ОСНОВИ НА ИНЖЕНЕРНОТО ПРОЕКТИРАНЕ



М. Лепаров
М. Вичева
М. Георгиев

София 2008

Привет на благосклонния читател!

(Старинна форма на авторски етикет)

До върбите и тополите

Тъничко поточе —
вечер преминава под прозореца.

Преминава вечер —
до върбите и тополите.

Винаги — преди заспиване —
го гледам продължително.

Търся се във водите му.

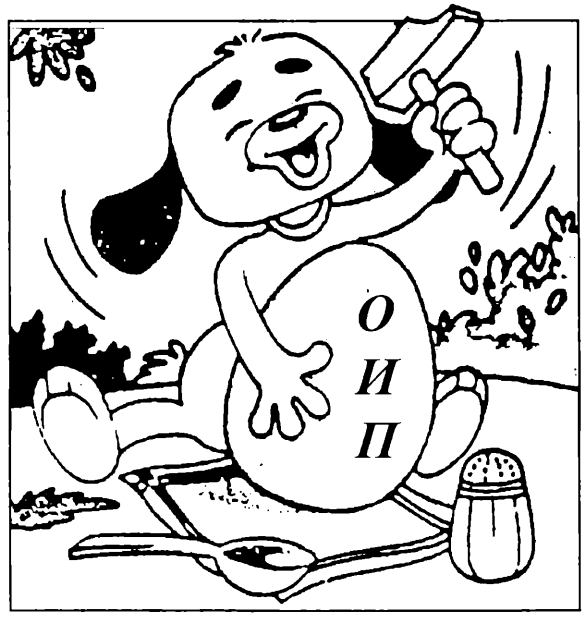
Тъничко поточе —
вечер преминава под прозореца.

Преминава вечер
до върбите и тополите.

Някой ме заведе при поточето.
И не ме завърна повече.

Вера Балева

ОСНОВИ НА ИНЖЕНЕРНОТО ПРОЕКТИРАНЕ



нещо като учебник за студентите от ФТК, ФКСУ, ФА, ФЕТТ и ЕФ
на Техническия университет - София,
написан от

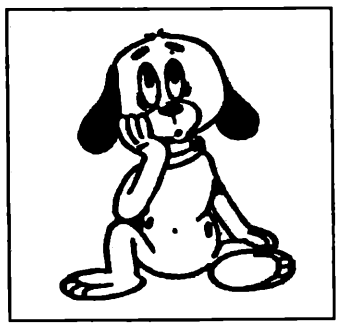
проф. д-р инж. Михаил Лепаров
доц. д-р инж. Милка Вичева
доц. д-р инж. Милчо Георгиев

София
2008

Учебникът е изготвен по учебната програма за утвърдената в Техническия университет - София дисциплина "Основи на инженерното проектиране", изучавана от студентите от факултетите по телекомуникации, по компютърни системи и управление, автоматика, електронна техника и технологии и електротехнически факултет.

Избрани глави от него могат да се ползват от студентите от Стопански факултет, специалност Инженерен дизайн, по дисциплината "Компютърно 3D проектиране", както и от студентите от Машиностроителен факултет по дисциплината "Методология на проектирането".

Учебникът може да бъде полезен на студентите от горните курсове на ТУ - София при изготвяне и оформяне на курсовите и дипломните им проекти, както и на студенти от други технически ВУЗ-ове и на инженерите от практиката.



Който може - го прави,
който не може -
учи другите ...

Съдържание

Глава 1. ВЪВЕДЕНИЕ 7
1.1. Създаване и развитие на техническите обекти 7
1.2. Проектиране 8
1.2.1. Обекти 8
1.2.2. Задачи 9
1.2.3. Методи 9
1.2.4. Жизнен цикъл на изделие 9
1.2.5. Видове проектиране 10
1.2.6. Някои зависимости 11
1.2.7. Етапи на процеса на проектиране 12
1.2.8. Разходи, качество, време 14
1.3. Предмет на дисциплината 14
1.4. Вариантност при търсене на решения в техниката 14

Глава 2. "ИДЕИ" *16*
2.1. Въведение 16
2.2. Евристична задача 16
2.3. Естествен интелект 17
2.4. Класификация на евристични методи 17
2.5. Евристични методи 18
2.5.1. Метод „10 евристични принципа на проф. Рубинстейн" 18
2.5.2. Метод „Морфологичен анализ и синтез" 19
2.5.3. Метод „ Фокусни обекти" 20
2.5.4. Метод „Отрицание на признаци" 22
2.5.5. Метод „Емпатия" 24
2.5.6. Метод "Тотална аналогия" 26
2.5.7. Метод „Синектика" 30
2.5.8. Метод „Модификация на идея" 35
2.5.9. Метод "Графични елементи" 37
2.5.10. Метод „Аналогия" 38
2.5.11. Метод „Класификации" 41
2.5.12. Метод „Мозъчна атака" (Brain Storming) 44
2.5.13. Метод „Контролни въпроси" 44
2.6. Търсене на евристични задачи 45
2.6.1. Метод "Премахване на атрибутивни черти" 45
2.6.2. Метод "Недостатъци" 45
2.6.3. Метод "Добавяне на признак" 45
2.7. Автоматизация 46

Глава 3. ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ И СИНТЕЗ НА ТЕХНИЧЕСКИ ОБЕКТ *47*
3.1. Потоци 47
3.2. Инженерни ефекти и явления 47
3.2.1. Видове 47
3.2.2. Приложение на някои ефекти 49
3.3. Описания на технически обект 54
3.3.1. „Черна кутия" 54
3.3.2. Главна функция 54
3.3.3. Физическа операция 55
3.3.4. Физически принцип на действие 58
3.3.5. Основни функции 61
3.3.6. Функционална структура 61
3.3.7. Елементарни функции на Koller 61
3.3.8. Други описания 61
3.4. Функционална декомпозиция 63
3.4.1. Метод „ФПД" 63
3.4.2. Метод „Структурна схема" 63
3.5. Автоматизация 64

Глава 4. КОНЦЕПТУАЛНО ПРОЕКТИРАНЕ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ *67*
4.1. Потребности 67
4.2. Някои закономерности 67
4.3. Основни проблеми 67
4.4. Анализ на заданието 68
4.4.1. Изисквания 68
4.4.2. Възможни задачи 68
4.4.3. Преформулирани задачи 69
4.5. Методи за проектиране 69
4.5.1. Метод „Аналогия" („Трите най") 69
4.5.2. Евристичен метод 69
4.5.3. Метод „Модификация на СЕ" 70
4.5.4. Функционален метод 70
4.5.5. Вариантно изделие 75
4.5.6. Метод "Недостатъци на ТО" 75
4.6. Пресмятания 77
4.6.1. Класификация 77
4.6.2. Теоретично необходими пресмятания 77
4.6.3. Автоматизация 78

Глава 5. ПРОЕКТИРАНЕ НА СТРУКТУРАТА НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ *79*
5.1. Основни проблеми 79
5.2. Взаимно положение на съставните части 79
5.2.1. Разположение на контактни повърхнини 79
5.2.2. Разположение на съставни части 81
5.3. Структуриране на сглобената единица 82
5.4. Механични съединения 83
5.4.1. Разглобяеми съединения 83
5.4.2. Неразглобяеми съединения 91
5.4.3. Контактни съединения 94
5.5. Други изисквания към проектирания ТО 95
5.5 1. Метод „Мислени експерименти" 95
5.5.2. Метод „Сензори" 97
5.6. Проектиране на варианти на сглобена единица 97
5.6.1. Метод „Транслация на ос" 98
5.6.2. Метод „Аналогия с детайл със същата функция" 100
5.6.3. Метод „Контролни въпроси за търсене на варианти" 102
5.7. Документиране на сглобени единици 102
5.7.1. Сборен чертеж 105
5.7.2. Чертеж на общия вид 108
5.7.3. Монтажен чертеж 108
5.7.4. Габаритен чертеж 108
5.7.5. Оразмеряване на сглобени единици 108
5.7.6. Технически изисквания в чертежи на сглобени единици 112

5.8. Особености при проектиране на някои специфични сглобени единици ... 112
5.8.1. Изделия с електрически монтаж ... 112
5.8.2. Печатен възел ... 118
5.8.3. Сноп проводници ... 124
5.8.4. Магнитопровод ... 131
5.8.5. Интегрална схема ... 131
5.8.6. Изделия с електрически намотки (бобини) ... 135
5.9. Някои конструктивни и технологични препоръки при проектиране на сглобени единици ... 136
5.10. Автоматизация ... 138

Глава 6. ПРОЕКТИРАНЕ НА ДЕТАЙЛИ ... 139
6.1. Въведение ... 139
6.2. Основни проблеми ... 139
6.3. Материал ... 139
6.3.1. Видове материали ... 139
6.3.2. Избор ... 139
6.4. Присъединяване към други детайли ... 142
6.5. Форми ... 143
6.5.1. Класификация ... 143
6.5.2. Алгоритъм ... 143
6.6. Технология за изработване ... 145
6.6.1. Видове технологични процеси за изработване на детайли ... 145
6.6.2. Възможна технология ... 150
6.7. Размери ... 150
6.7.1. Определяне на размерите ... 150
6.7.2. Формиране на размерна мрежа ... 151
6.7.3. Точност ... 156
6.7.4. Нанасяне на размерите ... 160
6.8. Грапавост на повърхнините ... 160
6.8.1. Терминология (БДС ISO 4287) ... 160
6.8.2. Параметри ... 161
6.8.3. Записване в чертежите (БДС ISO 1302) ... 161
6.8.4. Избор на параметрите и техните стойности ... 162
6.9. Други изисквания ... 164
6.9.1. Допуски на формата, ориентацията, разположението и биенето ... 164
6.9.2. Термообработка ... 168
6.9.3. Покрития ... 169
6.9.4. Маркировка и щемпелуване ... 170
6.9.5. Технически изисквания в чертежи на детайли ... 170
6.10. Документиране на детайли ... 171
6.10.1. Съдържание на чертеж на детайл ... 171
6.10.2. Формиране на изображения ... 171
6.11. Особености при проектирането на специфични детайли ... 175
6.11.1. Печатна платка ... 175
6.11.2. Кристал, подложка ... 179
6.11.3. Пружини ... 180
6.11.4. Армиран детайл (детайл с вложка) ... 183
6.11.5. Зъбно колело ... 183
6.11.6. Детайл с накатка ... 185
6.12. Някои конструктивни и технологични препоръки при проектирането на детайли ... 185
6.13. Автоматизация ... 187

Глава 7. ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРОЦЕСИ ... 188
7.1. Електрически схеми ... 188
7.1.1. Класификация ... 188
7.1.2. Структурна схема (101) ... 188
7.1.3. Функционална схема (102) ... 189
7.1.4. Принципна схема (201) ... 190
7.1.5. Еквивалентна схема (202) ... 191
7.1.6. Схема на съединенията (301) ... 191
7.1.7. Обща схема на съединенията (302) ... 193
7.1.8. Схема на включване (303) ... 193
7.1.9. Схема на разположението (401) ... 194
7.1.10. Схема на електросъоръженията и инсталациите в проектите (плановете) (402) ... 194
7.1.11. Схеми на електроснабдяването и връзките (403) ... 194
7.1.12. Проектиране на схеми ... 195
7.1.13. Общи правила за изпълнение на графичните символи в схемите ... 196
7.1.14. Общи правила за изпълнение на линиите за електрическа връзка в схемите ... 197
7.1.15. Общи правила при формирането и нанасянето на текстова информация в схемите ... 198
7.1.16. Специфични правила за изпълнение на схемите ... 206
7.1.17. Комплектвост на схемите ... 206
7.1.18. Автоматизация ... 206
7.2. Други видове схеми ... 210
7.3. Схеми с логически елементи (логически схеми) ... 210
7.4. Диаграми ... 212

Глава 8. ИНЖЕНЕРНИ АНАЛИЗИ ... 215
8.1. Видове анализи ... 215
8.2. Структурен анализ ... 215
8.2.1. Структурен анализ на схема ... 215
8.2.2. Структурен анализ на изделие ... 216
8.3. Конструктивен анализ ... 218
8.4. Функционален анализ ... 219
8.4.1. Функционален анализ на сглобена единица ... 219
8.4.2. Функционален анализ на детайл ... 220
8.5. Функционално-стойностен анализ ... 220
8.5.1. Формулиране на основните функции на обекта ... 221
8.5.2. Определяне на относителната значимост на функциите ... 221
8.5.3. Определяне на относителните разходи на функциите ... 221
8.5.4. Идентифициране на критичните функции ... 222
8.5.5. Анализ на диаграмата и изводи от нея ... 222
8.6. Размерен анализ ... 222
8.6.1. Въведение ... 222
8.6.2. Крайни звена ... 223
8.6.3. Разкриване на РВ ... 223
8.6.4. Пресмятане на РВ ... 225
8.6.5. Системи от размерни вериги ... 227
8.6.6. Представяне на резултатите

от размерния анализ в конструкторската документация ... 231
8.7. Технологичен анализ ... 233
8.8. Метрологичен анализ ... 233
8.9. Евристичен анализ ... 233
8.10. Модификационен анализ ... 233
8.11. Нормоконтролен анализ ... 234
8.12. Анализ за безопасност ... 234
8.13. Ергономичен анализ ... 235
8.14. Естетичен анализ ... 235
8.15. Транспортен анализ ... 235
8.16. Експлоатационен анализ ... 235
8.17. Ремонтен анализ ... 235
8.18. Утилизационен анализ ... 235
8.19. Екологичен анализ ... 235
8.20. Коригиращ анализ ... 235

Глава 9. ОЦЕНКА НА ИДЕИ И РЕШЕНИЯ ... *238*
9.1. Класификация ... 238
9.2. Критерии ... 239
9.2.1. Идеи ... 239
9.2.2. Технически решения ... 239
9.3. Скали ... 240
9.4. Методи ... 240
9.4.1. Да - не ... 240
9.4.2. Подреждане ... 241
9.4.3. Двоично сравнение ... 241
9.4.4. Многокритериална оценка ... 242
9.5. Автоматизация ... 242

Глава 10. ПРОЕКТИРАНЕ ЗА НУЖДИТЕ НА ЖИЗНЕНИЯ ЦИКЪЛ ... *243*
10.1. Нормативни изисквания ... 243
10.2. Текстови документи ... 243
10.2.1. Списъци ... 244
10.2.2. Записки ... 247
10.2.3. Специфични документи ... 251
10.2.4. Други текстови документи ... 251
10.3. Групови документи ... 252
10.3.1. Групови чертежи ... 252
10.3.2. Групови списъци на съставните части ... 252
10.4. Технологични процеси ... 254
10.4.1. Особености на технологичните процеси ... 254
10.4.2. Документиране на технологични процеси ... 254
10.4.3. Технологична екипировка и технологично обзавеждане ... 258
10.5. Процеси на експлоатация и ремонт ... 258
10.5.1. Особености на процесите на експлоатация и ремонт ... 258
10.5.2. Експлоатационни документи ... 258
10.5.3. Ремонтни документи ... 258

Глава 11. АВТОМАТИЗАЦИЯ ... *262*
11.1. Въведение ... 262
11.2. Компютърна графика ... 263
11.3. Базови технически и програмни средства в автоматизацията на инженерния труд ... 264
11.3.1. Технически средства ... 264
11.3.2. Характеристики и елементи на графичния потребителски интерфейс ... 265
11.4. Приложни CAD системи ... 269
11.4.1. Общи сведения ... 269
11.4.2. Класификации ... 269
11.4.3. Геометрично моделиране ... 270
11.5. Създаване на принципни електрически схеми и проектиране на печатни платки с CADSTAR ... 273
11.5.1. Предназначение на CADSTAR ... 274
11.5.2. Елементи на потребителския интерфейс ... 274
11.5.3. Интерактивни действия ... 274
11.5.4. Настройка на работната среда ... 275
11.5.5. Въвеждане на принципна електрическа схема ... 275
11.5.6. Преобразуване на принципната схема за създаване на модел на печатна платка ... 277
11.5.7. Създаване на модел на печатната платка ... 277
11.6. Създаване на чертежи с AutoCAD ... 279
11.6.1. Елементи на потребителския интерфейс ... 279
11.6.2. Създаване на нов чертеж ... 281
11.6.3. Настройка на работната среда ... 281
11.6.4. Координатни системи ... 281
11.6.5. Параметри за прецизност при чертане ... 282
11.6.6. Създаване на двумерни обекти ... 282
11.6.7. Добавяне на текст ... 283
11.6.8. Методи на редактиране ... 283
11.6.9. Организиране на информацията в слоеве ... 285
11.6.10. Свойства на обектите ... 285
11.6.11. Оразмеряване в чертежите ... 286
11.6.12. Използване на блокове ... 286
11.6.13. Отпечатване на чертежа ... 286
11.7. Моделиране на обектите и създаване на чертежи със SolidWorks ... 287
11.7.1. Елементи на потребителския интерфейс ... 287
11.7.2. Настройка на работната среда ... 288
11.7.3. Създаване на тримерен модел на детайл (Part) ... 288
11.7.4. Създаване и редактиране на скици (sketch) ... 288
11.7.5. Създаване и редактиране на компоненти ... 290
11.7.6. Създаване на сглобени единици ... 292
11.7.7. Създаване на чертежи ... 293
11.7.8. Отпечатване на чертежа ... 294
11.8. Обмен на информацията между програмните системи AutoCAD, Cadstar, SolidWorks и др. ... 294

Глава 12. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ... *296*
12.1. Нормативно осигуряване на проектирането и документирането ... 296
12.2. Разработка на нормативни документи ... 297
12.3. Работа с нормативни документи ... 299

Приложение П01.
ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ ПРИ СЪСТАВЯНЕТО НА ДОКУМЕНТИ 300

Приложение П02.
ОСНОВНИ ПРАВИЛА ПРИ ФОРМИРАНЕ НА ГЕОМЕТРИЧЕН МОДЕЛ 305

Приложение П03.
ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕЛА 309

Приложение П04.
НАНАСЯНЕ НА РАЗМЕРИ В ЧЕРТЕЖИТЕ 323

Приложение П05.
ГРАФИЧНИ СИМВОЛИ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ СХЕМИ 327

Приложение П 06.
ПРИМЕРНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА 344

Приложение П 07.
ПРИМЕРНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ИЗЧИСЛИТЕЛНА ЗАПИСКА 345

Приложение П 08.
ПРИМЕРНИ ТЕХНИЧЕСКИ ИЗИСКВАНИЯ 346

Приложение П 09.
ИЗВАДКИ ОТ РЪКОВОДСТВОТО ПО РЕМОНТА НА СЪСТАВНИТЕ ЧАСТИ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА УРЕДБА НА ЕЛЕКТРОКАР-ВИСОКОПОВДИГАЧ 347

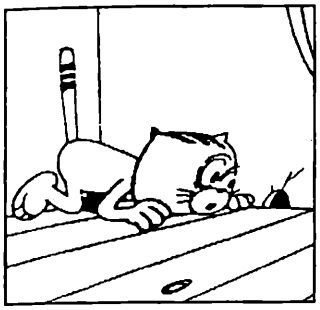
Приложение П10.
УКАЗАТЕЛ НА ИЕ ЗА ОСНОВНИТЕ ОПЕРАЦИИ НА KOLLER „ПРЕОБРАЗУВАНЕ - ОБРАТНО ПРЕОБРАЗУВАНЕ" И „УВЕЛИЧАВАНЕ- НАМАЛЯВАНЕ" НА ЕНЕРГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ 350

Глава 1.

ВЪВЕДЕНИЕ

или ***приказка защо накрая Кумчо Вълчо ще изяде авторите***

1.1. Създаване и развитие на ТО
1.2. Проектиране
1.3. Предмет на дисциплината
1.4. Вариантност при търсене на решения в техниката



Всяка задача има решение - в повечето случаи не това, което ни трябва.
(технократско)

1.1. СЪЗДАВАНЕ И РАЗВИТИЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ОБЕКТИ

Появата на нов технически обект (ТО) се налага от необходимостта **да се задоволи определена обществена потребност.** Характерен пример в това отношение е телефонният апарат. След като учените са успели да реализират предаването на човешки глас на разстояние, наложило се е да се конструира такъв уред, който да осигури улеснения за ползващия това откритие. Полагайки в основата на инженерното търсене описанието на функциите, които уредът трябва да изпълнява, последователно се конструират отделни негови части, а след това — и елементи, които да ги обединят.

Освен задоволяването на обществена потребност, при създаването на нов ТО се вземат под внимание и други изисквания, като например:

- отчитане съвременното състояние на технологията и организацията на производството;
- използването на достъпни материали;
- минимизация на разходите за производство;
- екологичност на изделието (като изделие и като негово производство).

Могат да бъдат формирани и други изисквания (или групи от изисквания) към новоприетия обект (вж. т. 9.2). Техният брой и подреждане по значимост (т.е. ранжиране) ще предопределят и усилията, които трябва да положи конструкторът, за да ги удовлетвори. Веднага трябва да се добави, че най-често някои от изискванията са противоречиви, което заставя конструктора да взима решения след анализ на множество фактори. **Ето защо в инженерната практика не трябва да се говори за оптимално, а за рационално техническо решение.**

Именно рационалността на техническото решение е основа за необходимостта от развитие на конструкцията на ТО. То може да бъде аргументирано от три възможни гледни точки:

а) изменение в изискванията на обществената поръчка;

б) ново ранжиране на изискванията, наложено от изменящата се околна среда (техносфера);

в) провокативно акцентиране върху частни (маловажни) изисквания, с цел задоволяване потребителски търсения.

Ако в посочения аспект се разгледа телефонният апарат, то примери за решение биха изглеждали така:

а) телефонен апарат със запомнящо устройство;

б) радиотелефон;

в) телефонен апарат във формата на старинен предмет.

И още примери. Известни са решенията на японски конструктори за минитюаризация на елементната база, довели до създаването на преносим видеотелефон — апарат с вграден телевизионен екран за визуална връзка между разговарящите. Ако се продължи в посока на внедряване на научно-техническите достижения, то вероятно след време при телефонен разговор би възниквал и холографния образ на партньора.

Основните видовете изделия, които се разглеждат в настоящата книга са електромеханичните и електронните изделия.

Като основни изисквания при проектиране на електромеханичните устройства могат да се считат:

1. Надеждната работа:

а) гарантирано непреминаване на определена температура при нормален работен режим;

б) осигуряване на термична устойчивост при късо съединение в електрическата мрежа;

в) осигуряване на определени електрични параметри при нормален работен режим;

г) осигуряване на определена електродинамична устойчивост (липса на повреди, предизвикани от електродинамичните сили);

д) осигуряване на безотказна работа в конкретните експлоатационни условия.

2. Ниската себестойност:

а) малък възможен обем;

б) използуване на евтини и недефицитни материали;

в) технологичност на конструкцията;

г) минимална енергия, консумирана от устройството.

3. Екологичността (липса на неблагоприятно влияние върху околната човешка и техническа среда).

Тези изисквания (надеждна работа, ниска себестойност и екологичност) се отнасят и до електронните изделия.

Характерна черта на електронната техника е функционално-модулния метод на конструиране, който се състои в обособяването на отделни части от обекта със самостоятелна функция в отделен модул. Модулите се монтират, регулират и контролират самостоятелно, с което се опростява конструирането, експлоатацията и ремонта на ТО.

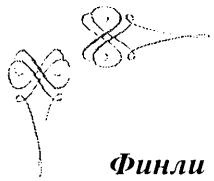
Според пространственото разположение модулите биват:

а) равнинни (елементните са разположени върху платка);

б) обемни (елементите са разположени между две платки);

в) обемно-равнинни (елементите се разполагат върху платки, а последните образуват обемна конструкция);

г) микромодули.



Робърт Бърнс

Финли

- Кой чука в този късен час?
- Аз чукам - каза Финли.
- Върви си, всички спят у нас.
- Не всички - каза Финли.
- Не зная как си се решил...
- Реших се - каза Финли.
- Ти май си нещо наумил.
- Май нещо... - каза Финли.
- При тебе да излезна вън.
- Ела де - каза Финли.
- Нощта ще минеме без сън.
- Ще минем - каза Финли.
- При мен да дойдеш току виж...
- Да дойда! - каза Финли.
- До утре ти ще престоиш.
- До утре - каза Финли.
- Ще ти отворя, ала чуй...
- Отваряй - каза Финли.
- Ни дума някому за туй.
- Ни дума - каза Финли.



1.2. ПРОЕКТИРАНЕ

Проектирането е процес на непрекъснато решаване на задачи (формализирани и нефомализирани), при който се преобразува начално описание на проблем в крайно описание на обект, необходимо и достатъчно за реализиране на обекта в определени производствени условия.

Поради огромната вариантност на всяка стъпка **процеса на проектиране** представлява **процес на непрекъснати промени**, които следващи стъпки предизвикват в предходни такива

Процесът на проектиране протича в динамично променяща се среда:

- негово величество купувачът, без когото проектирането и изработването на изделието се обезсмисля, намира недостатъци в използувания ТО; освен това той променя вкусовете си (но винаги харесва колкото се може по- високо качество при възможната най-ниска цена);
- появяват се нови технологии, които изместват старите и които трябва да се отчитат;
- често налице е смазваща конкуренция;
- задълбочава се дефицитът на суровини и енергийни източници;
- увеличават се изискванията към опазване на околната среда;
- др.

1.2.1. ОБЕКТИ

Таблица 1.1

Видове обекти

Класификационен признак	Видове обекти
1. Според вида на обекта	1.1. Изделие 1.2. Процес
2. Според съдържанието на обекта	2.1. Сглобена единица 2.2. Детайл 2.3. Комплекс 2.4. Комплект
3. Според необходимостта от проектиране	3.1. Оригинално изделие 3.2. Покупно изделие
4. Според предназначението	4.1. Изделие-елементна база 4.2. Комбинаторно изделие

Всеки предмет, който има изкуствен произход и удовлетворява човешка потребност се нарича технически обект (ТО) (**изделие**, продукт). **Процесът** е съвкупност от последователни действия за постигане на определена цел (напр. технологичен процес, чрез който се изработва ТО, процес на транслация на електромагнитни вълни, процес на гладене).

Сглобената единица е изделие, съставните части на което са съединени във фирмата- производител чрез операции за сглобяване- спояване, завинтване, занитване и т.н. (напр. химикалка, „компютърна мишка", дезодорант, кондензатор) **Детайлът** е изделие, изработено от еднороден материал без операции за сглобяване (напр. капачка за химикалка, чиния, парче гол проводник, гайка). **Комплексът** включва две или повече изделия, несглобени във фирмата- производител, но изпълняващи взаимно-

Ако не можеш да получиш комплименти от околните, прави си ги сам (Твен).

свързани експлоатационни функции (напр. компютърна система, телефонна централа, разглобена и пакетирана антена). **Комплектът** включва две и повече изделия, несглобени помежду си във фирмата- производител и представляващи комплект от изделия, имащи общо експлоатационно предназначение със спомагателен характер (комплект инструменти, комплект резервни части)

Изделията, които се проектират се наричат **оригинални**, а тези които се взаимстват (доставят)- **покупни.**

Изделието е част от **елементна база** ако неговото предназначение е да се включи в друго изделие (напр. транзистор, резистор, кондензатор, болт, гайка, шайба). Когато преобладаващият брой съставни части на изделието са изделия- елементна база се говори за **комбинаторно** изделие (напр. печатен възел с конкретно предназначение, усилвател, радиоприемник).

В учебника се разглежда по- подробно проектирането на обекти от вида: изделия (1.1), СЕ (2.1) и детайли (2.2), оригинално изделие (3.1) и изделие- елементна база (4.1).

1.2.2. ЗАДАЧИ

Класификацията на видовете задачи за проектиране са дадени в табл.1.2.

Таблица 1.2

Видове задачи за проектиране

Класификационен признак	Видове задачи
1. Според вида на обекта на проектиране	1.1. Проектиране на ново изделие 1.2. Проектиране на вариантно изделие 1.3. Проектиране на усъвършенствувано изделие
2. Според гледната точка	2.1. Изходна 2.2. Възможна
3. Според начина на формулиране	3.1. Формулирана 3.2. Преформулирана
4. Според наличието на творчество	4.1. Рутинна (формализирана) 4.2. Творческа (неформализирана)

Според обекта:
- проектиране на ново изделие (конструкция);
- вариантно изделие;
- усъвършенствувано изделие.

Ново изделие е това, което се разработва за първи път. Този случай е налице при проектиране на нов ТО, което включва пълния цикъл на процеса на проектиране- от проектно задание до работна документация за изработване, експлоатация и ремонт на изделието. **Вариантното** проектиране е при търсене на варианти на готово или проектирано вече ново изделие. **Усъвършенствувано изделие** е съществуващ ТО, на който са отстранени някакви недостатъци.

Пример за ново изделие е проектиране на нов вид принтер от дадена фирма. Вариантни изделия са различните модификации на този принтер, в които принципът на работа е същия, но са променени размери, форми, материали и др. второстепенни признаци с цел приспособяване на принтера към други условия, напр. по- голяма скорост на принтване, автоматична подмяна на тонера, възможност за работа при високи температури и т.н. Усъвършенствуван принтер ще бъде следващото поколение принтер, който е усъвършенствуван в сравнение с изходния (отстранени са някакви недостатъци или с други думи казано- направени са някакви подобрения).

Около 50% от проектни задачи са за усъвършенствуване на изделия. Приблизително по 25% са останалите два вида.

Изходна е зададената задача. **Възможна задача** на зададена изходна задача е задача, която решава същия проблем, както изходната, но той се разглежда от друга гледна точка (вж.т. 4.4.2).

Преформулирана е задача, която се представя с други думи в сравнение с изходната (**формулираната** задача) с цел новата формулировка да подскаже нейно решение (вж.т.4.4.3).

Според наличие на творчество задачите биват:
- творчески (неформализирани) и
- рутинни (формализирани).

1.2.3. МЕТОДИ

Методите за проектиране биват **общи** - отнасят се за произволен ТО, **частни**- отнасят се за клас ТО и **конкретни** - отнасят се за конкретен вид ТО. В дисциплината „Основи на инженерното проектиране" се разглеждат само общи методи за проектиране на изделията.

1.2.4. ЖИЗНЕН ЦИКЪЛ НА ИЗДЕЛИЕ

Многогодишната инженерна практика е доказала, че трябва да се вземат под внимание правите и обратни взаимовръзки между различните етапи на създаване, производство и експлоатация на технически обект. Тези взаимовръзки могат да се проследят в схемата на **жизнения цикъл на изделията** (ЖЦ), показана на фиг. 1.1. (Нулева серия представлява производството на няколко броя от изделието с цел проверка на конструкцията и технологията; нулевата серия се последва от производство на необходимите за пазара количества, т.е. серийно производство).

От съществено значение за работата на конструктора е да вземе под внимание още в процеса на създаване на новото изделие **изискванията и ограниченията, които възникват от влиянието на отделните етапи на жизнения цикъл върху етапа "проектиране".**

Например:

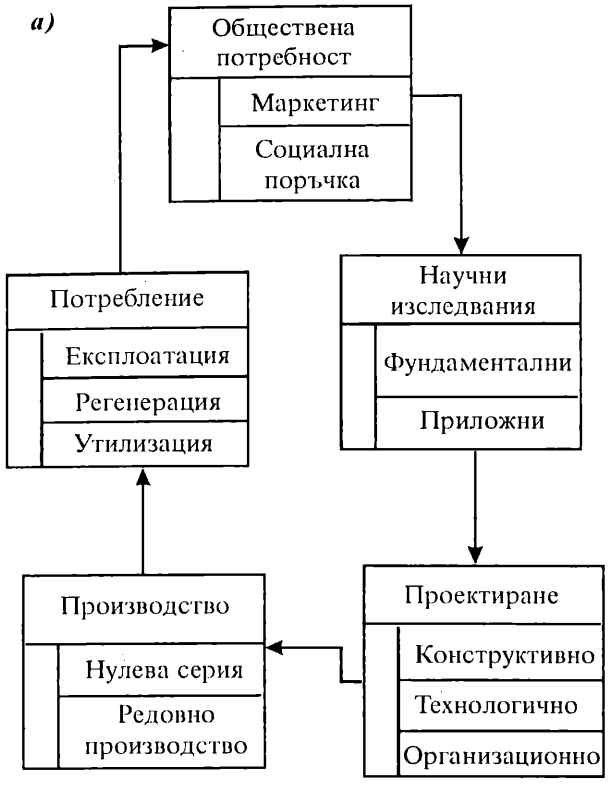
а) "обществена потребност" → "проектиране"

Чрез формираната социална поръчка (задача) се задължава конструктора да търси точно определен кръг технически решения така, че да бъдат изпълнени началните изисквания.

От своя страна той може да докаже чрез анализ, че при дефинираните начални условия не е възможно изпълнението на социалната поръчка — изцяло или отчасти.

Преди тридесетина години възникна идеята в България да започне производството на хеликоптери. Мотивите: нашите фирми печелят доста валута при използ-

а)



б)

Етап	Съдържание	Резултат
Обществена потребност	Дефиниране на потребности	- технико-икономическо задание
Научни изследвания	Анализи и синтези	- дефиниране на нови инженерни ефекти (т. 3.2) - изграждане на принципи на действие
Проектиране	Разработка на модели на изделието, съставните му части и процесите по изработването му	- документация: * конструкторска * др.
Производство	Тиражирана изработка на изделието	- нулева серия - серийно производство
Потребление	Приложение на функционалните свойства на изделието	- потребителски ефект - зараждане на нови потребности

Фиг. 1.1. Жизнен цикъл на изделията:
а) етапи; б) съдържание и резултати

ването им в страни от третия свят. Проведеният инженерен анализ доказа, че единствено гумите за колелата могат да бъдат произведени без проблеми; част от електронните уреди, свързващите елементи и пластмасови изделия могат да бъдат произведени с определени усилия, докато останалото, главното (двигател, механични системи за управление, витла и др.) следва да се внасят. В резултат последва контрапредложение — да се произведат в повече кораби (където опитът на страната бе ефективен) и срещу тях да се внасят хеликоптери.

б) "научни изследвания" → "проектиране"

Резултатите от научните изследвания ограничават кръга от технически решения, които конструкторът може да ползва. Например, все още холографията е трудно приложима поради обемистите технически средства.

В обратната посока конструкторът би могъл да дефинира пред научните работници задания за създаване на нови материали и технологии (напр. космическите), търсене на инженерни решения за реализация на новооткрити полезни физически ефекти, оптимизация на принципни технически решения и т.н.

в) "производство" → "проектиране"

Проектните решения фиксират точно определени изисквания към производството — трябва да се произведат проектираните изделия и техните съставни части съгласно проектираната технология и в съответствие с проектираната организация на производството.

Ако се разглежда противоположното влияние, то изискванията, които производственият процес поставя пред конструктора могат да се съберат в три главни групи:

а) икономия на материал, труд и енергия при изработката на новото изделие;

б) използване на готови технически решения (т.е. съществуващи елементи на конструкциите), чието производство е усвоено;

в) използване в производството на съвременни научно-технически достижения.

От тази гледна точка особено място в жизнения цикъл заема апробирането (изпробването) на техническите решения чрез изработката, изпитването и изследването на физически или компютърен модел (опитен образец, прототип, модел) на бъдещото изделие.

г) "потребление" → "проектиране"

Последният етап на жизнения цикъл трябва да потвърди или отхвърли инженерните идеи и решения чрез степента на търсене на изделието на пазара. Тези идеи и решения биха заслужавали още по-висока оценка, ако в този етап се открият непредвидени в технико-икономическото задание (ТИЗ) приложения на изделието.

В общия случай решенията в етапа "проектиране" предопределят експлоатационните разходи и разходи по регенерацията на функциите на изделието, т.е. ремонта.

1.2.5. ВИДОВЕ ПРОЕКТИРАНЕ

Видовете проектиране са посочени в табл.1.3.

Таблица 1.3

Видове проектиране

Класификационен признак	Видове проектиране
1. Според посоката на движение	1.1. Отгоре надолу 1.2. Отдолу нагоре
2. Според наличието на модули	2.1. Модулно 2.2. Моноконструктивно (за ТО- моноконструкция)
3. Според отношението към създаването на модела на ТО	3.1. Външно 3.2. Вътрешно

Проектирането бива **отгоре надолу**, при което най-напред се проектира сглобената единица, а след нея детайлите и **отдолу нагоре**, при което най- напред се проектират детайлите, а след тях- сглобената единица.

Това разделяне е в значителна степен условно, тъй като и при двата вида проектиране се работи успоредно и по СЕ и по детайлите. Разделянето е главно по преобладаващата дейност.

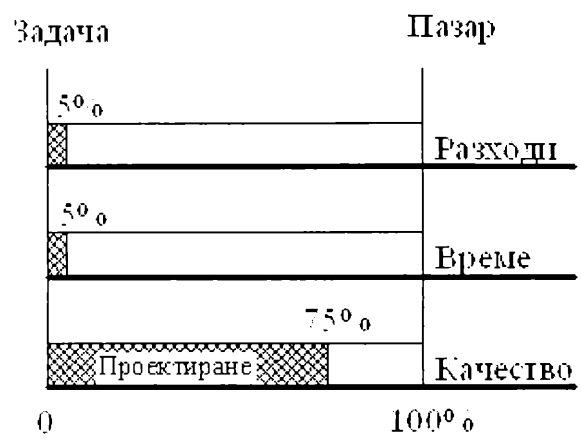
Модулното проектиране се състои в обособяването на отделните части от обекта със самостоятелна функция в отделен модул. Модулите се монтират, регулират и контролират самостоятелно, с което се опростява проектирането, експлоатацията и ремонта на ТО. При липса на модули се говори за **моноконструктивно** проектиране.

Външното проектирана обхваща маркетинга и определяне на изискванията към ТО, а **вътрешното** обхваща концептуалното проектиране (вж. глава 4), проектирането на СЕ и проектирането на детайли.

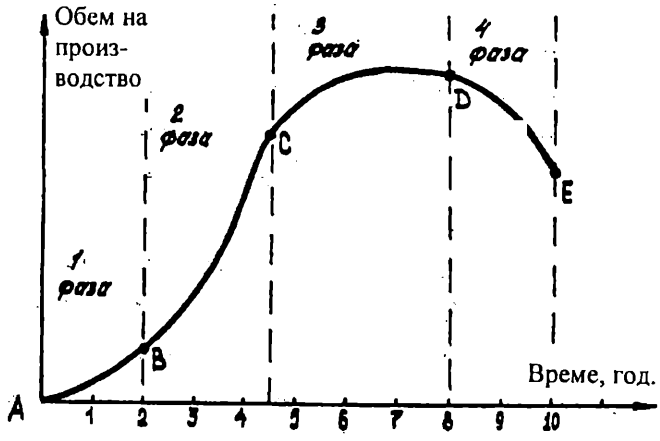
Няколко думи за термините „проектиране" и „конструиране". Съществуват различни схващания за тези термини, всеки от авторите на които има своите основания за твърденията си. Много автори считат, че процесът на проектиране в концептуалната му част трябва да се нарича „проектиране", а при подробното разработване на детайли и СЕ- „конструиране". С присъщото ни уважение към мненията на различните автори в настоящия учебник двата термина се използват като синонимни.

1.2.6. НЯКОИ ЗАВИСИМОСТИ

Значимостта на процеса на проектиране е илюстрирана на фиг.1.2. Изследванията са показали, че средно около 5% от времето от поставянето на задачата до излизането на изделието на пазара се отделя за проектиране; около 5% от разходите за изделието са за проектиране; около 75% от качеството, вкл. разходите за изделието, се определят в процеса на проектиране.

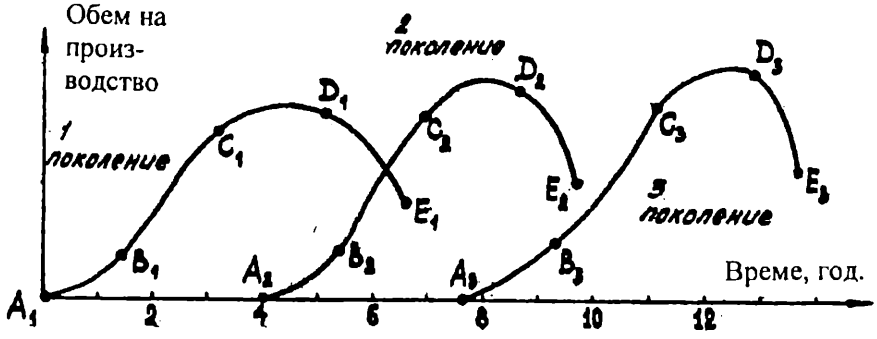


Фиг. 1.2. Концептуално проектиране



Фиг. 1.3. Изменение на обема на производство на обекта за едно поколение

Фиг.1.3 отразява връзката обем на производството-време. Характерни са 4 фази в изменението на обема на производството на ТО от дадено негово поколение (първо, второ и т.н.). През първата фаза, която започва от момента на пускането на ТО на пазара, когато продуктът е неизвестен (независимо от рекламата), когато се усвоява неговото производство и когато се появяват недостатъци, които бързо се отстраняват, обемът на производство, респективно на продажбите, бавно нараства. През втората фаза се наблюдава рязък подем-изделието е завладяло пазара, производството е усвоено, недостатъци не се проявяват. Третата фаза се характеризира с висок и стабилен обем; нарастването, както и намаляването е слабо. Пазарът е наситен, появила се е конкуренция. През последната четвърта фаза обемът рязко намалява поради нарасналата конкуренция, както и появата на следващото поколение на разглеждания ТО (вж. фиг.1.4).



Фиг. 1.4. Смяна на поколенията на обекта

Смяната на поколенията на ТО е илюстрирана на фиг.1.4. Ново поколение е такъв ТО, в който са налице съществени подобрения. Първата и втората фаза на новия модел (поколение) в значителна степен съвпада с третата и четвъртата фаза на предходния модел. Това съвпадане определя момента на пускане на пазара на новото поколение ТО.

1.2.7. ЕТАПИ НА ПРОЦЕСА НА ПРОЕКТИРАНЕ

Проектирането на ново изделие включва широк кръг от инженерни дейности под общото название **техническа подготовка на производството (ТПП)**. На фиг. 1.5 е показан окрупнен алгоритъм на ТПП. Участващите блокове от своя страна могат да бъдат деструктурирани на следващи, по-ниски нива, за да се получи набор от необходимите действия по създаването на нов ТО.

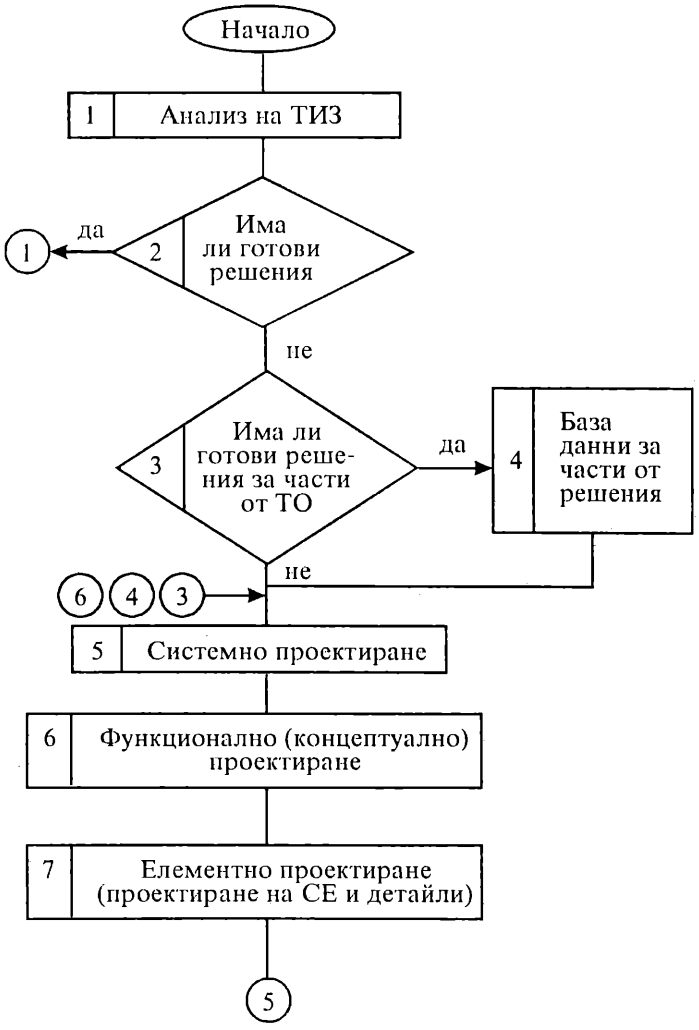
Главното внимание в ТПП е съсредоточено в блокове 5, 6 и 7, тъй като там трябва да се положат максимум усилия, за да се получи рационален резултат. И обратното, грешките в тези етапи е много трудно, а често и невъзможно да се неутрализират в следващите етапи.

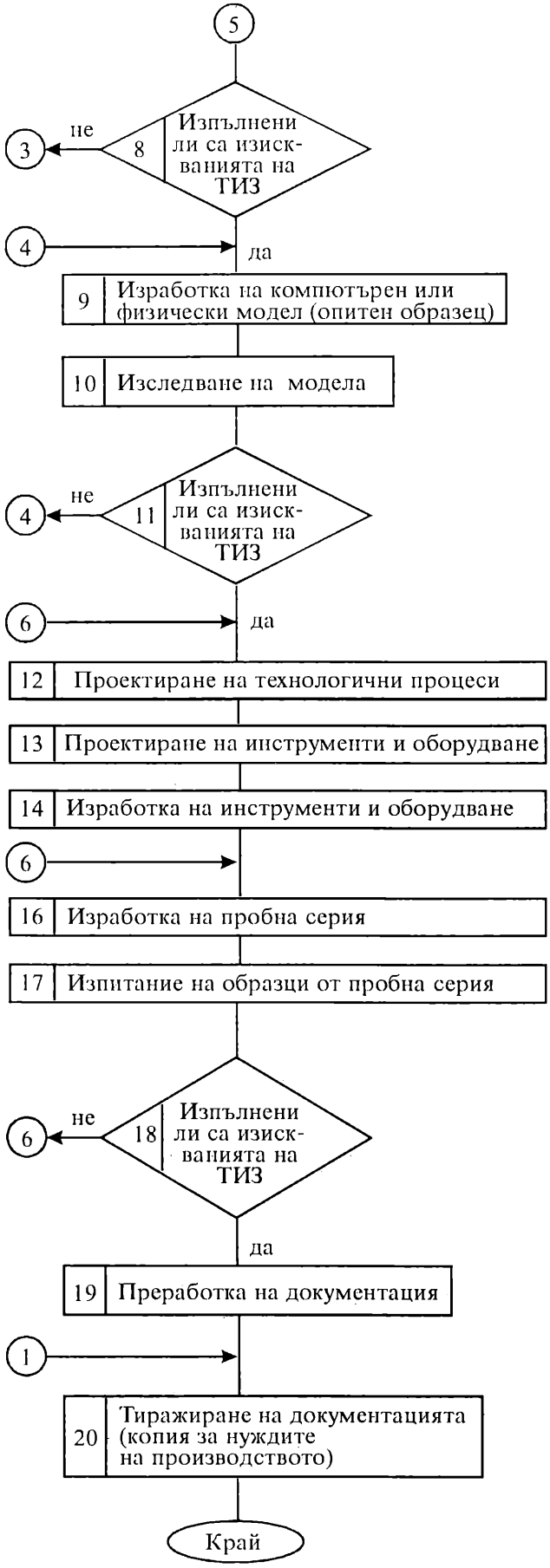
Системното или външното проектиране (табл.1.3) включва маркетинга и изискванията към проектираното изделие.

Всяко проектиране е съпроводено с два риска:

- ще може ли да се проектира и произведе при зададените изисквания (технически риск) и
- ще може ли да се продаде (пазарен риск).

Маркетингът е проучване на пазара с оглед търсенето и предлагането на стоки. Проектирането и производството на ТО, които никой няма да купи е безсмислено. Инвеститорът влага средствата си за поява на пазара на даден продукт и очаква напълно основателно възвръщане с печалба на вложените средства. Някои





Фиг. 1.5. Окрупнен алгоритъм на техническата подготовка на производството

други определения за маркетинг са:

„Маркетингът е вид човешка дейност, насочена към задоволяване на нуждите и потребностите посредством обмен".

"Маркетингът е изкуството по печеливш начин да се създават и да се задоволяват клиентите".

„Маркетингът обхваща всички дейности, отнасящи се до покупката и продажбата на стоки и услуги".

"Маркетингът е управленски процес, отговорен за идентификацията, предвиждането и удовлетворението на нуждите на клиентите по начин, който носи печалба" (Британския институт по маркетинг).

Една от маркентиговите дейности е проучване на мнението на купувачите за даден ТО. Писменото анкетиране на множество потребители на даден ТО за неговите недостатъци, които според тях са се проявили при експлоатацията му и статистическа обработка на резултатите от анкетите е едно сериозно основание да се отчете при разработването на следващото поколение на обекта. Въпроси, отнасящи се до цената, която клиентите са готови да платят за представено им изделие, дава основание да се предвиждат максималните разходи за бъдещето изделие.

Съществуват специални методи за анкетиране, които не са обект на настоящия учебник. Един от тези методи е „какво ми харесва/ не ми харесва в обекта". Удобството (комфортът), безопасността, външния вид са обикновено харесвани качества.

Телефонни разговори, Web site на фирмата, живи срещи, презентации са все възможности за проучване на мнението на клиентите.

Не трябва да забравя, че клиентите са полезни преди всичко по отношение на съществуващи продукти и технологии.

Елемент на маркетинга е и **икономическият анализ.** Инвеститорът трябва да даде за проекта Х лева и очаква след период от време печалба от тях. При това трябва да се отчита, че ако той си е бил оставил парите в банка (нека Х= 100 000 лв) за период от 4 години при 5% годишна лихва той е щял да разполага в края на периода с 121 550 лв (сложна лихва). Освен това не трябва да се забравя инфлацията. При примерна 5% инфлация 121 550 лв след 4 години ще бъдат равни на 100 000 лв сега. По тази причина трябва да се направи бизнесплан, който основно включва:

- Описание на бранша. Тенденции за развитие.
- Нормативна уредба. Данъчно облагане.
- Конкуренти и предлагани от тях изделия. Стоки заместители.
- Канали за разпространение.
- Доставчици на компонентна база.
- Потребители.
- Конкуренти и конкурентни цени.
- Район на разпространение.
- Пазарен потенциал и обем.
- Растеж на пазара.
- Рискове.
- Необходима инвестиция.
- Етапи при изпълнение на инвестиционния проект.
- Прогноза за паричните потоци на проекта, вкл обосновка на основните разходи и прогноза за времето, когато инвестицията ще се възстанови (след този период ТО започва да „прави пари", т.е. генерира печалба). Разходите биват преки производствени (за материали, горива, заплати, социални осигуровки и надбавки и др.), непреки производствени (за амортизация на сгради, машини и оборудване, спомагателни материали и др.), транспортни разходи, данъчно облагане и др.

Функционалното (концептуално) проектиране включва разработване на концепцията на изделието, което съдържа:

- определяне на главната функция и декомпозицията на функциите (вж. глава 3)
- избор на инженерни ефекти за тяхната реализация;
- изясняване на основните съставни части;

Концептуалното проектиране може да включва описание, схематични (схеми) или символични изображения и диаграми, чрез които се изяснява принципа на работа на бъдещото изделие.

Елементното проектиране съдържа:

- формирането на структурата на обекта на ниво сглобена единица (вж. глава 5);
- разработване на проектни решения на ниво сглобена единица;
- разработване на проектни решения на ниво детайли;
- извършване на необходимите пресмятания.

Елементното проектиране се разглежда в глави 5 и 6.

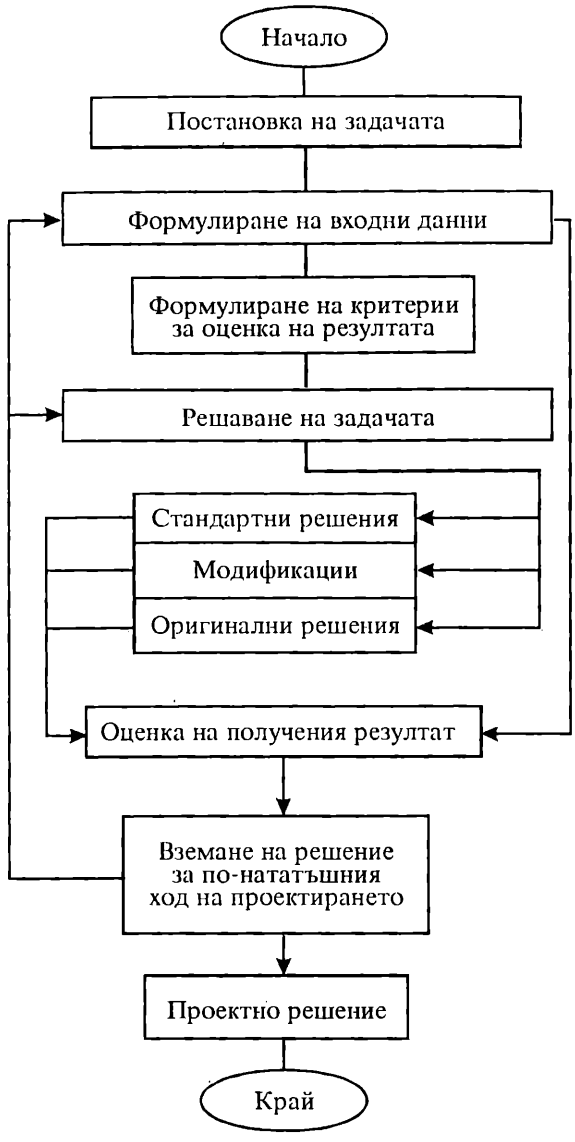
По време на проектирането (фиг.1.5) широкоразпространена дейност е изграждането на модели (прототипи). Един съвременен начин за изграждане на прототипи е чрез т.н. Rapid Prototyping Model. При SLS технология (селективно лазерно синтероване) този модел се реализира така; разделя се 3D модела на обекта, получен чрез CAD система (вж.глава 11) по дадена ос на слоеве с малка дебелина, т.е. извършват се множество сечения на обекта с равнина като разстоянията между сеченията е от порядъка на микрометри; разстила се прахообразен материал, от който ще се прави прототипа (пластмаса, метал, керамика и др.); чрез лазерен лъч се синтерова (нагрява и разтопява) материала, създавайки твърда маса (слой с определена дебелина) в текущото сечение на тримерния модел; прототипът се получава чрез последователното реализиране на всички сечения.

Прототипът може да се изпитва, да се анализира от гл.т. на ергономия и естетика, да се използува за маркетингови проучвания и др.

Инженерната практика е потвърдила, че независимо от това каква задача се решава, решението минава през показаните на фиг. 1.6 типови етапи.

В рамките на жизнения цикъл на изделията конструкторската дейност заема основна (координираща, свързваща) роля, тъй като техническите решения, формирани на този етап стават основа за целия жизнен цикъл и предопределят по-нататъшното поведение на технолози, производители и потребители. Не напразно често се казва, че лошата конструкция никакво автоматизирано производство не може да оправи.

Ако се приеме определението, че **конструкцията е взаимосвързан набор от съставни части, гарантиращ изпълнението на главната функция на изделието,** то процесът на проектиране би следвало да бъде определен като *съвкупност от дейности по описанието на изделието и съставните му части с цел по това*



Фиг. 1.6. Типови етапи на решение на задача

описание да е възможно еднократното му или многократно изработване в определени производствени условия.

Както се вижда, би могло конструкторската дейност най-обобщено да бъде разделена на две части: **конструиране** на изделието (технически обект) и съставните му части и **документиране** на взетите конструкторски решения. В действителност конструкторската дейност представлява итерационен процес, преминаващ през описаните проектни процедури, докато се достигне оптимален от гледна точка на приетите критерии резултат.

Визуализацията (онагледяването) на разработените геометрични модели на бъдещия ТО и съставните му части става върху набор от конструкторски документи. Съгласно БДС 2.103 — 77 изготвянето им преминава през следните стадии:

а) *"технико-икономическо задание"* — въз основа на анализа на предидущи етапи се формира документ, който регламентира основанията за разработка и изискванията към бъдещото изделие;

б) *"проектно задание"* — чрез изясняване и сравняване на възможни решения се уточняват основни и допълнителни данни за разработваното изделие;

в) *"идеен проект"* — разработва се набор от конструктивни документи, съдържащи принципни решения на конструкцията на обекта и съставните му части;

г) *"работен проект"* - разработва се набор от конструктивни документи, който трябва да дава пълна представа за устройството на обекта;

д) *"работна документация"* - разработва се набор от конструктивни документи, който трябва точно и еднозначно да определя устройството и състава на изделието и да съдържа необходимите данни за изработката, приемането, експлоатацията и ремонта му; в този етап се предвижда и разработката на опитен образец и пробна серия.

1.2.8. РАЗХОДИ, КАЧЕСТВО, ВРЕМЕ

Купувачът се интересува от цената на изделието и неговото качество. При това като правило той търси възможно най- ниската цена при възможно най- високо качество.

Инвеститорът се интересува от разходи, качество, време за поява на изделието на пазара и печалба. Като правило неговата гледна точка е минимум разходи, максимум качество, минимум време, максимална печалба.

Проектантът трябва да се съобразява с „всички и с всичко", но не трябва да забравя, че неговата цел е да проектира изделие, чието качеството трябва да е максимално високо за дадената цена.

1.3. ПРЕДМЕТ НА ДИСЦИПЛИНАТА

Основи на инженерното проектиране е приложна техническа дисциплина, която изучава общите методи и принципи, които се използуват в различните етапи от процеса на проектиране на техническите обекти.

1.4. ВАРИАНТНОСТ ПРИ ТЪРСЕНЕ НА РЕШЕНИЯ В ТЕХНИКАТА

Един от начините за преодоляване на конкуренцията е да се намерят и реализират оригинални идеи в разработвания ТО. Ето защо важен момент в процеса на проектиране е търсенето на варианти във всеки негов етап. Логично е твърдението: ако намериш само една идея за решаването на даден проблем то много малко вероятно тя да е оригинална; ако намериш множество идеи, вероятността сред тях да има оригинални идеи силно нараства.

Винаги когато се налага да се търсят оригинални или даже просто добри решения се налага да се съставят множество варианти.

При наличието на варианти на решение следва на базата на уточнени критерии да се избере най- добрия от тях (рационално решение). За методи за оценка вж. глава 9.

При малко варианти изборът често се прави интуитивно, без строго дефиниране и прилагане на критерии. Този подход е допустим при не толкова отговорни проблеми.

Прекаленото многото варианти изискват сериозна дейност по избор на рационално решение, напр. при стотиците хиляди решения, които обикновено се получават по евристичния метод „Морфологичен анализ и синтез" (вж. т.2.5.2). От тази гл.т. единственото решение има единственото предимство, че няма да се затрудняваш с търсенето на най- доброто. За съжаление това предимство е доста слабо.

Някои задачи за вариантност в процеса на проектиране са: да се намерят варианти на: решаваната задача; инженерни ефекти, физически принцип на действие, основни функции, реализации на функции, съединения, детайли, форми, разположение на детайлите и др (вж. глави 3-6).

По отношение на вариантността могат да се изкажат следните твърдения:

Твърдение 1

Всяка сглобена единица може да се реализира в огромно множество (безкрайно много) варианти.

Твърдение 2

Всеки детайл на сглобена единица може да се реализира в огромно множество (безкрайно много) варианти.

Важно е да не се забравя за вариантността на решенията. Същевременно трябва да се има предвид, че към нея не трябва да се пристъпва и прекалено интусиазирано, тъй като в редица случаи вариантите са толкова много (теоретично- безкрайно много), а продължителността на човешкият живот засега е ограничена. Например ако проектираната СЕ се състои от скромните количества: 4 основни функции, средно 3 различни възможни реализации на всяка функция, средно 10 детайла на реализация, среден брой на формите на детайлите- 5, брой съединения- 11, среден брой възможни съединения- 3, среден брой реализации на всяко съединения- 3, среден брой взаимно разположение на два съседни детайла- 3, то броят на всички възможни комбинации е

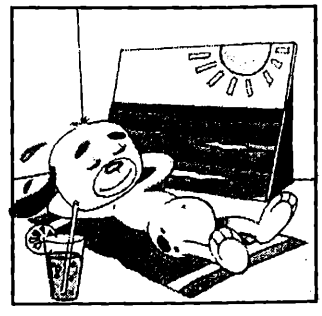
Брой СЕ = 4.3.10.5.11.3.3.3 = 178 200

Николай Лилиев

Светло утро, ти прокуди
всяка пара и мъгла –
пеперуди, пеперуди,
тънки, сребърни крила.

Ти безбрежна шир събуди,
звънна в моите стъкла –
пеперуди, пеперуди,
тънки, сребърни крила.

Затрептяха изумруди,
цяла мрежа светила –
пеперуди, пеперуди,
тънки, сребърни крила.



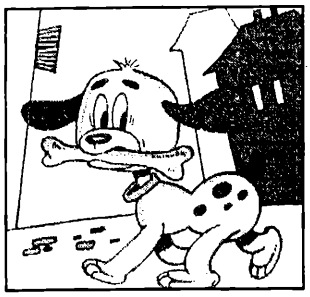
Е, и? ...

Глава 2.

"ИДЕИ"

или *приказка за това, как Шерлок Холмс се добра до Смисъла на тази глава*

2.1. Въведение
2.2. Евристична задача
2.3. Естествен интелект
2.4. Класификация на евристични методи
2.5. Евристични методи
2.6. Търсене на евристични задачи
2.7. Автоматизация



Не кради чужди идеи — твоите са по-гениални... (по осмата Божа заповед)

2.1. ВЪВЕДЕНИЕ

Евристиката е наука за творчеството. Сложността, многообразието и неизяснеността на творческото мислене на човека е довело до създаването и използуването на множество евристични методи за решаването на каквито и да е, в т.ч и технически задачи. Евристичните методи са предназначени за евристични задачи, т.е. задачи, за чието решаване няма формализирани методи. Тези методи съдържат общи насоки, подсказващи възможни пътища за решаване на проблема, но не гарантиращи намирането на конкретно решение. В края на краищата решението е продукт на отделния индивид и различните индивиди, решаващи една и съща задача, чрез един и същ евристичен метод, обикновено или често достигат до различни решения (а някои от тях - до никакво решение).

Трябва да се отбележи, че решаването на евристични задачи е заложено в човешката природа. Непознаването на евристични методи не означава, че човек не може да решава евристични задачи, но използуването на методите значително разширява възможностите да намиране на множество, вкл. и оригинални решения.

Търсенето на идеи за решаване на проблем може да става чрез логичен анализ, проби и грешки или по някой евристичен метод.

2.2. ЕВРИСТИЧНА ЗАДАЧА

Всяка задача, за която човек няма решение и не знае как да го намери, е евристична задача. Някои примери за такива задачи са:

- да се измисли несъществуваща химикалка или радиоприемник, или пепелник, или антена, или бъркалка, или компютър, или чаша, или автомобил, или..., или...(техническа задача);
- да се проектира самолет като човек нищо не знае за проектирането му и липсва информация за това (техническа задача);
- да се поправи развалена печка без налични инструменти (задача за наложително поправяне на нещо, което не знаеш как се поправя, а на всичко отгоре и нямаш никакви инструменти);
- да се намери нов вид супа или сок, или ястие с домати, или... (готварска задача);
- да се подреди букет по оригинален начин (цветарска задача);
- да се измисли нова песен (музикална задача);
- да се измисли оригинална реклама (рекламна задача);
- да се намери обяснения в любов по съвършено нов начин (любовна задача);
- да се подреди масата по съвсем нов начин (домакинска задача);
- да се открие оригинална дреха (модна задача);
- да се вземе произволен изпит без да се учи и преписва (студентска задача);
- да се държа оригинално (задача за оригиналничене);
- да се измисли... и т.н. и т.н.

С други думи във всяка човешка дейност където е необходима креативност е налице евристична задача. Логично изглежда

Твърдение 2.1

Евристичните задачи са безкрайно много.

Най-общо всички съществуващи задачи могат да бъдат разграничени като неевристични и евристични. Разликата между тях се вижда от табл.2.1.

Таблица 2.1

Характеристика на задачите

Характеристика	Методи	
	Евристични (неформализируеми)	Неевристични (формализуеми)
Наличие на строг метод за решение	не	да
Намиране на решение	възможно	задължително
Брой на решенията	неопределен	определен
Зависимост на решението от качествата на решаващия	да	не
Повтаряемост на резултата (различни хора, решаващи една и съща задача, достигат до един и същи резултат)	не	да

Типичен пример за неевристичните задачи са математичните задачи. Същите биват два основни вида: задача за намиране (намиране на неизвестното в задача, отговарящо на зададено условие, което свързва неизвестното с данните на задачата) и задача за доказване (установяване на истинност или лъжа за дадено твърдение).

2.3. ЕСТЕСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Човек от своето раждане до своята смърт решава непрекъснато евристични (творчески) задачи. Последните 20 години много голямо развитие получи теорията на **изкуствения интелект** [58], чиято основна задача е създаване на компютърно "мислене и познание" и въобще компютърно "съзнание", което да имитира човешкото такова. Въпреки огромните усилия на множество лаборатории и институти резултатите са относително скромни. Съвсем логично изглежда твърдението, че докато човек съществува винаги ще решава евристични задачи. Те ще бъдат свързани с ежедневния му разнообразен живот и променящата се околна среда - независимо от успехите на изкуствен интелект. Това твърдение е логично и поради това, че:

-атрибутивна черта на човека е решаването на евристични задачи, независимо дали има възможност друг да ги решава вместо него (компютър); всеки човек би могъл да извършва във всеки момент творческа дейност, независимо от място, време, възраст и професия; важността на тази дейност е не по-малка от тази на изобретателската дейност.

-за да има прогрес, развитие на самия човек и околната среда е необходимо решаването на съответни евристични задачи от човек;

-решаването на проблеми от теорията на изкуствения интелект се извършва чрез естествения интелект на човек.

Тъй като решаването на задачите от човек се извършва благодарение на интелекта и по аналогия с изкуствения интелект може да се въведе понятието „теория на естествения интелект (ТЕИ)". Като се има предвид, че „интелект" се дефинира като способностите на човек за мислене и познание, то **естествения интелект** може да се определи като способността на човек да твори, т.е. да открива (създава) нещо ново, което е било неизвестно за индивида, за част от индивидите или за всеки човек.

Цел на тази теория е да развива способностите на всеки човек да решава творчески всички задачи, които той ежедневно по един или друг повод решава. Основната задача на теорията на естествения интелект може да се дефинира като търсенето на разнообразие във всяка човешка дейност или елемент от нея с цел подобряване (усъвършенстваване) на дейността или развитие на човек.

И така, естествено е да се счита, че докато човек съществува - независимо от успехите на изкуствения интелект, животът му ще се съпровожда с естествения интелект; естествено е двата вида интелект, естествен и изкуствен, да си сътрудничат, взаимодействуват и взаимно обогатяват.

Един закономерен въпрос е каква е връзката между естествения интелект и евристиката. Дефинирането на понятието "евристика" в литературата е доста разнообразно и дискусионно. Някои от определенията са: 1. Метод или методологична дисциплина, чийто предмет е решаването на проблеми в условията на неопределеност. 2. Наука (някои считат, че е част от психологията), която изследва закономерностите в човешкото мислене при достигане на открития.

В настоящия учебник под евристика се разбира съвкупност от методи за решаването на творчески проблеми в дадена област.

Ако се приеме условно, че под евристика се разбира методология за решаване на специфични евристични задачи или даден клас задачи, тогава ТЕИ ще се представи като съвкупност от специфични евристики.

Развитието на теорията на естествения интелект е необходимо, тъй като:

-творчеството е много важен елемент в професионалната дейност и в ежедневието на всеки човек

-този въпрос засяга огромно количество хора (теоретично - всички хора на земята).

От казаното по-горе следва

Твърдение 2.2

Естественият интелект следва да се развива буквално през целия живот на човек - от неговото раждане до неговата смърт.

Твърдение 2.3

Евристичните методи са средство за развитие на естествения интелект на всеки човек.

2.4. КЛАСИФИКАЦИЯ НА ЕВРИСТИЧНИ МЕТОДИ

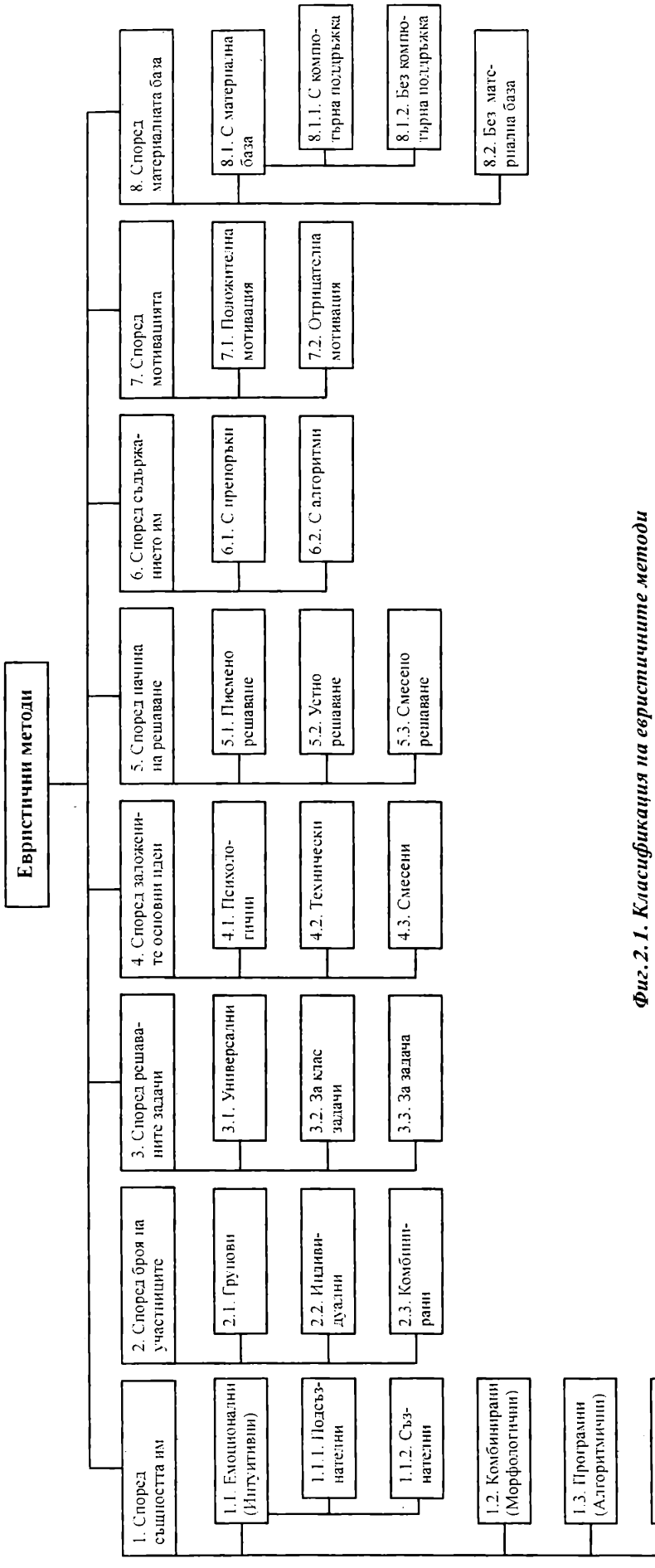
Евристичните методи могат да бъдат систематизирани по различни признаци. На фиг.2.1 е дадена класификация, която е доразвитие на направената в [50].

Емоционалните методи се основават на въздействие на емоция и се делят на подсъзнателни, при които идеи се извличат от подсъзнанието и съзнателни, при които активно е съзнанието. Подсъзнателен метод е „Емпатия" (т.2.5.5) и „Мозъчна атака" (т.2.5.12), докато съзнателни са „10 евристични принципа на проф. Рубенстейн" (т.2.5.1), „Фокусни обекти" (т.2.5.3), „Тотална аналогия" (т.2.5.6), „Синектика" (т.2.5.7), „Модификация на идея" (т.2.5.8), „Графични елементи" (т.2.5.9), „Аналогия" (т.2.5.10) и „Контролни въпроси" (т.2.5.13).

При **комбинаторните** методи се систематизират елементи на задачата (ТО). Примери за такива методи са: „Морфологичен анализ и синтез" (т.2.5.2) „Отрицание на признаци" (т.2.5.4) и „Класификации" (т.2.5.11).

Програмните методи се базират на закономерности на техниката. Някои от тези методи, невключени в учебника са „Алгоритъм за решаване на изобретателски задачи (АРИЗ)", „Обобщен евристичен метод на проф. Половинкин" и др.

Комплексните методи включват различен набор от методи от предходните групи. Такива методи са „Функционално-стойностен анализ" (т.8.5.), Интегрален метод „Метра" и др.



Фиг. 2.1. Класификация на евристичните методи

2.5. ЕВРИСТИЧНИ МЕТОДИ

По-долу са изложени някои евристични методи за търсене на идеи. За оценка на идеите вж. глава 9.

2.5.1. МЕТОД „10 ЕВРИСТИЧНИ ПРИНЦИПА НА ПРОФ. РУБИНСТЕЙН"

Автор: М. Рубинстейн

Основна идея: Положителният минал опит може да се използува във вид на емпирични препоръки.

Алгоритъм

1. Преди да вникнеш в детайлите, опитай се добре да си представиш проблема като цяло.

Смисълът на този принцип се свежда до първоначално оглеждане на надсистемата, в която се включва разглежданата система.

2. Не вземай решение, докато не разгледаш всички възможни варианти.

Целта е да се генерират много варианти с оглед приемане като решение на най-добрия (по дадени критерии) вариант.

3. Съмнявай се.

Всяка нова истина се ражда от съмнение в съществуващите, възприети факти и явления.

4. Старай се да разгледаш проблема от различни гледни точки, дори ако шансовете за успех са минимални.

Всеобхватното разглеждане на проблема провокира генерирането на идеи за неговото решаване.

5. Търси модел или аналогия, които ще то помогнат да разбереш по-добре същността на решавания проблем.

Аналогията и моделът са много силни средства за разбиране в дълбочина на проблема и за намиране на варианти за неговото решение.

6. Задавай колкото може повече въпроси.

Поставянето на разнообразни въпроси на себе си и на околните е една форма за изясняване изцяло на проблема и намиране на варианти на решението му. При това компетенцията на събеседниците не е много важна. Съществено е проблемът да се представи достатъчно ясно на събеседника.

7. Не се задоволявай с първото прието решение, което ти хрумне.

Донякъде този принцип е модификация на т.2.

8. Преди да вземеш окончателно решение, поговори с някого за твоите

проблеми.

Разговорите с още някого дава още една възможност за проверка правилността на направените разсъждения.

9. Не пренебрегвай своите чувства.

Често емоционалното отношение към един или друг въпрос е правилно, независимо, че в конкретния случай няма доказателства за това.

10. Помни, че всеки човек гледа на живота и на възникналите проблеми от своя гледна точка.

Чрез този принцип се насочва вниманието към избора на решението от множество варианти, като се отчитат различните гледни точки на хората, които ще ползват приетото решение и се пренебрегва гледната точка на решаващия задачата.

Пример

Задача. Студената вода във водопроводите на сградите през лятото поради разлика в температурите, предизвиква кондензиране на влагата от въздуха по тръбопроводите. Кондензатът се просмуква от гипсовите панели, които се навлажняват, отлепват се тапетите и др. Да се предотвратят тези вредни последици.

По-долу ще бъдат показани някои конкретни приложения на принципите на Рубенстейн.

1. Проблема като цяло.

Надсистемата е сградата, в която участва водопроводната инсталация. Влиянието й върху сградата е посочено в условието на задачата. По принцип температурата на входящата в сградата вода, както и температурата на въздуха през лятото не могат да се променят.

2. Повече варианти.

Търсят се различни варианти за решение:

- топлоизолация на водопроводните тръби;

- понижаване на температурата на околната среда около тръбопроводите;

- изолация на местата, през които преминават тръбопроводите;

- отвеждане на конденза, така че да не влиза в съприкосновение с панелите;

- неутрализация на конденза по тръбопроводите или в панелите и т.н.

Тук са маркирани само основните пътища за търсене на решенията.

3. Непрекъснато съмнение.

Може би не е съвсем точно твърдението, че влагата от въздуха кондензира поради разликата в температурите? Може би има допълнителни условия, които влияят върху процеса на кондензация?

4. Различни гледни точки.

От гледна точка на химия: кондензирането представлява фазов преход от първи род от газообразно състояние на веществото в течно или твърдо състояние. Значи може да се търси решение чрез промяна на условията, при които се осъществява прехода.

От гледна точка на физиката някои възможни начини за повишаване на температурата са: повърхностен ефект, електрически разряди в газове, вихрови токове и др.

От гледна точка на панелите кондензатът се всмуква защото е налице капилярен ефект и т.н.

5. Модел или аналогия.

- човек се поти (навлажнява се кожата) и чрез избърсване с кърпа се изсушава;

- капките влага по растенията се изпаряват под въздействието на слънчевите лъчи;

- ако в малко количество вода се постави негасена вар водата се поглъща при настъпилата химическа реакция и т.н.

За пример за аналогия вж. примера към метод „Тотална аналогия" (т.2.5.6)

6. Задавай въпроси.

Как да се топлоизолира водопроводна тръба? Може ли панелите така да се направят, че да отблъскват проникващата влага? Не може ли вместо да се търси изолирането на влагата да се тръгне по точно обратния път – да се използва попилата в панелите влага? Не може ли да се накара водата да кондензира вътре в тръбата? И т.н.

7. Не първото решение.

Не трябва търсенето да приключи с първото решение – да се обвие стъклена вата около тръбопровода, с което ще се премахне разликата в температурите на тръбопровода и околната среда.

8. Говори за проблемите си.

Разговор с колега, приятел, съпруга (съпруг), детето, възрастен родител за решението на проблема ще бъде полезен.

9. Чувства.

Какво през цялото време Ви се виждаше примамливо (Ви говореше вътрешния глас), но не намерихте практическо решение? Помислете още веднъж за този вариант.

10. Различни гледни точки.

Гледна точка на живущия – неприятна картина в помещенията, проблеми с ремонт и т.н.

Гледна точка на строителя – оплаквания на гражданите за лошокачествено изпълнение, поскъпване на строителството при изолация на тръбопроводите.

Гледна точка на ремонтната бригада – невъзможност за лепене на тапетите върху влажната стена.

2.5.2. МЕТОД „МОРФОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ И СИНТЕЗ"

Автор: Ф. Цвики

Основна идея: Комбиниране на решенията на частите води до решение на цялото.

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.
2. Избор на аналог (аналози).
3. Избор на обекти от класа на аналога.
4. Определяне на съставните части (основните функции) на аналога.
5. Определяне на съществените класификационни признаци за всяка съставна част (основна функция) на аналога.
6. Определяне на съществуващите решения по

класификационните признаци за частите (основните функции) на аналога и обектите от класа на аналога.

7. Комбиниране на решенията.

8. Избор на комбинация, явяваща се решение на проблема.

Забележка: нови идеи се получават от:

- неочаквани комбинации на решенията;

- приспособяване на невъзможни комбинации до възможни такива чрез подходящи промени и

- включване на решения, които са за обекти от класа на аналога.

Някои възможни класификационни признаци

1. Форма
2. Цвят
3. Количество (брой)
4. Материал
5. Размери (дължина, височина, широчина, диаметър)
6. Напречно сечение
7. Повърхнина
8. Разположение
9. Структура
10. Съставни елементи
11. Движения
12. Разглобяемост
13. Принцип на работа
14. Качество
15. Връзка с околната среда
16. Допълнителни аксесоари
17. Др.

Пример (ТО "Химикалка")

1 Търси се нов външен вид или друга реализация на функция или допълнителна функция на химикалка.

2. Традиционна химикалка.

3. Обекти от класа: писалка, молив, тебешир, рапидограф.

4-6.(вж. табл.2.2, където е дадена част от морфологичната матрица).

7. Брой на всички комбинации = 5.2.4.5.2.4.3.5.5.4.2.5.3.3.2.5.4.2.2.2.4.5 = 552 560 000 000.

8. Една възможна комбинация е:

***Химикалка**, състояща се от **корпус**, който е дървен, съставен, комбинация на цветове, с призматична форма, със средна дължина и **пълнител,** който е дебел, къс, 1 бр., с цвят на химикала - син, писане - чрез съчма и **механизъм за извеждане**, при който извеждането на пълнителя става чрез натиск по ос у, като пълнителят се движи въртеливо и линейно и **капачка** от метал, различаваща се от материала на корпуса, с бял цвят, различаваща се от цвета на корпуса, без "щипка" и* **свързване на корпуса и капачката** чрез *сглобка и **други аксесоари** - "картина".*

Втора комбинация е:

Химикалка**, без **корпус** и **пълнител,** който е мп.дебел, къс, 2 бр., с цвят на химикала - червен, писане - директно и без **механизъм за извеждане** и **капачка** от метал и пластмаса (комбинация), с черен цвят, с "щипка" и без **други аксесоари.

Една невъзможна комбинация е:

***Химикалка**, състояща се от къс **корпус** и среден по дължина **пълнител.** Ако пълнителят се навие около корпуса комбинацията се превръща във възможна такава.*

2.5.3. МЕТОД „ ФОКУСНИ ОБЕКТИ"

Автор: Ч.Уайтинг*

Основна идея: Между всеки две думи може да се намери връзка, която да подскаже решение на проблема.

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.

2. Определяне на съставните части (основните функции) на обекта.

3. Определяне на фокуса - съществена дума (съществени думи), характеризираща проблема. Фокус може да бъде дума от проблема - самият обект или част от него (*напр. отверка, дръжка, накрайник*) или самия проблем (*напр."Външен вид", „Допълнителна функция", „Друга реализация"*)

4. Прилагателни думи.

4.1. Избор на случайни съществителни думи.

4.2. Определяне на признаци на всяка съществителна дума чрез прилагателни думи.

4.3. Свързване на всяка или на двойки прилагателни думи с фокуса.

4.4. Търсене по асоциация или аналогия на решение на проблема.

Заб. Насочващи въпроси от вида „На какво напомня...(прилагателната дума)?", „На какво се явява стилизиран образ...(прилагателната дума)?" подпомагат намирането на решение.

5. Съществителни думи.

5.1. Избор на съществителни думи - наименования на обекти от околната за изходния ТО среда.

5.2. Избор на случайни съществителни думи.

5.3. Свързване на думите от т.5.1 и т.5.2 с фокуса с помощта на подходящи предлози и/или съюзи.

5.4. Търсене по асоциация или аналогия на решение на проблема

6. Глаголи.

6.1. Избор на „технически" глаголи.

6.2. Избор на случайни глаголи.

6.3. Свързване на глаголите от т.6.1 и т.6.2 с фокуса чрез подходящи съединителни думи.

6.4. Търсене по асоциация или аналогия на решение на проблема.

Пример 1 (ТО-чаша)

1. Търси се нов вид чаша, нова нейна реализация, или допълнителна функция.

2. Страничната повърхнина, дъно, дръжка.

3. Фокус 1 „Чаша (страничната повърхнина, дъно, дръжка)".

Фокус 2 "Външен вид на чаша".

Фокус 3 "Допълнителна функция на чаша".

Фокус 4 "Друга реализация на чаша".

---

* Алгоритъм на метода е преработен и допълнен

Морфологична таблица за ТО "Химикалка"

Съставна част	*Класификационен признак*	*Решения*					*Брой*
Корпус	*материал*	*метал*	*пластмаса*	*дърво (молив)*	*хартия (тебешир)*	*комбинация*	*5*
	монолитност	*съставно*	*монолитно*				*2*
	цвят	*бял*	*черен*	*червен*	*др.*		*4*
	форма	*цилиндрична*	*конична*	*призматична*	*"животно"*	*комбинация*	*5*
	дължина	*къс*	*среден*				*2*
	наличие на корпус	*да*	*не (тебешир)*				*2*
Пълнител	*дебелина*	*тънък*	*среден*	*дебел*	*мн. дебел (писалка, рапидограф)*		*4*
	дължина	*мн.къс (писалка, рапидограф)*	*къс*	*среден*			*3*
	брой	*1*	*2*	*3*	*4*	*др.*	*5*
	цвят на химикала	*син*	*черен*	*червен*	*зелен*	*др.*	*5*
	писане	*съчма*	*цилиндър (рапидограф)*	*директно (молив, тебешир)*	*междина (писалка)*		*4*
Механизъм за извеждане	*наличие*	*да*	*не*				*2*
	начин на извеждане	*въртене около ос х (ос на пълнителя)*	*въртене около ос у*	*натиск по ос х*	*натиск по ос у*	*комбинация*	*5*
	движение пълнител	*въртене*	*линейно преместване*	*комбинация*			*3*
Капачка	*материал*	*метал*	*пластмаса*	*комбинация*			*3*
	еднаквост с материала на корпуса	*да*	*не*				*2*
	форма	*цилиндрична*	*конична*	*призматична*	*"животно"*	*комбинация*	*5*
	цвят	*бял*	*черен*	*червен*	*комбинация*		*4*
	еднаквост с цвета на корпуса	*да*	*не*				*2*
	наличие на капачка	*да*	*не (тебешир)*				*2*
	наличие на "щипка"	*да*	*не*				*2*
Свързване на корпуса и капачката	*начин*	*резба*	*сглобка*	*слепване*	*нитоване*		*4*

4.1. Маса, стена, нож, картина, дърво.

4.2. Маса - елипсовидна, двойна, многоъгълна,
Стена - прашна, свежа, странична
Нож - военен, тръбен, остър,
Картина - стенна, плоска, музикална.
Дърво - разцъфтяло, разклонено, сухо.

4.3 (4.4). "елипсовидна" чаша (отворът й е елипсовиден, а страничната повърхнина - цилиндрична или обратното);

"двойна" чаша (дъното е по средата на чашата, а от двете му страни има различни по форма и обем вътрешни и различни външни повърхнини);

"многоъгълна" чаша (основата на чашата е триъгълник; вариант: трапец;

"прашна" чаша - чашата е направена от двупластов прозрачен материал, като между пластовете има пространство, запълнено с цветен прах или течност, която се движи при преместване на чашата);

"свежа" чаша (в чашата има специално отделение, в което е поставен твърд ароматизатор);

"странична" чаша (страничната повърхнина на чашата е наклонена спрямо основата);

"военна" чаша (към чашата има окачено малко знаменце);

"тръбна" чаша (чашата е изградена като гъвкава тръбичка);

"остра" чаша (външната повърхност и вътрешната такава представляват едноосни конуси (пресечени конуси), като върховете им могат да бъдат разнопосочни или еднопосочни);

"стенна" чаша (чаша с кухина за закрепване за стената и превръщане във стенна ваза);

"плоска" чаша (основата на чашата представлява тесен дълъг правоъгълник);

"музикална" чаша (при преминаване на определено време, а чашата не е накланяна (за отпиване) чашата произнася някаква дума, напр. "наздраве", "проблем?" и др.);

"разцъфтяла" чаша (чаша под формата на разцъфтяло цвете);

"разклонена" чаша (чаша с множество дръжки, долепени една до друга, така че се получава ротационна повърхнина, получена от завъртване на линията на дръжката на 180°);

"суха" чаша (чаша, в чиято външна повърхност са вградени сухи листа и клончета);

5.1, Маса, ваза, рафт.

5.2. Верижка, пръстен, бъчва.

5.3. Чаша във вид на маса (плот, крака).

Чаша във вид на ваза. Чаша с допълнителна функция на ваза.

Чаша във вид на рафт. Чаша с допълнителна функция на рафт.

Чаша от верижка. Чаша с допълнителна функция на верижка. Чаша, изпълнена като верижка.

Чаша с пръстен. Чаша, изпълнена като пръстен.

Чаша във вид на бъчва.

5.4. (чаша - маса) чашата е с крачета тип "барок";

(чаша - ваза) чашата е във формата на миниатюрна ваза с дръжка;

(чаша - рафт) дръжката на чашата представлява плоска част, която е перпендикулярна на оста на чашата (аналогия с рафт);

(чаша - верижка) през кухини в горната част на чашата преминава естетично верижка или панделка;

(чаша - пръстен) около чашата е монтиран метален пръстен с орнаменти по него;

(чаша - бъчва) чашата има две дъна (като бъчва) и в горния край - два отвора (за отпиване и влизане на въздух); ако двата отвора се затворят, напр. с гумени тапи, лесно се подготвят предварително и лесно се пренася чашата;

6.1. Измервам, осветявам.

6.2. Говоря, усмихвам се.

6.3. Чаша, която измерва...
Чаша, която осветява...
Чаша, която говори...
Чаша, която се усмихва...

6.4. (измервам) чаша с вграден спиртомер, който отчита алкохолните градуси;

(осветявам) чаша на дъното на която свети диод; батерията е поставена в специално пейно отделение; вариант - светодиодът свети при липса на течност в чашата;

(говоря) чаша с вграден чип и батерия, при накланянето на която (отпиване) произнася някоя мъдра мисъл;

(усмихвам се) при накланяне на чашата (отпиване) изобразени очи в корпуса й се запълват с цветна течност и се създава впечатление за закачливо намигване.

2.5.4. МЕТОД „ОТРИЦАНИЕ НА ПРИЗНАЦИ"

Автор: [27]

Основна идея: Ново решение може да се получи като се определят и отстранят (отрекат) всички известни решения.

МОДУЛ 1 „МОРФОЛОГИЧНА МАТРИЦА"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.
2. Описание на обекта (по-задълбочено или по-повърхностно), напр. чрез метода „Морфологичен анализ и синтез".
3. Определяне на признаците. Решенията в морфологичната таблица на "Морфологичен анализ и синтез" представляват значителна част от търсените признаци.
4. Отрицание на всеки признак.
5. Търсене на решение по отречения признак.

Пример (ТО-химикалка)

1. Търси се нов външен вид или друга реализация на функция или допълнителна функция на ТО-"химикалка".

2. В табл. 2.2 е дадена част от морфологичната матрица на обекта.

2.1. Описание чрез матрицата.

ТО е описан чрез цялата матрица.

2.2. Допълнително описание, невключено в матрицата, напр.

- корпусът е един брой;

- пълнителят е разположен в корпуса;

- сечението на корпуса е еднакво за преобладаващата част от дължина му;

- капачката е разположена в долния край на

химикалката;

- химикалът е разположен в пълнителя;

- всички пълнители (при химикалки с няколко пълнителя) се извеждат по един и същи начин от корпуса;

3. Всички редове от матрицата и тези от т.2.2 се явяват признаци на химикалката.

4, 5. Отречените признаци са дадени по-долу, като в скоби са дадени някои възможни решения

Търси се химикалка, при която:

(от матрицата)

Корпусът:

- не направен от материал: метал, пластмаса или тяхна комбинация; дърво и хартия не са включени, тъй като се отнасят до други ТО; (материалът е дърво, напр. част от клон на дърво или пресована хартия);

- не е съставен или монолитен (липсва корпус; химикалката представлява пълнител, който може да се огъва и пъха в отвор в задната си част, чрез което се намалява дължината му и отпадат капачката и корпуса);

- не е с бял, черен, червен или др. цвят; (корпусът се състои от няколко части с различни цветове);

- не е с цилиндрична, конична, призматична, на "животно" или комбинация от тях форма; (корпусът е съставен от допиращи се сфери, притиснати една към друга);

- не е къс или среден по отношение на дължината (корпусът е дълъг);

-не е с корпус; (пълнителят е по- дебел и оформен от естетическа гледна точка);

Пълнителят:

- по отношение на дебелината не е тънък, дебел и друг (пълнителят е мн.дебел);

- не е къс и среден по дължина (пълнителят е мн. дълъг);

- не са 1,2,3,4 или друг брой; (химикалката е без пълнител, корпусът изпълнява неговата роля);

- не е със син, черен, червен, зелен или друг цвят; (използува се случайна и пъстра смесица от цветове);

- писането не е чрез съчма; (над пишещата съчма има втора сфера, която контактува с първата и изпълнява ролята на лагер);

Механизмът за извеждане:

- не е наличен или липсващ; (при наличие на два пълнителя, единият се извежда, а другият - не, т.е. той е неподвижен);

- не е с начин на извеждане: въртене около ос х (ос на пълнителя), въртене около ос у, натиск по ос х, натиск по ос у или комбинация; (извеждането се извършва чрез издърпване на пълнителя от корпуса);

- не е с движение на пълнителя: въртене, линейно преместване или комбинация; (движението е по крива);

Капачката:

- не е направена от материал: метал, пластмаса или комбинация; (материалът е дърво или от навита импрегнирана връв);

- материалът й не е еднакъв с материала на корпуса, както е и еднакъв с неговия материал; (част от капачката е с материал, съвпадащ с този на корпуса, а друга нейна част - с друг материал);

- не е с цилиндрична, конична, призматична форма, във вид на животно или тяхна комбинация; (горната част на химикалката е сферична, като тя е запълнена с химикал);

- не е бял, черен или червен цвят или тяхна комбинация; (използува се случайна и пъстра смесица от цветове);

- цветът й не е еднакъв с цвета на корпуса, както и е еднакъв с цвета на корпуса; (в капачката има надлъжни отвори; през тях се вижда корпуса, който е различен цвят от този на капачката);

- няма капачка (пълнителят може да "потъне" в корпуса, поради което няма нужда от капачка);

- няма щипка, както и има щипка; (закрепването на химикалката към дреха става чрез шнур, който се захваща за налично конче на дрехата);

Свързване на корпуса и капачката

- не е чрез резба, сглобка, слепване и нитоване; (свързването е чрез байонетно съединение);

Други аксесоари

- не е със запалка, калкулатор, електронна игра, "картина", както и не е без аксесоар; (в сферична или цилиндрична форма падат "снежинки" при движение на химикалката);

(от т.2.2)

- корпусът не е един брой; (химикалката е с два корпуса, слепени един за друг, както и с два пълнителя);

- пълнителят не е разположен в корпуса; (част от пълнителя е разположена по естетичен начин извън корпуса);

- сечението на корпуса не е еднакво за преобладаващата част от дължина му; (сечението на пълнителя следва празното пространство във вътрешността на корпуса);

- капачката не е разположена в долния край на химикалката; (капачката е разположена в горния край- чрез издърпването й пълнителят се прибира в корпуса);

- химикалът не е разположен в пълнителя; (химикалът е разположен в корпуса);

- всички пълнители (при химикалки с няколко пълнителя) не се извеждат по един и същи начин от корпуса; (единият пълнител не се извежда, като за него има предпазна капачка, докато вторият пълнител се извежда чрез механизъм).

МОДУЛ 2 „ДЕФИНИЦИИ"

Алгоритъм

1. Уточняване на задачата - търсене на нов външен вид на обекта, нови функции и др.

2. Описание на обекта.

Дефинирането на съществени признаци може да се извърши и чрез помощта на съответен тълковен речник.

3. Определяне на съществените признаци $П_i$ на обекта (фиг.2.2).

4. Последователно отричане на всеки съществен признак, като се търси подрешение, който включва друг, различен от отречения, признак.

Всяко подрешение представлява ново решение на задачата.

5. Комбиниране на подрешенията.

6. За всеки съществен признак от т.4:

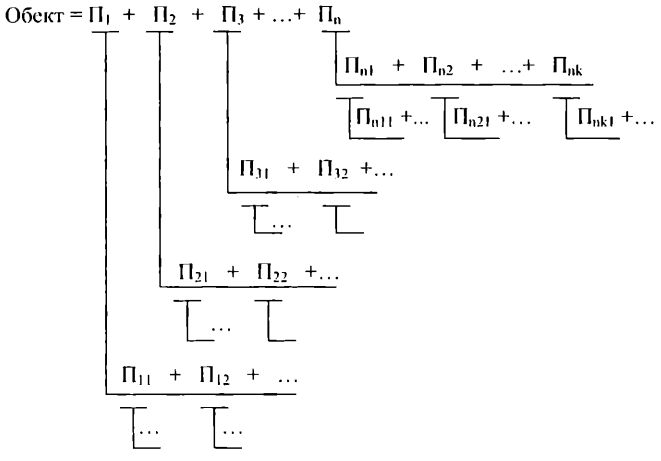
6.1. Определяне на съществените му признаци $П_{ij}$ (фиг.2.2).

6.2.≡т.3.

6.3.≡т.4

7. За всеки признак от т.6.1 се повтаря дейността от т.6.2 и 6.3.

8. Дейност, аналогична на тази от т.7 се извършва докато е възможно.



Фиг.2.2. Йерархия на признаци

Пример (Нова игра)

1. Търси се нов вид игра от типа "Баскетбол".

2. ***Баскетбол*** *- групова спортна игра, при която 5 човека хвърлят топка с ръце в окачен за табло обръч при спазване на приети правила.*

3. С изключение на предлозите и съюзите всички думи от т.2 се явяват съществени признаци.

4.

"не групова"игра - индивидуална игра;

"не спортна"игра - компютърна игра;

"не игра" - загубилите състезанието губят възможността да се състезават през сезона;

"не 5" играчи - 10 играчи;

"не хора" - животни;

"не хвърлят" - ритат;

"не топка" - балон;

"не с ръце" - с глава;

"не в" обръч - под обръч;

"не окачен" обръч - висящ обръч;

"не за"табло - под табло;

"не табло" - липсва табло;

"не обръч" - цилиндър с дъно;

"не спазване"на правилата - без спазване на правила;

"не приети" - обясняване на нови правила преди състезанието;

"не правила" - промяна на съществуващите правила.

5. а) Баскетбол, при който се използува елиптична топка, а правилата, по които ще се играе се обясняват преди състезанието.

б) ...

*6.1....**топка** - добре надута гумена сфера.*

6.2.

"не добре" надута топка - мека топка;

"не надута" топка - много малко надута топка;

"не гумена" топка - плюшена топка;

"не сфера" - елиптична топка;

2.5.5. МЕТОД „ЕМПАТИЯ"

Автор: У. Гордън , [24]

Основна идея: Отъждествяването с проблема улеснява неговото разбиране и разрешаване.

МОДУЛ 1 „УНИВЕРСАЛЕН"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема (напр. нов външен вид или допълнителни функции).

2. Отъждествяване с обекта.

3. Заставане на човека-обект в различни човешки пози - на един крак, с главата надолу, на кълбо, с разперени ръце, клекнал, на пръсти, с вдигнати ръце и т.н.

4. Представяне как би изглеждал обектът в различните пози и търсене на решение на проблема.

5. Избор на случаен глагол (напр. характерен за човешко действие) и свързването му граматически правилно с обекта.

6. Представяне как би изглеждал обектът, реализиращ действието на глагола и търсене на решение на проблема.

7. Човекът-обект е тип „барбарон", т.е. може лесно да се преобразува в произволен друг обект. За тази цел обектът се свързва с произволна съществителна дума (друг обект). Представяне как обектът би изглеждал и търсене на решение на проблема.

8. Човекът-обект е тип „лего", т.е. съвкупност от повтарящи се елементи, свързани еднообразно помежду си. Представяне как обектът би изглеждал и търсене на решение на проблема.

9. Човекът-обект е тип „семейство Флинтстоун", т.е. обектът се „оплаква" от положението, в което се намира. За тази цел се определят условията , при които обектът работи. Търсене на решение на проблема чрез промяна на „оплакванията".

10. Определяне на взаимодействията на обект с човека, който го използува или обслужва. Отъждествяване с обекта и търсене на намаляване на тези взаимодействия.

Пример (нощна лампа)

1. Нов външен вид или допълнителни функции.

2. Аз съм Нощната лампа. Стоя сама цял ден, забравена от Бога и хората. Никой не ме поздравява, не приказва с мен, всеки ме отминава като ненужна вещ. Сякаш не съществувам, сякаш съм втора категория човек. Вечер се обличам в ярка светла дреха, засиявам, усмихвам се във всички посоки. Тогава макар и не за дълго настъпва моето царство.

3. Заставам на един крак; лягам по гръб; правя челна стойка; заставам на кълбо; клякам; вдигам ръце.

*4. - **застанала съм на един крак** - оста на стойката е под наклон спрямо основата на лампата;*

*- **легнала съм по гръб** - стойката и основата са обединени в един детайл;*

*- **правя челна стойка** - абажурът, съдържащ прозрачна и непрозрачна част, може да се върти около*

лампата и да пропуска светлината в желана посока;

*- **застапала съм на кълбо** - сферичната форма е основната форма за почти всички съставни части на нощната лампа;*

*- **клякам** - лампата може да променя височината си;*

*- **вдигам ръце** - лампата има допълнителна поставка, напр. за книга, химикалка, часовник и др.;*

*5,6. **„Живея (нощна лампа, която живее)"** - нощната лампа се включва когато съвсем близо до нея се прокара ръка, напр. до стойката й;*

*„**Ям" (нощна лампа, която яде)** - нощна лампа, чиято основа е покрита с луминофор, така че през деня поглъща светлина, а през нощта отдава;*

*„**Смея се (смееща се нощна лампа)"** - нощна лампа, която през определен период от време избухва в заразителен смях;*

*„**Скачам" (скачаща нощна лампа)** - нощна лампа, чиято лампа е пространствено огъната неонова тръба;*

*7. **Нощна лампа - химикалка** - около лампата има декоративни различно оцветени пластмасов тръбички (аналогия с пълнител на химикалка), които отразяват светлината;*

***Нощна лампа - обувки** - нощна лампа, на „краката" на която са обути истински детски обувки (обувка);*

***Нощна лампа - ваза** - към нощната лампа е налице елемент, който изпълнява функциите на ваза;*

8. Стойката на лампата е съставена от еднакви разноцветни декоративни пръстени. Тяхното взаимно разположение може да се променя по време на експлоатация на нощната лампа.

*9. **Нощната лампа бива избутвана при включване в мрак; събира прах.***

*- **Дали някой от вас може да издържи дълго на този терор - тъкмо заспиш и някой започва да те бъска по различни места от тялото, докато открие в тъмното копчето? Цялата насинена заспивам всяка нощ.** Нощната лампа се включва чрез звук, който представлява код.*

*- **Абажурът ми събира прах, а е трудно да го почиствам, защото трябва да се разглобявам и пак да се сглобявам, а често нямам под ръка човек - прислуга.** Върху абажура се залепва тънко прозрачно фолио, което след време се подменя.*

*- **Цял ден никой не се сеща за мен, няма с кого една клюка да обмениш. Самотата ме разяжда до мозъка на абажура ми. Някой ден ще ми писне всичко и ще взема да се обеся на шнура си.** В лампата е вграден или има възможност да се постави часовник.*

*10. **Човек натиска прекъсвача за да включи и изключи лампата.** Лампата се включва чрез дистанционно устройство.*

***Човек донастройва положението на лампата за да е подходящо насочена светлината.** Чрез „щипка" нощната лампа може да се закрепи за четената книга.*

МОДУЛ 2"СЕТИВА"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема (напр. нов външен вид или допълнителни функции).

2. Отъждествяване с обекта.

3. Уточняване на всички сетива на човека - ТО.

- зрение;
- слух;
- вкус;
- обоняние;
- температурна сетивност;
- болка (неприятно и емоционално сетивно преживяване; рецепторите за болка реагират на механични, химични и температурни дразнители с висок интензитет);
- тактилна сетивност (тактилни преживявания - докосване, допир, вибрация, които се пораждат от натиск върху повърхността на тялото);
- кинестетична сетивност (кинестетичната сетивна система - предоставя информация за положението и текущото движение на отделните части на тялото);
- равновесие (регистрира се положението на главата и ускорението на тялото).

4. За всяко сетиво от т.3:

4.1. Приема се, че то може да бъде реализирано в ТО в следните форми:

- приемане (съхранение);
- отразяване;
- излъчване;
- комбинации от горните три форми.

За всяка една от формите:

4.1.1. Представяне как би изглеждал обектът, реализиращ сетивото.

4.1.2. Търсене на решение на проблема.

Пример (полюлей)

Някои решения са дадени по-долу

- (зрение - приемане и излъчване) приемане и излъчване на образи;

- (зрение - отразяване) намаляване на излъчваната светлина чрез поставяне на подходящи полупрозрачни капаци;

- (зрение - излъчване) поставяне на подходящи фигури, които да бъдат излъчвани;

- (слух - приемане) приемане на сигнали за включване и изключване на полюлея;

- (слух - излъчване) изсвирване на мелодия при включване и изключване на полюлея;

- (вкус - приемане) полюлеят е с формата на портокал;

- (обоняние - излъчване) излъчване на приятни аромати;

- (температурна сетивност-приемане) промяна на цвета на светлината в зависимост от стойността на температурата;

- (болка - приемане и излъчване) задействува се сигнал при замърсяване на въздуха с тютюнев дим;

- (болка) промяна на конфигурацията на полюлея чрез прилагане на механична сила.

- (тактилна сетивност - приемане и излъчване) чрез докосване на елементите на полюлея се пресъздава звук от камбани;

- (кинестетична сетивност - приемане и излъчване) отделните елементи на лампиона могат да променят положението си;

- (равновесие - излъчване) промяна на наклона на полюлея като цяло.

2.5.6. МЕТОД "ТОТАЛНА АНАЛОГИЯ"

Автор: [26]

Основна идея: Всеки елемент (случаен или не) може да се използува за търсене на решение по аналогия.

Елемент е обобщено понятие на произволен обект - дума, образ, звук, изречение, ТО, функция и т.н.

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.

Често при технически обект проблемът се свежда до търсене на нов външен вид или допълнителна функция, или друга реализация на някоя от функциите на изходния ТО.

2. Определяне на главната и останалите основни функции на обекта.

3. Аналогия със словесно описан ТО.

3.1. Избор по случаен или системен начин на обекти, в които е налице подобна главна или основни функции чрез задаване на въпроса „В кои други обекти е налице подобна функция - ...(главна или друга основна функция?". Съставя се списък на тези обекти.

При системно търсене е подходящо да се търсят ТО, в които се използуват различни потоци (глава 3, т.3.1), както и класификация на ТО. Основните видове потоци са:

- механичен;
- флуиден (хидравличен, пневматичен, вакуумен);
- термичен;
- електрически (електронен);
- магнитен;
- вълнов (механично-вълнов, електромагнитно-вълнов, акустично-вълнов);
- оптичен;
- атомен;
- химичен;
- биологичен;
- др.

3.2. Всеки ТО от т.3.1 се приема за аналог и се анализира реализацията на проблема в него.

3.3. Преценка на целесъобразността от взаимствуване на реализацията в аналога от т.3.2 и при положително решение тази реализация се приспособява към изходния обект.

4. Аналогия с чертеж на ТО.

4.1. Избор по случаен или по системен начин на чертежи на ТО.

4.2. Анализ на всеки чертеж от гледна точка на форми, на реализации на функции, на потоци, на свойства с цел разрешаване на проблема.

4.3.≡т.3.3.

5. Аналогия с инженерен ефект или явление (ИЕ). Под ЕИ (глава 3, т.3.2) се разбира закон, следствие или съпътствуващо явление, който е намерил или може да намери приложение в ТО.

Тази точка се използува в случай, че проблемът е свързан с ИЕ.

5.1. Определяне на ИЕ, който съществува в частта от обекта, засягаща проблема, както и входящия и изходящия му поток.

5.2. Търсене сред бази данни или сред други ТО на ИЕ, които имат същия изходящ поток, както този от т.5.1.

5.3.≡т.3.3.

6. Аналогия със случаен обект.

6.1. Избор на случаен обект.

6.2. За всеки обект от т.6.1 определяне на потоците, частите и свойствата му.

6.3. Търси се приспособяване на елементите от т.3 за намиране на решение на проблема.

7. Аналогия с картина.

7.1. Избор на случайна картина.

7.1.1. Уточняване на обектите в картината.

7.1.2. Приема се, че обектите на картината (всички или чат от тях) се явяват съставни части на изходната СЕ, т.е. приема се че изходният обект е по някакъв начин представен чрез съставните си части и връзките между тях на разглежданата картина.

7.1.3. Търсене по аналогия или асоциация решение на проблема.

7.1.4. Приема се, че изходният обект е който и да е обект (О) на картината (че е последователно всеки обект от картината).

7.1.5. Като се анализира връзката между обекта от картината О и останалите нейни обекти се търси промяна на връзката между изходната СЕ и околната техническа среда (ОТС).

7.1.6. Определя се „действието" в картината, това което става в картината, като се използува глаголна форма на изразяване.

7.1.7. Приема се, че изходния ТО трябва да се включи в „действието" на картината. Търси се промяна в него, така че да се получи решение на проблема от т.1.

8. Аналогия с текст.

8.1. Избор на случаен текст (художествен текст, технически текст, стихотворение).

8.2. Анализ на текста, като се отчита: цялостното му внушение; частите, които са дадени; действията (процесите), които директно или индиректно се проявяват; свойства на елементите, посочени по-горе.

8.3 Търси се приспособяване на елементите от т.8.2 за намиране на решение на проблема.

9. Аналогия с дума.

За приложението на аналогия със случайна дума вж. метода „Фокусни обекти" (т.2.5.3).

10. Аналогия с музикален откъс.

10.1. Мелодия (звук).

10.1.1. Избор на мелодия.

10.1.2. Анализира се мелодията като се разглежда:

- какви чувства, мисли и асоциации навява;
- каква картина се появява в съзнанието;
- какви спомени навява;
- какво напомня - епоха, място, хора, нация и
- др.

10.1.3. Определят се съставните части на изходния ТО.

10.1.4. По всеки от горните елементи се търси решение на проблема.

10.2. Материална база.

10.2.1. Инструменти

10.2.1.1. Определяне на музикалните инструменти, с които се изпълнява мелодията. Допуска се изказване на хипотеза за тях.

10.2.1.2. За всеки инструмент:

10.2.1.2.1. Анализират се:

- външен вид (форми);
- съставни части;
- съединения;

- функциониране и
- др.

10.2.1.2.2. По елементите от т.3.1.2.1, като всеки от тях се отъждествява със съставна част на изходната СЕ или на изходната СЕ като цяло, търсене на решение на проблема.

10.2.2. Ноти.

Нотите са условни знаци за графическо означаване на тоновете. От мястото върху петолинието се съди за височината на всеки тон, а от вида й - за относителната му продължителност.

Разглеждайки една нота или нотно писмо - съвкупност от ноти (с или без петолинието) като символно или силуетно изобразяване търсене на решение на проблема.

11. Аналогия с произволен елемент (филм; природен обект; всяко нещо, което виждаме, чуваме, усещаме, прочитаме).

11.1. Уточняване на елемента.

11.2. Определяне на неговите части, действия, форми, свойства.

11.3. Търси се приспособяване на елементите от т.3 за намиране на решение на проблема.

11.4. При липса на решение се продължава с по-детайлно определяне на части, действия, форми и свойства и приспособяване на елементите.

Пример

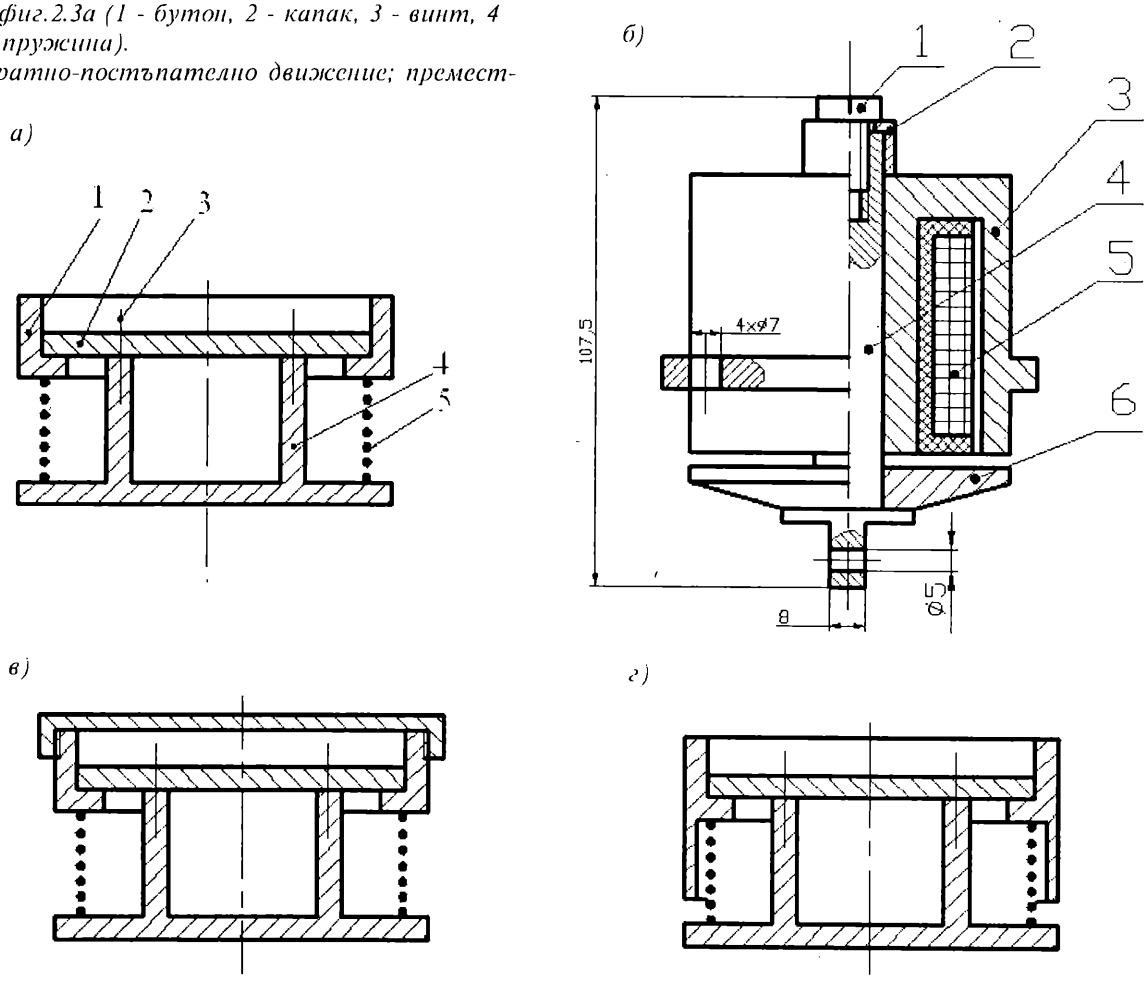
1. Търси се друга реализация на главната функция на ТО от фиг.2.3а (1 - бутон, 2 - капак, 3 - винт, 4 корпус, 5 - пружина).

2. Възвратно-постъпателно движение; преместване (на бутона 1), закрепване, връщане в изходно положение, защита.

3. Кибрит, джобно ножче; кама; свободно падане на тяло под въздействието на земното притегляне; фонтан; хоризонтално преместване на велосипедист под въздействието на колела; акробат върху батут; челюст на лъв при хранене; дим от огън;ел. заряди по проводник; ключ в катинар; плюене; счупване на стъкло; брава; химикалка; флопидисково устройство; устройство за затваряне на прозорец; врата; прозорец; вентил; педал на кола; ключ за осветление; автоматичен молив; стол с подвижна седалка; поникване на стрък от растение от луковица и мн. др.

Приспособяването на почти всички изброени по-горе ТО в изходния обект от фиг.2.3а е сравнително лесна инженерна задача.

4. Нека аналог е чертежът от фиг.2.3б (1 - винт, 2 - капачка, 3 - корпус, 4 - ос, 5 - бобина, 6 - котва). Електромагнитът от фиг.2.3б има същата главна функция, поради което той изцяло може да бъде взаимстван. Освен това ако детайли 1 и 2 от аналога (фиг.2.3а) се прехвърлят върху детайл 1 на изходния ТО (фиг.2.3б) ще се получи реализация на допълнителна функция „ограничаване на движението" (фиг.2.3в). На фиг.2.3г е дадена друга реализация на тази допълнителна функция като се прави аналогия с дет.3 и 6 на аналога.



Фиг.2.3. Аналогия с чертеж:
а) изходен обект, б) аналог, в), г) променен изходен обект

5. ИЕ, чрез който се реализира главната функция е „пълно цилиндрично съединение" с входящ и изходящ поток „механична енергия (механичен натиск)". Някои от ИЕ, с идентичен изход са: механизми, чиито елементи извършват линейни движения (зъбно-реечен, кулисен, лостов, коляно-мотовилков, гърбичен и др.); еластична деформация; инерционни сили; центробежни сили; електромагнитен ефект (електромагнит); електрически ефект (биметална пластина); хидравличен ефект (хидробутало); гравитационен ефект (сила на тежест).

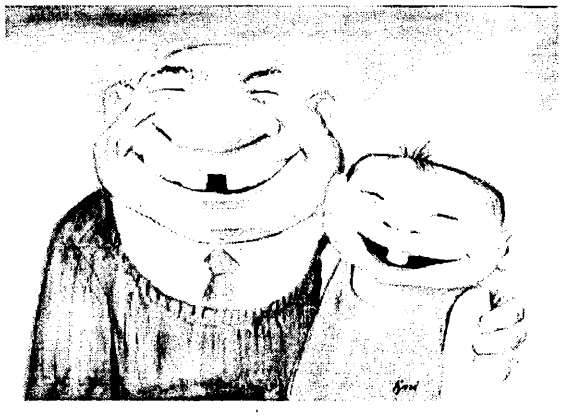
6. Нека случайните обекти са: дърво, детска пързалка.

Първата представа, която предизвиква дървото включва клони, стебло и листа. Транспортирането на веществата до клетките се извършва по теви. Клоните представляват еластичен елемент и могат да послужат за аналогия за промяна на пружината 5 (фиг.2.3а) от цилиндрична винтова в плоска. Множеството листа могат да доведат до мултипликация на съставните части на изходния ТО, напр. бутон 1- 2 бр. и капак 2- 2 бр. (от двете страни на корпуса). Бутонът 1 вместо цилиндрична форма може да бъде плосък. Цевите насочват към хидроцилиндър или към олекотяване на корпуса чрез пробиване на отвори в него.

Детската пързалка наподобява буквата S. Пружината 5 може да придобие подобна форма. Освен това пружината може стане спирална с ос, перпендикулярна на оста на изходния ТО. Нагрятата през лятото детска пързалка може да се свърже с биметална пластина, чието движение да се използува като желаното механично движение.

7. Проблем: търси се нов външен вид, допълнителна функция или друга реализация на ТО „Нощна лампа". Основните съставни части са: основа, стойка, абажур, лампа, ел. кабел, ключ и щепсел. Връзките между ТО и ОТС са: неподвижна сглобка между щепсела и контакта за включване на ел. енергия и копчето на ключа, чрез което човешката ръка включва и изключва нощната лампа.

7.1. Фиг.2.4.



Фиг. 2.4. Карикатура на Иван Кутузов- Кути

7.1.1. Обектите са мъж (пуловер, риза, вратовръзка, отворена уста, зъби /един липсва/, нос, уши, затворени очи, вежди, коса) и дете (престилка, отворена уста, един зъб, нос, уши, полузатворени очи, вежди, коса).

7.2.2. Едно възможно съответствие между съставните части на ТО и тези на карикатурата е: основа - пуловер, стойка - риза, абажур - вратовръзка, лампа - отворена уста, ел. кабел - зъби, ключ - нос и щепсел - уши.

7.3.3. (основа - пуловер) - основата е под формата на полумесец (аналогия с отвора на пуловера);

(стойка - риза) - подобно на двата броя ръкави на ризата, стойката се състои от две части, които декоративно са оформени подобно на листо или друга фигура;

(абажур - вратовръзка) - абажурът се състои от две различно оформени половини, които могат да променят положението си в нощната лампа чрез завъртването на целия абажур (аналогия с двете части на вратовръзката);

(лампа - отворена уста) - върху неоновата лампа могат да се поставят сменяеми цветни ленти, чрез което се променя цвета на светлината (аналогия с начервяване на устните);

(ел. кабел - зъби) - оголеният предварително край на проводника се присъединява към ел. ключа или щепсела като компостьор чрез притискане от пластмасов щифт на проводника към метална пластина; пластмасовият щифт е част от кутия, която се закрепва към капак чрез еластичен елемент (аналогия със зъбите);

(ключ - нос) - външната част на ключа, която се натиска, е оформена като нос /част от сфера/ (аналогия с формата на носа);

(щепсел - уши) - в щепсела има кухина, в която влиза контактът, към който той се присъединява (по аналогия с кухината в ухото);

7.4.4. Нека нощната лампа е детето.

7.5.5. На фиг.2.4 детето е прегърнало дядо си. По аналогия с действието бутонът на ключа се променя на втулка с ос, успоредна на оста на проводниците, като включването и изключването ще се извършва чрез завъртване на втулката.

7.6.6. Усмихване.

7.7.7. Нощната лампа може да се включи в карикатурата като осветяваща само усмивките на дядото и внучето му. Една възможна идея за промяна на лампата е тя да фокусира светлината по определена форма, напр. квадрат, елипса, полумесец, звезда и др.

8'. Първи подход

Избраното случайно стихотворение е

До върбите и тополите

Тъничко поточе —
вечер преминава под прозореца.
Преминава вечер —
до върбите и тополите.
Винаги — преди заспиване —
го гледам продължително.
Търся се във водите му.
Тъничко поточе
вечер преминава под прозореца.
Преминава вечер
до върбите и тополите.
Някой ме заведе при поточето
И не ме завърна повече.

Вера Балева

Четейки стихотворението човек си представя тъничко поточе, което преминава близо до прозорец. Лирическата героиня всяка вечер гледа поточето. Поточето не е само - към него авторката е добавила върби и тополи, които засилват романтиката на стиха. Лирическата героиня се търси във водите на потока, от което се разбира, че в тях тя е оставила свое съкровено преживяване, което е свързано с любов. За читателя не е необходимо да знае подробности за тази любов, защото от заключителното изречение на стиха „и не ме завърна повече", се подразбира, че става дума за голяма любов, тъй като само голямата любов може да те „вземе" и дори да те „върне", никога да не бъдеш същия.

Стихотворението съдържа действията: преминавам, заспивам, гледам, търся, завеждам, завръщам. Обектите са поточе, прозорец, върби, тополи.

Някои възможни аналогии, свързани с изходен ТО „Нощна лампа" са:

(преминавам) нещо преминава през лампата, напр. в нея има наклонен отвор за поставяне на разни предмети, напр. химикалка;

(заспивам) една възможна идея е лампата да отделя миризма на току- що окосено сено (преди заспиване);

(гледам) нощната лампа сигнализира звуково когато температурата в стаята е под зададена температура (гледа температурата);

(търся) нощна лампа под формата и с функциите на фенерче;

(завеждам) нощната лампа се „сгъва", така че заема по-малко място (подобно на GSM; „завежда" част от елементите си);

(завръщам) нощната лампа се включва автоматично с настъпването на тъмнината (завръща светлината);

(тъничко поточе) нощна лампа с поточе - водоскок;

(преминава под прозореца) корпусът на нощната лампа съдържа „прозорци", с отварянето и затварянето на които се насочва светлината;

(до върбите и тополите) нощната лампа може да изпуска сапунени балони (аналогия с мъхчетата, които изпуска тополата);

(търся се във водите му) основата на нощната лампа представлява огледална повърхност;

(любов) нощната лампа е със сърцевидна форма;

(никога да не бъдеш същия) конструкцията на лампата е съставена от множество декоративни части, добавянето и маханото на които променя външния й вид;

8''. Втори подход.

Избраният случаен текст е:

*„**Войник** праща от **казармата колет** на **баба** си. Вътре има **граната** и **бележка**:*

*- **Бабо**, ако дръпнеш това кръглото **телче** дето стърчи, ще получа три **дена отпуска**."*

Съществителните думи във вица са изпълнени с удебелен шрифт.

Нека изходният ТО е „часовник". Всяка съществителна дума в текста се заменя последователно с думата „часовник", а по полученото ново изречение се търси решение на проблема.

*(**Часовник** праща от казармата колет на баба си) - часовникът дава информация за климатичните особености на мястото, към което се пътува (температура, налягане, вятър, влажност и др.);*

*(Войник праща от **часовника** колет на баба си) - часовникът изпраща към околните силен сигнал за тревога; задейства се от притежателя му при критична ситуация;*

*(Войник праща от казармата **часовник** на баба си) - стрелките на часовника са под формата на тънки цилиндрични пластини, в които има само едно прозорче; в него се показва числото, което показва времето, докато всички останали числа са закрити;*

*(Войник праща от казармата колет на **часовника** си) - едната стрелка на часовника се върти в едната посока, а другата- в противоположна;*

*(Вътре има **часовник** и бележка) - часовникът е в комбинация с електронен бележник;*

*(Вътре има граната и **часовник**) - часовникът е във вид на граната;*

*(- **Часовниче**, ако дръпнеш това кръглото телче дето стърчи, ще получа три дена отпуска.) - мобифон, оформен като часовник и се носи на китката на ръката;*

*(- Бабо, ако дръпнеш това кръглото **часовниче** дето стърчи, ще получа три дена отпуска.) - джобен часовник се носи като ръчен; капакът може да бъде отворен (тип „бижу");*

*(- Бабо, ако дръпнеш това кръглото телче дето стърчи, ще получа три **часовника** отпуска.) - обединяване на видове часовници, например едната половина на часовника е тип „мъжки", другата- тип „женски";*

*(- Бабо, ако дръпнеш това кръглото **телче** дето стърчи, ще получа три дена **часовника**.) - при издърпване (натискане) на лост се изпуска аромат във въздуха.*

Заб. Първият или вторият подход, или и двата подхода могат да се използуват за всеки вид избран текст - художествен, технически или стихотворение.

9. Вж. примера към метод „Фокусни обекти" (т.2.5.3).

10.1.1. Избор на случаен музикален откъс: Chuck Berry — You never can tell.

10.1.2. Песента е весела и напомня за горещото лято и консервативното пето десетилетие на 20 в. в САЩ. Стилът е туист и тук се проявяват неизбежните асоциации с Елвис Пресли. Тази песен завинаги ще бъде свързвана с превъзходния танц между Ума Търман и Джон Траволта, показващ стерилността, но и многообразието на личностите, създавани от Куентин Тарантино. Запомнящи са думите на френски, изречени от певеца, придаващи стилност на песента.

Песента започва с откъс от "Криминале", напомнящ атмосферата на състезанието по туист. Горещото лято свързваме със сърф и безгрижни дни. Обстановката в тъкмо развиващия се курорт Лос Анджелис и плажовете Малибу и Винъс е весела, но без пошлост и "скандалност". Звуците от инструментите са високи, но някак притъпени, което придава лекота на мелодията.

10.1.3. Нека изходния ТО е „Химикалка". Съставните части на една класическа химикалка са: пъл-

нител, корпус, капачка, пружина, щипка, механизъм за извеждане на пълнителя.

10.1.4. Химикалката може да се „раздвижи" с шарени и причудливи форми - корпусът съдържа големи овални или кръгли кухини;

вариант: кухините са запълнени чрез прекарване на връв подобно на връзка за обувка;

вариант: „крила" могат да се извеждат и прибират; те се явяват краища на зъбни колела, които са „захапали" пълнителя и то изтласкват в необходимата посока;

в химикалката има вода и пясък;

вариант: в химикалката се реализира пясъчен часовник;

10.2.1.1. Инструментите в откъса са пиано, тромпет, китара и барабани.

10.2.1.2.2. (пиано) пълнителят се извежда чрез „изстрелване" от пружина, подобно на пистолет (аналогия с кордата);

(тромпет) пълнителят е огънат в корпуса; така той увеличава дължината си (аналогия с вида на тръбата);

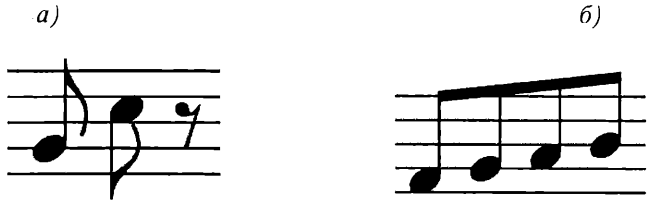
(китара) пълнителят се извежда и връща подобно на опъването на струните на китарата чрез ключове;

(барабани) химикалката има вътре в корпуса резервен пълнител (аналогия с няколкото барабани);

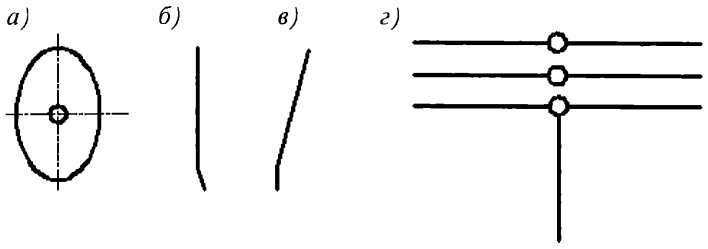
10.2.2. На фиг.2.5а са показани осмина ноти, а на фиг.2.5б - група от четири свързани осмина ноти.

Долната част на нотата (фиг.2.5а) представлява елипса, която може да се използува като механизъм за извеждане и връщане на пълнителя на химикалката (фиг.2.6а), като оста на въртене на елипсата е перпендикулярна на оста на пълнителя. Горната част може да се използува за идея за изкривяване на долната част на химикалката (фиг.2.6б) с цел при писане той да застане вертикално (фиг.2.6в). В този случай се очаква по-лесно писане.

Свързаните ноти (фиг.2.5б) могат да доведат до идеята: няколко пълнителя да се въртят около ос (условно изобразени на фиг.2.6г). При завъртването на един от тях се дава възможност за писане с него.



Фиг. 2.5. Ноти



Фиг. 2.6. Решения на ТО "Химикалка" по аналогия с ноти

2.5.7. МЕТОД „СИНЕКТИКА"

Автор: У. Гордън, [25]

Основна идея: Различните видове аналогии позволяват да се погледне на проблема от различни гледни точки.

„Ако знаеш накъде *си тръгнал,*
значи наникъде не отиваш"
(синектичен афоризъм)

Методът включва 4 вида аналогии: пряка (биологична), личностна (емпатия), символна и фантастична.

МОДУЛ 1 „ПРЯКА (БИОЛОГИЧНА) АНАЛОГИЯ"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.

2.. Проблемът се представя с различни (по-конкретни или по-абстрактни), но кратки формулировки.

3. Задава се въпросът „Къде сред живата природа се среща решение на подобен проблем?".

4. Прави се проучване сред речници, енциклопедии, специализирана литература или се търсят знания на биолог с цел да се намерят известно количество отговори на поставения в т.3 въпрос.

Малък списък на животни и растения и техни биологични ефекти са дадени по-долу. Бегледият им преглед по случаен начин подпомага търсенето на анлози.

Животни: куче, елен, видра, заек, вълк, лисица, мечка, лъв, антилопа, змия, кълвач, оса, къртица, орел, пума, гарван, прилеп, кокошка, зебра, слон, комар, риба, делфин, рак, скорпион, водна змия, жаба, крокодил, камила, щука, фазан, маймуна, муфлон, фламинго, леопард, лешояд, пчела, термит, кенгуру, костенурка, гущер, патица, паун, пони, ему, сърна, бизон, хипопотам, бобър, белка, морж, бухал, котка, ара, бодливо свинче, як, птица носорог, чайка, елен лопатар, таралеж, чакал, катерица, язовец, мравка, мишка, човек, медуза, корал, плосък червей, тения, охлюв, попова лъжичка, пиявица, дъждовен червей, бълха, въшка, пеперуда, хлебарка, бръмбар, муха, скарида, омар, мида, октопод, кукувица, калмар, славей, буревестник, кон, носорог, кит, лемур, тюлен, тасманийски дявол, магаре, свиня, коала, мравояд, хиена, амеба, чехълче, панда, хамелеон, шаран, пираня, стоножка, водно конче.

Някои биологични (животински) факти (ефекти)

- **дишането** е процес, при който живите същества поемат кислород и с участието на вода се разрушават органични вещества, при което се освобождава включената в тях химическа енергия, като се отделят вода и въглероден диоксид;
- **кръвта** е особен вид тъкан, изградена от формени елементи и течна плазма, циркулираща в собствена система, наречена кръвоносна; формените елементи са различни типове клетки (еритроцити, левкоцити) и клетъчни останки (тромбоцити);

плазмата представлява средата, в която се осигурява циркулацията на формените елементи и разтворените в кръвта химични съединения; основната функция на кръвта е да доставя определени вещества (напр. кислород, глюкоза) до другите тъкани, както и да пренася отпадни метаболитни продукти (напр. въглероден диоксид, амониеви съединения) до местата за тяхното изхвърляне от организма;

- **сърдечният пристъп**, наречен още **инфаркт на миокарда** настъпва когато сърдечният мускул се увреди и загинат част от неговите клетки, поради недостиг на кислород (кислородът достига до сърцето по артерии, наречени коронарни кръвоносни съдове); запушването на съдовете се причинява обикновено от атеросклероза, която представлява натрупване на мастни образувания, наречени плаки в артериалната стена на коронарните съдове, хранещи сърдечния мускул;
- **алергията** е състояние на свръхчувствителност, причинена от контакт с определен алерген, който може да е от хранителен, медикаментозен, растителен, животински или контактен произход;
- **амнезия** - частична или пълна загуба на паметта; най-честата причина е черепно-мозъчна травма;
- **фибрилация** - бързи и кратки неволеви съкращения на мускулни влакна;
- **кариес** - прогресивно разрушаване на твърдите зъбни тъкани с образуване на кухинни дефекти;
- **диализа** - процес на разделяне на високомолекулни от нискомолекулни частици с помощта на полупропусклива мембрана;
- **хематом** - ограничено, локално натрупване на кръв в определен орган, тъкан или телесно пространство;
- **бъбрекът** е анатомичен орган в човешкото тяло, предназначен да филтрира кръвта и да отделя токсичните вещества под формата на урина;
- **черният дроб** има големи компенсаторни възможности и способност за възстановяване след настъпило увреждане; човек може да преживее дори и със загуба на 70% от черния дроб;
- **кръвосъсирването** се получава при контакта на кръвта с физиологично неприсъща повърхност, при което се пуска в действие сложна верига от биохимични реакции; през първите две фази на съсирване в кръвта все още има течност, но нейният състав съществено се изменя, като преди всичко рязко се повишава концентрацията на тромбина; през третата фаза на съсирването става превръщането на фибриногена във фибрин-мономер, а след това — неговата полимеризация и образуване на съсирек: (мрежа от фибринови ниши, в които са захванати формените елементи и плазмата, с което се осигурява повишената механична здравина на съсирека и неговата неразтворимост.

Растения: върба, бук, дъб, ела, минзухар, бегония, кедър, кестен, роза, лале, ябълка, круша, праскова, слива, лиана, махагон, орхидея, орех, лен, коноп, пшеница, ориз, картоф, боб, чушка, ананас, банан, портокал, мандарина, маслина, просо, слънчоглед, тиква, кайсия, лук, маргарита, босилек, домат, краставица, тиквичка, зеле, ягода, лишей, жито, ориз, праз, бадем, смокиня, мушмула, грозде, глухарче, латинка, теменуга, хибискус, кактус, папрат, палма, аспарагус, астра, бамбук, бегония, бръшлян, чай, кафе, детелина, евкалипт, здравец, коприва, трева, храст, дърво, лавандула, лимон, мимоза, мухоловка, тинтява, липа, азалия, бял равнец, гардения, гербер, гладиола, ечемик, закум, жасмин, магнолия, кактус, божур, зюмбюл, морков, червена боровинка, леска, царевица, троскот, тръстика, алое, нарцис, бъз, глог, дрян, пелин, лайка, жълт кантарион, хмел, памук, тютюн, канабис, мак, соя, рапица, диня, пъпеш, спанак.

Някои биологични (растителни) факти (ефекти)

- повечето **растения** притежават корен, стебло и листа;
- **растенията** произвеждат кислород и храна за животните;
- **фотосинтезата** е процес, при който растенията, под въздействие на светлината преобразуват водата и въглеродния двуокис в глюкоза и кислород;
- **коренът** е подземен вегетативен орган, който прикрепва растението към почвата и всмуква вода и минерални соли;
- **стеблото** е вегетативен надземен орган, който образува и носи пъпките, листата, цветовете и плодовете на растението; стеблото осъществява връзката между тях не само анатомически, но и физиологически – провежда соковете на растението;
- **листото** е вегетативен орган при висшите (кормусни) растения, в което се извършва процесът фотосинтеза;
- **хлорофил** (от гръцки χλωρός зелен и φύλλον лист) зелен пигмент, открит в голияма част от растенията, някои водорасли и зелени гъби. При негово участие се извършва фотосинтезата;
- **житните растения** са семейство едносемеделни растения; стеблата им са тънки, кухи, цилиндрични, разделени на възли и междувъзлия; стеблата се разклоняват в основата си близо до почвата; кореновата система е брадата; листата са тънки, дълги, прости, с успоредно жилкуване; те са прихванати в основата на възела, което прави стъблото по-здраво; тази част се нарича листно влагалище; отстрани има т.нар. езиче, което предотвратява задържането на влага в листното влагалище и последващото гниене;
- **царевицата** се засява на поливни площи, тъй като е влаголюбива и топлолюбива култура; в хранителната промишленост от царевица се произвеждат нишесте, декстрин, течна и медицинска гликоза; от царевичното масло се добива маргарин; тя е суровина за производство на спирт, хартия, изкуствени влакна и различни лекарства;
- **храст** е дървесно растение, което се различава от дърветата по многото си стъбла и сравнително по-малка височина; храстите се разклоняват непосредствено от земната повърхност на няколко повече или по-малко равностойни стъбла, докато

при дърветата в повечето случаи има едно ясно обособено централно стъбло;
- **драка** - силно разклонен трънлив храст, висок до 2 — 3 m; расте по тревисти, каменисти и припечни склонове; светлолюбив термофилен и калцифилен вид; размножава се вегетативно чрез коренови издънки и със семена;
- **бръшлян** — вечнозелено увивно или пълзящо растение, което расте в умерено влажни и сенчести широколистни и смесени гори, по скали и храсталачни места; светлолюбив, сенкоиздръжлив мезофит; разпространен е в цялата страна; цъфти през август-септември, а плодоноси през следващата пролет.

5. Анализира се възможността по аналогия с живия обект да се намери решение на проблема от т.1.

Пример

1. Търси се нов вид ТО „Ножица".

2. Някои възможни формулировки са: „отрязване на предмет (тяло)", „разделяне на части", „нарушаване на цялост", „промяна на структура".

3. „Къде сред природата се среща „отрязване на предмет (тяло)" („разделяне на части", „нарушаване на цялост", „промяна на структура")?

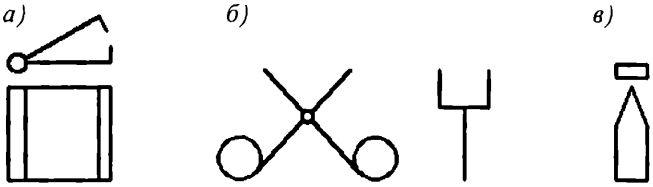
4. Някои възможни отговори са: челюст на човек; челюст на крокодил, зъбите на видра, зъби на щука.

5. Някои възможни решения са дадени на фиг.2.7:

- ножицата е във вид на щипка с остри ръбове - фиг.2.7а (аналогия с челюст на човек);

- двойна ножица или ножица с 4 острието - фиг.2.7б (аналогия с двата реда зъби на крокодила);

- ножицата представлява остър ръб, над който има предпазител; листът се пъха в прореза между тях и чрез натиск върху двата му края той се разрязва от неподвижния ръб - фиг.2.7в (аналогия с иглените зъби на щука); вариант: ножицата представлява съвкупност от наредени една до друга иглички;



Фиг. 2.7. Решения за то "Ножица"

МОДУЛ 2 „ЛИЧНОСТНА АНАЛОГИЯ (ЕМПАТИЯ)"

Вж. Метод „Емпатия" (т.2.5.5).

МОДУЛ 3 „СИМВОЛНА АНАЛОГИЯ"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.
2. Свойства.

2.1. Описание на функционирането на обекта - проблем като цяло и/или на основните му съставни части, които реализират неговото предназначение.

2.2. Определяне на значимите свойства на съществените думи от описанието. Свойствата се представят чрез прилагателни думи.

2.3. Всяко прилагателно от т.2.2 се представя чрез съответното съществително име.

2.4. Комбиниране на прилагателните и съществителните като се търсят по-необичайни (парадоксални) комбинации.

2.5. Търсене на решение на проблема като се изхожда от парадоксалните описания.

Пример

1. Търси се нов вид ТО „Полюлей".

2.1. Полюлеят виси от тавана, стои неподвижно и осветява помещение.Състои се от стойка, фасунга, лампа, абажур и кабел.

2.2. (стойка) права, метална, цилиндрична
(фасунга) пластмасова, резбова
(лампа) светеща, излъчваща
(абажур) предпазен, разсейващ
(кабел) електрически, гъвкав

2.3. Изправеност, метал, цилиндър, пластмаса, резба, светлина, излъчвател, предпазливост, разсеяност, електричество, гъвкавост.

2.4. Някои комбинации са: изправено електричество (електрическа изправеност), метална гъвкавост (гъвкав метал), цилиндрична пластмаса (пластмасов цилиндър), пластмасов излъчвател (излъчваща пластмаса), резбова светлина (светеща резба), електрическа светлина (светещо електричество), електрическа предпазливост (предпазно електричество).

2.5. Някои решения:

(електрическа изправеност) отделните части на полюлея са композирани като икебана;

(гъвкав метал) абажурът се състои от части, които могат да се прибират и отдалечават;

(пластмасов цилиндър) в полюлея има вазичка за поставяне на цветя, свещник за свещ и часовник;

(излъчваща пластмаса) полюлеят пуска аромат през определено време;

(светеща резба) в абажура е са оформени ивици, подобни на резбата;

(светещо електричество) абажурът също свети (луминисцентна лампа), като допълнително в него има втора лампа;

(предпазно електричество) полюлей с допълнителна аварийна лампа и батерия;

3. Несъчетаеми признаци

3.1. Определят се съществените признаци на обекта.

3.2. За всеки признак от т.3.1:

3.2.1. Определя се противоположен признак или признак, несъчетаем със разглеждания такъв.

3.2.2 Обединяват се изходния и противоположния (несъчетаемия) признаци.

3.3. За всяка двойка признаци от т.3.2.2 се търси възможност за едновременна реализация на двата признака чрез:

- редуване във времето на двата признака;
- едновременно приложение на двата признака, но за различни части на обекта;

- „илюзия", т.е. чрез създаване само на впечатление за реализирането на единия признак;

- разделяне на обекта на части, всяка от които е носител на единия от признаците;

- др. начини;

Пример (ТО„Врата")

1. Търсене на нов външен вид или допълнителна функция, или друга реализация на функция.

3.1. (някои от признаците) Равнинен плот, въртяща се, твърда, с дръжка, ръчно преместваща.

3.2. С равнинен - с неравнинен плот, въртяща се - невъртяща се, твърда - течна, с дръжка - без дръжка, ръчно преместваща - по друг начин преместваща.

3.3. (с равнинен и с неравнинен плот) плотът представлява комбинация от равнинен и неравнинен участък;

вариант: плотът представлява каучукова мембрана, която чрез ексцентрично разположени лостове може да променя кривината си;

(въртящо невъртяща се врата) вратата представлява опъната мембрана, в средата на която има процеп с цип; разтварянето на процепа позволява преминаване; същевременно вратата може да се отваря и чрез въртене около панти;

(твърдо течна врата) по плота на вратата се стича вода, която през лятото охлажда или просто има декоративна функция;

(с дръжка и без дръжка врата) вратата има статична дражка, която не е свързана с езичето за затваряне; при затваряне на вратата езичето се задържа чрез пружиниращ елемент;

(ръчно и по друг начин преместваща) вратата може да се премества както ръчно, така чрез силата на тежестта на човека, качил се на подвижно нейно стъпало;

МОДУЛ 4 „ФАНТАСТИЧНА АНАЛОГИЯ"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.

2. Фантазия

2.1. Генериране на фантастична идея за решаване на проблема.

Всичко може да се използува - феи, магьсници, вълшебни пръчици, летящи килимчета, вълшебни думички (напр. абракадабра), духове, духчета, бързоходни обувки, малки летящи човечета, магии; телата могат да променят произволно форма, размери, разположение, физическите закони не действуват; всякакви източници на енерегия са под ръка и точно в подходящия вид и количество; могат да се използуват неприложими за проблема, средства, *напр. да се стигне до луната чрез стълба*; може дори да се смята, че проблемът сам се е решил; всичко детско, глупаво, смешно, е подходящо.

2.2. Декодиране, „приземяване", на фантастичната идея.

За тази цел:

- уточнява се нереалния елемент от идеята;

- този елемент се разглежда като символ на нещо реално;

- търси се това реално нещо;

- оформя се реална идея, решаваща проблема.

Пример

1. Търси се друга реализация на функциите „извеждане на пълнителя" и „връщане в изходно положение", както се търси и допълнителна функция на ТО „Химикалка".

2.1. Някои фантастични идеи са: вълшебно килимче сваля пълнителя надолу; пълнителят сам се връща в изходно положение; дух връща пълнителя в изходно положение; златна рибка изпълнява желание.

2.2. Някои идеи, реализиращи фантастичните идеи са дадени по-долу.

- (вълшебно килимче сваля пълнителя надолу) в горния край на химикалката се намира пружина, при освобождаване на която се извежда пълнителя;

- (пълнителят сам се връща) след приключване на писането и натиск с пръстите върху долната част на корпуса по посока, перпендикулярна на неговата ос, се освобождава пружината, която връща пълнителя в изходно положение;

вариант: в краищата на пълнителя и капачката има разнополюсни магнитчета, които се привличат;

- (дух връща пълнителя) при закачване на химикалката за джоб и лекото й подръпване надолу се притиска пружина, чрез която пълнителят се връща в изходно положение;

- (златна рибка изпълнява желание) в химикалката има вградено дистанционно управление за стартиране на ел. домакински уред;

3. Смесване на обекти.

3.1. Избор на случайни ТО.

3.2. Определяне на техни функции (съставни части).

3.3. Размяна (добавяне) на съставните част (функции) между случайните ТО и изходния ТО.

3.4. Приспособяване на новата разменена или добавена съставна част (функция) към изходния обект.

Пример

3.1. Ножица, лампа, вентилатор, резервоар, радиоприемник, автомобил, кран, огледало.

3.2. (ножица) преместване, рязане;

(лампа) осветяване;

(вентилатор) движение на въздух;

(резервоар) съхранение;

(радиоприемник) приемане на електромагнитни вълни и трансформирането им в звукови вълни;

(автомобил) променяща се форма на купето;

(кран) издигане на тежести;

(огледало) отразяване на светлинни лъчи;

3.3. (химикалка - ножица) чрез издърпване на пълнителя пишещата част на химикалката се "скрива" в корпуса;

(химикалка - лампа) химикалката представлява лампа в долната си част, захранвана с батерия; при писане в нощни условия тя осветява мястото за писане;

(химикалка - вентилатор) в горната част на химикалката (пълнител, капачка) е оформена свирка;

(химикалка - резервоар) в корпуса на химикалката се поставят няколко резервни пълнителя;

(химикалка - радиоприемник) в химикалката има вграден радиоприемник;

(химикалка - автомобил) пластичната химикалка може да приема произволна форма;

(химикалка - кран) химикалка с допълнителна тежест с цел по-малко усилия за натиск върху нея; допълнителната тежест може да реализира и допълнителна функция на ТО или да не реализира такава;

(химикалка - огледало) в химикала има луминофорни частици, които отделят светлина; вариантсамата химикалка има такова покритие;

4. Нереални параметри и стойности

4.1. Определяне на съставните части на ТО.

4.2. За всяка съставна част се определя класификационни признаци.

4.3. За всеки признак от т.4.2:

4.3.1. Определяне на характеризиращи ги параметри и техните гранични стойности.

4.3.2. Избор на стойности, които са извън границите, т.е. които са невъзможни.

4.3.3. Търсене по аналогия или асоциация на решение на проблема, като стойностите от т.4.3.2 се считат за условни.

Пример

1. Търси се нов външен вид или друга реализация на функция или допълнителна функция на ТО"Химикалка".

4.1. Корпус, пълнител.

4.2. (корпус) Размери, брой.

4.3.1. (размери) за гранични за един нормален корпус могат да се приемат размерите: min ∅ 5x50 mm, max∅30x180 mm;

4.3.2. Невъзможни размери са напр. ∅ 1x1000 mm.

4.3.3. Горният край на корпуса е във вид на гривна, в която се поставя пълнител с избрана дължина. Долният край на корпуса чрез завъртване се превръща в долната част на химикалката. При писане гривната не се сваля от ръката.

4.3.1. (количество) Като правило корпусът е 1.

4.3.2. Невъзможни количества са: 0, 10.

4.3.3. При липса на корпус, пълнителят трябва да е с по-голям диаметър, за да се осигури стабилност при писане.

Множество малки корпуси, поставени един върху друг (тип „лего") могат да съставят окончателния корпус.

Вариант: множество малки по диаметър корпуси, във всеки от които е поставен по един резервен пълнител, са разположени и закрепени по окръжност, така че оформят основния корпус на химикалката.

4.2. (пълнител) Размери, брой.

4.3.1. (размери) За гранични за един нормален пълнител могат да се приемат размерите:min ∅ 2x50 mm, max∅3x180 mm.

4.3.2. Невъзможни размери са напр. ∅ 1x1000 mm.

4.3.3. Корпусът се състои от две капачки със страничи отвори, през които преминава дългият пълнител; така пълнителят се увива около капачките и осигурява твърдост на корпуса.

4.3.1. (брой) за гранични могат да се приеме брой 1-10.

4.3.2. Невъзможен брой са 0, 20.

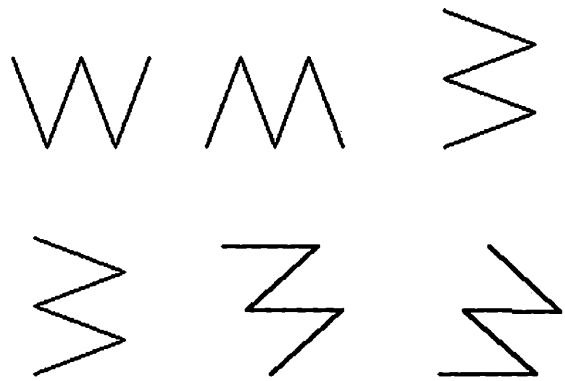
4.3.3.При липса на пълнител неговата функция трябва да се прехвърли на корпуса.

При 20 пълнителя корпусът се състои от две капачки, по периферията на които се нареждат пълнителите.

Заб. Едно възможно упражнение за развитие на фантазията е дадено по-долу.

Изберете една буква. Приемете, че това е стилизирано изображение на обект или част от обект. Буквата може да бъде въртяна в различни положения. Избройте възможните обекти, чието стилизирано изображение се явява буквата.

Пример (буквата W, фиг.2.8)



Фиг.2.8. Буквата W

- *буквата W (естествено);*
- *числото 3;*
- *буквата M;*
- *знак от геометрията;*
- *змия;*
- *пружина;*
- *тостер;*
- *заек в бойна поза;*
- *патица;*
- *челюсти;*
- *огъната ламарина;*
- *грапава повърхнина;*
- *стрелка;*
- *трамплин;*
- *вила;*
- *гребло;*
- *пейка;*
- *закачалка;*
- *вилица;*
- *гребен;*
- *триножник;*
- *фиба за коса;*
- *бижу;*
- *решетка;*
- *профил на резба;*

- *спирала;*
- *ограда;*
- *шезлонг;*
- *трион;*
- *шапка;*
- *уста на риба;*
- *маса;*
- *стол;*
- *парапет;*
- *четка;*
- *трева;*
- *стълби;*
- *гръцка буква ξ;*
- *чип;*
- *буква Е;*
- *единица за мощност (ват);*
- *щипка;*
- *уред за гимнастика;*
- *някаква илюстрация от геометрията;*
- *отварачка на консерви;*
- *копито;*
- *рога;*
- *пясъчен часовник;*
- *палатка;*
- *острилка за моливи;*
- *поставка за моливи;*
- *везни;*
- *дърво;*
- *ваза;*
- *метроном;*
- *кактус;*
- *удвоен знак на ръка, символизиращ победа;*
- *човка;*
- *шип;*
- *начупена пръчка;*
- *клечка (ако се погледне отстрани - това изображение липсва на фигурите, дадени по-горе);*
- *чаша;*
- *писец от писалка;*
- *очила;*

2.5.8. МЕТОД „МОДИФИКАЦИЯ НА ИДЕЯ"

Автор: [29]

Основна идея: Анализът на съставните части на изходната идея спомага за намирането на други идеи.

Нека е зададен проблем и една идея (изходна идея) за неговото решение. Под модификация на идея се разбира нова идея, която:

- е получена на базата на изходната идея и
- се явява решение на проблема.

МОДУЛ 1 „КРАЖБА" НА ИДЕИ"

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема.
2. Избор на изходната идея.
3. Определяне на съществените (ключовите) думи $Д_i$ в изходната идея.
4. Синоними и сродни думи.
4.1. За всяка $Д_i$:
4.1.1. Уточняват се синонимни или близки по значение думи $С_i$, вкл. и чрез търсене на синонимни или близки по значение думи на синонимните или близките по значение думи.
4.1.2. Заменя се думата $Д_i$ в изходната идея последователно с всяка дума $С_i$.
4.1.3. Тълкува се думата $Д_i$ в полученото словосъчетание, напр. чрез задаване на подходящи въпроси или чрез тълковен речник. Един възможен въпрос е „какво друго се ...(действието от $Д_i$)?". По тълкуването (аналогията, която създава думата) се търси решение на проблема, представляващо модификация на изходната идея.
Заб. Решенията могат да се комбинират.
5. „Само...ли?".
5.1. За всяка дума $Д_i$ от т.3:
5.2. Поставя се въпроса: „Само...(съществената дума) ли...(част или всички останалите думи от решението) може да бъде?", като въпроса се оформя правилно от граматична и същностна гледна точка. При възможност $Д_i$ се премества близо до началото на изречението.
5.3. Съставя се списък на всички въпроси. Всеки въпрос представлява задача, чрез която се търси модификация на изходното решение.
6. Класификация.
6.1. Всяка съществена дума $Д_i$ от т.1.1 се класифицира по различни възможни признаци. Задаване на въпроси към $Д_i$ спомага за получаване на класификационни признаци. Видовете въпросителни местоимения и наречия в българския език са:
Кой (коя, кое, кои)...?
Какво, що...?
Кого, кому?
Какъв (каква, какво, какви)...?
Колко...?
Чий (чия, чие, чии)...?
Как...?
Кога...?
Къде...?
Защо...?
6.2. Проверява се дали решенията по отделните думи се явяват решение на изходната задача. При положителен отговор е налице модификация на идея.
Забележка 1:
Алгоритъмът може да се прилага многократно като се предефинира изходната идея. Това може да стане като тя се опише
- по-подробно (по-детайлно)
- по-обобщено (всяка съществена дума се представи чрез обобщаваща я дума)

Забележка 2:
Алгоритъмът може да се прилага многократно и като за изходна идея се приеме някоя от модифицираните идеи.

Пример
1. Търси се нов външен вид или допълнителна функция, или друга реализация на функция на ТО „Врата".
2. Нека изходната идея е:
„При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се отваря".
3. $Д_i$: завъртване, дръжка, дърпане, бутане, отваря.
4.1.1. Синонимните думи, открити чрез синонимен

речник са:

(завъртвам) превъртвам, въртвам, обръщам, завинтвам;

(дръжка) ръчка, ръкохватка;

(дърпам) тегля, опъвам;

(бутам) тикам, тласкам, блъскам, лашкам, побутвам, пипам;

(отварям) разтварям, разгръщам, разгъвам, разпервам, открехвам, откривам.

4.1.2, 4.1.3.

(превъртвам) „При **превъртване** на дръжката и дърпане или бутане вратата се отваря"; превърта се спирална пружина; при въртене на дръжката може да се навива пружина, която издърпва езичето на бравата (фиг.2.9а); на фиг.2.9б е даден вариант - при въртене на дръжката езичето попада в отвор в нея;

(въртвам) „При **въртване** на дръжката и дърпане или бутане вратата се отваря"; въртенето се извършва около средата на дръжката (фиг.2.9в);

(обръщам) „При **обръщане** на дръжката и дърпане или бутане вратата се отваря"; традиционното положение на дръжката е показано на фиг.2.9г; възможността за обръщане на дръжката е илюстрирана на фиг.2.9д;

(завинтвам) „При **завинтване** на дръжката и дърпане или бутане вратата се отваря"; завинтва се резбово съединение; дръжката може да бъде с резба с едра стъпка;

(ръчка) „При завъртване на **ръчката** и дърпане или бутане вратата се отваря"; една възможна ръчка е показана на фиг.2.9е;

(ръкохватка) „При завъртване на **ръкохватката** и дърпане или бутане вратата се отваря"; ръкохватката от фиг.2.9ж е тип „волан";

(тегля) „При завъртване на дръжката и **теглене** или бутане вратата се отваря"; при издърпване на дръжката езичето, начертано на фиг.2.9з с по-дебела линия се изтегля от гнездото си;

(опъвам) „При завъртване на дръжката и **опъване** или бутане вратата се отваря"; издърпването на гумена верига предизвиква отварянето на вратата (фиг.2.9и);

(тикам) „При завъртване на дръжката и дърпане или **тикане** вратата се отваря"; тика се например количка; бравата се движи линейно и перпендикулярно на плота, като се плъзга по съчми, закрепени в сепараторни пръстени;

(тласкам) „При завъртване на дръжката и дърпане или **тласкане** вратата се отваря"; на вратата са добавени тежести, така че при отварянето й да се извършват физически упражнения;

(блъскам) „При завъртване на дръжката и дърпане или **блъскане** вратата се отваря"; вратата, чиито стени са прозрачни, е пълна с вода, която се движи при отваряне и затваряне;

(лашкам) „При завъртване на дръжката и дърпане или **лашкане** вратата се отваря"; за да се отвори вратата трябва да се придвижи в едната от двете посоки (бутам или дърпам);

(побутвам) „При завъртване на дръжката и дърпане или **побутване** вратата се отваря"; дръжката се побутва, а тя премества езичето (фиг.2.9к);

(пипам) „При завъртване на дръжката и дърпане или **пипане** вратата се отваря"; при докосване на вратата тя се отваря (сензор, който задейства ел. магнит);

(разтварям) „При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се **разтваря**"; врата тип „прозорец" - с две крила и затваряща се по средата;

(разгръщам) „При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се **разгръща**"; вратата се завърта около вертикална ос (фиг.2.9л,м);

(разгъвам) „При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се **разгъва**"; плотът се навива около цилиндър, разположен в единия край на отвора за врата;

(разпервам) „При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се **разпервa**"; вратата е съставена от метални елементи тип „щори", които могат да се завъртват около оста си; две рамки притискат елементите; при отваряне на едната рамка елементите могат да се завъртват около оста си, пропускайки светлина и въздух;

(открехвам) „При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се **открехва**"; във вратата има по-малка вратичка, през която се преминава приведен с цел физически упражнения;

(откривам) „При завъртване на дръжката и дърпане или бутане вратата се **открива**"; плотът на вратата е съставен от плат; отварянето и затварянето става чрез цип;

5. (завъртване) „Само при **завъртване ли** на дръжката и дърпане или бутане вратата се отваря?"; чрез бутане или ритане с крак на долния край на вратата тя се отваря;

(дръжка) „Само при завъртване на **дръжката ли** и дърпане или бутане вратата се отваря?"; във вратата има изрязана малка правоъгълна част, чрез завъртването на която се отваря вратата (фиг.2.9и);

(дърпане) „Само при **дърпане/ бутане ли** и завъртване на дръжката вратата се отваря?"; вратата се измества сама (радиосензор);

(отваря) „Само се **отваря ли** вратата при завъртване на дръжката и дърпане или бутане?"; ако е тъмно при отварянето на вратата се включва и осветлението;

6.

(завъртване)

- според оста на въртене при въведена координатна система: въртене около ос: x, y, z;
- според посоката на въртене: по часовата стрелка, обратно на часовата стрелка;
- според ъгъла на завъртване: 30°, 120°, 180°, 360°, друг ъгъл;

(дръжка)

- според формата: на извита пластина, сфера, кръгов цилиндър, елиптичен цилиндър, пирамида, призма, комбинация;
- според разположението на оста на въртене: в единия край на дръжката (фиг.2.9о), по средата й (фиг.2.9п), в другия й край (фиг.2.9р);
- според разположението на дръжката спрямо плота: в края на плота (фиг.2.9с), по средата му (фиг.2.9т);

• *според наличие на дръжка: да, не;*

(дърпане)

• *според силата на дърпане: силно, слабо;*

• *според посоката на дърпане: перпендикулярно на човека, странично спрямо човека;*

(бутане)

• *според приложението на силата: в средната част на вратата, в долната част на вратата;*

• *според обекта, върху който е насочено действието: дръжка, плот на вратата, рамката на вратата;*

(отваря)

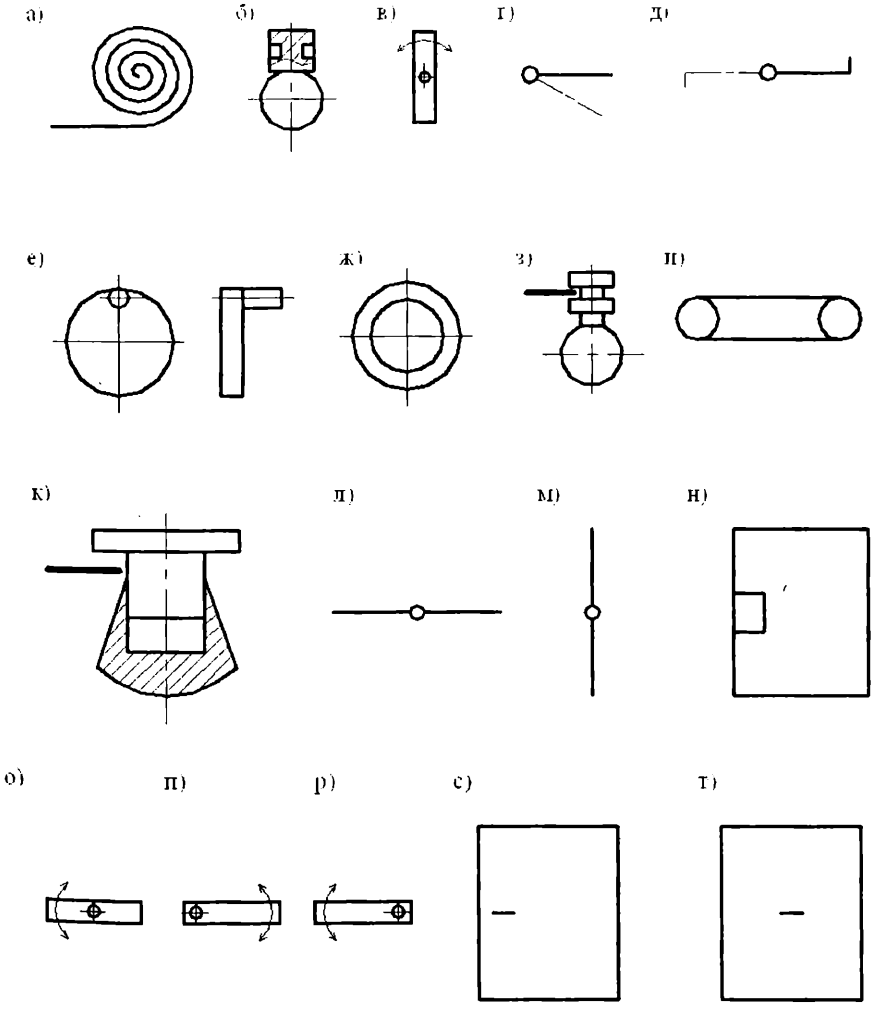
• *според ъгъла на отваряне: 30°, 90°, 180°, друг ъгъл;*

• *според начина на задействуване: ръчно; гласово набиране на код, чрез сканиране на пръстов отпечатък; ръчно задействуване чрез устройство за четене на магнитни карти; чрез скенер за биометрични данни за ретината; безжично задействуване;*

• *наличие на сигнализация за отваряне на вратата: да, не;*

• *възможност за блокиране на вратата при неправилен опит за отваряне: да, не.*

Значителна част от решенията по класификационните признаци се явяват и модификация на изходната идея.



Фиг.2.9. Решения за ТО "Врата"

МОДУЛ 2 „235"

Методът представлява модификация на писмена мозъчна атака (вж.т.2.5.12). Цифрите „235" означават - 2 човека (брой участници) предлагат по 3 идеи за 5 минути. При приложение на метода се спазват следните правила:

1. Уточняване на проблема.

2. Всеки от двамата участника записва на лист 3 идеи за решаване на изходния проблем.

3. След изтичане на 5 минути те си разменят листовете.

4. Всеки участник има за задача да модифицира идеите на своя партньор. В резултат на това той следва да запише за 5 минути 3 модифицирани идеи.

5. След изтичане на времето листовете отново се разменят. Целта е да се модифицират последните 3 идеи на партньора, като всеки запише 3 свои модификации.

6. Този процес продължава докато е възможен.

7. Съставя се списък на всички модифицирани идеи след критичен преглед на двата листа.

Забележки:

• по време на атаката участниците не разговарят помежду си

• ако участник не може да получи три модифицирани идеи може да предложи нова идея за решаване на проблема, фантастична или смешна модификация или просто крилата фраза

2.5.9. МЕТОД "ГРАФИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ"

Автор: [24]

Основна идея: Случайните графични елементи, представени като съвкупност от контури притежават висока степен на абстрактност и неопределеност и стимулират въображението за търсене на решение.

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема, напр. търсене на нова реализация на ТО.

2. Определяне на съставните части на ТО.

3. Определяне на главната функция за всяка съставна част от т.2.

4. Избор на графични елементи (графични форми, представляващи части от контури, съставени от различни видове линии), напр. цифри (арабски, римски), букви (кирилица, латиница, др.), комбинация от цифри и букви, части от проекции на детайли, произволна съвкупност.

5. Всеки графичен елемент:

5.1. Разглежда се като една опростена проекция на детайл или СЕ, представена чрез неговия (нейния) контур.

5.2. Частите му могат да се удължават или намаляват, както и да се прегъват.

5.3. Може да бъде въртян на произволен ъгъл в пространството.

5.4. Приема се, че може да се мултиплицира, т.е. че се разполага с множество такива графични елементи.

6. Като се използува един графичен елемент или се комбинират подходящо различни графични елементи се реализира всяка съставна част на изходния ТО.

7. Определят се съединенията между отделните съставни части.

Пример

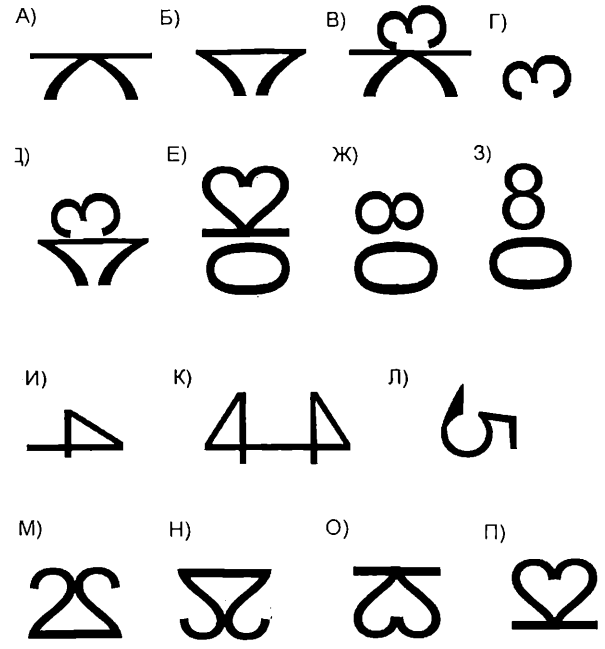
1. Търси се нова реализация на ТО "Стол".

2. Седалка, облегалка, крака.

3. Седалка - осигурява място за седалището на човек; облегалка - служи за облягане на гърба на човек; крака - осигуряват необходимата височина на седалката над земята (и предават силите на пода).

4. Графични елементи: арабските цифри.

6. Някои решения са дадени на фиг.2.10 (а,б - чрез две цифри 7; в,д - чрез две 7 и една 3, която е облегалка; г - чрез една 3; е - чрез една 0 и две 2, които образуват облегалка; ж,з - чрез една 0 и една 8, която е облегалка; и - чрез една 4; к - чрез две 4; л - чрез една 5; м÷п - чрез две 2).



Фиг.2.10. Решения за ТО "Стол"

2.5.10. МЕТОД „АНАЛОГИЯ"

Автор: [29]

Основна идея: Аналогия за решаване на проблема може да се търси във всички области.

МОДУЛ 1 „КАТО..."

Алгоритъм

1. Описва се изходния обект чрез съставните части.

2. Избор на сроден (обект от класа на изходния обект) или случаен обект.

3. Описват се съставните части на обекта от т.2.

4. Проверява се за съвпадане на съставни части от т. 1 и тези от т.3 - по наименование или по функции.

5. За всяко съвпадане се приспособява решението на сродния или случайния обект към изходния обект.

6. Т.т. 2-5 продължават докато е възможно.

Пример (велосипед)

1. Кормило, рама, седло, спирачка, педали, предавателен механизъм, колела.

2. а) Шейна;

б) Детско конче.

3. а) Шейна - дръжки, рама, седалка, спирачка, „ски";

б) Дръжки, корпус, седалка.

4. а) съвпадат: кормило - дръжки, рама - рама, седло - седалка, спирачка - спирачка;

б) налице е съвпадение на: кормило - дръжки, рама - корпус, седло - седалка.

5. Някои решения са:

- кормилото на велосипеда да завършва с дръжки както при шейната или при детското конче;

- рамата на велосипеда да е подобна на тази на шейната;

- рамата на велосипеда да има възможност да се люлее както тази на детското конче;

- спирачката (аварийна) на велосипеда да бъде като тази на шейната, т.е. да се трие върху пътя.

МОДУЛ 2 „ФУНКЦИЯ"

Алгоритъм

1. Определят се главната функция или други функции на изходния обект.

2. За всяка функция от т.1:

2.1. Определя се инженерният ефект, чрез който се реализира.

2.2. Задава се въпросите:

а) „По какъв начин се реализира тази функция в другите обекти?"

б) "По какъв начин се реализира този инженерен ефект в другите обекти?".

2.3. Търси се отговор на въпросите сред всички обекти, за които решаващият се досеща, че притежават такава или подобна функция.

2.4. Търси се отговор на въпросите сред произволни обекти, като се отчитат сродни (обекти от класа на изходния обект) или далечни обекти.

2.5. За всеки намерен отговор се търси приспособяване на решението към изходния обект.

Пример (водопроводен вентил)

1. Главна функция: затваряне/отваряне на отвор.

2.1. Възвратно-постъпателно движение (на клапан).

2.2. а) „По какъв начин се реализира затварянето и отварянето на отвор в другите обекти?"

б) "По какъв начин се реализира възвратно-постъпателно движение в другите обекти?".

2.3. а) (врата) завъртване на плоска повърхнина около ос;

(резервоар на автомобил) завъртване на капачка с резба;

(панел на компютър) еластични елементи осигуряват неподвижност на панела;

(дъно на часовник) пресова сглобка;

б) (автокран) куката се движи чрез навиване на въже върху барабан;

(хидроцилиндър) буталото се премества чрез флуид под налягане;

(химикалка) пълнителят се води в опори; извеждането на пълнителя става чрез байонетно съединение, реализирано например от две допиращи се с челни зъби части, които се движат по водещи в корпуса ребра (при прибиране на пълнителя) или едната от тях се опира в тези ребра (при извеждане на пълнителя);

(автомобил) купето се придвижва чрез завъртване на колелата му;

2.5. Сравнително лесно по-голяма част от отговорите в т.2.3 могат да се приспособят към изходния обект.

МОДУЛ 3 „ДРУГА ОБЛАСТ"

Алгоритъм

1. Формулира се накратко проблема от различни гледни точки.

2. Избира се произволно или целенасочено друга област, т.е. област извън тази на проблема.

3. За всяка област от т.2:

3.1. Отговаря се на въпроса „Коя е аналогичната като тази на проблема ситуация в новата област? С какви термини тя се описва?".

3.2. Търси се възможност за адаптиране на решението в ситуация в новата област към разглеждания проблем.

Пример (ножица)

1. Търси се нова реализация на ножица.

Търси се нова реализация на лостов механизъм.

Преместване на тяло.

Търси се нова реализация на устройство за печелене на сила.

Търси се нова реализация на функцията „рязане".

3. Строителство, биология всекидневна дейност

3.1. - в машините се използват множество и най-разнообразни лостови механизми;

- челюстите при лъвовете представляват лостов механизъм;

- при повдигане на товари чрез кран (въжени полиспасти, хидравлични цилиндри) се печели сила;

- при асансьора се извършва преместване на пътници;

- крикът (зъбен, хидравличен) се използува за повдигане на товари;

- помпата се използува за преместване на течности;

- рязане с лазерен лъч;

- рязане чрез готварски нож;

- рязане чрез струговане с помощта на стругарски нож;

3.2. Адаптират се горните решения.

МОДУЛ 4 "СЛУЧАЙНИ ОБЕКТИ"

Алгоритъм

Проблем: Търси се нова реализация на главната функция или на друга функция на ТО.

1. Уточнява се проблема.

2. Определя се "фокуса" на проблема (една или повече съществени думи) и действието (глагол).

Обикновено "фокусът" е наименованието на частта, реализираща главната функция на ТО или самия ТО (при търсене на нова реализация на главната функция) или наименованието на частта, реализираща другата функция (при търсене на нова реализация на друга функция).

3. Избор на случайни или неслучайни обекти.

4. За всеки случаен обект:

4.1. Определят се неговите части.

4.2. Приема се съвпадане на "фокуса" от т.2 и частите от т.4.1 като се съставят съответните комбинации.

4.3. За всяка комбинация:

4.3.1. Задава се въпроса: "Как се извършва или как би могло да се извърши...(глагола от т.1) от...(конкретната част на случайния обект)". При необходимост тези думи се променят от логична или граматична гледна точка.

4.3.2. Отговаря се на въпроса .

4.3.3. При положителен отговор и при необходимост се извършва приспособяване на аналогията от т.4.3.2 като решение на проблема от т.1.

5. Анализира се възможността за комбиниране на получените решения.

Проблем: Търси се нов външен вид на ТО.

1. Определяне на наименованието на ТО или на съставните му части.

2. Избор на случайни обекти.

3. За всеки случаен обект:

3.1. Определят се неговите части.

3.2. Приема се съвпадане на външния вид на ТО или на негова част от т.1 и външния вид на частите от т.3.1 като се съставят съответните комбинации.

3.3. За всяка комбинация:

3.3.1. Поставя се въпроса: "Как да се замени или приспособи формата на ...(ТО или неговата част от т.1) с формата на...(конкретната част на случайния обект)?".

3.3.2. Отговаря се на въпроса.

3.3.3. При положителен отговор и при необходимост се извършва приспособяване на аналогията от т.3.3.2 като решение на проблема от т.1.

Проблем: Търси се допълнителна функция на ТО.

1. Избор на случайни обекти.

2. За всеки случаен обект:

2.1. Определя се неговата главна функция.

2.2.. Поставя се въпроса: "Как да се добави или приспособи функцията... (главната функция от т.2.1) към ...(разглеждания ТО)?"

2.3. Отговаря се на въпроса .

2.4. При положителен отговор и при необходимост се извършва приспособяване на аналогията от т.2.3 като решение на проблема от т.1.

Пример (нож)

Ножът се състои от режеща част, дръжка и нит. Тук са налице три функции: рязане, захващане (от човек) и закрепване (на режещата част и дръжката). Трите функции ще бъдат разгледани последователно.

Проблем: Търси се нова реализация на главната функция или друга функция на ТО.

1. Търсене на друга реализация на функцията „рязане".

2."Фокус" - режеща част, действие - режа.

3. Шнола за коса.

4.1. Зъбци, пружина, дръжка.

4.2. а) „Режеща част на ножа" съвпада със „зъбците на шнолата";

б) „Режеща част на ножа" съвпада с „пружината на шнолата";

в) „Режеща част на ножа" съвпада с „дръжката на шнолата";

4.3.1. а) Как се извършва или как би могло да се извърши рязане от зъбците на шнолата?

б) Как се извършва или как би могло да се извърши рязане от пружината на шнолата?

в) Как се извършва или как би могло да се извърши рязане от дръжката на шнолата?

4.3.2. а) зъбци, разположени подобно на тези при шнолата и пробиващи от двете страни даден материал, биха могли да предизвикат изрязване или перфориране на този материал;

б) пружината работи на усукване; ако нож се захване за пружината и се завърти заедно с нея ще може да отреже даден материал;

в) дръжката не е продължение на режещата част, а е разположена странично спрямо нея;

4.3.3. а) рязането се извършва чрез пробиване с множество игли, които са едностранно или двустранно разположени;

б) нож се завърта около ос;

в) дръжката преминава в режеща част.

1. Търсене на друга реализация на функцията „захващане".

2. „Фокус" - дръжка, действие - присъединяване (към ръката).

3. Шнола за коса.

4.1. Зъбци, пружина, дръжка.

4.2. а) „Дръжката на ножа" съвпада със „зъбците на шнолата";

б) „Дръжката на ножа" съвпада с „пружината на шнолата";

в) „Дръжката на ножа" съвпада с „дръжката на шнолата";

4.3.1. а) Как се извършва или как би могло да се извърши присъединяване към ръката от зъбците на шнолата?

б) Как се извършва или как би могло да се извърши присъединяване към ръката от пружината на шнолата?

в) Как се извършва или как би могло да се извърши присъединяване към ръката от дръжката на шнолата?

4.3.2. а) дръжката се състои от издатини или падини (аналогия с краищата на зъбците) с цел поголямо триене между ножа и ръката;

б) дръжката е от спираловидни или цилиндрични вдлъбнатини или е част от пружина;

в) дръжката на ножа се оформя както дръжката на шнолата.

1. Търсене на друга реализация на функцията „закрепване".

2. „Фокус" - нит, действие - закрепване (на режещата част и дръжката).

3. Шнола за коса.

4.1. Зъбци, пружина, дръжка.

4.2. а) "Закрепването" съвпада със "зъбците на шнолата";

б) "Закрепването" съвпада с "пружината на шнолата";

в) "Закрепването" съвпада с "дръжката на шнолата";

4.3.1. а) Как се извършва или как би могло да се извърши закрепване на режещата част и дръжката от зъбците на шнолата?

б) Как се извършва или как би могло да се извърши закрепване на режещата част и дръжката от пружината на шнолата?

в) Как се извършва или как би могло да се извърши закрепване на режещата част и дръжката от дръжката на шнолата?

4.3.2. а) ако режещата част на ножа е сменяемата то тя би могла да се захване като се пъхне в устройство, подобно на шнолата;

б) пружина тип „ресор" се поставя между режещата част и обхващащата дръжка като неподвижността се осигурява от еластичната сила на пружината; този начин е подходящ при необходимост от разглобяемо съединение между двата детайла;

в) дръжката на шнолата преминава през наличен отвор в режещата част и в дръжката.

Проблем: Търси се нов външен вид на ТО.

1. Нож, режеща част, дръжка и нит.

2. Шнола.

3.1. Зъбци, пружина, дръжка.

3.3.1. а) "Как да се замени или приспособи формата на режещата част на ножа с формата на зъбците на шнолата?";

б) "Как да се замени или приспособи формата на режещата част на ножа с формата на пружината на шнолата?";

в)"Как да се замени или приспособи формата на режещата част на ножа с формата на дръжката на шнолата?";

г) "Как да се замени или приспособи формата на дръжката на ножа с формата на зъбците на шнолата?";

д) "Как да се замени или приспособи формата на дръжката на ножа с формата на пружината на шнолата?";

е)"Как да се замени или приспособи формата на дръжката на ножа с формата на дръжката на шнолата?";

ж) "Как да се замени или приспособи формата на нита на ножа с формата на зъбците на шнолата?";

з) "Как да се замени или приспособи формата на нита на ножа с формата на пружината на шнолата?";

и)"Как да се замени или приспособи формата на нита на ножа с формата на дръжката на шнолата?";

3.3.2. а) режещата част да е съставена от тънки и къси шипчета;

б) формата на режещата част да е цилиндрична; върху нея може да има няколко остриета;
в) режещата част да има формата на полуелипса;
г), д), е) вж. решенията 4.3.2 от примера за търсене на друга реализация на функцията „захващане".
ж) няколко нита да се оформят в обща конструкция тип „гребен";
з) нитът се заменя с винт;
и) нитът да има формата на призматична шпонка.

Проблем: Търси се допълнителна функция на ТО.

1. Шнола.

2.1. Главната функция на шнолата за коса е: защипване (на известно количество коса).

2.2. Как да се добави или приспособи функцията „защипване" към ножа?"

2.3. Към ножа е защипана вилица.

2.5.11. МЕТОД „КЛАСИФИКАЦИИ"

Автор: [23]

Основна идея: Класификацията позволява системно търсене на варианти.

Алгоритъм

1. Уточнява се проблема.

2. Определя се фокуса (една или няколко съществени думи за обекта или обекта и проблема).

3. Общи (универсални) класификации.

3.1. Определят се съществените съставните части на ТО (класификация К1). За тази цел може да се използува и дефиницията на обекта.

3.2. За всяка съставна част се определят съществените им класификационни признаци. Някои често срещани признаци в технически задачи са:

- според характеристиката на съставните части
- форма
- цвят
- количество (брой)
- материал
- размери (дължина, височина, широчина, диаметър)
- напречно сечение
- повърхнина
- разположение
- структура
- съставни елементи
- движения
- разглобяемост
- принцип на работа
- качество
- връзка с околната среда
- допълнителни аксесоари

- според вида на съединенията

1. Разглобяеми
   - о чрез резба
   - о чрез сглобка
   - о чрез щифт
   - о чрез шпонка
   - о чрез пружиниращ елемент
   - о чрез шлици
   - о чрез байонетен елемент
   - о други
2. Неразглобяеми
   - о чрез заваряване
   - о чрез слепване
   - о чрез спояване
   - о чрез съшиване
   - о чрез нитоване
   - о чрез валцоване (прищипване, др.)
   - о чрез огъване
   - о чрез впресован детайл
   - о други

- според вида детайлите
- симетрични; несиметрични
- дебелостенни; листови
- метални; неметални
- с кухини; без кухини
- други

3.3. Обобщават се всички признаци от т.3.2 (К2).

3.4. За всеки признак от т.3.3. се съставя обща (универсална) класификация (К2i). Това е принципна класификация, която не отчита конкретния обект, напр. ако признакът е „материал" класификацията се отнася до видове материали без да се има предвид конкретен обект или клас обекти.

За всеки елемент на класификацията се търси противоположен елемент (ако е възможно) или елемент, който е между него и противоположния.

3.5. Всеки елемент от всяка класификация К2i заедно с принадлежащия му класификационен признак (т.3.4) се свързва с всяка съставна част от т.3.1 и се проверява дали се явява възможно решение на проблема.

При необходимост от гл.т. на функциониране, сглобяване, разглобяване и изработване в ТО се извършват необходимите промени.

3.6. Процесът на правене на универсални класификации и заместване на елементите им може да продължи като се слиза на следващо ниво на систематизация. При него се класифицират елементите от предходните универсални класификации, напр. материал „пластмаса" се класифицира по признак „пластмаса". Процесът продължава докато е възможно или целесъобразно.

4. Ново решение.

4.1. Взема се едно решение на проблема (ТО).

4.2. Определя се съществената част на решението.

4.3. Проверява се дали то може се приложи към всяка съставна част.

4.4. Определят се неговите признаци.

4.5. Проверява се дали признаците са развити като универсални класификации. За тези от тях, за които липсват класификации, се извършват такива.

4.6= 3.5, но за елементите от т.4.5.

4.7. Взема се следващо решение (ако има такова). Повтарят се стъпки 4.2-4.5.

4.8. Този процес продължава докато е възможен или целесъобразен.

5. Речници (словосъчетания), Internet.

5.1. Избират се чуждоезикови речници, напр. английско-български, българо-английски, немско-български, българо-немски, френско-български и т.н., както и машина (сървър) за търсене в Internet на сайтове. Ползуването на различни източници повишава разнообразието на гледните точки върху разглеждани проблем.

5.2. Търсят се различните видовете фокуси от т.2, които са дадени в избраните речници или от машината за търсене. Съставя се списък от всички различни видове фокуси.

5.3. За всеки елемент от списъка от т.5.2, който е представен обикновено чрез прилагателно и фокуса, напр. „преместващ се преобразувател", се поставят въпросите „Този възможен елемент, който е съчетание на прилагателно и фокуса, може ли да ни подскаже как би изглеждал обектът? Новият обект явява ли се решение на проблема?". Независимо дали съчетанието на двете думи е познато или не, целта е то да подскаже една възможна промяна в изходния обект.

Забележка. В предлагания метод не се включва класификация на основните функции (съставни части) на ТО, което е обект на метода „Морфологичен анализ и синтез" (т.2.5.2). Двата метода могат да се прилагат комбинирано.

Пример (маса за хранене)

1. Търси се нов външен вид или допълнителна функция или друга реализация на функция (главна или основни) на маса.

2. Маса, външен вид на маса, допълнителна функция на маса, друга реализация на маса (краката, плота).

3.1. Плот, крака.

3.2. (плот) форма, материал, размери, цвят, разглобяемост.

(крака)

3.3. Форма (напречно сечение, по дължина), материал, размери, цвят, брой, разположение и разглобяемост.

3.4. В таблица 2.3 е дадена една работна класификация за „форма".

3.5. Свързването на конкретните форми на фигурите (1.1-1.15) с плота показва, че почти всички са възможни и функционални, напр. плот с формата на: успоредник; ромб; триъгълник; друг многоъгълник; хипербола, затворена чрез права линия; равнинна спирала, стъпката на която позволява поставянето на предмети върху нея; няколко синусоиди, образуващи затворен контур; една синусоида, ограничена от другите три страни чрез прави (напречно и успоредно на оста й) - по този начин се разместват седящите на масата, което позволява по-добро използуване на нейното повърхност и др.

4.1. Масата е във вид на винтова линия, движеща се по сферична повърхност. Върху нея са поставени на подходящо оформени стъпала необходимите елементи за хранене.

4.2. Сферична винтова линия.

4.3. Плотът и краката могат да се оформят чрез тел, оформена по посочения начин.

4.4. Пространствена линия.

4.5. Този вид линии не са пряко включени в табл.2.3.

5.1. Руско-български политехнически речник.

5.2. При фокус „маса" в табл.2.4 е даден списък на изложените в речника видове маси.

5.3. Някои възможни решения са:

(охладителна маса) масата е направена от стъкло, в което тече вода, вълните на която се наблюдават от хранещите се;

(обръщателна маса) плотът на масата може да се завърта на 180°, с което тя става с две „лица", които се различават по оформление и оцветяване;

(кръгла въртяща се маса) върху плот е поставен втори плот с по-малък диаметър, който позволява чрез въртене да се предава храна или подправки на останалите;

(скарна маса) масата е оформена във вид на скара;

(люлеещa се маса) масата може да се люлее за забавление на хранещите се чрез затруднено хранене;

(сачмена маса) плотът е покрит със сачми, върху които и между които се поставят елементите за хранене;

(копирна маса) плотът е прозрачен; под него е

Таблица 2.3

Класификация на обект

Класификационен признак	***Видове „форма"***
1. Форма на фигурата	*1.1. Окръжност 1.2. Квадрат 1.3. Успоредник 1.4. Ромб 1.5. Елипса 1.6. Овал 1.7. Триъгълник 1.8. Друг многоъгълник 1.9. Хипербола 1.10. Парабола 1.11. Спирала 1.12. Синусоида 1.13. Циклоида 1.14. Др. 1.15. Комбинация*
2. Състояща се само от:	*2.1. Прави линии 2.2. Криви линии 2.3. Комбинация*
3. Закономерност	*3.1. Закономерна 3.2. Произволна*
4. Наличие на симетричност	*4.1. Несиметрична 4.2. С една равнина на симетрия 4.2. С две равнини на симетрия 4.3. С три равнини на симетрия 4.4. С друг вид (неогледална) симетричност*
5. Съставност	*5.1. Съставена от една фигура 5.2. Съставена от повече еднакви фигури 5.3. Съставена от повече различни фигури*
6. Разположение на съставните фигури	*6.1. Една до друга 6.2. Една в друга 6.3. Комбинирано*
7. Вид на фигурата	*7.1. Затворена 7.2. Отворена*
8. Вид	*8.1. Равнинна 8.2. Пространствена*
9. Разположение	*9.1. Хоризонтална 9.2. Вертикална 9.3. Наклонена*
10. Съставни части	*10.1. Линия 10.2. Повърхнина*

Таблица 2.4

Видове маси според руско- български политехнически речник

апаратна маса, маса за окачествяване, бракувъчна маса, маса за свързване на страници, вибрационна маса, въртяща се маса, въртяща се съчмометна маса, въртяща се маса на преса, помощна (спомагателна) маса, тръскаща (вибрационна) маса, хидропневматична маса, хоризонтална маса, двупозиционна въртяща се маса, декатир-машина, въртяща се делителна маса, дозировъчна (дозираща) маса, сачмометна маса, пълначна маса, гише за (място) за поръчка, зарядна маса, измервателна маса, контролна маса, изпитвателен пулт или маса, люлееща се маса, класификационна маса, маса за класифициране, скарна маса, контролен пулт или маса, концентрационна маса, кръстата маса, кръгла делителна маса, кръгла въртяща се маса, лабораторна маса, лентова маса, лично бюро, магнитна маса, монтажна (миньорска) маса, наборна маса, допълнителна маса, кроячна маса, завъртаща се (обръщаща се) маса, снемащата се (надолу) маса, охладителна маса, маса за охлаждане, сортировъчна маса, подвижна маса, предвижваща се маса, возима маса, прекъсваща маса, прехвърляща маса, пясъкоструйна маса, печатна маса, контролен (измервателен) стенд или пулт (маса), обръщателна (завъртаща се) маса, завъртащо-повдигаща се маса, подвижна маса, подемно-люлееща се маса, вибрационно-повдигателна маса, повдигателна маса, пълначна маса, пълнеща маса, пресова маса, приемна (приемателна) маса, нагаждаща се платформа, валцовъчна маса, проходна сачмоструйна маса, пусково табло (пулт), стартова площадка (на ракети), работна маса, трасажна маса, разпределителен пулт или маса (табло), ролкова маса, роторна маса (при сондиране), маса за рудосортировка, маса за ръчно рудообогатяване, копирна маса, мрежеста маса, контролна маса, платформа на сламо-силажорезачка, маса за сортиране, тръскаща се (вибрационна) маса, бюро справки, машинна маса, универсална делителна маса, формовъчна маса, чертожна маса, сачмена маса (платформа)

поставено осветление и подходящи орнаменти;

(кръстата маса) маса, чиято носеща част има кръстовидна форма;

(нагаждаща се платформа) маса, чиято височина се променя в зависимост от ръста и желанието на хранещите се;

(лентова маса) под масата се движи поточна лента, по която пристигат нови и се отнасят използувани посуда и др.;

(пясъкоструйна маса) масата представлява стъклен плот от две части, тип „пясъчен часовник";

(вибрационно-повдигателна маса) маса, която може да вибрира за да придвижи автоматично всичко върху нея в кошче (автоматично почистване);

(маса за охлаждане) маса с вграден вентилатор;

(повдигателна маса) плотът на масата може да се регулира по височина;

(вибрационна маса) маса, която напомня, напр. чрез вибриране, че е време за нова поръчка или за освобождаване на масата;

(стартова площадка (на ракети)) маса с приставка за изстрелване на ракети при хранене на малки деца;

(магнитна маса) масата се разделя на подходящи участъци за сервиране чрез използуване на магнити за закрепване на елементите (магнитите са впресовани напр. в порцеланова част);

(мрежеста маса) маса, чийто плот е получен от опънат найлонов конец;

(контролна маса) масата контролира (информира за) здравни показатели на хранещите се.

5.1'. Някои други речници са дадени по-долу.

5.2'. Видовете „маси" са:

Английско-български речник

Маса; помощна, спомагателна маса; маса за инструменти; разтегателна маса; сгъваема маса; изпитвателен (контролен) стенд; чертожна дъска, чертожна маса; вибрационна маса; люлееща се маса; ролганг; ролков път; ролков транспортьор; маса на ролки; наклоняема маса; маса (за сервиране) на колелца; заваръчна маса

Българо-немски речник

Кръгла маса, за сервиране, монтажна, работна, разтегателна, сгъваема, тенисна, чертожна маса

Българо-испански речник

Билярдна маса, нощна масичка

Internet (Google, маса, първите 100 резултати)

Усреднена маса, футболна маса (джаги), тенис на маса, маса от стъкло, щандова маса, средновековна кръгла маса, холна маса, аксесоари за маса, операционна маса, мускулна маса, шведска маса, ремонтна мотоциклетна маса, механична маса, кована маса

5.3'. Някои решения са:

(билярдна маса) маса, чиято покривка се закрепва под плота;

(щандова маса) маса, в която са изложени всички ястия (специалитетите на заведението), предлагани от заведението и която се показва на клиента преди приемане на поръчката;

(операционна маса) маса с монтирано осветление над нея с цел да създава променливи сенки върху нея при хранене;

(футболна маса) масата се състои от отделни сектори, които се надуват като футболна топка в зависимост от броя на необходимите места;

(аксесоари за маса) „брошка за маса", „пръстен за маса", „панделка за маса", часовник, лампа, вентилатор, слушалки и радио, телефон;

(нощна масичка) маса със стени, създаваща през деня усещане за полумрак и изолираща хранещите се

от останалите хора;

(работна маса) плот, който се прикача към работното място с цел докато се храни човек да продължи да работи.

2.5.12. МЕТОД „МОЗЪЧНА АТАКА" (BRAIN STORMING)

Автор: А. Осбърн

Основна идея: В подсъзнанието на човек се крият добри идеи за решаване на произволен проблем.

Методът изхожда от следните предпоставки:

- в спонтанно възникналите в подсъзнанието мисли често се крият добри идеи;
- качество на работа на човек се променя при съвместна работа в колектив;
- хората се страхуват (понякога подсъзнателно) да предлагат нерационални на пръв поглед идеи за да не станат обект на присмех от страна на околните;
- критиката влияе отрицателно върху спонтанното даване на идеи;
- чута (прочетена) мисъл (идея) обикновено предизвиква по асоциация или аналогия друга мисъл (идея).
- някои хора (т.н. генератори) лесно предлагат идеи;
- някои хора (т.н.експерти) лесно намират недостатъците на обекти и процеси;
- компетентните в даден проблем хора са ограничени в рамките на областта на разглеждания проблем;
- некомпетентните в даден проблем хора не са ограничени в рамките на областта на разглеждания проблем;
- съвместната работа на група хора се нуждае от организатор (председател);
- повече от 6- 10 човека не могат да изказват спонтанно възникналите в тях идеи.

Методът включва 2 етапа. Целта на първия етап е получаване на максимално количество идеи (без значение какво е тяхното качество), докато целта на втория етап е получаване на максимално качество на идеи.

Първи етап

Провежда се в уединено място, където 6-10 човека, заедно с председател ще търсят идеи за решение на проблема. Internet сесии са срещано явление. Част от участниците трябва да са специалисти по проблема, а останалите - трябва да не са специалисти. Всички участници трябва да са от типа „генератори", т.е. хора, които лесно генерират идеи.

Основното по време на атаката е всеки да изказва всяка спонтанно хрумнала му идея за решение, независимо дали тя е реална, фантастична, смешна или глупава. По тази причина не се допуска никаква критика по отношение на участник или негова идея. На този етап се разчита на получените по аналогия или асоциация идеи в съзнанието на участниците, които чуват идея, изказана от един от тях.

Председателят води атаката, като обяснява с разбираеми за участниците термини проблема, пресича всякаква критика по време на атаката, преформулира проблема ако атаката замира без достатъчно получени идеи.

Продължителността на атаката е около 20- 60 минути.

Втори етап

Група от експерти преглежда и оценява всички идеи, като се старае да вникне и осмисли всички идеи, независимо от техния вид. Някои от идеите могат да се обединят.

Освен т.н. права мозъчна атака, която беше разгледана по-горе, съществуват множество модификации. Някои от тях са: обратна мозъчна атака, писмена мозъчна атака, мозъчна атака в сянка, масова мозъчна атака, двойна мозъчна атака, мозъчна атака с оценка на идеите, анонимна мозъчна атака, дидактическа мозъчна атака, имагинерна мозъчна атака, метод 635, метод 126 и др.

2.5.13. МЕТОД „КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ"

Известни са множество методи под наименованието „Контролни въпроси", представляващи неподредена съвкупност от препоръки, които отразяват положителен обобщен опит на техните създатели. Някои от тези методи са „Метод на контролните въпроси на": А. Осбърн, Д. Джонс, Д. Пирсън, Х. Буул, Т. Ейлуарт, Е. Метчит, Грегори и др. По-долу се разглежда само един от тези методи.

Автор: Т. Ейлуарт

Основна идея: Положителният опит, представен под формата на въпроси или препоръки, може да бъде полезен при търсене на решения.

1. Да се изброят всички качества и определения на предполагаемото решение. Да се изменят.
2. Да се формулира ясно задачата. Да се опита с нови формулировки. Да се определят второстепенните и аналогичните задачи. Да се определят главните задачи.
3. Да се изброят недостатъците на съществуващите решения, на основните принципи и новите предложения.
4. Да се нахвърлят фантастични, биологични, икономични, химични, молекулярни и други аналогии.
5. Да се построи математичен, хидравличен, електронен, механичен и пр. модел. (Моделите по-точно изразяват идеята, отколкото аналогията).
6. Да се опитат различни видове материали и видове енергия: газ, течност, твърдо тяло, гел, пяна, паста и др.: топлинна, магнитна, електрическа, светлинна енергия, сила на удара и т.н.: различни дължини на вълните, повърхностни свойства и др. подобни; преходни състояния - замръзване, кондензация, преход през точката на Кюри и т.н.; ефектът на Джаул-Томсън, Фарадей и пр.
7. Да се изяснят варианти, зависимости, възможни връзки, логически съвпадения.
8. Да се узнае мнението на някои съвършено незапознати (неосведомени) с дадената работа хора.
9. Да се устрои импровизирано групово обсъждане, особено по време на дружеско събиране, да се изслуша всяка идея без критика.
10. Да се опитат някои "национални" решения: хитрото шотландско, всеобхващащото немско, разточителното американско, сложното китайско и т.н.
11. Да се "спи" с проблема, да се ходи на работа и разходка с него, да се приема душ, да се плува, пие, яде, играе на тенис - всичко това заедно с решавания проблем.

12. Да се броди сред стимулираща обстановка (метални отпадъци, технически музеи, магазини за евтини неща), да се прелистват списания, комикси и др.

13. Да се нахвърли таблица на цените, стойностите, преместванията, типовете материали и т.н. за различните решения на проблема или на отделните му части, да се търсят пропуски в решенията и нови комбинации.

14. Като се определи идеалното решение, да се разработят възможните подходи към него.

15. Да се видоизмени решението на задачата от гледна точка на времето (по-бързо или по-бавно), размерите, вискозитета и т.н.

16. С помощта на въображението да се влезе вътре в механизма.

17. Да се определят алтернативните проблеми и системи, които изземват определено звено от веригата и по този начин създават нещо съвършено друго, отвеждайки ни в страни от нужното решение.

18. Чий е този проблем? Защо е негов?

19. Кой е измислил това за първи път? Историята на въпроса? Какви лъжливи тълкувания на този проблем са известни?

20. Кой още е решавал тази задача? Какво е постигнал?

21. Да се определят общоприетите гранични условия и причините за тяхното установяване.

2.6. ТЪРСЕНЕ НА ЕВРИСТИЧНИ ЗАДАЧИ

Евристичните задачи, които най-често се решават от инженерите са задачите, които възникват в процеса на проектиране или експлоатация на ТО. Част от инженерите (а и останалите, т.н. обикновени хора) имат глупостта сами да си поставят за решаване на евристични задачи. Това са т.н. изобретателски задачи („искам да изобретя нещо, да покажа, че го мога, а след това ще видя какво ще правя с резултата - я патент ще търся, я паричен еквивалент, я нещо друго"). Обикновено като израз на особена симпатия тези хора се наричат от околните „откачалки". За тази категория студенти и инженери, към която спадат и авторите на учебника, по-долу се дават няколко метода за търсене на евристични задачи.

2.6.1. МЕТОД "ПРЕМАХВАНЕ НА АТРИБУТИВНИ ЧЕРТИ"

Алгоритъм

1. Избира се съществуващ обект О (технически обект ТО) или ситуация.

2. Описва се О (ТО) или ситуацията.

3. Уточняват се атрибутивните признаци.

4. За всеки признак от т.3:

4.1. Същият се премахва.

4.2. Формулира се задачата "**Да се намери обект (ТО)** " ..."*(конкретно наименование)*, **при който липсва**... *(конкретен признак)*".

С цел по-добро формулиране в зависимост от конкретния признак могат да се използуват и други думи.

5. Комбинират по двойки признаците от т.3.

6. За всяка двойка признаци:

6.1. Както т.4.2, но за конкретната двойка признаци.

7. Т.5 и т.6 се повтарят като се увеличава броят на премахнатите признаци, като тази дейност продължава докато е възможна.

Пример

1.ТО-копче

2. Копчето е най-често пластмасова или метална част с кръгла (цилиндрична) форма, малка дебелина и няколко отвора (2 или 4), чрез които с помощта на конец се зашива към едната част на дреха. Като преминава чрез тясната си и кръгла част през процеп (илик) в другата част на дрехата и след това застава с широката си част върху процепа то закрепва двете части на дрехата. Кръглата форма благоприятствува преминаването през процепа.

3. Признаци: материал - пластмаса или метал; форма - кръгла (цилиндрична); с отвори; няколко отвора; преминава през процеп; преминава с тясната си част през процеп; процепът е във втората част на дрехата; застава с широката си част върху процепа.

4. Задача 1: Да се намери ТО-"копче", при което липсва материал - пластмаса или метал, т.е. да се използува друг материал.

Задача 2: Да се намери ТО-"копче", при което формата не е кръгла (цилиндрична).

Задача 3: Да се намери ТО-"копче", при което липсват отвори.

Задача 4: Да се намери ТО-"копче", което е с един отвор.

Задача 5: Да се намери ТО-"копче", което не преминава през процепа.

Задача 6: Да се намери ТО-"копче", което не преминава с тясната си част през процепа.

Задача 7: Да се намери ТО-"копче", при което липсва процеп във втората част на дрехата.

Задача 8: Да се намери ТО-"копче", което не застава с широката си част върху процепа.

2.6.2. МЕТОД "НЕДОСТАТЪЦИ"

Алгоритъм

1. Избор на произволен ТО.

2. Определяне на недостатъците на ТО (чрез метод "Обратна мозъчна атака", чрез допитване до потребители и др.).

3. За всеки недостатък:

3.1. Формулира се задачата:

"**Да се отстрани** ...(конкретен недостатък) **на**... (конкретен ТО)"

4. Както т.3, но за комбинация от недостатъци.

2.6.3. МЕТОД "ДОБАВЯНЕ НА ПРИЗНАК"

Алгоритъм

1. Избор на ТО (изходен обект).

2. Определяне на класа обекти, в които участвува изходния обект.

3. За всеки сроден обект (обект, който е от класа обекти):

3.1. Определяне на признаците на сродния обект.

3.2. За всеки признак от т.3.1, който липсва в изходния обект се формулира задачата "**Да се намери обект (ТО)** "*...(конкретно наименование)*", **при който е налице**... *(конкретен признак)*".

4. Избор на случаен обект.

5. Определяне на признаците му.

6. За всеки признак от т.5 се формулира задачата от т.3.2.

Пример

1. ТО - абажур.

2. Клас: "осветителни тела".

3. Сроден обект: джобно фенерче.

3.1. Фенерче - устройство, състоящо се от лампа и батерия, предназначено за получаване на насочен сноп от светлинни лъчи.

Задача 1 : Да се намери ТО "абажур", при който е налице батерия.

Задача 2: Да се намери ТО "абажур", при който е налице получаване на насочен сноп от светлинни лъчи.

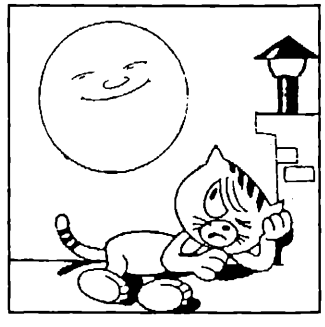
2.7. АВТОМАТИЗАЦИЯ

На пръв поглед творчество и автоматизация са несъвместими понятия, тъй като автоматизацията е възможна при формализирани дейности, а творчеството борави с неформализирани такива. Вярно е, че същинската част на творческия процес не се потдава на автоматизация, но същевременно почти всички процедури, включени в конкретен евристичен метод и насочващи към същинската творческа дейност са формализирани и следователно съществува възможност за тяхната автоматизация.

Под автоматизация на творческите методи следва да се разбира предаването на компютъра на част или всички формализирани процедури на тези методи. Автоматизацията обикновено се свежда до използуването на приложни или специализирани програми или програмни езици, които реализират отделни стъпки от методите. Например за организация в таблици (методи „Морфологичен анализ и синтез", „Отрицание на признаци" и др.) е подходящ Word или Excel, за свързване на свойства на елементи (метод „Класификации", „Фокусни обекти" и др.) - Access, за търсене на информация (метод „Тотална аналогия", „Аналогия" и др.) - търсещи машини в Internet, за създаване на специализирани фондове за даден метод (метод „Алгоритъм за решаване на изобретателски задачи АРИЗ" и др.) - специализиран software (напр. Invention Machine).

Юлияна Радулова

"Небето потъмнява и мисля,
че ще завали",
каза той и наистина повече
не спря да вали,
времето сложи нещата
по местата им,
алигаторите заприличаха на
сувенири,
"Сякаш е края на света",
каза той така пребледнял,
така пребледнял,
че почти изчезна между
страниците на книгата.
"Мразя фотографията", казах аз и
се отпуснах
някъде между дивана и един напев
по радиото –
понякога се страхувам, че не
съществуват
шумове, коктейли, метра,
високо говорящи хора, които
повтарят
едно и също,
като ръцете ти като
бели риби които бягат
като кучетата ти които
сега станаха и мои
кучета



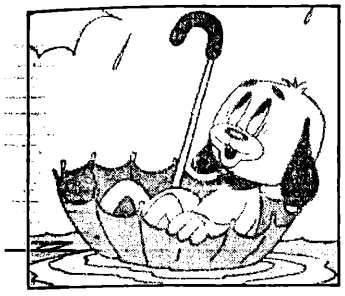
Ама че сухоежбина!..

Глава 3.

ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ И СИНТЕЗ НА ТЕХНИЧЕСКИ ОБЕКТ

или *приказка за това, как вълкът и седемте козлета, анализирайки и синтезирайки си, заживели щастливо*

3.1. Потоци
3.2. Инженерни ефекти и явления
3.3. Описания на технически обект
3.4. Функционална декомпозиция
3.5. Автоматизация



Колкото по-малко знаеш толкова по-добре живееш (защото не знаеш колко малко знаеш).
(оправдание)

3.1. ПОТОЦИ

Във ТО са налице входящи и изходящи потоци. Под поток се разбира движение във времето на материал или енергия, или информация (сигнал) в ТО.

Според характера на придвижващата се субстанция потоците биват материал, енергия и информация (сигнал). Материален поток е кафето в кафемелачката, като входящия поток е кафе на зърна, а изходящият - кафе на прах. Енергиен поток е ел. енергия в трансформатор, като входящият поток е ел. енергия с едни параметри (ел. енергия 1), а изходящият поток - ел. енергия с други параметри (ел. енергия 2). Информационен поток е светлинният сигнал на ютията, който показва, че тя работи.

Според физическия носител потоците биват:
- електрически (електронен);
- магнитен;
- механичен;
- термичен;
- флуиден (хидравличен, пневматичен, вакуумен);
- вълнов (вкл. акустично-вълнов и механично-вълнов);
- оптичен;
- атомен;
- химичен и
- биологичен.

Примери за някои ТО, в които присъствуват тези потоци са: ютия (електрически), електродвигател (магнитен), кафемелачка (механичен), радиатор (термичен), помпа (флуиден), високоговорител (акустичен), ел. лампа (оптичен), рентгенов апарат (атомен), електролитна вана (химичен), биофилтър (биологичен).

3.2. ИНЖЕНЕРНИ ЕФЕКТИ И ЯВЛЕНИЯ

Под **инженерен ефект** или явление (ИЕ) се разбира закон или следствие, или придружаващо ги явление, които са намерили или могат да намерят приложение в техническите обекти.

ИЕ са много важни, тъй като те се явяват сърцевината на всеки ТО.

3.2.1. ВИДОВЕ

ИЕ могат да се класифицират според тяхната природа. Наименованията на фундаменталните науки, както и наименованията на техните раздели определят и видовете ИЕ, а именно: физични, химични, математични, биологични и др. По-долу са дадени в качеството на илюстриращи по няколко от всеки вид ИЕ.

Физични

• **Електрически**

Вихрови токове (токове на Фуко) - възникване на затворени електрически токове в масивен проводник под влияние на променливо магнитно поле или при движение на проводниците в магнитно поле.

Електромагнитна индукция - възникване на ел. (индуциран) ток в затворен проводников контур при промяна във времето на магнитния поток през площта, ограничена от контура. Появата на ел. ток показва, че в контура възниква индуцирано електродвижещо напрежение.

Закон на Джаул-Ленц - отделяне на топлина от проводник при протичане по него на ел. ток.

• **Механични**

Инерционна сила - сила, възникваща в система, която се движи ускорително спрямо някоя неинерциална отправна система.

Жироскопен ефект - способността на въртящо се тяло да запази в пространството неизменно направление на оста си на въртене.

Триене - силата, която оказва съпротивление при относителното движение при допиращите се повърхности.

• **Топлинни**

Биметална пластина - две тънки ленти от различни метали (различен коефициент на линейно разширение), заварени помежду си и подложени на температурни промени се огъват.

Ефект на Зеебек (термоелектричество) - възникване на е.д.н. в ел. верига, състояща се от последователно съединени разнородни проводници, контактите мужду които имат различни температури; при два проводника

се говори за термодвойка.

Ефект на Пелтие - отделяне или поглъщане на топлина при протичане на ел. ток през контакт от разнородни проводници.

• **Светлинни**

Вентилен фотоефект - възникване на е.д.н. в система, съдържаща контакт между два различни полупроводника или между полупроводник и метал, при поглъщане на оптично излъчване.

Ефект на Дембер - възникване на е.д.н. в еднороден полупроводник при неговото неравномерно осветяване; е.д.с възниква между осветената и неосветената повърхности на полупроводника при поглъщане на светлина от него.

Фотопроводимост (фоторезистивен ефект, вътрешен фотоефект) - увеличаване на електропроводимостта, респ. намаляване на съпротивлението, на полупроводник под действието на електромагнитно излъчване

• **Флуидни**

Електрохидравличен ефект (удар) - възникване на високо налягане в резултат на електрически разряд между два електрода, потопени в течност. Налягането се получава за сметка на енергията на импулсната ударна вълна, която се разпространява в работната среда (обикновено вода) около разряда.

Закон на Архимед - на всяко тяло, потопено изцяло или частично в течност или газ действува изтласкваща сила, равна на теглото на изместената от тялото течност или газ.

Закон на Паскал - всяка промяна на налягането върху която и да е част от течността се предава от последната равномерно във всички посоки. Предаването не се извършва мигновено, а със скоростта, с която се разпространяват звуковите вълни в съответната среда. Законът показва способността на течностите да предават сили на разстояние.

• **Магнитни**

Точка на Кюри - температурна точка за всеки феромагнетик, при която той загубва магнитните си свойства и се превръща в парамагнетик. Точката на Кюри за Fe е 1043 K, за Ni- 633 K и т.н.

Магнитноеластичен ефект (Ефект на Вилари) - изменение на ел. съпротивление на феромагнетик, поставен в магнитно поле и подложено едностранно на еластично напрежение на опън или натиск.

Магнитострикция (ефект на Джаул) - изменение на формата и линейните размери на феромагнетиците при поставянето им в магнитно поле.

• **Акустични**

Акустоелектричен ефект - поява на постоянен ток (акустоелектричен ток) в затворен проводник при разпространение на ултразвукова вълна в проводника.

Акустично съпротивление - акустичното съпротивление на една среда представлява произведението от плътността на средата и скоростта на звука в тази среда.

Реверберация - процес на постепенно затихване на звука в закрити помещения след преустановяване на действието на неговия източник.

• **Атомни**

Радиоактивност - самоволно превръщане на едни атомни ядра в други, съпроводено с излъчване на елементарни частици (лъчи).

Ефект на Мьосбауер - излъчване или поглъщане на гава лъчи от атомни ядра, свързани в кристална решетка.

Ядрен магнитен резонанс - резонансно поглъщане на енергия, свързано с магнитния момент на протоните на веществата.

• **Др.**

Заб. При някои ИЕ причисляването им към една или друга група е условно.

Основните физични ефекти могат да се видят в табл.3.1.

Химични

Химични транспортни реакции - твърди или течни вещества, които взаимодействувайки с газообразни, образуват газообразни продукти. Последните след пренасяне в друга част на системата и при промяна на температурата се разлагат като отделят изходното вещество в първоначалното му агрегатно състояние..

Дестилация - процес на разделяне на течна смес чрез частично изпаряване и следваща кондензация на парите.

Екстракция - процес на разделяне на смес от течни или твърди вещества чрез екстрахиране - избирателно разтваряне в определени течности (екстрагенти) на един или друг компонент (съставна част) на една смес.

Електролиза - химичен процес, протичащ в електролит. При пропускането на постоянен ел. ток през него йоните от електролита се насочват към електродите: катионите към катода, а анионите - към анода.

Газификация на твърдо гориво - превръщане на течно гориво (нефт, мазут и др.) в горлив газ чрез пиролиза на въглеводородите и чрез конверсия на разпадните продукти с водна пара, кислород и въздух в газгенератор.

Математични

• **Геометрични**

Елипса - геометрично място на точки в равнина, за всяка от които сумата от разстоянията до две зададени точки (наречени фокуси на елипсата) е постоянна величина.

Оптично свойство: лъч, преминаващ през единия фокус след отразяване от елипсата, попада в другия фокус.

Парабола - геометрично място на точки в равнина, за всяка от които разстоянието до зададена точка, наречена фокус на параболата, е равно на разстоянието до зададена права, наречена директриса на параболата.

Оптично свойство: лъч, преминаващ през фокуса след отразяването от параболата става успореден на нейната ос.

Хипербола - геометрично място на точки в равнина, за всяка от които разликата в разстоянията до две зададени точки, наречени фокуси на хиперболата, е постоянна величина.

Оптично свойство: лъч, преминаващ през единия фокус след отразяването от хиперболата се движи така, сякаш изхожда от другия фокус.

Лента на Мьобиус - лента, единият край на която е завъртян на 180° и закрепен неподвижно за другия край.

Свойство: лентата е едностранна.

Триъгълник на Рело - ако от всеки връх на равно-

странен триъгълник се очертае дъга от окръжност, съединяваща срещуположните два върха, се получава криволинеен триъгълник, наречен триъгълник на Рело. Триъгълникът на Рело очертава квадрат ако се върти около своя център, а самият център се движи по окръжност около точката на пресичане на диагоналите на квадрата, но в обратна посока и три пъти по-бързо от триъгълника..

• **Др.**

Биологични

• **Физиологични**

Температура на човешкото тяло - излъчван топлинен поток от човешкото тяло, изменящ се в малки граници.

Рефлекс - ответна реакция на организма на дразнене, която реакция се осъществява при участието на нервната система. Рефлексите биват безусловни, условни и др.

Имунна система на кръвта - проникналите в кръвта чужди вещества (антигени), като напр. бактериален белтък, белтък от животински или растителен произход, вируси и токсини, се обезвреждат с помощта на антитела, наречени имуноглобулини.

• **Зоологични**

Биофилтър - резервоар, запълнен с филтриращ материал за изкуствено биологично пречистване на отпадъчни води. Налице е биологична ципа от аеробни бактерии, които окисляват органичните вещества.

Тиобактерии - в процеса на жизнената си дейност тези бактерии окисляват сулфидите до сулфати, чиято разтворимост е по-голяма от разтворимостта на изходните съединения. Така те способствуват за отделяна на метала в рудата.

Стерилазация - пълно унищожение на микроорганизмите и техните спори чрез висока температура, химични вещества и др.

• **Ботанични**

Фотосинтеза - процесът на поглъщане от организмите на светлинна слънчева енергия и преобразуването ѝ в химична енергия.

Тропизми - двигателни реакции на растенията под влияние на едностранно действуващи фактори от околната среда: температура (термотропизъм), светлина (фототропизъм) и др. Движенията могат да бъдат по посока на дразнителя (положителни тропизми) или в обратна посока (обратни тропизми).

Всмукване - активен физиологичен процес на преминаване на различни вещества през клетъчната мембрана в клетката, напр. всмукване на вода и минерални вещества от почвата при растенията.

• **Психологични**

Инерция на зрителното усещане (стробоскопичен ефект) - запазване на възприетото от мозъка усещане за светлина за кратък интервал от време след отстраняване на реалния светлинен дразнител. Така последователните изображения създават впечатлението за непрекъснатост, ако следвт достатъчно близо едно след друго

Ефект на Доплер - честотата на звука, който се възприема от даден наблюдател се отличава от честотата на звука, излъчван от източника, ако наблюдателят или източникът, или и двамата се движат спрямо средата, в която се разпространява звукът.

Илюзия на Шарпантие- при едновременно повдигане с двете ръце на по-лек и по-тежък предмет по-лекият се възприема като още по-лек, отколкото ако се повдигне само той.

• **Др.**

3.2.2. ПРИЛОЖЕНИЕ НА НЯКОИ ЕФЕКТИ

Опитът от използуването на ИЕ е отразен в табл.3.1 и 3.2. Основните технически задачи, които могат да се решават чрез конкретни ИЕ (**задача- ИЕ**), са дадени в табл.3.1, а приложението на някои конкретни ИЕ при решаването на инженерни задачи (**ИЕ - задача**) е показано в табл.3.2. Възможностите на преобразуване на конкретен вход в изход (вж.т.3.3) е дадено в приложение П10.

Таблица 3.1

Задачи, които могат да бъдат решени с помощта на някои физични ефекти [14, 30, 34]

Задача. **Инженерни ефекти**
1. **Измерване на температура.** Топлинно разширение, предизвиканото от него изменение на собствената честота на трептене. Спектър на излъчване. Изменение на оптичните, електричните, магнитните свойства на веществата. Фазови преходи. Преходи при температурата на Кюри. Ефект на Хопкинсън и Баркхаузен. Пиро — и термоелектричен ефект. Термострикция. Термокапилярен ефект. Течни кристали. Ефект на Доплер. Ефект на Зеебек.
2. **Понижаване на температурата.** Фазови преходи. Ефект на Джаул-Томсън. Магнитокалоричен ефект. Термоелектрични и термомагнитни явления. Сорбция. Механокалоричен ефект. Излъчване. Дифузия. Изпарение. Конвекция. Лазерно охлаждане на атоми. Адиабатно размагнитване.
3. **Повишаване на температурата.** Електромагнитна индукция. Вихрови токове. Повърхностен ефект. Диелектрическо нагряване. Електронно нагряване. Електрични разряди в газове. Поглъщане и излъчване на светлина. Термоелектрични и термомагнитни явления. Триене. Сорбция. Механокалоричен ефект. Топлинни въздействия на токове и полета. Излъчване. Дифузия. Ултразвуково нагряване. Конвекция.
4. **Стабилизация на температурата.** Фазови преходи (в това число и преход при температурата на Кюри). Турболентност.

5. **Индикация на положенията и преместването на обект.** Въвеждане на белег, знак — вещества, преобразуващи външни полета (луминофори, подложени примерно на ултравиолетово облъчване) или създаващи свои полета (феромагнетици), което ги прави лесни за откриване. Отражение и излъчване на светлина. Фотоефект. Деформация. Рентгеново и радиоактивно излъчване. Луминесценция. Изменение на електрични и магнитни полета. Електрични разряди. Ефект на Доплер. Реверберация. Ултразвук. Интерференция. Холография. Пиезоелектричен ефект. Оптични методи за индикация. Механооптични явления. Поляризация. Ядрен магнитен резонанс. Магнитна индукция.

6. **Управляване преместването на обект**. Действие на магнитни полета върху обекта или върху феромагнетик, свързан с обекта. Действие на електрично поле върху зареден обект. Предаване на налягане в течности и газове. Механични трептения. Центробежни сили. Топлинно разширение. Светлинно налягане. Електрични и магнитни полета. Наелектризиране. Вихрови токове. Гравитация. Закон на Архимед. Подемна сила. Резонанс. Звуково налягане. Закон на Бернули.

7. **Управляване на движението на течности и газове.** Капилярност. Осмоза. Ефект на Бернули. Вълново движение. Повърхностни явления. Течене на течност и газ. Електрокинетични явления. Въздействие на електрични и магнитни полета с феромагнитни добавки. Светлинно налягане. Йонизация.

8. **Управляване на аерозолен поток (прах, дим, мъгла). Електризация**. Електрични и магнични полета. Налягане на светлината. Центробежни сили. Инерционни сили и гравитация. Действие на ултразвук. Фото- и термофореза. Конвекция.

9. **Получаване на смеси. Образуване на разтвори**. Кавитация. Дифузия. Електрични полета. Магнитно поле в съчетание с феромагнитни вещества. Електрофореза. Ултразвук. Акустична кавитация. Трептения. Електрохидравличен ефект.

10. **Разделяне на смеси.** Електросепарация и магнитна сепарация. Изменение на плътността на течността-разделител под действие на електрични и магнитни полета. Центробежни сили. Въртеливо движение. Гравитация. Ултразвук. Резонанс. Сорбция. Дифузия. Осмоза. Фазови преходи. Стоящи вълни. Трибоелектричество. Електроосмоза и електрофореза. Ефузия. Изотопни ефекти. Капилярни явления. Мокрене. Светлинно налягане. Светоиндуциран дрейф. Термодифузия.

11. **Стабилизиране на положението на обект**. Електрични и магнитни полета. Фиксация в течности, втвърдяващи се в магнитни и електрични полета. Жироскопен ефект. Реактивно движение. Деформация. Вихрови токове. Вискозоелектричен ефект. Топлинно разширение.

12. **Въздействие и регулиране на сили. Създаване на големи налягания.** Действие на електрични и магнитни полета. Фазови преходи. Топлинно разширение. Инерционни сили. Гравитация. Центробежни сили. Изменение на хидростатичните сили чрез изменение на относителната плътност на магнитна или електропроводима течност в магнитно поле. Приложение на взривни вещества. Осмоза. Деформация. Електрохидравличен ефект. Оптикохидравличен ефект. Хидростатика и хидродинамика. Фотоадсорбционен ефект. Пиезоефект и магнитострикция. Светлинно и звуково налягане. Еластична деформация.

13. **Изменение на триенето.** Аномално ниско триене. Ефект на неизносването. Трептения. Въздействие на лъчения. Йонна имплантация.

14. **Разрушаване на обекти.** Електрични разряди. Електрохидравличен ефект (удар). Резонанс. Ултразвук. Кавитация. Индуцирано излъчване. Инерционни сили. Ефект на Баушингер. Хидравлични удари. Пробив в диелектрици. Лазери. Мощни взривни вълни. Ефект на Ребиндер.

15. **Акумулиране на механична и вътрешна енергия.** Инерционни сили. Еластични деформации. Фазови преходи. Жироскопен ефект. Пиезоелектричен ефект. Потенциална енергия в гравитационно поле.

16. **Предаване на енергия (механична, топлинна, лъчиста, електрическа).** Деформации. Трептения. Ефект на Александров. Вълново движение, в това число ударни вълни. Излъчване. Топлопроводимост. Конвекция. Топлинен диод. Отражение на светлината (световоди). Индуцирано излъчване. Електромагнитна индукция. Свръхпроводимост. Лазери. Топломасообмен. Ултразвук. Взаимна индукция. Електромеханични ефекти. Взаимодействие на електрони с веществото. Хидравлични удари. Взривни вълни. Ефект на самофокусиране на електромагнитни вълни.

17. **Установяване на взаимодействие между подвижни (изменящи се) и неподвижни (неизменящи се) обекти.** Използване на електромагнитни полета.

18. **Измерване на размерите на обекти.** Измерване на собствената честота на трептене. Нанасяне и отчитане на магнитни и електрични белези, знаци. Зависимост на честотата на собствените трептения от размерите. Електропроводимост. Магнитошумово измерване на размерите. Магнитна индукция. Разряди. Супермагнетизъм. Оптични и акустични методи. Еластично разсейване на електрони.

19. **Изменение на размерите на обекти.** Топлинно разширение. Деформации. Магнитострикция. Електрострикция. Пиезоелектричен ефект. Ефект на Пойтинг. Фазови преходи. Електро- и магнитомеханични ефекти. Неутронно „бухване" (раздуване). Механострикция. Мембранен ефект на Лифшиц. Абсолютно нееластичен удар.

20. **Контрол на състоянието и свойствата на повърхност**. Електрични разряди. Отражение на светлината. Електронна емисия. Излъчване. Триене. Повърхностни явления. Електрични методи. Оптични методи. Оже ефект. Дифракция на електрони. Ефект на Крамер. Ефект на полето. Интерференция на вълни.

21. **Изменение на повърхностните свойства.** Управление чрез триене. Адсорбация. Дифузия. Ефект на Баушингер. Електрични разряди. Механични и акустични трептения. Ултравиолетово излъчване. Фазови преходи. Повърхностни явления. Сорбция. Ефект на Томсън. Ултразвук. Облъчване. Радиационен блистеринг.

22. **Контрол на състоянието и свойствата и обем. Изследване и регистриране структурата на обекти.** Въвеждане на вещества — „знак, белег", преобразуващи външни полета (луминофори) или създаващи свои полета (феромагнити), зависещи от състоянието и свойствата на изследваните вещества. Изменение на относителното електрическо съпротивление в зависимост от измененнето на структурата и свойствата на обекта. Взаимодействие със светлината. Електро- и магнитооптични явления. Поляризирана светлина. Рентгенови и радиоактивни излъчвания. Електронен парамагнитен и ядрен магнитен резонанс. Магнитоеластичен ефект. Преход през температурата на Кюри. Ефект на Хопкинсън и Баркхаузен. Измерване на собствената честота на трептене на обекта. Ултразвук. Ефект на Мьосбауер. Ефект на Хол. Холография. Поглъщане на светлина. Термомагнитни явления. Пречупване на светлината. Закон на Ахримед. Сумарни трептения. Инерция. Дефектоскопия. Електромагнитни, оптични и радиационни методи. Инерционни сили. Ефект на Котон. Суперпарамагнетизъм.

23. **Измерване на обемните свойства на обекта. Изменение на структурата.** Изменение на свойствата на течност (относителна плътност, вискозитет) под действие на електрични и магнитни полета. Въвеждане на феромагнитно вещество и на действието на магнитно поле. Топлинно въздействие. Фазови преходи. Йонизация под действието на електрично поле. Ултравиолетово, рентгеново, радиоактивно излъчване. Деформация. Дифузия. Електрични и магнитни полета. Ефект на Баушингер. Термоелектрични, термомагнитни и термооптични ефекти. Кавитация. Фотохромен ефект. Вътрешен фотоефект. Излъчвания. Индукционни токове. Ултразвук. Облъчване. Изменение на оптичните свойства.

24. **Създаване на зададена структура. Стабилизиране на структурата на обекта.** Интерференция на вълни. Стоящи вълни. Магнитни полета. Фазови преходи. Механични и акустични трептения. Кавитация. Вълнови явления.

25. **Анализ на състава на тела.** Сорбция. Осмоза. Електрични полета. Въздействие на излъчвания. Анализ на излъчването на тела. Оптикоакустичен ефект. Ефект на Мьосбауер. Явления при електронен парамагнитен и ядрен магнитен резонанс. Поляризация на светлина.

26. **Индикация на електрични и магнитни полета.** Осмоза. Наелектризиране на телата. Електрични разряди. Пиезо- и сегнетоелктрични ефекти. Електрети. Електронна емисия. Електрични явления. Ефект на Хопкинсън и Баркхаузен. Ефект на Хол. Ядрен магнитен резонанс. Жиромагнитни и магнитооптични явления. Движение на заряди. Изменение на параметрите на веществото. Ефект на Етингсхаузен. Ефект на Зееман.

27. **Индикация на излъчване.** Оптикоакустичен ефект. Топлинно разширение. Луминесценция. Фотоефект. Фотопластичен ефект. Нагряване на излъчващо вещество. Фотоелектрични и фотохимични явления. Йонизация. Явления от микросвета. Ефект на увличане.

28. **Генериране на електромагнитно излъчване.** Ефект на Джозефсон. Явления на индуцирано излъчване. Тунелен ефект. Луминесценция. Ефект на Хан. Ефект на Черенков. Електрични методи.

29. **Управление на електромагнитни полета.** Електростатична индукция. Електромагнитна индукция. Екраниране. Изменение в състоянието на среда, например увеличаване или намаляване на нейната електропроводимост. Изменение във формата на повърхността на телата, взаимодействащи с полета. Свръхпроводимост. Електрокалоричен ефект. Пиезомагнетици и пиезоелектрици. Магнитоелектрици. Контактни, термоелектрични и емисионни явления. Галвано- и термомагнитни явления. Фотоелектрични явления.

30. **Управление на поток светлина.** Модулация на светлината. Пречупване и отражение на светлината. Електро- и магнитооптични явления. Фотоеластичност. Ефекти на Кер и Фарадей. Ефект на Максуел. Влияние на анизотропията. Нелинейни ефекти. Ефект на Покелс. Ефект на Франц- Келдиш.

31. **Инициране и интензифициране на химически превръщания.** Ултразвук. Кавитация. Ултравиолетови, рентгенови, радиоактивни излъчвания. Електрични разряди. Ударни вълни.

32. **Създаване на физически вакуум.** Дифузия. Сорбция. Електрични разряди. Въздействие на електрични и магнитни полета.

33. **Управление чрез електромагнитни полета.** Електростатична индукция. Екраниране. Свръхпроводимост. Електромагнитна индукция. Електрокалоричен ефект. Пиезомагнетици и пиезоелектрици. Магнитоелектрици. Контактни, термоелектрични и емисионни явления. Галвано- и термомагнитни явления. Електрокинетични явления. Фотоелектрични явления.

34. **Управляване чрез светлина.** Отражение и пречупване на светлината. Влияние на анизотропията. Нелинейни ефекти.

35. **Преобразуване на енергия.** Ефект на Етингсхаузен. Ефект на Зеебек (термоелементи). Вентилен фотоефект. Пироелектричен ефект. Сплави с „памет на формата". Стоящи вълни. Фототермоакустичен ефект.

36. **Изследване на повърхността на Ферми в метали.** Анихилация на позитрони. Ефект на Гантмахер. Ефект на Де Хаас- Ван Алфен и Шубников- Де Хаас. Ефект на Зондхаймер. Ефект на Кон. Ефект на Шарвин. Магнитоакустичен резонанс. Аномален скин ефект. Циклотронен резонанс.

37. **Уякчаване на метали.** Облъчване с алфа частици и неутрони. Йонна имплантация. Електрохидравличен ефект. Светохидравличен ефект. Ударни вълни. Лазери.

38. **Изучаване на структурни дефекти в твърдото тяло.** Взаимодействие на позитрони и мюони с веществото. Дифракция на рентгенови лъчи. Електронен парамагнитен резонанс. Ефект на Борман. Ефект на Мьосбауер. Ефект на сенките. Ефект на Степанов. Параелектричен резонанс. Ядрен квадруполен резонанс.

39. **Изследване на тънки слоеве и покрития.** Дифракция на електрони. Отражение на рентгенови лъчи. Нарушено пълно вътрешно отражение. Оже ефект. Ефект на Крамер. Магнитооптичен ефект на Кер. Квантов размерен ефект.

Ефект на гигантско комбинационно разсейване на светлината.

40. **Изследване строежа на атома.** Ефект на Айнщайн- Де Хаас. Ефект на Комптън. Рентгеново излъчване. Атомни спектри.

41. **Изследване на атомното ядро.** Взаимодействие на гама лъчите с веществото. Ефект на Комптън. Ефект на Мьосбауер. Ядрен квадруполен резонанс.

42. **Изучаване на фононите и взаимодействието им с електроните.** Ефект на Брилуен-Манделщам. Ефект на Де Хаас- Бирмаш. Магнитоплазмени вълни. Магнитофононен резонанс. Поглъщане на звука. Циклотронен резонанс.

Таблица 3.2

Приложение на някои физични ефекти и явления [14, 30, 34]

Инженерен ефект. **Решавани задачи**

1. **Топлинно разширение.** Изменение на размерите на обекти. Създаване и регулиране на ниски и високи налягания. Осъществяване и управление на микропремествания. Температурни датчици. Енергетични датчици. Дилатометрия.

2. **Капилярност. Мокрене.** Предаване и разпределяне на течности по повърхнини и обеми. Флотация, импрегниране, кондензация. Осигуряване и регулиране на малки разходи и дозиране на течности.

3. **Сорбция.** Разделяне на смеси. Създаване на висок вакуум. Промяна в свойствата на повърхности и обеми.

4. **Фазови преходи.** Поглъщане, отдаване, акумулиране на вътрешна енергия. Стабилизиране на температура. Създаване на високи налягания. Изменение в електричните и магнитните свойства.

5. **Дифузия.** Получаване, хомогенизиране на смеси. Разделяне на смеси. Създаване на висок вакуум. Изменение и управляване на повърхностните и обемните свойства на тела.

6. **Осмоза.** Разделяне на смеси.

7. **Ефект на Баушингер.** Промяна на еластичните и пластични свойства на метал.

8. **Удар на телата (ефект на Александров).** Увеличаване на ефективността на предаване на енергия при удари.

9. **Предаване на налягане в течности и газове (закон на Паскал и закон на Архимед).** Усилване и отслабване на силово въздействие. Управляване на направлението на сили. Компенсиране на гравитационни сили.

10. **Закон на Бернули.** Управляване на пневматични и хидравлични потоци. Измерване на параметрите им.

11. **Ефект на Джаул-Томсън.** Охлаждане и втечняване на газове. Определяне на термодинамичните им параметри.

12. **Наелектризиране на телата.** Трибоелектричество. Интензификация на технологични процеси. Управляване на движението на веществото, особено във вид на аерозоли.

13. **Електрични разряди в газове.** Източници на електрични разряди, светлина, високи температури. Интензификация на технологични и химични процеси. Термоядрени реакции. Обработка на повърхности. Получаване на вакуум.

14. **Свръхпроводимост. Ефект на Джозефсон.** Предаване на енергия почти без загуби. Получаване на силни токове и силни магнитни полета. Източници на кохерентно монохроматично излъчване. Криотрон. Свръхвисокочестотни генератори и приемници.

15. **Ефект на Хопкинсън. Фазови преходи при температурата на Кюри за феромагнетици.** Датчици за температура. Измерване на физични характеристики на веществото. Управляване на магнитни свойства.

16. **Ефект на Бархаузен.** Датчици за магнитно поле. Управляване на процеса намагнитване. Регистриране на импулсни процеси.

17. **Магнитокалоричен ефект.** Получаване на ниски и свръхниски температури.

18. **Движение на тела под действие на силите на привличане.** Източници на енергия. Датчици за интервали от време. Изучаване параметрите на лепкави, вискозни, жилави среди.

19. **Въртеливо движение.** Източници на центробежни сили. Разделяне на нееднородни смеси. Регулируемо силово въздействие.

20. **Жироскопен ефект.** Осигуряване устойчивост на обекти. Управляване положението и въртенето на тела в пространството. Акумулиране на кинетична енергия.

21. **Механични трептения.** Избирателно въздействие върху елементи на системи. Управляване измерванията в структурата на веществото. Измерване на сили и маси. Усилване на механично въздействие. Намаляване на триенето.

22. **Интерференция на вълните. Стоящи вълни.** Създаване на периодични структури в пространството. Получаване на информация за състоянието и формата на обекти. Регистриране на микропремествания.

23. **Ултразвук.** Силово въздействие върху веществото. Измерване на параметрите на веществото. Интензификация на процеси в целия обем на веществото.

24. **Кавитация.** Обработка на повърхности. Интензификация на параметрите на суспензии и емулсии.

25. **Вълново движение.** Пренасяне на енергия без пренасяне на вещество. Изменение на параметрите на механично движение.

26. **Триене.** Източник на топлина (заваряване). Предаване на движение. Управляване на движението на тела.

27. **Дифракция на вълни.** Откриване и измерване на нееднородности. Разлагане на вълни в спектър.

28. **Разлагане на светлината. Инфрачервени и ултравиолетови лъчи. Видима светлина.** Измерване на характеристики на вещество. Инициране и интензифициране на химически превръщания. Регулируемо силово въздействие. Управляване на електрически разряди.

29. **Холография.** Регистриране на структура, форма, свойства на обекти и изменението им.

30. **Оптикоакустичен ефект.** Регистриране и анализ на вътрешноатомни и вътреномолекулни процеси. Анализ на състава на газове. Регистриране на излъчвания.

31. **Отразяване и пречупване на светлината.** Управление на светлинни потоци. Изучаване на оптични свойства на вещества.

32. **Рентгеново и радиоактивни излъчвания.** Определяне и изменение на структурата и характеристиката на обекти. Инициране и интензифициране на химични превръщания. Въздействие върху биологични обекти.

33. **Индуцирано излъчване.** Генериране на монохроматични електромагнитни вълни. Предаване на енергия и информация. Нагряване, обработване и разрушаване на материали.

34. **Ефект на Мьосбауер.** Анализ на кристални структури. Анализ на химичен състав на веществото.

35. **Електронен парамагнитен резонанс.** Изучаване състава на веществата и на физикохимични превръщания.

36. **Ядрен магнитен резонанс.** Измерване на параметрите на магнитните полета. Анализ на състава на вещество. Измерване на количеството вещество.

37. **Ефект на Хол.** Измерване преместванията на обекти. Изучаване на структурата и характеристиките на полупроводници. Измерване на параметри на магнитните полета. Преобразуване на токове, модулация на електронни сигнали, запис на звук, усилване на токове.

38. **Термомагнитни явления.** Получаване и измерване на температурни падове. Изучаване структурата и свойствата на полупроводници.

39. **Електрострикция.** Активни управляеми оптически елементи. Възбуждане на ултразвукови вълни.

40. **Запазване на електризацията. Електрети.** Измерване на влажност, радиация, електрични полета.

41. **Пиезоелектричен ефект.** Взаимно преобразуване (превръщане) на електрични и механични трептения. Получаване на ниски и високи електрични напрежения.

42. **Пироелектричен ефект.** Откриване на инфрачервено лъчение.

43. **Сегнетоелектричен ефект.** Усилване и стабилизация на токове и напрежения. Логически елементи, клетки, памет. Датчици и регулатори за температура. Датчици за електрично поле.

44. **Термоелектрични явления.** Охлаждане и нагряване на обекти. Измерване на температури. Генериране на електрическа енергия.

45. **Индуциране на токове в плътни проводници.** Нагряване на обекти или на частите им. Управляване движението на обекта.

46. **Явления при електронна емисия.** Преобразуване на енергия. Получаване на сноп електрони. Контрол на състоянието на повърхността. Запазване на информация.

47. **Тунелен ефект.** Тунелни диоди. Генериране и усилване на високочестотни електрични сигнали.

48. **Фотоефект.** Инициране на електрични разряди. Индикация и регистриране на светлинни потоци. Изменение на електричните свойства на материали.

49. **Фотопластичен ефект.** Регистриране на светлинни потоци в статичен и динамичен режим.

50. **Фотохромен ефект.** Управляване прозрачността на телата. Индикация на светлинно действие.

51. **Луминесценция.** Преобразуване на различни видове енергия в светлинна. Индикация на обекти и преместването им.

52. **Фотоеластичност. Ефекти на Кер и Максуел.** Изследване състоянието на твърди и течни тела. Датчици за налягане. Управляване на светлинни потоци. Индикация на електични и магнитни полета.

53. **Поляризация на светлината.** Управление на светлинни потоци. Изследване на структура и състава на веществото. Определяне параметрите на излъчватели.

54. **Магнитооптични явления.** Изучаване на магнитните свойства на вещества. Управление на поляризирана светлина. Индикация на магнитно поле. Създаване на устройства за запис и съхранение на информация.

55. **Магнитострикция. Магнитоеластични ефекти.** Преобразуване на електромагнитни трептения в механични. Измерване на сили, налягания, механични напрежения.

56. **Акустомагнитоелектричен ефект.** Измерване скоростта на повърхностна рекомбинация и времето на живот на носителите на заряд в полупроводниците.

57. **Феромагнитен резонанс.** Вентили, феритови генератори и усилватели, параметрични усилватели на честота и ограничители на мощност.

58. **Ефект на Етингсхаузен.** Преобразуване на електричната енергия в топлинна. Датчици за магнитно поле.

59. **Магнитосъпротивление.** Изследване на електронния енергетичен спектър и механизма на разсейване на носителите на заряд в проводниците. Измерване на магнитни полета.

60. **Електронен фототермомагнитен ефект.** Високочувствителни датчици за дълговълново инфрачервено лъчение.

61. **Жиромагнитни явления.** Датчици за ъглови премествания и магнитни полета.

62. **Ефект на Покелс.** Създаване на двумерни оптични изображения. Датчици за управление на кохерентни оптични лъчения, модулатори на светлина, системи за ъглово отклонение на светлинни снопове.

63. **Стробоскопичен ефект.** Стробоскопични апарати за измерване на честоти и обороти.

64. **Вентилен фотоефект.** Вентилни фотоелементи. Експонометри. Слънчеви батерии.

65. **Взаимодействие на неутрони с веществото.** Изследване на дифузионни движения на атоми и молекули в различни среди, микродефекти и микронеоднородности в разтвори и сплави. Ядрени реакции.

66. **Взривна електронна емисия.** Импулсни генератори на мощни електронни снопове и рентгенови лъчи. Вакуумни диоди.

67. **Вторична електронна емисия.** Усилване на електронни потоци. Запис на информация.

68. **Електролуминесценция.** Осветление. Индикаторни устройства, преобразователи на изображения и запомнящи устройства. Газови и полупроводникови лазери.

69. **Електрооптични явления.** Устройства за управление на оптични лъчения и оптични индикатори.

70. **Електропроводност.** Съпротивителни термометри и болометри. Съпротивителни тензометри.

71. **Ефект на Гън.** Мощни свръхвисокочестотни генератори, усилватели, аналогови уреди, бързодействащи логически схеми.

72. **Ефект на Константинов.** Архитектурна акустика. Визуализация на високочестотни и нискочестотни акустични полета.

73. **Радиометричен ефект.** Радиометър на Крукс и радиометричен манометър.

74. **Фотогалваничен ефект.** Фотопревключватели и затвори. Слънчеви батерии.

75. **Фоторефрактивен ефект.** Елементи за преобразуване на информация. Устройства, синхронизиращи лазерни мрежи и съхраняващи тримерни изображения. Кохерентни ограничители на интензитета на светлинни снопове. Оптични елементи на комутация. Огледала за обръщане на вълновия фронт.

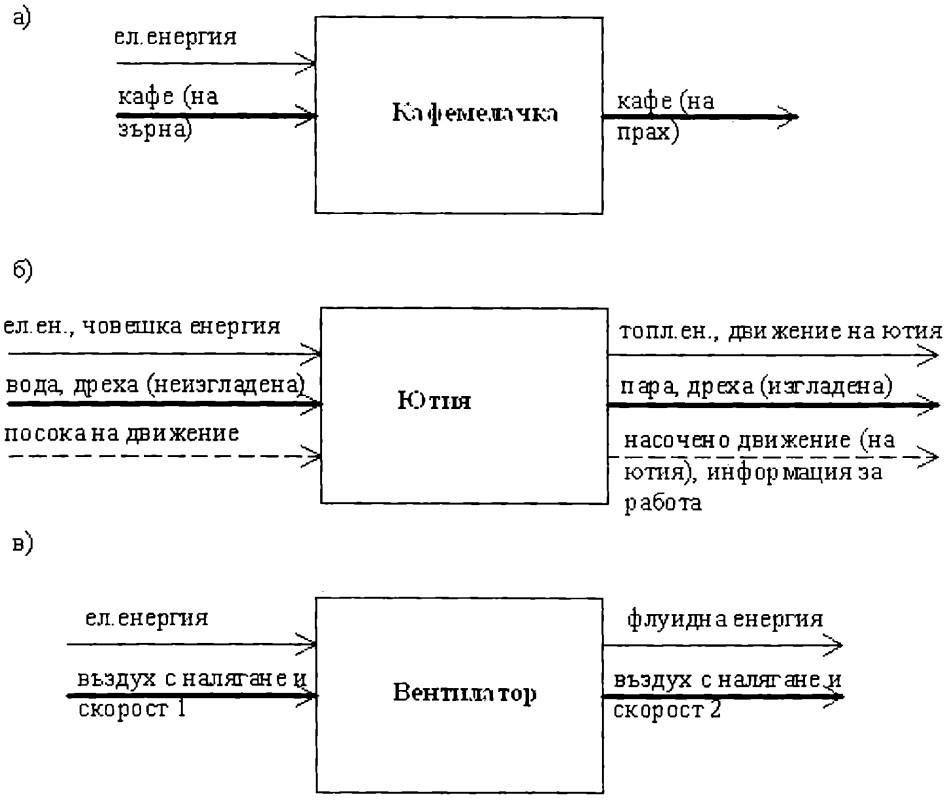
76. **Електрети.** Източници на постоянно електрично поле. Електретни микрофони, телефони, виброприемници, генератори на слаби променливи сигнали. Чувствителни елементи на дозиметри. Пиезодатчици. Електрофотография (фотоелектрети).

3.3. ОПИСАНИЯ НА ТЕХНИЧЕСКИ ОБЕКТ

За целите на поректиранто съществуват множество описания на ТО. Някои от тях са: „черна кутия", главна функция, физическа операция, физически принцип на действие, основни функции, функционални структури, схема, техническа документация и др. Трябва да се отбележи, че някои от описанията се пресичат в съдържателен смисъл, но всички те в една или друга степен характеризират ТО.

3.3.1. „ЧЕРНА КУТИЯ"

„Черната кутия" включва входящите и изходящи потоци на ТО. Как става тяхното преобразуване вътре в ТО не е ясно и от там е произлязло наименованието на описанието („черна кутия", неизвестна структура). Графично тя се представя във вид на правоъгълник с входящите и изходящите потоци. За да се различават потоците видимо те се изпълняват с различни видове линии: материален поток - с дебела линия, енергиен поток - с тънка непрекъсната линия, информационен поток - с тънка прекъсвана от тирета линия. На фи.3.1 са дадени няколко примера за „черна кутия".



Фиг.3.1. Примери за „черна кутия"

3.3.2. ГЛАВНА ФУНКЦИЯ

Главната функция (ГФ) изразява същността (предназначението) на ТО. Описва се обикновено чрез глагол и една - две съществителни думи. Често ГФ се представя като наредената двойка

$$ГФ = (Д, О), \qquad (3.1)$$

където $Д$ е действието, а $О$ - обектът, върху който е насочено действието на ТО.

Примери за ГФ са дадени в табл.3.3.

3.3.3. ФИЗИЧЕСКА ОПЕРАЦИЯ

Физическата операция (ФО) включва входящите и изходящи потоци и начина на тяхната промяна (напр. преобразуване, предаване, съхранение и др.). Във ФО са включени и потоците, които предварително са заложени в ТО и които остават скрити (напр. магнитната енергия в ТО „Вентилатор").

ФО се представя чрез наредената тройка

$$ФО = (Вх, П, Из), \qquad (3.2)$$

където *Вх* и *Из* са съответно входящите и изходящите потоци, а *П*- промяната, която се реализира с тях в ТО.

За да се определи ГФ е необходимо да се отговори на въпроса **какво върши ТО** и най-често неговото наименование дава отговор на този въпрос, а за да се определи физическата операция е необходимо най-общо да се знае **как го прави**.

Примери за ФО са дадени в табл.3.3.

Трябва да се отбележат някои особености, които съществуват във „Физическа операция" (табл 3.3).

- при някои ТО входящият поток директно се преобразува в изходящ такъв, напр. при ТО „Клещи", докато при други ТО входящият поток преминава през междинни преобразувания преди да се получи изходящия поток, напр. при ТО „Атомна електроцентрала" от енергия на атома се получава топлина, чрез нея се нагрява вода и се получава водна пара, налягането на водната пара задвижва турбина и едва в този момент при наличие на магнитно поле се произвежда електрическа енергия.; тази особеност не е видна от физическата операция;

- някои от потоците за предварително заложени в ТО и се съхраняват в него, напр. флуида в ТО „Хидравличен крик";

Таблица 3.3

Примери за главна функция и физическа операция

Технически обект	Главна функция		Физическа операция		
	Действие	Обект	Вход	Преобразува (пр)	Изход
Автокран	повдига и пренася	товар	химична енергия	пр	механична енергия (движение)
			път 1 (начало на пътя)	пр	път 2 (край на пътя)
			товар 1 (товар в точка А)	пр	товар 2 (товар в точка Б)
Велосипед	пренася	пътник	механична енергия 1	пр	механична енергия 2 (колело)
			път 1 (начало на пътя)	пр	път 2 (край на пътя)
			пътник 1 (пътник в т. А)	пр	пътник 1 (пътник в т. Б)
Компютър	преобразува	информация	информация 1, ел.енергия	пр	информация 2
Ел. лампа	осветява	помещение	ел. енергия	пр	светлинна енергия
Молив	оставя следа (върху)	хартия	механична енергия (натиск и движение)	пре-дава	механична енергия (натиск и движение)
			хартия 1 (чиста)	пр	хартия 2 (написана)
Ножица	реже	материал	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
			материал 1 (неразрязан)	пр	материал 2 (разрязан)
Пепелник	съхранява	угарки и пепел	- угарки и пепел -	съхра-нява (пълне-не/ отдаване	- - угарки и пепел
Перална	пере	дрехи	ел. енергия	пр	механична енергия (въртене)
			флуидна енергия на вода 1	пр	флуидна енергия на вода 2
			химична енергия на перилен препарат 1	пр	химична енергия на перилен препарат 2
			дрехи 1 (мръсни)	пр	дрехи 2 (чисти)
Прахосму-качка	смуче	прах	ел. енергия, въздух	пр	пневматична енергия (вакуум)
			прах 1 (наличие)	пр	прах 2 (липса, преместване)

Таблица 3.3 (продължение)

Резервоар	съхранява	флуид	- флуид -	съхра- нява (пълнене/ отдаване	- - флуид
Вентилатор	премества	въздух	ел. енергия, флуидна енергия 1 (въздух)	пр	флуидна енергия 2 (въздух)
Отоплителе н радиатор	отоплява	помещение	топлинна енергия	предава	топлинна енергия
Водно-електричес-ка централа	създава	ел.енергия	кинетична енергия на вода, магнитна енергия	пр	ел.енергия
Атомна електро-централа	създава	ел.енергия	енергия та атомните ядра, вода, магнитна енергия	пр	ел.енергия
Бойлер	нагрява	вода	ел. енергия	пр	топлинна енергия
			вода 1 (незагрята)	пр	вода 2 (загрята)
Спирачка	спира	въртящо се колело	механична енергия	пр	топлинна енергия
			колело 1 (въртящо)		колело 2 (наподвижно)
Капан за мишки	затваря	мишки	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
			мишка 1 (свободна)		мишка 2 (смъртник)
Кафеме-лачка	меле	кафе	ел. енергия	пр	механична енергия
			кафе 1 (на зърна)	пр	кафе 2 (на прах)
Принтер	копира	изображение	ел. енергия, тонер 1	пр	тонер 2 (подходящо отлагане върху барабан)
			хартия 1 (чиста)	пр	хартия 2 (с копиран текст)
Компютър-на мишка	фиксира	курсор на монитор	механична енергия	пр	информация
Компресор	увеличава налягане	газ	химическа енергия, флуидна енергия 1	пр	флуидна енергия 2
Хладилник	охлажда	продукт	ел. енергия, фреон	пр	топлинна енергия
			продукт 1 (неохладен)	пр	продукт 2 (охладен)
Тостер	пече	филийки	ел. енергия	пр	топлинна енергия
			филийки 1 (неопечени)	пр	филийки 2 (опечени)
Перфоратор	пробива	лист	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
			хартия 1 (непробита)	пр	хартия 2 (пробита)
Реактивен двигател	движи	прикачено към него тяло	химическа енергия на гориво	пр	механична енергия
Ел. генератор	създава	ел. енергия	механична енергия, магнитна енергия	пр	ел. енергия
Клещи	реже	проводник	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
			проводник 1 (неотрязан)	пр	проводник 2 (отрязан)
Ел.двигател	създава	механично движение	ел. енергия, магнитна енергия	пр	механична енергия
Механична ключалка	заключва	врата	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
			врата 1 (незаключена)	пр	врата 2 (заключена)
Хидравли-чен крик	повдига	тежест	хидравлична енергия 1	пр	хидравлична енергия 2
			тежест 1 (намираща се в т. А)	пр	тежест 2 (намираща се в т. Б)
Скоростна кутия	променена	скорост	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
Пистолет	изстрелване	куршум	механична енергия 1	пр	механична енергия 2
			куршум 1 (неподвижен)	пр	куршум 2 (подвижен)

Таблица 3.3 (продължение)

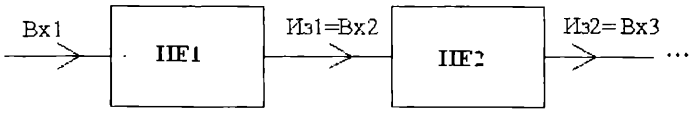
Ел. печка	нагрява	съд	ел. енергия	пр	топлинна енергия
			съд 1 (ненагрят)	пр	съд 2 (нагрят)
Газов котлон	нагрява	съд	жимическа енергия на гориво	пр	топлинна енергия
			съд 1 (ненагрят)	пр	съд 2 (нагрят)
Термометър	измерва	температура	топлинна енергия	пр	информация /сигнал
Асансьор	пренася	товар	ел. енергия	пр	мех.енергия
			товар 1 (намиращ се в т. А)	пр	товар 2 (намиращ се в т. Б)
Химикалка	оставя следа (върху)	хартия	механична енергия (натиск и движение)	пр	механична енергия (натиск и движение)
			статичен химикал	пр	подвижен химикал
			хартия 1 (чиста)	пр	хартия 2 (написана)
Ютия	глади	дреха	ел. енергия	пр	топлинна енергия
			дреха 1 (неизгладена)	пр	дреха 2 (изгладена)
Резистор	намалява	енергия на сигнал в ел. верига	ел. енергия 1*	пр	ел. енергия 2*
			ел. верига 1 (съпротивление 1)	пр	ел. верига 2 (съпротивление 2)
Биполярен транзистор	усилва	ел. сигнал в ел. верига	ел. енергия 1	пр	ел. енергия 2
			ел. верига 1 (сигнал 1)	пр	ел. верига 2 (сигнал 2)
Донастройващ резистор	променя	ел. съпротивление в ел. верига	механична енергия	предава	механична енергия
			ел. верига 1 (съпротивление 1)	пр	ел. верига 2 (съпротивление 2)
Кондензатор с променлив капацитет (с механично регулиране)	променя	ел. капацитет	механична енергия	предава	механична енергия
			ел. енергия 1	пр	ел. енергия 2
Бутонен прекъсвач	включва и изключва	ел. вериги	механична енергия	предава	механична енергия
			ел. енергия 1 (преминаваща)	пр	ел. енергия 2 (преустановена)
Галваничен елемент	създава	е.д.н.	химична енергия	пр	ел. енергия
Кондензатор	натрупва и отдава	ел. заряд	ел. заряд -	натрупва/ отдава	- ел. заряд
Светодиод	излъчва	светлина	ел. енергия	пр	светлинна енергия
Поялник	стопява	припой	ел. енергия	пр	топлинна енергия
			припой 1 (нестопен)		припой 2 (стопен)
Ел. магнит	премества	обект	ел. енергия	пр	механична енергия
			обект 1 (намиращ се в т. А)	пр	обект 2 (намиращ се в т. Б)
Индуктивна бобина	променя	индуктивно съпротивление в ел. верига	ел. енергия 1*	пр	ел. енергия 2*
			ел. верига 1 (индуктивно съпротивление 1)	пр	ел. верига 2 (индуктивно съпротивление 2)
Трансформатор	преобразува	ел. енергия	ел. енергия 1	пр	ел. енергия 2
Студент	*усвоява*	*(много важно) знание*	*(много) информация 1 (по ОИП и останалите неважни дисциплини)*	*пр*	*(малко) информация 2*

* понятията „вход" и „изход" са условно използувани.

Заб. Във вариантни на дадените в табл.3.3 изделия е възможно да има различни или и допълнителни потоци.

3.3.4. ФИЗИЧЕСКИ ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ

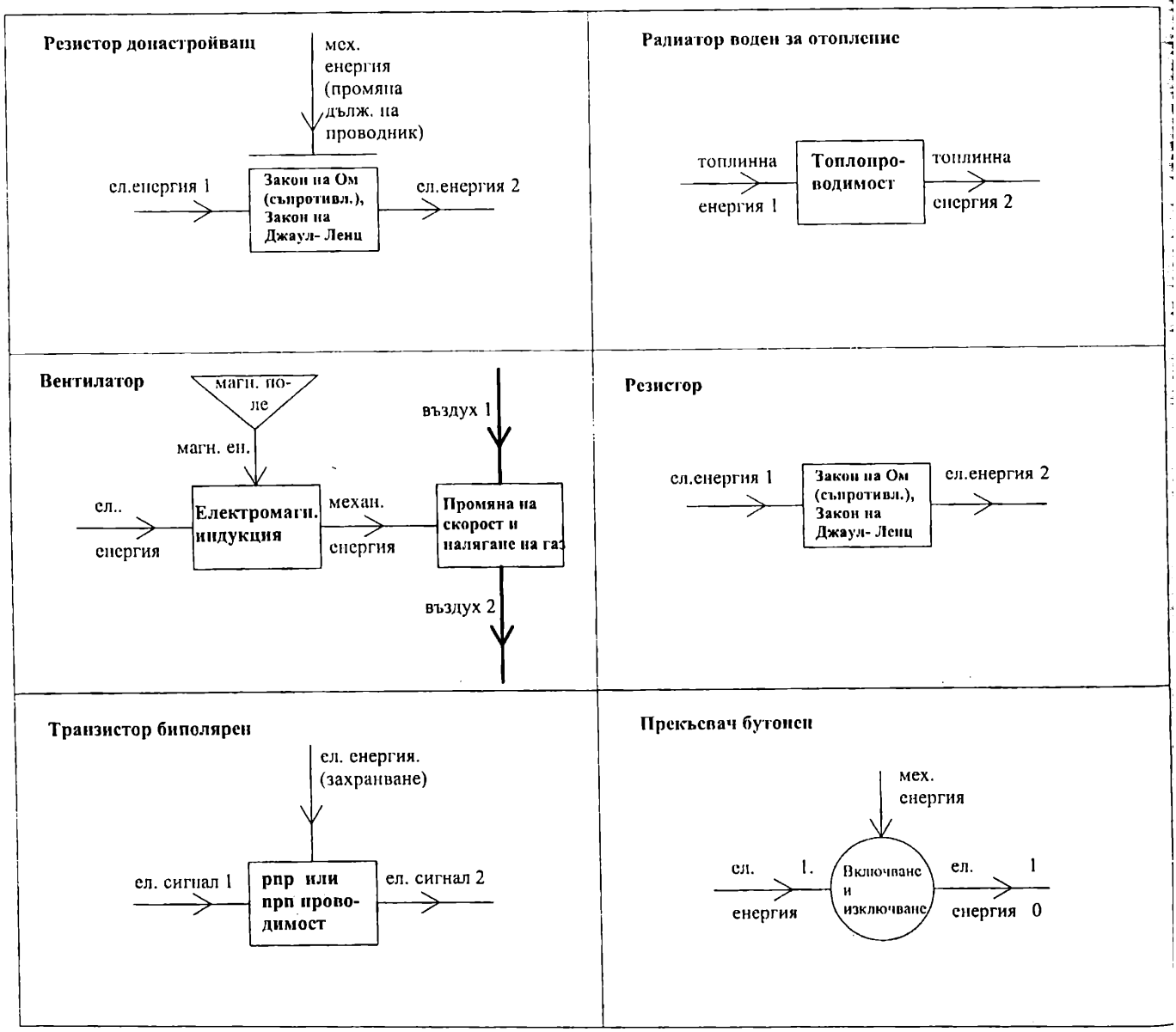
Физическият принцип на действие (ФПД) е подредена съвкупност от ИЕ, които участвуват в ТО, като изходът на всеки предхождащ ИЕ се явява вход на следващия ИЕ (фиг.3.2).



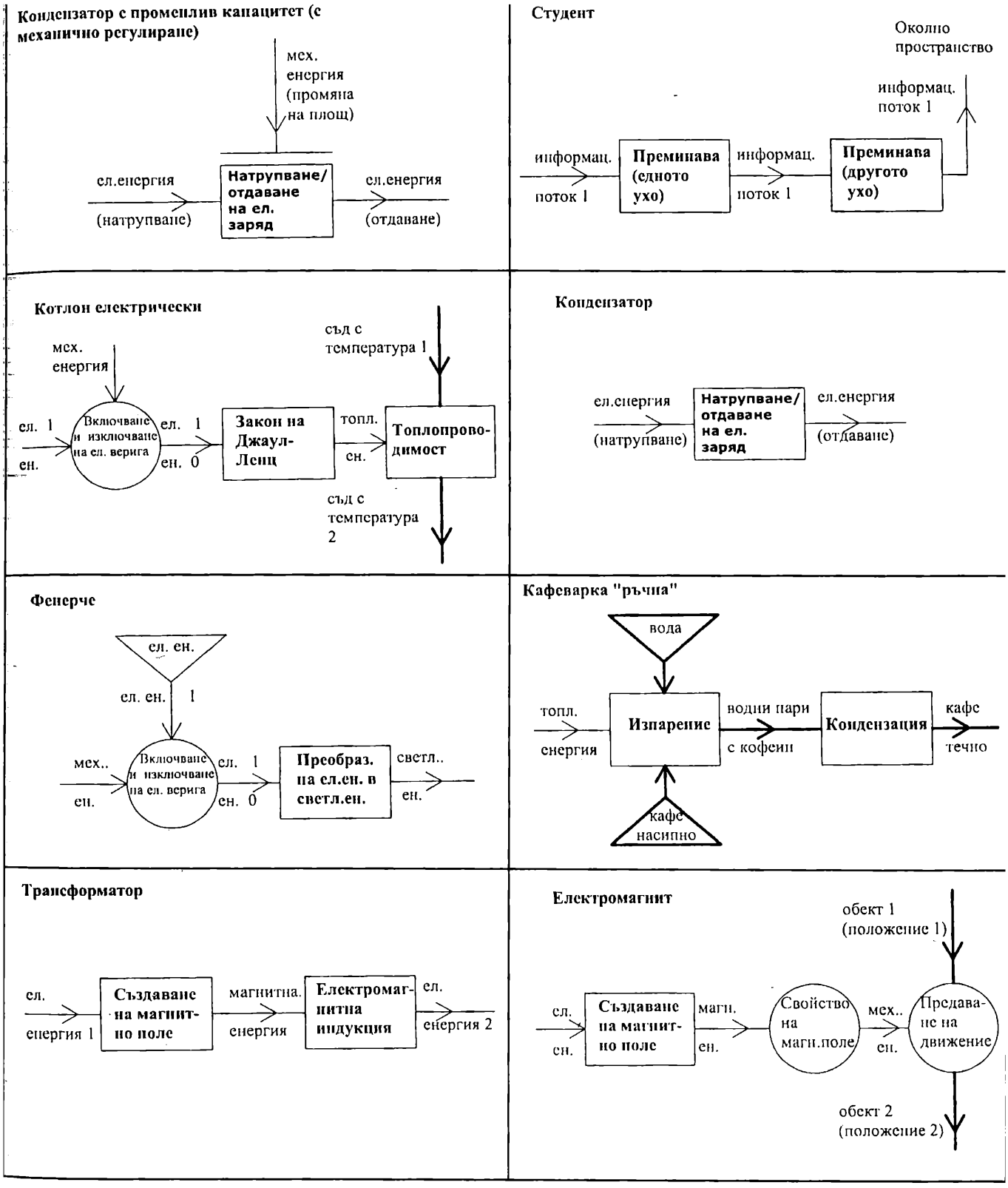
Фиг.3.2. Физически принцип на действие

На фиг.3.3 са дадени примери на ФПД за разнообразни ТО. Приети са следните означения:

- вид на линиите: дебела непрекъсната за материален поток и тънка непрекъсната за енергиен поток;
- правоъгълник: означение на ИЕ;
- окръжност: означение на случай, при който потокът не се трансформира, а от наличието му се предизвиква някаква „промяна" в обкръжаващата го среда, напр. „прекъсване на ел. енергия поради наличие на механично преместване" (пример - ТО „Котлон електрически" от фиг.3.3);
- триъгълник: означение на случай, при който поток не се въвежда отвън, а той е съхранен (налице е) в ТО, т.н. вътрешен вход (пример - осигуряването на магнитното поле в ТО „Кафемелачка" от фиг.3.3);
- отсечка (линия със стрелка достигаща до отсечка): означение на случай, когато потокът не се преобразува чрез ИЕ, а се явява допълнителен за него (пример - при ТО „Резистор донастройващ" от фиг.3.3 механичният поток не се преобразува в ИЕ „Закон на Ом");

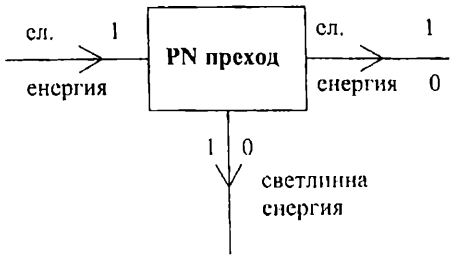


Фиг.3.3. Примери за физически принцип на действие

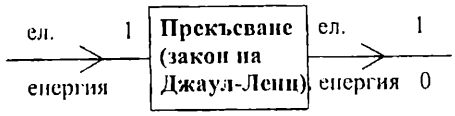


Фиг. 3.3. (продължение)

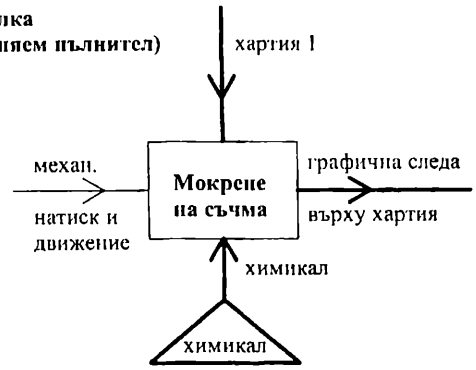
Светодиод



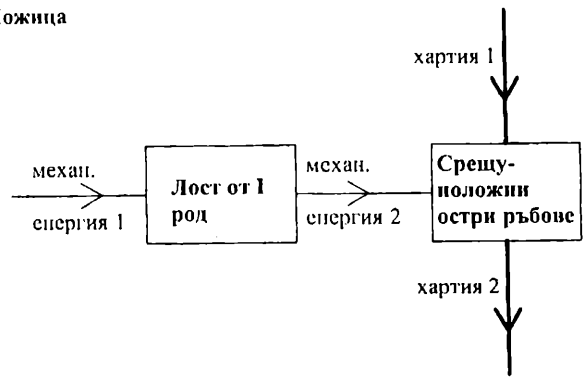
Предпазител със стопяема вложка



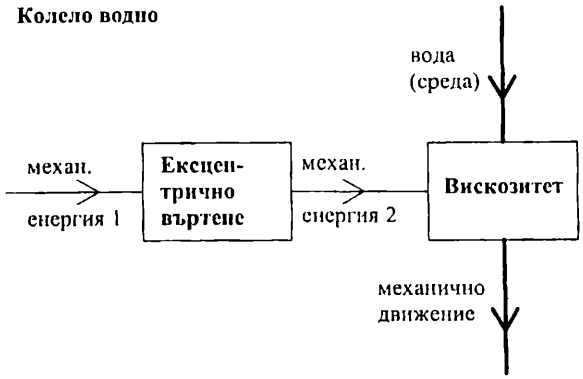
Химикалка
(с несменяем пълнител)



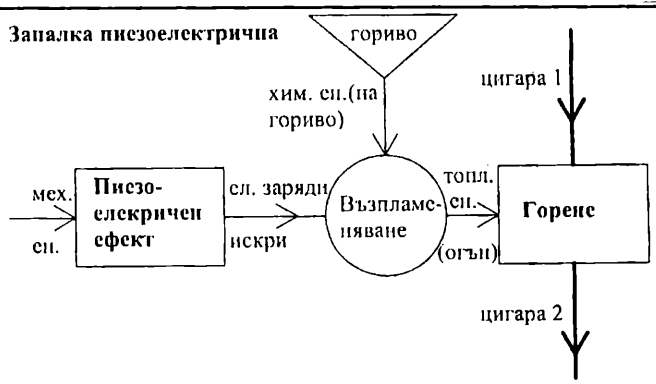
Ножица



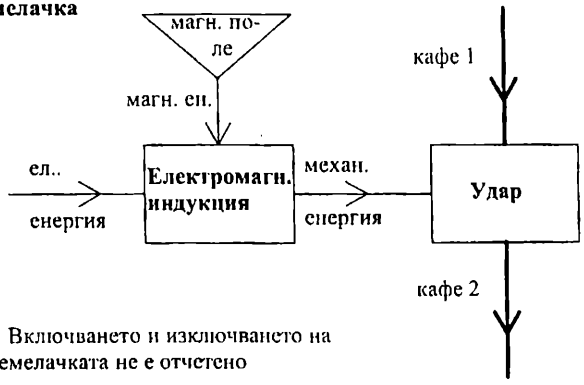
Колело водно



Запалка пиезоелектрична

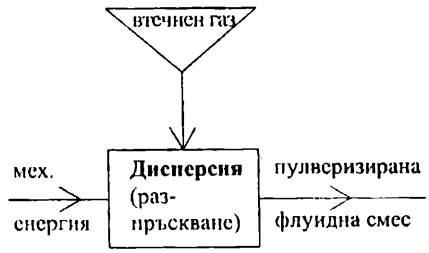


Кафемелачка



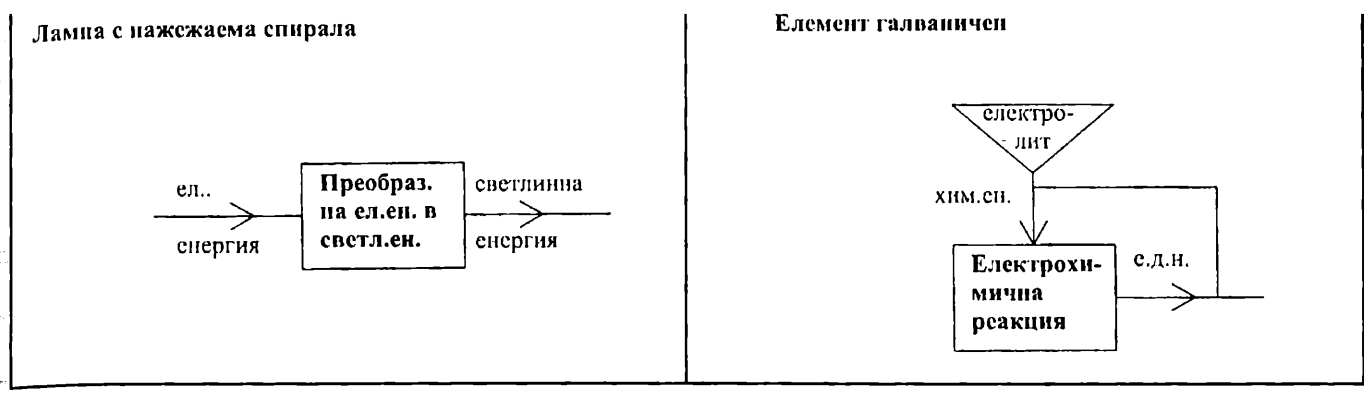
Заб. Включването и изключването на кафемелачката не е отчетено

Дезодорант



Фиг. 3.3. (продължение)

Светлината винаги има до себе си тъмнината. Тя е й опора.



Фиг.3.3. (продължение)

3.3.5. ОСНОВНИ ФУНКЦИИ

Основни функции (ОФ) са подфункции на ГФ, които я реализират.

За начина на получаване на ОФ вж. т.3.4 , а за примери вж. фиг.3.6.

3.3.6. ФУНКЦИОНАЛНА СТРУКТУРА

Функционална структура е подредена съвкупност от функции и връзки между тях. Функциите могат да бъдат основни или функции от по-ниско ниво, т.е. функции, които са подфункции на основните или на техни подфункции. Функционалната структура може да включва и ИЕ, които реализират съответната функция.

Съществува голямо разнообразие от функционални структури. Някои от тях са дадени по-долу на примера на ютия.

- съществени ОФ;

Тази структура включва съществените ОФ и връзките между тях (фиг.3.4а).

ОФ на ТО „Ютия" (т.3.3.5) са:

ОФ1 - включване и изключване на ел. енергия

ОФ2 - провеждане на ел. енергия

ОФ3 - преобразуване на ел. енергия в топлинна енергия

ОФ4 - провеждане на топлинна енергия

ОФ5 - ел. изолация

ОФ6 - съхранение на вода

ОФ7 - провеждане на пара

ОФ8 - защита

ОФ9 - закрепване

На фиг.3.4а е дадена функционалната структура на ютията. Вариант на тази структура е показан на фиг.3.4б, в който са включени и сензорите (вж.т.5.5.2), участвуващи в ютията.

- подфункции на ОФ;

Тази структура включва подредените основни функции и техните подфункции, които се получават чрез логичен анализ. Приемането, че разглежданата ОФ се явява ГФ и трябва да се извърши нейната функционална декомпозиция (т.3.4) значително улеснява този анализ.

- др.

3.3.7. ЕЛЕМЕНТАРНИ ФУНКЦИИ НА KOLLER

Основната идея на Колер е, че във всички технически обекти се срещат ограничен, малък брой основни операции. Аналогия може да се направи с всички вещества, които са образувани от ограничен брой химични елементи, подредени в таблицата на Менделеев. Доста интересната идея Колер и неговите сътрудници потвърдили с многобройни изследвания, които довели до 12 права и обратна основни операции.

1. Излъчване — поглъщане
2. Проводимост — изолиране
3. Събиране — разсейване
4. Провеждане /ограничаване/ - непровеждане /неограничаване/
5. Преобразуване — обратно преобразуване
6. Увеличаване — намаляване
7. Изменение на направлението — изменение на направлението
8. Стабилизиране — колебание
9. Свързване — прекъсване
10. Съединение /на разнородни потоци/ - разединение
11. Обединяване /на еднородни потоци/ - разделяне
12. Натрупване — отдаване

ИЕ, чрез които може да се реализира една от най-важните елементални функции „преобразуване — обратно преобразуване", както и функцията „увеличаване — намаляване", са дадени в приложение П10.

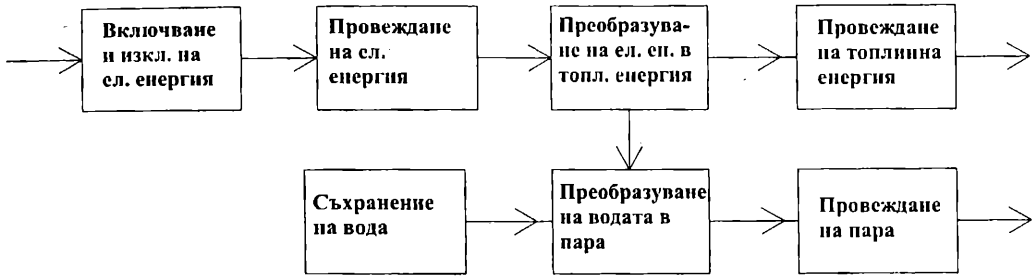
Описанието на ТО представлява подредените функции на Колер, които участвуват н ТО. Пример за описание на ТО „Помпа" е даден на фиг. 3.5.

3.3.8. ДРУГИ ОПИСАНИЯ

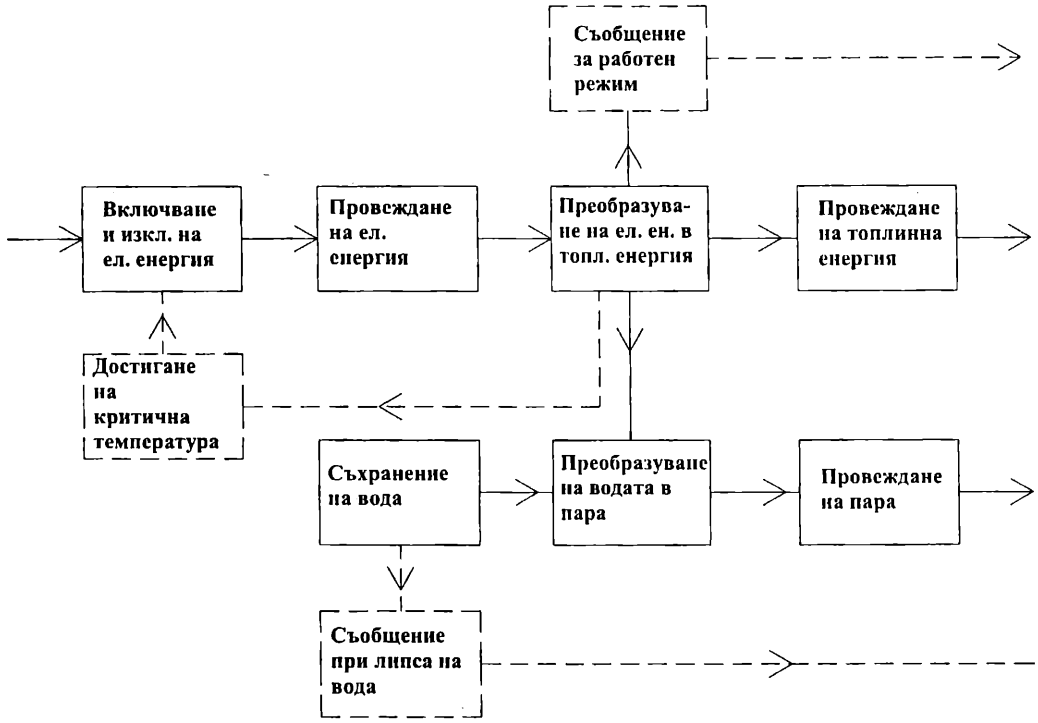
Някои други описания са:

- схема (вж. глава 7);
- техническа документация (вж. т. 5.7 и т.6.10); техническата документация се явява най-подробният вид описание на ТО;
- др.

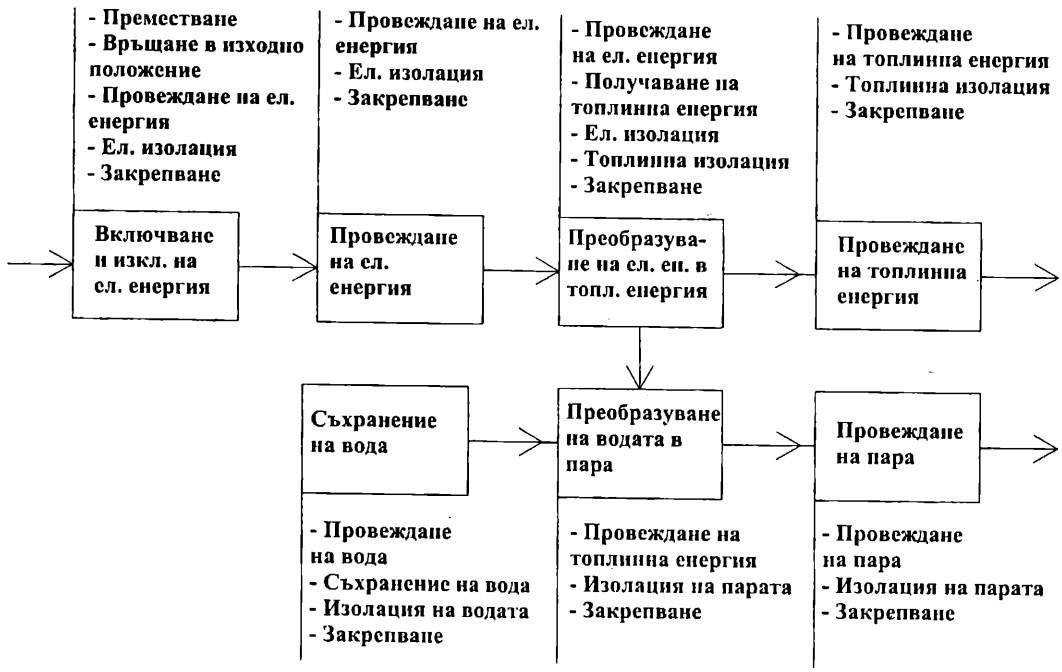
а)



б)

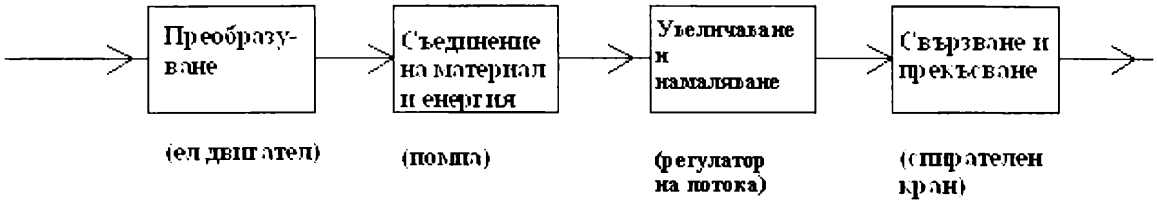


в)



Фиг. 3.4. Функционални структури на ТО „Ютия"

Всяка ситуация се променя и това ти дава нови възможности за решение.



Фиг.3.5 Описание на ТО „ Помпа" чрез елементарните функции на Колер

3.4. ФУНКЦИОНАЛНА ДЕКОМПОЗИЦИЯ

Под **функционална декомпозиция** се разбира получаването на подфункции на ГФ.

Съществуват множество методи за получаване на ОФ на СЕ:

- по аналогия с ОФ на сходни ТО, чиито ОФ са определени;
- чрез логичен нженерен анализ;
- чрез използуване на ФПД;
- чрез използуване на структурна схема;
- др.

По-долу ще бъде разгледан методите „ФПД" и „Структурна схема".

3.4.1. МЕТОД „ФПД"

Алгоритъм

1. Въз основа на ФПД на ТО се определят потоците по вид, напр. ел. енергия, магнитна енергия, светлинна енергия, механична енергия, звукова енергия (механични трептения).

2. За всеки поток от даден вид се определя функцията:

- **провеждане на** ... (конкретен поток), напр. „провеждане на ел. енергия", „провеждане на магнитна енергия" и т.н. В тази функция се включва въвеждането, провеждането и извеждането на съответния поток.

Понякога са налице повече от един поток от даден вид, напр. ел. енергия за захранване на бобина от ТО и ел. енергия, която се комутира в ТО.

Ако потокът е от механична енергия, то функцията обикновено се нарича „преместване" и включва въвеждането, преместването, воденето (осигуряването на движението) и ограничаването на движението. Въвеждането може да се реализира чрез механично, пневматично, хидравлично и др. въздействие.

3. За да не си влияят потоците обикновено се отделят помежду си, поради което е налице функция:

- **изолация**, напр. „ел. изолация".

4. По ФПД се определят ИЕ.

За всеки ИЕ се определя функцията:

- **преобразуване на** .... (конкретен поток), напр. „преобразуване на ел. енергия в светлинна енергия", „електромагнитна индукция", „зареждане или разреждане (натрупване или отдаване на ел. заряди)", „преобразуване на постъпателно движение във въртеливо движение" и др.

5. Наличието на вътрешен за ТО вход (вж.3.3.4) изисква функция:

- **осигуряване на** ... (конкретен вид поток), напр. „осигуряване на магнитна енергия".

6. Въз основа на ФПД и анализ на изделието се определят характерните положения на СЕ (положение, при което взаимното разположение на някои от детайлите е променено). При наличие на характерни положения се анализира начинът на преместване от едно към друго положение и връщане в изходно състояние. В такъв случай се формулира функцията:

- **връщане** (преминаване) **в** ... (конкретно описание), напр. „връщане в изходно положение" и включва преместване и водене (осигуряване на движението на детайлите, предизвикващи връщането) и ограничаване на движението.

7. Анализират се изделието и околната техническа среда с оглед необходимостта от защита на изделието от околната среда (напр. защита от прах, от влага) и/или защита на околната среда и преди всичко човека от въздействието на ТО (напр. разсейване на светлина, защита от топлина). При положителен резултат от анализа се формулира функцията:

- **защита**, включваща защита на ТО и защита от ТО.

8. Обикновено някои детайли на ТО служат само или преди всичко за закрепване на други детайли на ТО или на ТО към околната техническа среда (ОТС), поради което е налице функцията:

- **закрепване**, включваща вътрешно за ТО закрепване и закрепване към околната среда.

9. Ако ТО влиза в пряк физически контакт с човек е налице **ергономична функция**; а ако ТО оказва съществено естетическо въздействие върху човека обикновено е налице **естетическа функция**.

Пример

Основните функции за ТО, чиито ФПД са дадени на фиг.3.3 са представени на фиг.3.6.

За отбелязване е, че функционалната декомпозиция може да продължи надолу като се търсят подфункции на ОФ или на техните подфункции.

3.4.2. МЕТОД „СТРУКТУРНА СХЕМА"

Алгоритъм

1. Определя се ГФ за всеки блок на структурната схема. Обикновено е достатъчно неговото наименование да бъде представено чрез глагол, изразяващ действието на блока. Всяка ГФ на блок представлява ОФ за целия ТО.

2. По получените ОФ и инженерен анализ се определят потоците.

3. За всеки поток от даден вид се определя функцията:

- **провеждане на** ... (конкретен поток).

4. За да не си влияят потоците обикновено се отделят помежду си, поради което е налице функция:

- **изолация**, напр. „ел. изолация".

5. Анализират се изделието и ОТС с оглед необходимостта взаимна защита. При положителен резултат от анализа се формулира функцията:

- **защита**, включваща защита на ТО и защита от ТО.

6. Като правило отделните детайли и СЕ се закрепват помежду си и към ОТС, поради което е налице функцията:

- **закрепване**, включваща вътрешно за ТО закрепване и закрепване към околната среда.

7. Ако ТО влиза в пряк физически контакт с човек е налице **ергономична функция**; а ако ТО оказва съществено естетическо въздействие върху човека обикновено е налице **естетическата функция**.

Пример

За елементарния радиоприемник, чиято структурна схема е дадена на фиг. 7.2 основните функции, получени по алгоритъма са дадени по-долу, като в скоби е записана точката от алгоритъма, по която се получава функцията.

ОФ1 - провеждане на радиосигнал (приемане и провеждане на сигнала) (1, 3)

ОФ2 - разделяне на сигнала (1)

ОФ3 - отделяне на нискочестотната съставка (1)

ОФ4 - усилване на сигнала (1)

ОФ5 - преобразуване на ел. сигнал в звуков сигнал (1)

ОФ6 - провеждане на ел. енергия (1, 3)

ОФ7 - ел. изолация (4)

ОФ8 - защита (5)

ОФ9 - закрепване (6)

ОФ10 - ергономична функция (7)

ОФ11 - естетична функция (7)

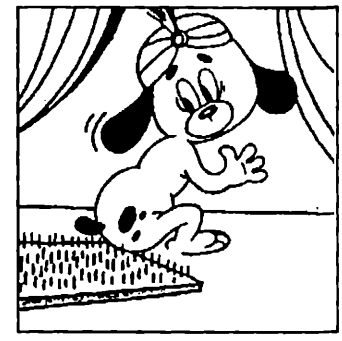
3.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ

От всички описания на ТО въпросът, свързан с автоматизирания синтез на ФПД е в най-голяма степен разработен, тъй като той е най-тясно свързан със синтеза на проектираното изделие. В световен мащаб съществуват изследователски колективи, които системно се занимават с този въпрос. За целта се изясняват възможните ИЕ в различните раздели преди всичко на физиката, химията, биологията и др.; изследват се за съгласуване по параметри на двойки ИЕ, изходът на единия от които съвпада с входа на друг; анализира се всеки ИЕ по отношение на критерии за оценка; създава се база данни от ИЕ, включително се уточняват решаваните чрез нея задачи и правилата за нейното използуване. Обикновено при избора на ИЕ се отчита класа на проектираните ТО и се описват както съществуващи ИЕ, така и новопоявили се, отразени в съответни научни публикации.

Една учебна база данни „Автоматизиран синтез на ФПД" е съставена в катедра „ОТСК" на ТУ - София. Тя се отнася до клас ТО „Датчици" и е получена на базата на [18], като включва 28 електро ИЕ и 28 механични ИЕ. За илюстрация на възможностите на базата нека е зададена следната задача - да се получи ФПД на устройство за измерване на температура; критерии за оценяване на вариантите: чувствителност, разходи, надеждност и грешка; използувани ИЕ - електро ИЕ. Получените резултати от използуване на базата обхващат 1058 бр. ФПД, всеки от които включва линейна последователност от ИЕ, напр. 13-3-2, където цифрите отговарят на номерата на ИЕ в базата. Всички ФПД са подредени по низходящ ред на многокритериална оценка (вж. глава 9), включваща посочините критериии.

Емили Дикенсън

От какво се прави ливада?
Нима не знаеш?
Трева -
и една пчела -
и да мечтаеш.
Ако пчелата не пристига -
мечтата стига.



Що ли ми трябваше да се захващам?

Химикалка	**Ножица канцеларска**	**Колело водно**	**Запалка пиезоелектрична**
ОФ1- съхранение на химикал **ОФ2-** мокрене на съчма **ОФ3-** извеждане на пълнител **ОФ4-** извеждане на химикал **ОФ5-** връщане в изходно положение **ОФ6-** защита **ОФ7-** закрепване	**ОФ1-** механично движение **ОФ2-** редукция на сили и скорост **ОФ3-** осигуряване на режещи ръбове **ОФ4-** осигуряване удобство при захващане **ОФ5-** закрепване	**ОФ1-** механично движение **ОФ2-** загребване **ОФ3-** осигуряване на удобно седене **ОФ4-** управление (завиване) **ОФ5-** осигуряване на плаване на съда **ОФ6-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на механична енергия **ОФ2-** получаване на ел. заряди (искри) **ОФ3-** провеждане на ел. заряди (искри) **ОФ4-** съхранение на гориво **ОФ5-** провеждане на гориво **ОФ6-** прекъсване подаването на гориво **ОФ7-** защита (на човек от пламъка и на пламъка от вятър) **ОФ8-** закрепване
Кафемелачка	**Дезодорант**	**Лампа с нажежаема спирала**	**Елемент галваничен**
ОФ1- провеждане на ел. енергия **ОФ2-** осигуряване на магнитно поле **ОФ3-** преобразуване на ел.ен. в мех.енергия **ОФ4-** осигуряване на остриета **ОФ5-** съхранение на смляното кафе **ОФ6-** ел. изолация **ОФ7-** намаляване на триене на въртене **ОФ8-**защита **ОФ9-** закрепване	**ОФ1-** съхранение на втечнена ароматизирана смес под налягане **ОФ2-** пропускане в пространството на част от сместа **ОФ3-** пулверизиране на сместа **ОФ4-** връщане в изходно положение **ОФ5-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** отделяне на светлина **ОФ3-** провеждане на светлинна енергия **ОФ4-** ел. изолация **ОФ5-** защита **ОФ6-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** съхранение на хим.енергия (електролит) **ОФ3-** преобразуване на хим. енергия в ел. енергия (получаване на е.д.н.) **ОФ4-** ел. изолация **ОФ5-**защита **ОФ6-** закрепване
Котлон електрически	**Кондензатор**	**Фенерче**	**Кафеварка „ръчна" (Express, Italy)**
ОФ1- провеждане на ел. енергия **ОФ2-** преобразуване на ел. енергия в топлинна енергия **ОФ3-** провеждане на топлинна енергия **ОФ4-** ел. изолация **ОФ5-** защита **ОФ6-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** натрупване на ел. заряд **ОФ3-** ел. изолация **ОФ4-** защита **ОФ5-** закрепване	**ОФ1-** осигуряване на ел. енергия **ОФ2-** преобразуване на ел. енергия в светлинна енергия **ОФ3-** провеждане на светлинна енергия **ОФ4-** ел. изолация **ОФ5-** включване и изключване на ел. верига **ОФ6-** защита **ОФ7-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на топлинна енергия **ОФ2-** съхраняване на вода **ОФ3-** съхраняване на кафе **ОФ4-** газифициране на водата **ОФ5-** провеждане на парата **ОФ6-** кондензиране на парата с кафе **ОФ7-** защита **ОФ8-** закрепване

Фиг. 3.6. Примери за основни функции

Вчера ми падна една круша на главата.
Моля да се запише, че законът за всемирното притегляне важи не само при ябълки, а и при круши.

Трансформатор	**Електромагнит**	**Светодиод**	**Предпазител със стопяема вложка**
ОФ1- провеждане на ел. енергия **ОФ2-** преобразуване на ел. енергия в магнитна енергия **ОФ3-** провеждане на магнитна енергия **ОФ4-** индуциране на ел. ток **ОФ5-** ел. изолация **ОФ6-** защита **ОФ7-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** получаване на магнитна енергия **ОФ3-** провеждане на магнитна енергия **ОФ4-** преместване **ОФ5-** ел. изолация **ОФ6-** защита **ОФ7-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** осигуряване на еднопосочна проводимост **ОФ3-** излъчване на светлина **ОФ4-** провеждане на светлинна енергия **ОФ5-** ел.изолация **ОФ6-** защита **ОФ7-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** прекъсване на проводник **ОФ3-** ел. изолация **ОФ4-** защита **ОФ5-** закрепване
Резистор донастройващ	**Радиатор воден за отопление**	**Вентилатор**	**Резистор**
ОФ1- провеждане на ел. енергия **ОФ2-** превръщане на ел. енергия в топлинна енергия (реализация на ел. съпротивление) **ОФ3-** преместване (промяна на ел. съпротивление) **ОФ4-** извеждане на топлинна енергия **ОФ5-** изолация **ОФ6-** защита **ОФ7-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на флуид **ОФ2-** излъчване на топлинна енергия **ОФ3-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** осигуряване на магнитно поле **ОФ3-** завъртване **ОФ4-** преместване на въздух **ОФ5-** ел. изолация **ОФ6-** намаляване на триене при въртене **ОФ7-** защита **ОФ8-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** превръщане на ел. енергия в топлинна енергия (реализация на ел. съпротивление) **ОФ3-** извеждане на топлинна енергия **ОФ4-** ел. изолация **ОФ5-** защита **ОФ6-** закрепване
Транзистор биполярен	**Прекъсвач бутонен**	**Кондензатор с променлив капацитет (с механично регулиране)**	**Студент**
ОФ1- провеждане на ел. сигнал **ОФ2-** усилване на ел. сигнал **ОФ3-** ел. изолация **ОФ4-** защита **ОФ5-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** преобразуване на ел.енергия в механична енергия **ОФ3-** ел. изолация **ОФ4-** защита **ОФ5-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на ел. енергия **ОФ2-** натрупване на ел. заряд **ОФ3-** преместване (регулиране на геометрията на кондензатора) **ОФ4-** изолация **ОФ5-** защита **ОФ6-** закрепване	**ОФ1-** провеждане на информация **ОФ2-** съхранение (запомняне) на конкретна информация **ОФ3-** извеждане (забравяне) на старата информация **ОФ4-** връщане в изходно състояние (готовност за нова информация), напр. с чаша бира **ОФ5-** защита (от преподавателите и обслужващия персонал на ТУ) **ОФ6-** закрепване (поради движението на земята и изпитата бира)

Фиг.3.6. (продължение)

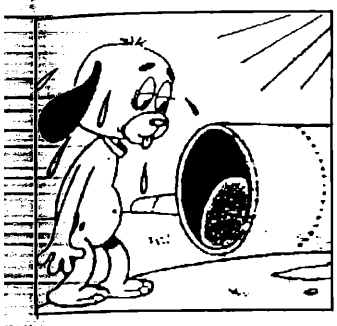
Обичайте Бог, но не забравяйте, че той веднъж изгони човечеството в лицето на Адам и Ева от райската градина. Имайте си го едно на ум.

Глава 4.

КОНЦЕПТУАЛНО ПРОЕКТИРАНЕ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

или ***това, което чрез твоята концепция си направиш, никой друг не може да ти направи***

4.1. Потребности
4.2. Някои закономерности
4.3. Основни проблеми
4.4. Анализ на заданието
4.5. Методи за проектиране
4.6. Пресмятания



За да знаеш къде отиваш, трябва да знаеш откъде си тръгнал ...
(философско)

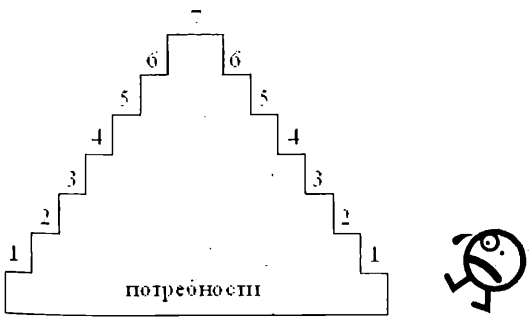
Твърдение

Всяка сглобена единица може да се реализира в огромно множество (безкрайно много) варианти.

4.1. ПОТРЕБНОСТИ

Всеки ТО се създава за да удовлетворява човешка потребност. Човешките потребности, съществуващи през вековете, могат да се обединят в 7 групи:

1. Физиологични потребности (потребност от храна, течности, облекло, жилище, болести и др.).
2. Потребност от сигурност и съхранение на постигнатото (защита от преждевременна смърт, от получаване на физически увреждания, от загуба на средствата за осигуряване на физиологичните потребности и др.).
3. Социални потребности (потребност от социални контакти, принадлежност към дадена група, любов, душевна привързаност и др.).
4. Потребност от уважение и признание.
5. Потребност от забавления и комфорт.



Фиг.4.1. Йерархия на потребности

6. Потребност от проявление на индивидуалните способности (потребност от себеутвърждаване, реализация на личността).
7. Естетическа потребност (потребност от красота на обкръжаващата среда).

При това се счита, че за средно статистическия човек тези потребности са йерархично подредени, т.е. за да се премине към следваща потребност е необходимо всички предходни потребности да са удовлетворени.

Потребностите обуславят функциите на ТО. Многообразието на ТО може да се обясни с многообразието на човешките потребности.

4.2. НЯКОИ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Редица автори считат, че във времето ТО се подчиняват на следните закономерности:

Непрекъснато се увеличава:
- броят на потребностите;
- броят на ТО, които ги удовлетворяват;
- сложността (брой съставящи детайли) на ТО;
- комплексността (брой различни потоци) на ТО;

Непрекъснато намалява:
- участието на човек в работата на ТО.

За доказателство на втората закономерност някои автори привеждат статистиката от табл.4.1.

Таблица 4.1 [36]

Непрекъснато увеличаване на броя на ТО

Време, години	**Класове ТО,** приблизителен брой	Среден брой **съставни части** в най-сложните ТО
Преди 100 000	5	1
Преди 10 000	50	10
Преди 1 000	1000	100
Сега	50 000	10 000

4.3. ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ

Основните проблеми, които се решават по време на концептуалното проектиране са:
- анализ на заданието;
- избор на метод за проектиране;
- определяне на принципа на действие;
- извършване на необходимите пресмятания.

4.4. АНАЛИЗ НА ЗАДАНИЕТО

4.4.1. ИЗИСКВАНИЯ

Заданието е изходен документ за стартиране на проектирането. То съдържа задачата, която трябва да се реши, изискванията, които трябва да се спазват при нейното решаване и допълнителна информация, която трябва да се има предвид. Заданието отразява разбирането на този, който го е съставил и подлежи на развитие. Многото посочени данни конкретизират задачата, но същевременно те ограничават полето за търсене на оригинални решения.

Заданието обикновено включва наименованието, основното предназначение, област на приложение, технически изисквания, икономически показатели, резултати от проведени проучвания сред клиенти и др. специфична информация.

Анализът на заданието се прави с цел изясняване на задачата за екипа проектанти и уточняване на изискванията, които то налага към решението на задачата, т.е. проектирания ТО. Напр. формулировка „електромагнитно реле" предопределя вида на релето, а именно електромагнитно, друга възможност не трябва да се разглежда; „напрежение на намотката - 24 V" не допуска решения, при които входящия ток ще бъде различен и т.н.

Някои от често задаваните въпроси към заданието са:

- има ли данни, които са: неясни? непълни? противоречиви? нереалистични?
- изяснено ли е взаимодействието на изделието с околната среда? изисквания от гл.т. на безопасност? изисквания от гл. т. на околната среда?
- уточнени ли са ресурсите: времето за проектиране и изработване на ТО? разходите за това? екипът, който ще проектира и изработва ТО?

Част от задание е дадено по-долу.

„Да се проектира електромагнитно реле със следните данни: номинално напрежение - 48 V; номинален ток - 8A; захранващо напрежение на намотката - 24 V; време за включване и изключване - по-малко от 100 ms; габаритни размери - не по-големи от 80x60x40 mm; срок на работа - 10^5 цикли на включване; производство - 50 000 броя ".

4.4.2. ВЪЗМОЖНИ ЗАДАЧИ

Всяко проектиране започва с поставена задача. **Възможна задача** на зададена изходна задача е задача, която решава същия проблем, както изходната, но той се разглежда от друга гледна точка. Целта за търсене на възможни задачи е представянето на задачата по различен начин с цел по-лесното търсене на оригинално решение. По-долу се разглежда методът „Защо?" за търсене на възможни задачи.

МЕТОД "ЗАЩО?"

Алгоритъм

1. Уточнява се изходната задача.
2. Поставят се въпроса "Защо трябва да се решава тази задача?", като за конкретна задача въпросът може да се конкретизира, напр. "Защо трябва да се... (конкретна дейност)? Задължително ли е това ?". Въпросителното наречие "защо" може да се замени с друга по-подходяща въпросителна форма.

Въпросът се поставя към:

а) задачата като цяло;

б) отделни нейни части (думи).

3. Отговаря се на поставения в т.2 въпрос. Всеки отговор, смислово и граматично правилно представен, се явява основа за модификация на поставената задача.
4. Уточнява се модификацията на задачата за всеки отговор от т.3 като се формулира във вид на задача.
5. Т.т.2-4 се повтаря докато е възможно да се получават смислени задачи.
6. Формира се списък от възможни задачи за решаване на изходния проблем.

Пример

1. Нека изходната задача е „да се проектира електромагнитно реле".

2. а) защо трябва да се проектира реле? Задължително ли е това?

б) защо релето трябва да е електромагнитно? Задължително ли е това?

3. а) защото е необходимо включването и изключването на ел. вериги; не е задължително;

б) така се премества контактната пластина; не е задължително;

4. Възможните задачи, произтичащи от т.3 са дадени в т.6.

5. а) защо е необходимо включването и изключването на ел. вериги? Задължително ли е това?

б) защо трябва да се премества контактната пластина? Задължително ли е това?

а) за да се спира и пуска протичането на ел. ток; не е задължително;

б) за да се свързват и разделят проводниците; не е задължително;

а') защо трябва да се спира и пуска протичането на ел. ток? Задължително ли е това?

б') защо трябва да се свързват и разделят проводниците? Задължително ли е това?

а') за да се управлява процеса; задължително е;

б') за да се създава и запълва междина между проводниците; не е задължително;

б'') защо трябва да се създава и запълва междина между проводниците? Задължително ли е това?

б'') за да се способствува и препятствува протичането на ел. ток; не е задължително;

б''') ...

6. Възможните задачи, вкл. зададената са:

- да се проектира електромагнитно реле;

- да се проектира включване и изключване на ел. вериги;

- да се проектира преместване на контактна пластина;

- да се проектира спиране и пускане на ел. ток;

- да се проектира устройство за свързване и разделяне на проводници;

- да се проектира устройство за управление на процеса на движение на ел. ток;

- да се проектира начин за способствуване и препятствие на движението на ел. ток;

- ...

4.4.3. ПРЕФОРМУЛИРАНИ ЗАДАЧИ

Преформулирана е задача, която се представя с други думи с цел новата формулировка да подскаже нейно решение. Този тип задача най-често се решава при липса на добри решения на проблем.

МЕТОД „РАЗЛИЧНА СТЕПЕН НА КОНКРЕТНОСТ"

Алгоритъм

1. Формулиране на проблема.
2. Уточняват се съществените за проблема думи във формулировката.
3. Всяка съществена дума се представя:

3.1. С по-общи термини, които се заместват в различни комбинации в изходната формулировка. По този начин се получават нови формулировки на задачата.

3.2. С по-конкретни термини, всеки от които се замества в изходната формулировка.

4. Комбинират се заместените съществени думи.

Пример

1. Търси се нов вид устройство за повдигане на тежест.

*2. **Устройство, повдигане, тежест.***

*3.1. **Устройство** - начин; **повдигане** - преместване; **тежест** - товар, тяло*

Някои нови формулировки са:

Търси се:

- начин за повдигане на товар;

- устройство за преместване на товар;

- устройство за повдигане на тяло;

- устройство за преместване на тяло;

- начин за преместване на товар;

- начин за преместване на тяло;

*3.2. **Устройство** - лостова система; **повдигане** - дърпане, **тежест** - течност.*

Някои преформулирани задачи са:

Търси се:

- лостова система за повдигане на тежест;

- устройство за дърпане на тежест;

- лостова система за „дърпане" на течност;

МЕТОД „СИНОНИМИ"

Алгоритъм

1. Формулиране на проблема.
2. Определяне на съществените (ключови) думи $Д_i$ във формулировката.
3. Уточняване на синонимни или близки по значение думи $С_i$ за всяка дума от т.2, вкл. и чрез търсене на синонимни или близки по значение думи на синонимните или близките по значение думи. Препоръчва се използуването на синонимен речник.
4. Заместват се думите $Д_i$ в различни комбинации с думите $С_i$.

Заб. Всяка формулировка от метод „Различна степен на конкретност" се явява изходна за настоящия метод.

Пример (вж. предходния пример)

*2. $Д_i$ - **устройство, повдигане, тежест***

3. Някои $С_i$ са:

***повдигам** - премествам, вдигам, издигам, надигам, изправям;*

***премествам** - прехвърлям, движа, придвижвам, вървя, ходя, нося се, мърдам, шавам, премятам, пренасям, преобръщам, прехвърлям;*

4. Търси се устройство за преместване или вдигане, или издигане, или изправяне, или прехвърляне, или движене, или придвижване, или вървене, или ходене, или носене, или мърдане, или шаване, или премятане, или пренасяне, или преобръщане, или прехвърляне на тежест.

4.5. МЕТОДИ ЗА ПРОЕКТИРАНЕ

Наличието в процеса на проектиране на голямо количество творческа дейност предопределя съществуването на много и появяването на нови методи. Това е и основанието за

Твърдение

Методи за проектиране на СЕ са много (безкрайно много).

Разгледаните по-долу методи се отнасят преди всичко за новопроектирано изделие, но за пълнота на изложението са включени и методи, отнасящи се усъвършенствувано и вариантно изделие.

4.5.1. МЕТОД „АНАЛОГИЯ" („ТРИТЕ НАЙ")

Методът е подходящ за трите вида ТО - ново, вариантно и усъвършенствувано. Той е най-лесният (и по тази причина любим на студентите), най-често използуваният и довеждащ до най-тривиални резултати метод. Методът се свежда до избор на съществуващ аналогичен ТО във вид на реално изделие, сборен чертеж или схематично изображение, взаимствуване на решението му и внасяне в него на необходимите изменения с цел изпълнение на изискванията на заданието. По-творческите личности разменят взаимното разположение на някои от съставните части, проверяват своето отроче за патентна чистота, евентуално му добавят някоя допълнителна функция (лампа, часовник, запалка и др.) и др. подобни дейности.

4.5.2. ЕВРИСТИЧЕН МЕТОД

Методът се използува както за ново изделие така и за усъвършенствуване на изделие (откриване и отстраняване на недостатъци)

Алгоритъм

1. Избор на аналог (съществуващ ТО със същата

главна функция).

2. Уточняване на проблема. Обикновено той се свежда до търсене на:

- нов начин на реализация на главна и основни функции на изделието;
- нов външен вид;
- наличие на допълнителни функции;

3. Избор на евристични методи за концептуално решение на проблема, т.е. търсене на идеи за неговото решаване - вж. глава 2. Основен критерий при избора на метод е неговата „харизматичност" за решаващия, т.е. методът да бъде харесван по някакви причини.

В зависимост от получените резултати се взема решение дали да се прекрати с търсенето на идеи или да се продължи с друг евристичен метод.

Пример

Вж. примерите в глава 2.

4.5.3. МЕТОД „МОДИФИКАЦИЯ НА СЕ"

Методът е предназначен както за новопроектирано, така и за усъвършенствувано изделие.

Алгоритъм

1. Уточнява се входящия и изходящия поток на СЕ.
2. Търси се сред база данни или сред съществуващи СЕ такава (една или повече) с уточнените вход и изход.
3. Модифицира се намерената СЕ от т.2 (изходна СЕ) по някой или по всички методи за получаване на вариант (модификация) на СЕ (вж. глава 5).
4. Избира се по приети критерии окончателна СЕ (вж. глава 9). При необходимост от гл.т. на ограничения и необходими функции се извършват съответни промени в СЕ.

4.5.4. ФУНКЦИОНАЛЕН МЕТОД

Методът е предназначен за новопроектирано изделие.

Алгоритъм

1. Задачи:

1.1. Дефиниране на проблема.

За най-общо представяне на проблема вж. примерите към глава 2...

1.2. Определяне на възможните задачи (вж.т.4.4.2). Избира се една задача за по-нататъшно изследване (вж. глава 9).

1.3. Преформулиране на задачата от т.1.2 (вж. т.4.4.3).

2. Определяне на ГФ и изходящия поток (вж. глава 3).

3. Определяне на възможни начини за решаване на проблема от 1.2. За тази цел:

- извършват се логически разсъждения;
- преглеждат се инженерни ефекти (база данни или списъци с ефекти) като се търсят ИЕ, които притежават изходящ поток, идентичен с този от т.2; в резултат се получава възможен входящ поток и ИЕ, чрез който входът се преобразува в желания изход; инженерният ефект може да бъде един или да представлява подредена съвкупност от няколко ИЕ, входът на всеки от които съвпада с изхода на предшествуващия ИЕ;
- използува се някой евристичен метод; методите „Тотална аналогия" (т.2.5.6) и „Аналогия" (т.2.5.10) са подходящи методи;
- използуват се различните формулировки на задачата от т.1.3 с цел търсене на решение;
- търсене на информация чрез Internet и др. източници;
- търсене сред специализирана литература, рекламни материали и др. съществуващите видове аналогични ТО;
- търсене сред патентната литература на други предложения за реализирането на проектирания ТО.

4. Избор на няколко варианта за по-нататъшно разглеждане (вж.глава 9).

5. За всеки от вариантите от т.4:

5.1. Извършва се функционална декомпозиция с цел уточняване на $ОФ_i$.

Декомпозицията се извършва по предварително получен ФПД или по друг начин (вж. глава 3).

5.2. Избор на най-съществените $ОФ_i$ и съставяне на морфологична таблица на възможните техни решения.

За разработване на морфологичната таблица (вж. метод „Морфологичен анализ и синтез" - т.2.5.2) трябва да се отчитат следните особености:

- в началото на таблицата се поставят два нови стълба с наименования съответно „Основни функции" и „Начини на реализация";
- не се класифицират съществуващите факти, така както е в метода „Морфологичен анализ и синтез", а се систематизират всички възможни решения, за които решаващият задачата се досеща; за тази цел се използуват логически разсъждения и/или някой евристичен метод (глава 2);
- при попълването й се препоръчва използуването и на други евристични методи, напр. метод „Класификации" (т.2.5.11), метод „Фокусни обекти" (т.2.5.3), като фокусът се явява наименованието на изделието или наименованието на разглежданата ОФ.

Заб.1. Ако дадена основна функция участвува в разработена вече морфологична таблица (за предишни проектирани ТО) то може да се направи позоваване на разработката.

Заб.2. Наличието на решения по множество признаци позволява системното им разглеждане и анализиране за конкретния случай.

5.3. Избор на един или няколко варианти за по-нататъшно разработване (вж. глава 9).

5.4. За всеки от вариантите:

5.4.1. Определяне в първо приближение на основните съставни части. Това става сравнително лесно чрез анализ на информацията, дадена в стълб „Съставни части на реализация" на морфологичната матрица, тъй като още при нейното съставяне са взети предвид (макар и в най-общ план) конкретни реализации на основните функции.

5.4.2. Уточняване на функционалните изисквания към всяка съставна част. За целта за всяка съставна част от т.5.4.1 се уточняват:

- изискванията към материала й в зависимост от $ОФ_i$, в реализацията на която тя участвува;
- съставните части, с които тя контактува, което логически се проследява по ФПД;

- информация (изисквания) за тези контакти (ако такава е налице).

5.4.3. Определяне на взаимното положение на частите, реализиращи $ОФ_i$ и съединенията между тях, т.е. структурата на СЕ (вж. глава 5).

5.4.4. Избор на окончателен вариант за разработване (вж. глава 9).

5.5. Проектиране на детайлите (вж. глава 6).

5.6. Извършване на необходимите пресмятания (вж.т.4.7), в т.ч. оптимизационни пресмятания по отношение на форми и параметри.

6. Разработване на работната документация (вж. т.5.7 и т.6.10).

Заб.1. Комбинаторните изделие не са обект на алгоритъма.

2. Част от дейностите по алгоритъма се отнасят не само за концептуалното проектиране и са включени в следващи глави на учебника.

Пример

1. Да се проектира ТО „Пирограф" в съответствие със заданието (заданието не е представено).

(за тези, които не знаят) Пирографът е уред за рисуване върху дърво, кожа и др. материали чрез нагорещено острие;

2. Рисуване с нагорещено острие.

3. ИЕ с изход „топлинна енергия" и „увеличение (изменение) на температура" от фондовете в [30,36,46] са:

- Закон на Джаул- Ленц (**Вход**: Ел ток (сила на тока), **Обект**: Проводник, **Изход**: Топлинна енергия)
- Ефект на Томсън (**Вход**: Температура (градиент), постоянен ток, **Обект**: Проводник, **Изход**: Топлинен поток)
- Ефект на Пелтие (**Вход**: Ел. ток (сила на тока), **Обект**: Контакт между разнородни проводници, **Изход**: Топлинен поток)
- Електрокалоричен ефект (**Вход**: Ел. поле (постоянно), **Обект**: Кристално твърдо вещество (пироелектрик), **Изход**: Изменение на температура)
- Топлопроводимост (**Вход**: Температура (градиент), **Обект**: газ, течност, твърдо тяло, **Изход**: Топлинен поток)
- Ефект на Нернст (**Вход**: Магнитно поле (магнитна индукция), Ел. ток (сила на тока), **Обект**: Полупроводник, **Изход**: Температура (градиент))
- Ефект на Етингсхаузен (**Вход**: Магнитно поле (магнитна индукция), Ел. ток (перпендикулярен ня магнитното поле), **Обект**: Твърд проводник, **Изход**: Температура (градиент))
- Ефект на Джаул- Томсън (**Вход**: Газ (адиабатно разширение), **Обект**: Газ, **Изход**: Температура (градиент))
- Ефект на Дюфур (**Вход**: Течности, газове (градиент на концентрацията), **Обект**: Бинарна система от течности или газове, **Изход**: Температурен поток)
- Конвекция (**Вход**: Течности или газове (преместване), **Обект**: Газове, течности, **Изход**: Пренасяне на маса и топлина)
- Лазер (**Вход**: Електромагнитно излъчване (лазерно), **Обект**: Твърдо тяло, **Изход**: Температура)
- Диелектрично нагряване (**Вход**: Ел. поле (високочестотно), **Обект**: Диелектрик, **Изход**: Увеличение на температурата)
- Магнитокалоричен ефект (**Вход**: Магнитно поле (поостянно), **Обект**: Парамагнетик, феромагнетик, **Изход**: Увеличение на температурата)
- Топлинен ефект при облъчване на монокристали с ултразвук (**Вход**: Ултразвукови вълни, **Обект**: Монокристали, **Изход**: Увеличение на температурата)

Към тези ИЕ трябва да се добавят и химични ефекти, при които има отделяне на топлина. Това са т.н. екзотермични реакции. Някои такива реакции са:

- $CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + Q$ (получаване от негасена на гасена вар)
- $2H_2 + O_2 = 2H_2O + Q$ (горене на водород)
- $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q$ (горене на метан)

Някои други идеи за възможни начини за получаване на топлина са:

- източници на топлина - слънце, радиатор, току-що изключена ел.печка, работещи: пещ металургична, газови котлони и ел. печки, микровълнова печка и др.
- чрез огън — от: дърва, хартия, пропан-бутан, бензин, въглища, спирт, метан, водород, ацетилен, керосин, нафта, генераторен газ, биогаз и др.

Някои други идеи:

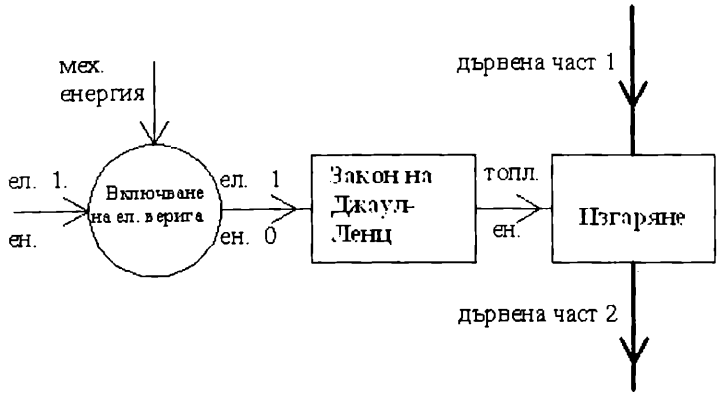
- комбинация на пирограф с поялник; двата уреда са с много близки главни функции;
- извеждане на топлина от работещи ТО (печка, котлон, пещ и т.н.);
- в проектирания ТО да се включат набор от накрайници за рисуване;
- от накрайника да се „изстрелват" искри, които да придават ефект на спрей върху рисуваната повърхност;
- включването на пирографа да става чрез механизъм от типа „спусък на пистолет";

4. Преди избор на варианти за разработване следва да се извърши анализ на всички намерени идеи. За тази цел е необходимо да се изяснят реалните възможности на всеки ИЕ и на останалите идеи за постигане на необходимата температура и топлинна мощност. На този етап от процеса на проектиране се допуска и изпълнението на експерименти, който да докажат или опровергаят издигнати хипотези. Реалните идеи по-нататък се анализират с цел изясняване на положителните и отрицателните страни на всяка от тях.

Нека за по- нататъшно разработване да е избран един ИЕ, а именно „Закон на Джаул-Ленц".

5.1. ФПД за избрания ИЕ, изпълнен в съответствие с правилата, изложени в глава 3, е даден на фиг.4.2, а под него са формирани получените на негова база и след логичен анализ основни функции на пирографа. Процесът на рисуване (изгаряне) не се разглежда.

5.2. Част от морфологичната матрица, обхващаща всички основни функции е дадена в табл.4.2. Както всяка класификация матрицата може да продължава на следващи по-ниски йерархични нива, поради което тя следва да се ограничи до съществените решения по съществените признаци. Като правило могат да се взаимстват (частично или изцяло) готови морфологични таблици за дадена основна функция, чиято матрица е била изготвена заради предходен проектиран ТО.



Основни функции

ОФ1 - *преместване (провеждане на мех. енергия)*

ОФ2 - *провеждане на ел. енергия*

ОФ3 - *преобразуване на ел. енергия в топлинна енергия*

ОФ4 - *провеждане на топлинна енергия*

ОФ5 - *ел. изолация*

ОФ6 - *защита*

ОФ7 - *закрепване*

Фиг. 4.2. ФПД на ТО „Пирограф"

Таблица 4.2

Морфологична таблица на решенията

Основни функции	***Начини на реализация***	***Съставни части на реализация***	***Признаци***	***Решения***	***Брой решения***
ОФ1- *преместване (включване и изключване)*	*чрез движение*	*твърди тела, течност, газ*	*вид движение*	*постъпателно, въртеливо*	*2*
			насоченост	*еднопосочно, двупосочно*	*2*
			прекъсваност	*непрекъснато, прекъсвано*	*2*
			реализиращ механизъм	*за предаване на движение, за преобразуване на движение*	*2*
			източник	*налягане на газ, налягане на течност, човешка сила,...*	*3+*
			разположение	*в горния край, по средата, в долния край на пирографа*	*3*
			разположение на „включване" и „работа"	*редуване, едновременно*	*2*
	чрез допир touch screen	*екран*	*наличие на код*	*сигнал: кодиран, некодиран*	*2*
			вид	*съпротиви телен, капацитивен оптичен, механичен, термичен, ...*	*5+*
	чрез звуков сигнал	*преобразувател на звуков в ел. сигнал*	*...*		*+*
	чрез светлинен сигнал	*преобразувател на светлинен в ел. сигнал*	*...*		*+*

Таблица 4.2. (продължение)

ОФ2- *провеждане на ел. енергия*	*през твърдо тяло*	*проводник*	*сечение*	*кръгло, правоъгълно*	*2*
			гъвкавост	*да, не*	*2*
			материал	*мед, медно-цинкова сплав, алуминиева сплав, ...*	*3*[+]
			свързване	*спояване, механично притискане, допиране*	*3*
ОФ3- *преобразуване на ел. енергия в топлинна енергия*	*закон на Джаул-Ленц*	*проводник*	*материал*	*нихром, фехрал, ...*	*2*[+]
			форма по дължина	*линейна, спирална*	*2*
			разположение	*отвътре, отвън*	*2*
			регулиране на температурата	*да, не*	*2*
ОФ4- *провеждане на топлинна енергия*	*топлопроводност*	*контакт*	*вид*	*директен, индиректен*	*2*
			наличие на изолация	*да, не*	*2*
ОФ5- *ел. изолация*	*твърдо тяло*	*изолационни пластини*	*сечение*	*...*	*+*
			материал	*...*	*+*
			свързване с проводника	*...*	*+*
		изолационна тръба	*материал*	*...*	*+*
			свързване с проводника	*...*	*+*
	газ	*въздух*	*...*	*...*	*+*
ОФ6- *защита*	*чрез корпус*	*корпус*	*съставност*	*цял, делим*	*2*
	чрез преместване на накрайника	*механизъм*	*наличие*	*да, не*	*2*
			движение	*въртене около ос: x (ос на накрайника), y; натиск по ос: x, y; комбинация*	*5*
	чрез преместване на корпуса	*механизъм*	*наличие*	*да, не*	*2*
			движение	*въртене около ос: x (ос на накрайника), y; натиск по ос: x, y; комбинация*	*5*
ОФ7- *закрепване (на детайлите и към ОТС)*	*разглобяемо съединение*	*сглобка*	*подвижност*	*неподвижна, подвижна, преходна*	*3*
			система на нагаждане	*основен отвор, основен вал, комбинирана*	*3*
			степени на точност	*5-12*	*8*
			допускови знаци	*...*	*+*

Таблица 4.2. (продължение)

		резба	*вид на профила*	*метрична, едисонова, тръбна, ...*	*3*
			посока на навиване	*дясна, лява*	*2*
			разположение	*външна, вътрешна*	*2*
			стъпка	*едра, ситна*	*2*
			скрепителни съединения	*болтови, винтови, щилкови*	*3*
		еластичен елемент	*вид на кухината*	*проходна, глуха*	*2*
			вид на „шева"	*непрекъснат, прекъсван*	*2*
			форма детайлите от съединението	*сфера, призма, комбинация*	*3*
			разположение	*в едната страна, в две срещуположни страни*	*2*
			отнемани степени на свобода	*6, 5, 4, 3, 2, 1*	*6*
		байонетно съединение	*контактуващи елементи, брой*	*1,2, повече*	*3*
			контактуващи елементи, разположение	*челно, радиално*	*2*
			форма на прореза	*Г- образен, Т- образен*	*2*
	неразглобяемо съединение	*слепване*	...	...	+
		нитоване	...	...	+
		валцоване	...	...	+
		спояване	...	...	+
		заваряване	...	...	+
		впресован детайл (армиране)	...	...	+
Допълн. аксесоари	*осветяване*	*лампа*	...	...	+
	завиване	*отверка*	...	...	+

Брой решения = 2. 2. 2. 2. 3. 3. 2. 2. 5^{+}. 2. 2. 3^{+}. 3. 2^{+} .2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 5. 2. 5. 3. 3. 8. 3^{+}. 2. 2. 2. 3. 2. 2. 3. 2. 6. 3. 2. 2 = = 11 888 133 931 008 000

5.3. Нека един от избраните варианти да е даденият в табл.4.3. Начинът на закрепване на отделните съставни части ще бъде уточнен по-късно.

5.4.1. Основните съставни части на бъдещото изделие се виждат от стълб „Съставни части на реализация" на табл. 4.3. Конкретните наименования, които са приети така, че да подсказват техните функции, са удебелени и наклонени. И така съставните части са:

- Бутало и втулка (единият се движи в другия и осигуряват функция преместване);

- Проводници - 2 бр. (реализация на функция „провеждане на ел.енергия");

- Нагревател (в него се преобразува ел. енергия в топлина);

- Накрайник (чрез него се осигурява индиректен контакт на нагревателя с повърхността, върху която ще се рисува);

Таблица 4.3

Избран вариант от морфологичната таблица 4.2

Основни функции	*Начини на реализация*	*Съставни части на реализация*	*Признаци*	*Решения*
ОФ1- *преместване (включване и изключване)*	*чрез движение*	*твърди тела* ***(бутало, втулка)***	*вид движение-*	*постъпателно*
			насоченост	*еднопосочно*
			прекъсваност	*непрекъснато*
			реализиращ механизъм	*за предаване на движение*
			източник	*човешка сила*
			разположение	*в горния край*
			разположение на „включване" и „работа"	*редуване*
ОФ2- *провеждане на ел. енергия*	*през твърдо тяло*	*проводник* ***(два проводника)***	*сечение*	*кръгло*
			гъвкавост	*да*
			материал	*медно- цинкова сплав*
			свързване	*спояване*
ОФ3- *преобразуване на ел. енергия в топлинна енергия*	*закон на Джаул-Ленц*	*проводник* ***(нагревател)***	*материал*	*нихром*
			форма по дължина	*линейна*
			разположение	*отвътре*
			регулиране на температурата	*не*
ОФ4- *провеждане на топлинна енергия*	*топлопроводност*	*контакт* ***(накрайник)***	*вид*	*индиректен*
			наличие на изолация	*не*
ОФ5- *ел. изолация*	*твърдо тяло*	*изолационна тръба*	*материал*	...
			свързване с проводника	...
ОФ6- *защита*	*чрез корпус*	*корпус* ***(корпус)***	*съставност*	*цял, делим*

- Корпус (защита на пирографа от ОТС и на ОТС от пирографа);

Заб. Изолационната тръба от ОФ5 не е включена като отделна част, тъй като се приема, че проводниците са изолирани.

5.4.2. Основните изисквания към всяка от съставните части са дадени в табл.4.4.

От табл.4.4 може да се направи и първи вариант на списъка на съставните части (вж.т.5.7).

4.5.5. ВАРИАНТНО ИЗДЕЛИЕ

Един от начините за получаване на вариантно изделие е чрез съставяне на параметричен ред.

Под параметричен ред се разбира подредена система от числени стойности на параметър. Най-често срещаните основни видове параметри са размерните, за мощност, производителност, сила и маса.

4.5.6. МЕТОД "НЕДОСТАТЪЦИ НА ТО"

Целта на метода е да се открият недостатъците на зададена СЕ с оглед нейното бъдещо усъвършенстване.

Алгоритъм

1. Уточнява се изходната СЕ.

Таблица 4.4

Изисквания към съставните части на ТО „Пирограф"

Съставна част	*Изисквания*		*Връзка*
	материал	*контактни повърхнини с*	
Бутало	*ел. изолация (частична или пълна)*	*втулка*	*подвижна сглобка*
		проводници	*допиране (непълно съединение) / липса на съединение*
		човек	*допиране (непълно съединение) / липса на съединение*
Втулка	-	*(бутало)*	
		корпус	*неподвижна връзка*
Проводници- 2 бр.	*ел. проводимост, ел. изолация*	*нагревател*	*спояване*
Нагревател	*ел.проводимост, голямо ел.съпротивление*	*(проводници)*	
		накрайник	*пълно или непълно съединение*
		корпус	*пълно съединение*
Накрайник	*топлопроводност*	*корпус*	*пълно съединение*
		(нагревател)	
Корпус	*ел. изолация, топлоизолация*	*(втулка)*	
		(корпус)	
		(нагревател)	
		човек	*обхващане с пръсти*

Заб. В трети стълб на таблицата в скоби е поставена съставна част, взаимодействието на която с частта от първи стълб е уточнена в предишни редове на таблицата.

2. Подробно се описва взаимодействието на СЕ с обслужващия (ползуващия) го персонал.

3. Подробно се описва процеса на взаимодействие на СЕ с околната техническа среда.

4. Подробно се описва поддържането на СЕ.

5. Описват се всички входове и изходи (основни и допълнителни, желани и нежелани, работни и неработни), които се проявяват вследствие на работата на СЕ, напр. шум, топлина, вибрации, електромагнитно излъчване и др.

6. За всяко описание от т.2 и т.3:

6.1. Определят се всички единични части на описанието (най-малка логична част от описанието, съдържаща един глагол и която не може да се опише с по-малко думи). Всяка единична част се явява недостатък.

6.2. Както т.5.2, но за т.4, като единичната част е всеки нежелан или неработен изход.

6.3. Съставя се списък на всички единични части от т.6.1 и 6.2.

6.4. Съставя се списък с универсални недостатъци за класа технически обекти като например:

-голямо (значително) количество изразходвана енергия;

-(сравнително) нисък кпд;

-големи размери;

-висока материалоемкост;

-сложност на конструкцията;

-високи разходи при изработването;

-др.

7. Анализ на най-рекламираните дефекти в сервиза и причините за това. Съставя се списък на недостатъците.

8. Анализ на оплакванията на потребителите и причините за това. Съставя се списък на недостатъците.

9. Анализ на оплакванията на обслужващия персонал и причините за това. Съставя се списък на недостатъците.

10. Сравнява се разглежданата СЕ с най-добрите образци от аналогични СЕ. Всичко, което е по-лошо в изходната СЕ, се явява неин недостатък.

11. Недостатъци от друга гледна точка.

Уточнява се друга гледна точка (напр. естетическо оформление, потенциална опасност за малки деца и др.) и се определят произтичащите недостатъци.

Пример

Нека СЕ е "Перфоратор"

1. Има се предвид традиционен офис перфоратор, който перфорира едновременно до 20 листа.

2. Взема се известно количество листове; пренася се до перфоратора; първият лист се прегъва на две или се поставя белег за да посочи средата за перфориране; поставя се купа листа в прореза на перфоратора докато се опре в ограничителя му; проверява се дали са се опрели до ограничителя; проверява се от другата страна да не са се разпиляли

листата; натиска се лоста с едната ръка като перфоратора се придържа с другата ръка; издърпват се листата.

3. Няма специални връзки. Трябва да се внимава при работа да не се нарани повърхността на обекта под перфоратора.

4. През определен период от време се освобождава чрез издърпване дъното на перфоратора; занася се до кошчето за боклук и се изсипват конфетите.

5. Входове: механична ръчна сила;

Изходи: механична сила, шум от перфорирането.

6. Недостатъци:

6.1.-6.3.

Необходимост от (Н):

-Н вземане на известно количество хартия;

-Н пренасяне до перфоратора;

-Н поставяне на белег;

-Н поставяне на листата в прореза;

-Н проверка за допиране до ограничителя;

-Н проверка за разпиляност на листата;

-Н натискане на лоста с една ръка;

-Н придържане на перфоратора с ръка за да не се измести;

-Н издърпване на листата;

-Н напр. поставяне на мек материал под перфоратора за ненараняване на долната повърхност;

-Н използуване на ръчна сила;

-наличие на шум от пробиването;

6.4.

- сравнително нисък кпд;

- големи размери;

- сложност на конструкцията;

11.

- не е красив.

Като предимство на метода може да се изтъкне факта, че голяма част от стъпките могат да се извършат в значителна степен формално.

4.6. ПРЕСМЯТАНИЯ

Обикновено пресмятания се извършат през целия процес на проектиране - в първите етапи пресмятанията са ориентировъчни, в последните - окончателни, често - оптимизационни. Съответните зависимости, по които автоматично или ръчно се извършват тези пресмятания, са специфични за класа на проектираното изделие и се изучават в специализирани дисциплини. Тези зависимости могат да бъдат открити и в курсове по фундаменталните дисциплини (физика, химия, биология и др.) и в специализираната за съответния клас ТО литература.

4.6.1. КЛАСИФИКАЦИЯ

В табл. 4.5 са дадени видовете пресмятания, които най-често се изпълняват при проектирането на разнообразни ТО.

Проверочни са пресмятанията, чрез които се определя дадена величина, за която съществуват граничните стойности и се проверява дали тя е в зададените граници, докато при **проектните** пресмятания директно се определя стойността на величината, като тази стойност участвува в по-нататъшни пресмятания или се нанася в документацията на проектираното изделие. Като правило проверочните пресмятания се извършват в крайните етапи от процеса на проектиране, докато проектните - в началните етапи. При **оптимизационните** пресмятания се търси гранична (оптимална) стойност на функция (ако тя съществува). Същността на останалите видове пресмятания е ясна от тяхното наименование.

Таблица 4.5

Видове пресмятания

Класификационен признак	Видове пресмятания
1. Според вида на обекта	1.1. За детайл 1.2. За СЕ 1.3. За съединение
2. Според целта	2.1. Проверочни 2.2. Проектни
3. Според наличието на оптимизация	3.1. Тривиални 3.2. Оптимизационни
4. Според етап от работата на изделието	4.1. При пускане на ТО 4.2. При нормална работа на ТО 4.3. При спиране на ТО
5. Според елемента от ТО, за който се отнасят	5.1. За ИЕ 5.2. За поток

4.6.2. ТЕОРЕТИЧНО НЕОБХОДИМИ ПРЕСМЯТАНИЯ

Един възможен метод за най-общо определяне на необходимите пресмятания е даден по долу.

Алгоритъм

1. Построява се ФПД (ако такъв липсва), като се включват и въздействията на околната техническа среда върху проектирания ТО, както и въздействията на ТО върху ОТС.

2. По ФПД се определят всички видове потоци. Всеки вид поток определя вида на теоретично-необходимите пресмятания, *напр. магнитни, топлинни, механични и др. пресмятания.*

3. По ФПД се определят всички ИЕ. Всеки ИЕ изисква специфични пресмятания, *напр. пресмятания относно: закон на Ом, закон на Фарадей, ефект на Нернст и др.*

4. От съответните раздели на физиката, химията, биологията, както и от специализирана за съответните ТО литература се тръсят конкретните зависимости за извършване на пресмятанията.

Пример (ТО „Кафемелачка")

1. ФПД на кафемелачката е даден на фиг.3.3.

2,3. Потоците са: ел. енергия, магнитна енергия, механична енергия, а ИЕ: електромагнитна индукция и удар. Следователно теоретично необходимите пресмятания са: електрически, магнитни и механични, както и пресмятания по отношение на: електромагнитна индукция и механичен удар.

Намерените по-горе общи пресмятания са теоретично

необходими. На практика някои от тях не се провеждат, защото напр. от опит проектантът е установил, че е безсмислено да се изпълняват, тъй като използуваните материали, размери и форми на детайлите ги гарантират.

4.6.3. АВТОМАТИЗАЦИЯ

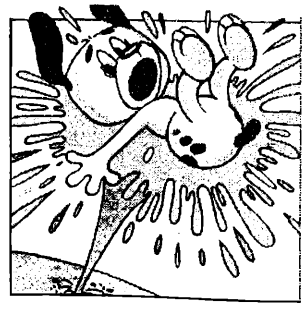
Съществуват множество програмни продукти за автоматизация на пресмятанията било на ниво конкретни изделия, било на ниво метод. Един широкоразпространен метод е Методът на крайните елементи (МКЕ). Той е числен метод за решаване на клас частни диференциални уравнения за нуждите на математичната физика. Този клас описва явленията в различни области- механика (механика на деформируемите тела), топлотехника (топло и масообмен), електротехника (електромагнитни полета), хидро- и аеродинамика (механика на флуидите) и др.

Някои широко разпространени програмни продукти, които програмно реализират МКЕ са COSMOS, ANSYS, LS-DYNA и др.

Джузепе д'Амброзио Анджелило

Котарак на покрива

Има един котарак на покрива на
моя блок.
Това е един луд котарак
и аз много го обичам.
Вечер е винаги там
и гледа паяжините на звездите,
ако трябва, пропъжда някоя сова
и се влюбва в бледността на луната.
Неговите котки го търсят на двора
и по тротоарите, претъпкани с коли,
и даже из мазетата, широко отворени.
Но той е нависоко,
на върха на покрива на моя блок
и фиксира неподвижен
безмълвния паяк на вселената.



- И каква е разликата между потребност и функция на ТО?
- Никаква - еднакво неясни са!...

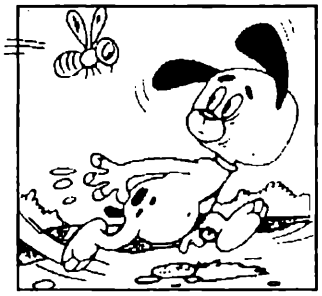
Глава 5.

ПРОЕКТИРАНЕ НА СТРУКТУРАТА НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

приказка за това как барон Мюнхаузен си изскуба косите, мъчейки се да се изтегли от тази глава

или

5.1. Основни проблеми
5.2. Взаимно положение на съставните части
5.3. Структуриране на сглобена единица
5.4. Механични съединения
5.5. Други изисквания към проектирания ТО
5.6. Проектиране на варианти на СЕ
5.7. Документиране на СЕ
5.8. Особености при проектиране на някои специфични СЕ
5.9. Някои конструктивни и технологични препоръки при проектиране на СЕ
5.10. Автоматизация



Отговорът е "да". Какъв е въпросът?

Под структура на СЕ се разбира съставните части на СЕ и съединения между тях.

Целта на структурирането е да се материализират функциите чрез пространствено- геометрично оформление на СЕ като за тази цел се намерят и взаимно подредят съставните части (детайли, СЕ от по- ниско йерархично ниво) на проектираното изделие, които ще реализират неговата ГФ. Намерените детайли и СЕ трябва да бъдат съединени помежду си по такъв начин, че проектираното изделие да не се разглобява от случайни сили или от силите в него. Тези детайли и СЕ може да се произвеждат вече в някоя фирма и тогава възниква въпроса- да се закупят ли (което е нормалното) или да се изработват и включат в процеса на сглобяване. В последния случай, който има място само при сериозни причини (невъзможност за доставка, необходимост от значително допълнителни разходи и др.), както и за всички останали съставни части, които не се произвеждат никъде, следва да се пристъпи към проектиране на детайлите (глава 6).

5.1. ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ

Основните проблеми, които трябва да се решат при структурирането на СЕ са:

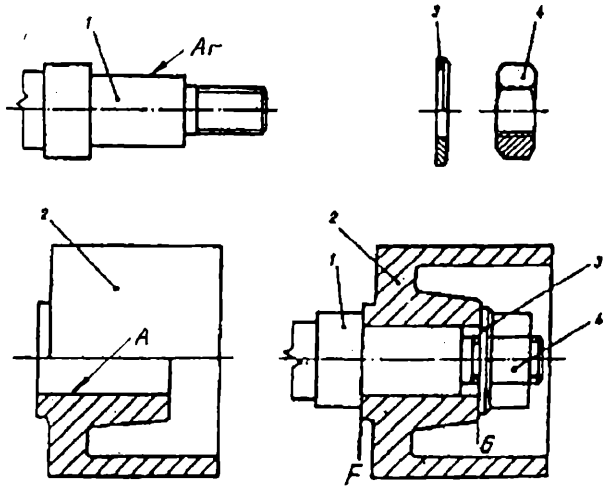
- уточняване на съставните части;
- определяне на взаимното положение на съставните части;
- уточняване на съединенията между съставните части;
- уточняване на други (останалите) изисквания към СЕ;
- търсене на варианти на структурата на СЕ;
- документиране.

Част от съставните части са уточнени при концептуалното проектиране на СЕ (вж. глава 4). Останалите съставни части се определят при определянето на останалите изисквания към СЕ, както и при анализа на СЕ от гл.т. на сглобяване и разглобяване.

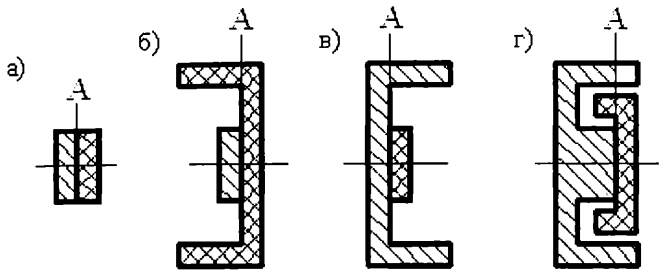
5.2. ВЗАИМНО ПОЛОЖЕНИЕ НА СЪСТАВНИТЕ ЧАСТИ

5.2.1. РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА КОНТАКТНИ ПОВЪРХНИНИ

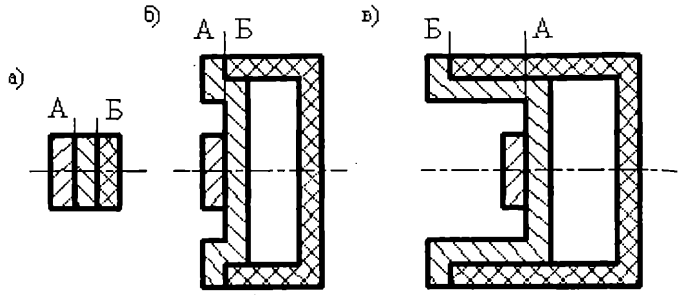
Детайлите (съставните части) на СЕ контактуват помежду и образуват съединения. В зависимост от взаимното положение на присъединяваните повърхнини съединенията се делят на **непълни** и **пълни** (вж. т.5.4.1). При непълните съединения е налице само допиране на повърхнините, докато при пълните съединения повърхнините са **обхващаща** (тип „отвор") и **обхващана** (тип „вал"). На показаното на фиг.5.1 съединяване на четири детайла непълно е съединението по повърхнината F между дет. 1 и 2 и по повърхнината G между дет.2 и 3. Пълно е съединението между обхващащата повърхнина A на дет.2 и обхващаната повърхнина Ar на дет.1.



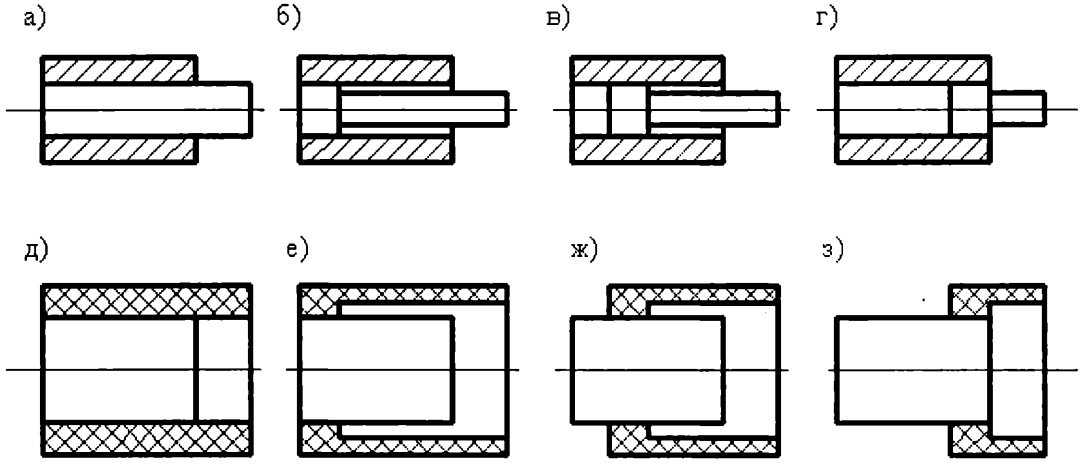
Фиг. 5.1. Съединения на детайли



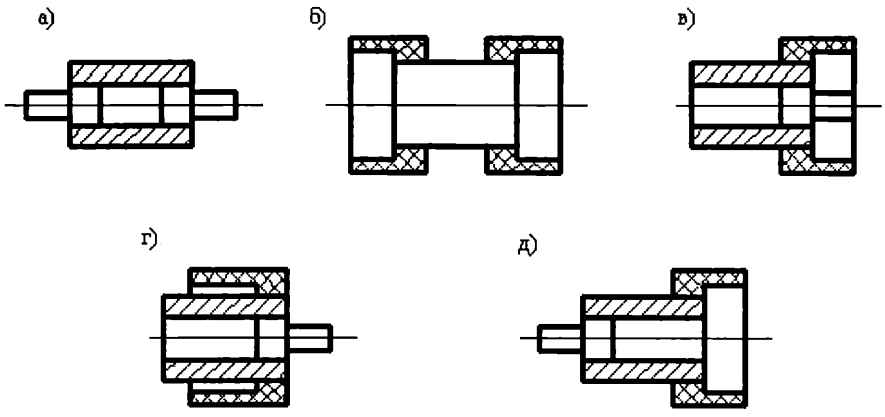
Фиг. 5.2. Възможни положения на контактна повърхнина (непълно съединение)



Фиг. 5.4. Взаимно положение на две контактни повърхнини (непълни съединения)



Фиг.5.3. Възможни положения на контактна повърхнина (пълно съединение)



Фиг.5. 5. Някои взаимни положения на две контактни повърхнини (пълни съединения)

Контактните повърхнини могат за заемат различно разположение. При непълните съединения някои възможни разположения на контактната повърхнина между два детайла в зависимост от останалите повърхнини на детайлите са показани на фиг.5.2. В първия случай (фиг.5.2а) всеки от двата детайла (съставни части) е разположен от едната страна на контактната повърхнина А. Във втория случай (фиг.5.2б) първият детайл е навлязъл във втория, при третия случай (фиг.5.2в) вторият детайл е навлязъл в първия, а при четвъртия (фиг.5.2г) — и двата детайла са навлезли един в друг.

При пълните съединения някои възможни разположения по оста на съединението са дадени на фиг.5.3. При фиг.5.3а е налице пълно обхващане на двата детайла, при фиг.5.3б-г- външният детайл обхваща вътрешния на ограничена дължина, която дължина е разположена на различни места в обхващащия детайл- в единия край, в другия край и между двата края. Двата детайла, обхващан и обхващащ, могат да разменят местата си. Съответните разположения по оста на съединението за представени на фиг.5.3д-з.

При наличие на две непълни съединения, в които участвува един детайл, то тук също може да се говори за взаимно разположение на контактните повърхнини. Фиг.5.4 илюстрира тези възможности, като на фиг.5.4а двете контактни повърхнини - непълни съединения А и Б са отдалечени една от друга, на фиг.5.4б- те съвпадат, а на фиг.5.4в- местата им са разменени.

Взаимното положение на две пълни съединения, включващи един детайл, се определя от комбинациите на различните видове разположения на пълно съединение (фиг.5.3). Някои комбинации са дадени на фиг.5.5.

Вариантите при участие на детайл в едно пълно и едно непълно съединения се получават от комбинациите на варианти на двата вида съединения (фиг.5.2 и фиг.5.4 за непълно съединение и фиг.5.3 и фиг.5.5 за пълно съединение).

Някои варианти за ТО от фиг.5.56 по отношение на непълните съединения между капака и бутона и между пружината и корпуса са дадени на фиг.5.6.

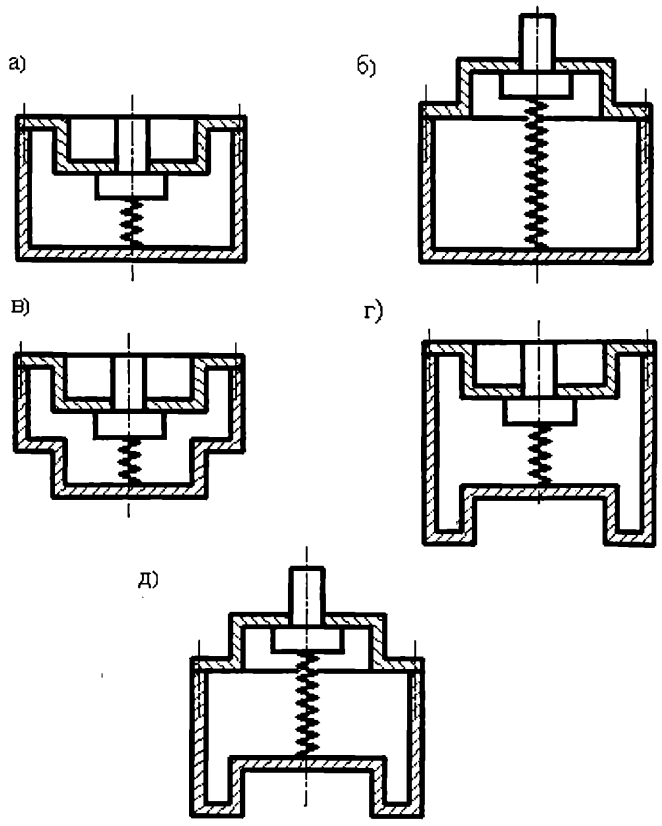
Възможните положения на контактните повърхнини определят разнообразие от варианти при избор на съединения за контактуващите съставни части.

5.2.2. РАЗПОЛОЖЕНИЕ НА СЪСТАВНИ ЧАСТИ

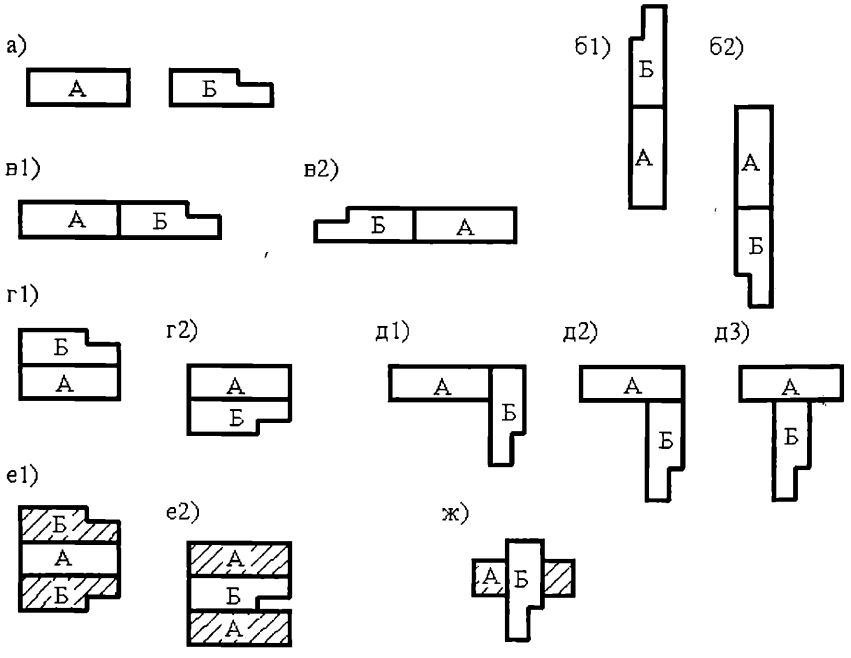
Контактуващите съставните части също могат да се разположат от теоретична гледна точка по различни начини една спрямо друга. Например две съставни части А и Б могат да се разположат: една над друга, една до друга, едва пред друга и една в друга. Някои от тези възможности за изходните съставни части А и Б (фиг.5.7а) са илюстрирани на фиг.5.7б-ж. На фиг.5.7б двете части са застанали една над друга, като те са разположени с хоризонтална къса страна (б1- А е над Б, б2-Б е над А); на фиг.5.7в те са една до друга, като са застанали с хоризонтална дълга страна (в1- А е вляво от Б, в2-Б е вляво от А); на фиг.5.7г двете части са една над друга, като са застанали с хоризонтална дълга страна; на фиг.5.7д едната част е с хоризонтална дълга, а другата с хоризонтална къса страна (д1- една до друга, д2, д3- една под друга); на фиг.5.7е двете части са една в друга, като те са разположени с хоризонтална дълга страна; на фиг.5.7.ж частите са една в друга, като едната част е с хоризонтална дълга, а другата част- с хоризонтална къса страна.

Трябва да се подчертае, че това голямо количество възможности (не всички са показани) е от теоретична гледна точка. На практика често съществуват конкретни изисквания към съставните части, които ограничават вариантите за реализация. Например капакът 2 и корпусът 4 от ТО от фиг.5.56 могат да се преместват във вертикална посока един спрямо друг, но не могат да се преместват в другите посоки- един до друг и един пред друг; капакът може да бъде над корпуса, но не може да бъде под него.

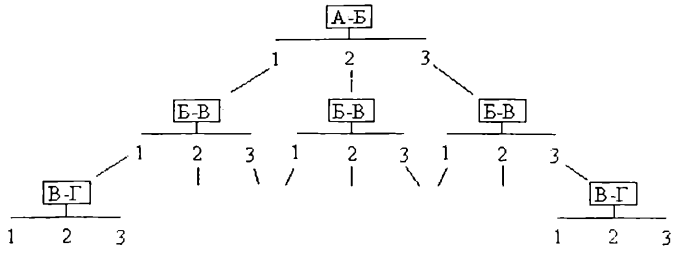
В заключение може да се обобщи, че взаимното разположение на съставните части и на техните съединения разкриват големи възможности за търсене на варианти на структурата на проектирания ТО. В подкрепа на това твърдение е и фиг.5.8, където двойката контактуващи детайли са заградени в правоъгълна рамка, а с цифри са номерирани варианти на тяхното разположение и на разположението на съединението между тях. За брой варианти за всяка двойка е прието скромното число 3. При наличие само на 4 съставни части (също много скромно число) броят на вариантите (3 нива) е $3^3 = 27$.



Фиг.5. 6. Примери за различни разположения на непълни съединения



Фиг.5.7. Взаимно положение на две съставни части



Фиг. 5.8. Варианти на разположение на съставните части на ТО

5.3. СТРУКТУРИРАНЕ НА СГЛОБЕНАТА ЕДИНИЦА

Алгоритъм

Зададено: Функционални изисквания към основните съставни части (вж.т.4.5.4)

1. Като се има предвид уточнените в т.4.5.4 контакти повърхнини по подобие на ФПД се построяват схематично чрез правоъгълници всички съставни части и връзките (контактите) между тях.

Заб. В някои случаи контактите може да не директни, а индиректни — чрез други части. Анализът на функциите на съставната част ще определи вида на контакта.

2. Анализира се една контактна двойка с цел уточняване на изискванията към всяка от съставните части и според изискванията се приема първоначална форма на всяка част. Напр. ако през съставната част преминава флуиден поток очевидно тя трябва да е куха, но трябва да се включи и уплътнение; ако преминава по него ел. поток формата му може да бъде произволна, но трябва да включва две проводящи части и т.н.

3. Определят се възможните взаимни положения на двете съставни части (т.5.2.2).

4. Избират се няколко перспективни варианта конструкции (вж. глава 9).

5. Избор на съединения между съставните части. За тази цел се вземат предвид:

- видовете механични съединения (т.5.2).
- изискванията, напр. необходимост от разглобяване (разглобяеми или неразглобяеми съединения), необходимост от ел. връзка (спояване), лесно разглобяване и разглобяване (байонетно съединение) и т.н.
- предимствата и недостатъците на съединенията;
- отражение върху качеството на изделието, вкл и
- необходимите разходи;
- др.

6. Добавя се следващата съставна част, която образува контактна двойка с някоя от частите на получената вече в т.4 конструкция. Анализира се новата част (т.2 от алгоритъма) и се определят възможните й взаимни положения с контактния й партньор (т.3 от алгоритъма).

7. Избират се няколко перспективни варианта конструкции (вж. глава 9).

8. ≡ т.5.

9. Тази дейност на добавяне на съставни части продължава докато се изчерпят всички съставни части.

Така се получава скелет на ТО - схематично изображение, което е близко до проекция, но което не е задължително да отговаря на правилата за изобразяване (приложение П 03). Пропорциите и размерите на СЕ ще се получат при по-нататъшното проектиране.

При наличие на ел поток се изисква решение на въпроса за избор на вида на ел. съединенията - чрез обемен (вж.т.5.8.3) или печатен монтаж (вж.т.5.8.2).

10. Анализ на всички останали изисквания към ТО - изисквания на купувачите (при проведени анкети), безопасност, транспорт, експлоатация, ремонт и утилизация и др. (т.5.5) и отразяване на тяхната реализация в скелета на ТО.

11. Анализ на възможността за сглобяване и евентуално разглобяване на ТО и нанасяне на необходимите промени в скелета на ТО (вж.т. 8.3).

12. Анализ на възможността за обединяване на съставни части като се запазват техните функции. Отразяване на промените.

13. Търсене на варианти на полученото изделие (вж. т.5.4).

14. Избор на рационален вариант (най-добрият от намерените варианти) - вж. глава 9.

15. Документиране на варианта.

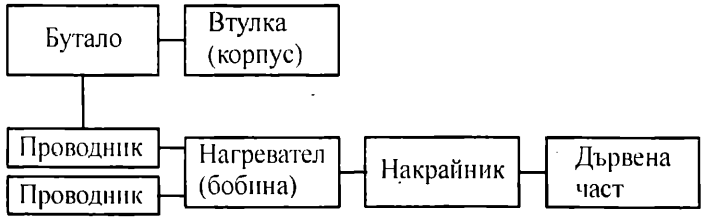
Следваща дейност е проектиране на детайлите (вж. глава 6).

Още ведръж трябва да се подчертае, че проектирането е итеративен процес: извършват се дейности; вземат се решения; нанасят се поправки; вземат се нови решения, тъй като се отразяват следващи изисквания към разработваната конструкция; някои предишни дейности отново се повтарят и това продължава многократно докато се получи крайния продукт - готовото изделие.

Пример

Приложение на част от алгоритъма върху ТО „Пирограф" е дадено по- долу.

1. Съставните части, уточнени в табл.4.3 с връзките между тях (контакти) са дадени на фиг.5.9.



Фиг.5.9. Контактни двойки на ТО „Пирограф"

2. Първата контактна двойка, която се разглежда е нагревател - накрайник. Чрез нагревателя се получава необходимата топлина. Една от най- често използуваните възможности е навит проводник с голямо съпротивление, който ще бъде наречен бобина. Нормално тя е съставна част с кухина. Накрайникът се нагрява от излъчената топлина от нагревателя. Предаването на топлината през въздух ще бъде съпроводен със загуби, затова логично е те да имат физическа контактна повърхнина, при това колкото тя е по-голяма, толкова по-добре. Формата на накрайника може да се приеме като цилиндрична или призматична. Тъй като с накрайника ще се рисува

той трябва да бъде заострен в единия си край.

3. Някои възможни взаимни положения на нагревателя и накрайника са дадени на фиг.5.10. (а - нагревателят обхваща накрайника (съвпадащи оси); б - накрайникът обхваща нагревателя; в - накрайникът и обхваща и е обхващан от нагревателя; г - двете части се допират по равнина; д - вертикално разположение на частите; е - нагревателят е с хоризонтална ос, а накрайникът има вертикален край; ж - осите на двете части са взаимно перпендикулярни, като накрайникът е обхващащ; з - както ж, но накрайникът е обхващащ и обхващан).

9. На фиг.5.11 са дадени някои възможни варианти на скелет на пирографа, включващ всички съставни части, а именно (фиг.5.11а): 1 - проводник 1, 2 - проводник 2, 3 - бутало, 4 - втулка (корпус), 5 - нагревател и 6 - накрайник. Разликата във вариантите е видима от фиг.5.11а-и, като на фиг.5.11д,е са изобразени само корпуса, нагревателя и накрайника.

Трябва да се отбележи, че на фиг.5.11 е приет един начин за реализиране на функцията „включване и изключване". На практика съществуват множество други начини, чрез които тя може да се осъществи. Често е налице и функцията „връщане в изходно положение".

Заб. В разглежданията за пирографа не са включени функциите „ел. изолация" по отношение на нагревателя, както и неговата „топлоизолация" (вж. табл.4.4).

Схематичното изображение е основа за изпълнение на сборния чертеж (чертеж на общия вид) и чертежите на детайлите.

5.4. МЕХАНИЧНИ СЪЕДИНЕНИЯ

Всеки ТО става реален едва когато се материализират неговите съставни части и те се свържат помежду си. Свързването на частите се извършва чрез различните видове механични съединения.

В инженерната практика. се говори за два вида съединения на детайлите - **разглобяеми и неразглобяеми.** Критерий за разделянето е възможността съединените части да се разединяват и съединяват многократно без да се нарушава целостта на който и да е от тях или на съединението между тях. При наличие на такава възможност съединението е разглобяемо, а при липсащото е неразглобяемо.

5.4.1. РАЗГЛОБЯЕМИ СЪЕДИНЕНИЯ

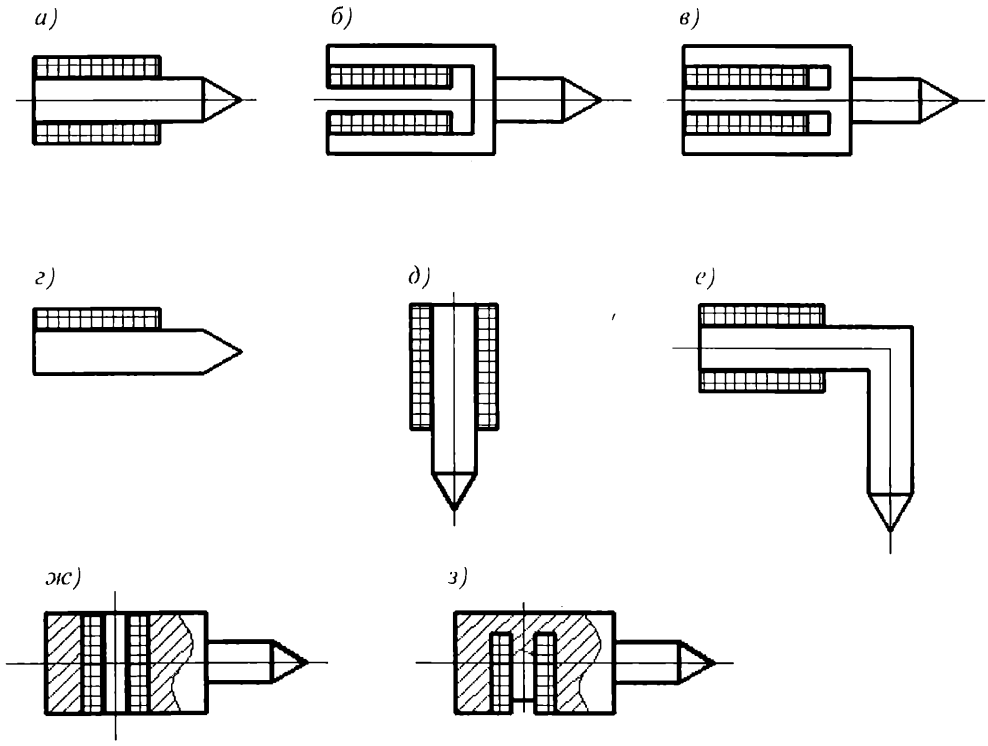
Класификацията на съединенията е дадена на фиг. 5.12.

Съединенията могат да бъдат и между повърхнини, различни от показаните на фиг. 5.1. Напр. при пълно съединение повърхнините да са призматични, а при непълно – еволвентните повърхнини на зъбите на зъбните колела.

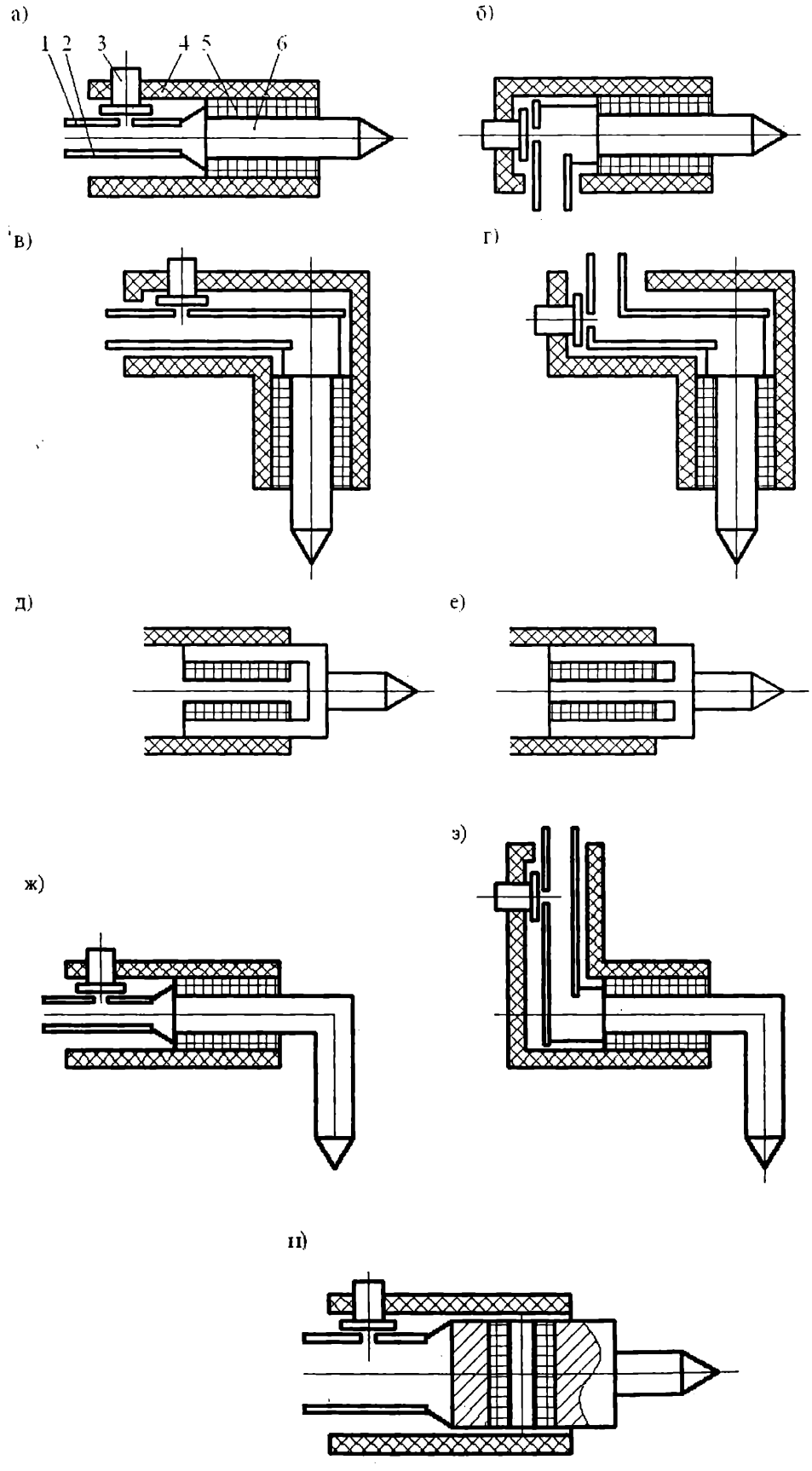
Най-широко разпространение са получили пълните съединения с цилиндрична форма на съединяваните повърхнини. В случаите, когато обхващащата и обхванатата повърхнина са с еднакъв номинален размер, се говори за сглобка (вж. т. 6.7.2).

Неподвижност между два детайла, осигуряващи пълно съединение, може да се постигне чрез трети детайл, при което се получава т.н. **щифтово съединение.**

Щифтът е гладко тяло с цилиндрична или конусна



Фиг. 5.10. Схематични структури на част от ТО „Пирограф"



Фиг.5.11. Схематични структури на ТО „Пирограф”

форма. Монтира се в отвор, пробит радиално през двата съединявани детайла. Този отвор може да преминава изцяло или частично през детайлите, както е показано на фиг. 5.13.

Обхващащата и обхванатата повърхнина могат да имат и друга форма, освен гладката цилиндрична. Характерен пример за това са съединенията, реализирани чрез т.н. **резбови повърхнини.**

Резбовата повърхнина се получава, когато по винтова линия се придвижи определена фигура (т.н. профил на резбата). В зависимост от това, дали винтовата линия е по външна или вътрешна цилиндрична или конусна повърхнина, ще се получат външна или вътрешна резбова повърхнина (която може да бъде цилиндрична или конусна). Тя може да бъде лява или дясна, в зависимост от посоката на винтовата линия; в зависимост от броя на подвижните фигури се говори за едноходова или многоходова резбова повърхнина.

Резбовите повърхнини се класифицират и в зависимост от вида на придвижваната фигура. В табл. 5.1 са дадени видовете резби по този признак, разновидностите им и примерното им означение.

За да се разчете примерното означение по табл. 5.1, трябва да се има предвид следното:

а) означението *M20* показва резба с външен, най-голям диаметър (номинален диаметър) на резбовата повърхнина *20 mm;* в този случай не се посочва стойността на стъпката на резбата – тя е първата от посочените в стандарта стойности;

б) в означението *M20x0,75* е посочена стъпката на резбата *0,75 mm,* която е различна от нормалната (първата) стойност и се нарича ситна;

в) в означението *E 33 e* даден най-големия диаметър – *33 mm* – на резбовата повърхнина;

г) размерът на обикновената цолова резба сочи също най-големия диаметър, но в цолове -1/2";

д) характерното за тръбната цилиндрична резба е, че цифрата в означението сочи в цолове не диаметъра на резбата, а диаметъра на светлия отвор на тръбата, върху която (или в която) тази резба е нарязана;

е) в означението на тръбната конусна резба цифрата показва в цолове външния диаметър на голямата основа на конусната резба;

ж) в означенията и на трапецовидната и на упорната резба първата цифра показва в *mm* най-големия диаметър на резбата, а втората (също в *mm*) – стъпката ѝ.

На фиг. 5.14 са показани външни резбови повърхнини с различен профил, а на фиг. 5.15 – основните параметри на метрична резба. На фиг. 5.16 е показано изображение на нестандартизирана едисонова резба и нейното оразмеряване.

Резбите се изработват по един от следните начини:

1. Чрез снемане на стружка (нарязване на винтов канал с помощта на режещ инструмент):

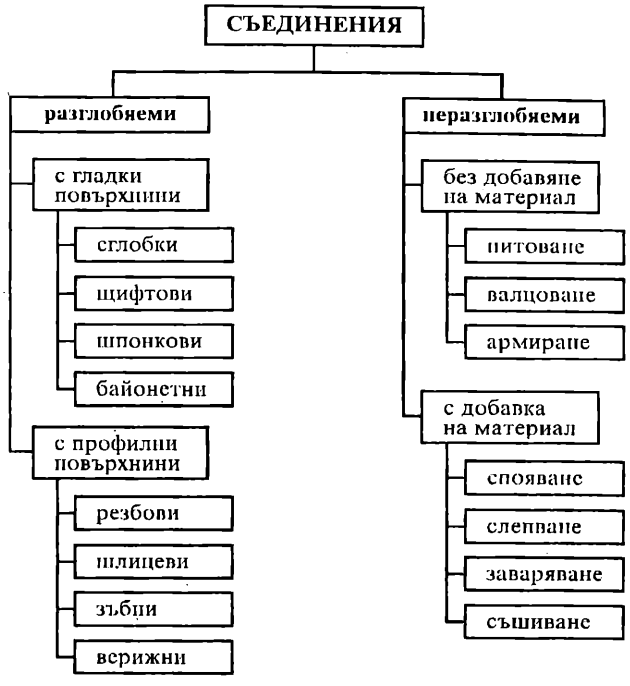
а) ръчно - с помощта на т.н. метчик (за вътрешна резба) и плашка (за външна резба);

б) машинно – чрез струговане или фрезоване.

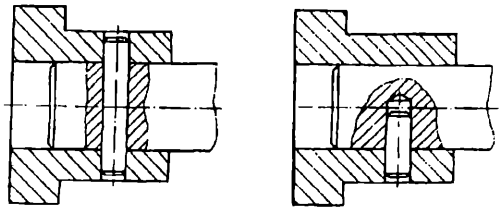
2. Без снемане на стружка:

а) чрез валцоване (напр. на метална втулка);

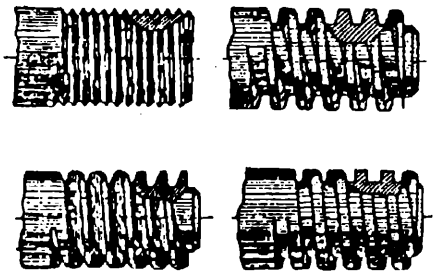
б) чрез отливане (напр. на резба върху стъкло, пластмаса, металокерамика и др.).



Фиг. 5.12. Класификация на съединенията



Фиг. 5.13. Щифтово съединение

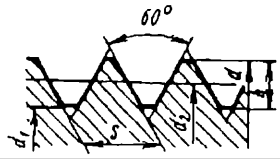
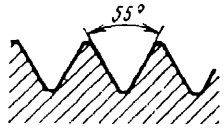
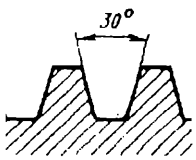
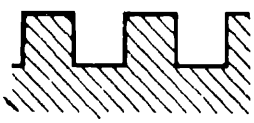


Фиг. 5.14. Външни резбови повърхнини

В страната действа стандарта БДС EN ISO 6410. Съгласно стандарта върховите повърхнини на резбата се изобразяват с непрекъсната дебела линия, а петовите – с тънка линия. При напречен изглед петовата повърхнина се изобразява с три четвърти окръжност с тънка линия. Препоръчва се липсващата част от окръжността да бъде в горната дясна част.

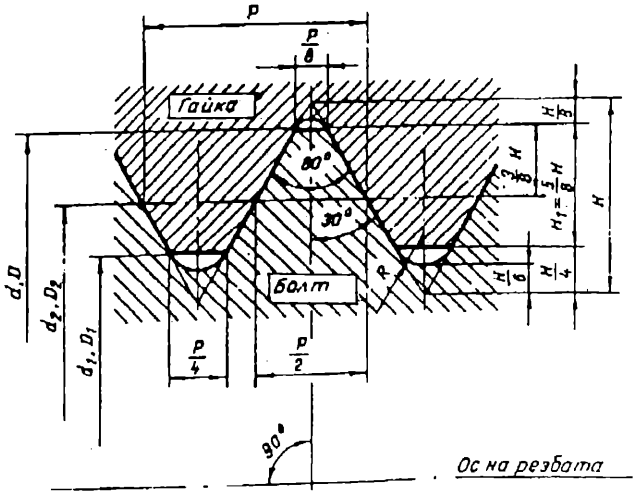
Резбовите повърхнини в чертежите се изобразяват

Видове резби

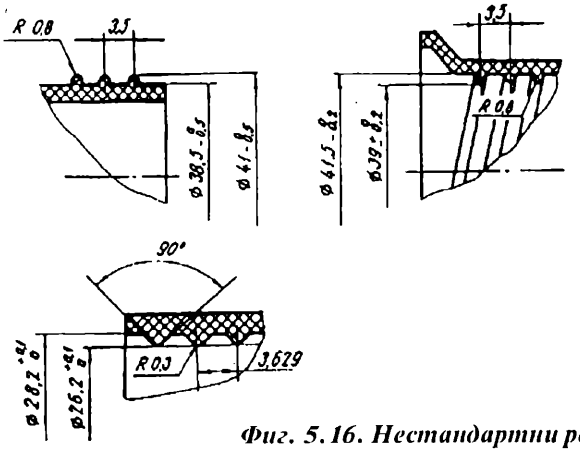
Вид на резбата	метрична		едисонова	цолова		
знак	M		E	-	G	R
вид на профила	равностранен триъгълник		полу-окръжност	равнобедрен триъгълник		
сечение на профила						
разно-видност	нормална	ситна	-	обикновена	тръбна ци-линдрична	тръбна конусна
примерно означение	*M20*	*M16x0,75*	*E33*	*1/2"*	*G 1/4*	*R 3/4*
стандарт	БДС 10689-78			БДС 1587-73	БДС 2000-80	-
Вид на резбата	специална					
знак	-					
вид на профила	равнобедрен трапец		неравнобедрен трапец	правоъгълник		
сечение на профила						
разно-видност	трапецовидна		упорна	правогълна		
примерно означение	*Tr24x5*		*S 80x10*			
стандарт	БДС 2054-79		БДС 2133-81	-		

условно, както е показано на фиг. 5.17 – 5.20. На фиг. 5.17 е показано изобразяването на външна резбова повърхнина в изглед, а на фиг. 5.18 – в разрез. На фиг. 5.19 е показана вътрешна резбова повърхнина при проходен отвор, а на фиг. 5.20 – при глух отвор. Когато се изобразява резба с нестандартен профил, се оформя частичен разрез (фиг. 5.21). От фигурите се вижда, че може да се извлече едно практическо правило – **тънката линия за неговите повърхнини е изобразена винаги в материала (контура) на детайла.** Препоръчителното разстояние между дебелата и тънката линия е колкото реалната дълбочина на резбата, но не по-малко от *0,7 mm*.

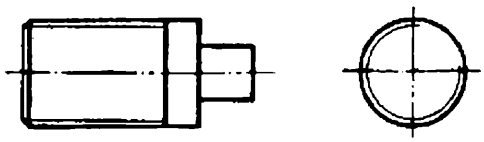
Резбовите повърхнини са най-разпространени в т.н. резбови детайли – гайка (шестостенна или с друга форма втулка с вътрешна резба, фиг. 5.23), болт (цилиндрично тяло с външна резба, завършващо с глава с обикновена шестостенна форма, фиг. 5.23), винт (както болта, но с глава с друга форма и прорез за завъртане с отверка, фиг. 5.25) и шпилка (цилиндрично тяло, което в двата си края има резба, фиг. 5.24). Практиката е доказала



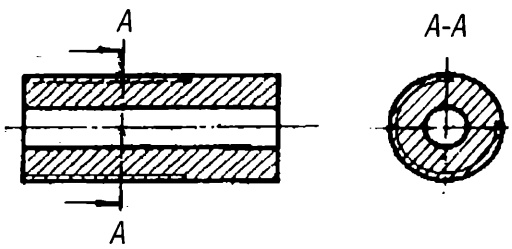
Фиг. 5.15. Основни параметри на метрична резба
d, D – номинален диаметър на резбата;
d_1, D_1 – най-малък диаметър;
d_2, D_2 – среден диаметър; p – стъпка на резбата;
H – теоретична височина на профила на резбата.



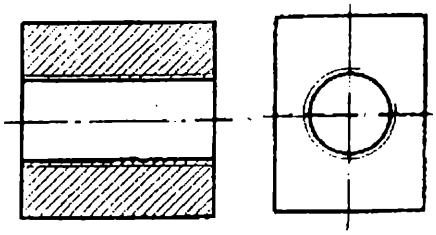
Фиг. 5.16. Нестандартни резби



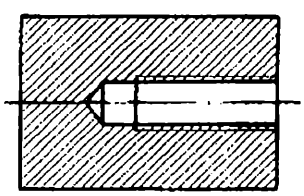
Фиг. 5.17. Изобразяване в изглед на външна резбова повърхнина



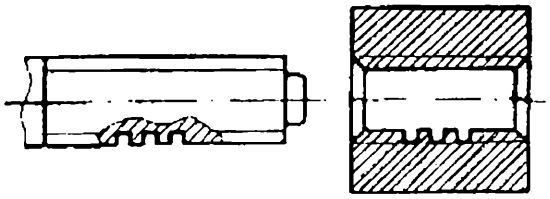
Фиг. 5.18. Изобразяване в разрез на външна резбова повърхнина



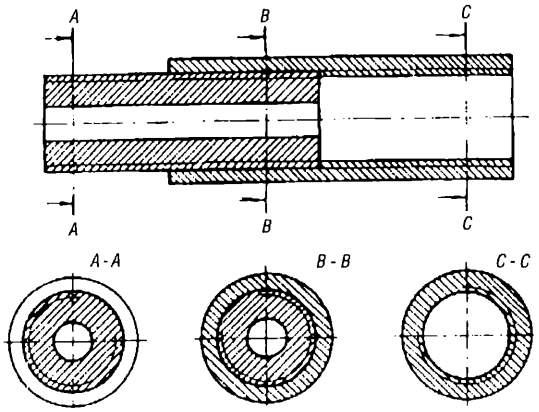
Фиг. 5.19. Вътрешна резба в проходен отвор



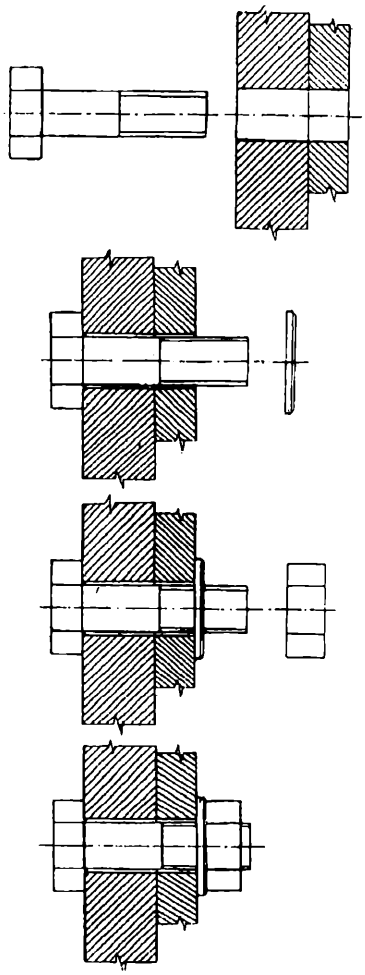
Фиг. 5.20. Вътрешна резба в глух отвор



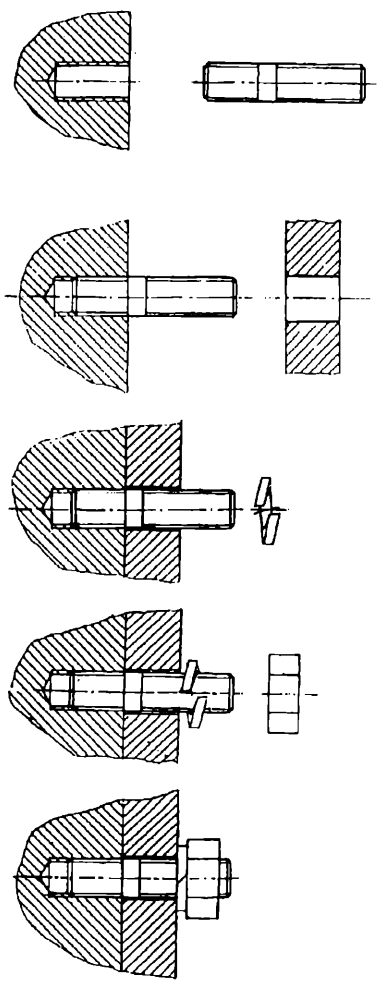
Фиг. 5.21. Резба с нестандартен профил



Фиг. 5.22. Резбово съединение



Фиг. 5.23. Болтово съединение



Фиг. 5.24. Шпилково съединение

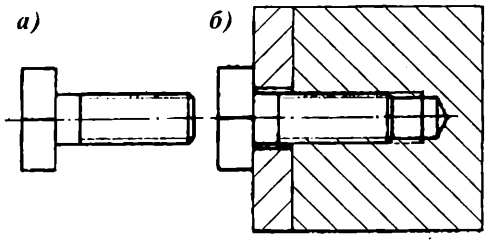
предимството на унифициране на използваните резбови детайли, в резултат на което съществуват над двадесет стандарта за широко разпространени и специализирани резбови детайли.

Чрез резбовите детайли се осъществява непосредствено съединение между детайли (фиг. 5.23÷5.25).

Изобразяването на резбови повърхнини, използвани за съединяване на два детайла, т.е. резбово съединение, става по фиг. 5.22.

Характерни са изображенията на съединени стандартни резбови детайли.

На фиг. 5.23 са показани последователните етапи при формирането на изображение на болтово съединение, а на фиг. 5.24 – на шпилково съединение. При болтово съединение е използвана подложка шайба, а при шпилковото – пружинна шайба. Шайбите са също стандартизирани. На фиг. 5.25 е дадено винтово съединение. Съгласно стандарта при изобразяване на винта в изглед по оста му прорезът се показва под ъгъл 45° (вж. табл. 5.2). В табл. 5.2 са показани опростените изображения на резбови детайли съгласно БДС EN ISO 6410-3, които се използват в чертежите на сглобените единици.



Фиг. 5.25. Винтово съединение:
а) винт; б) съединение

Таблица 5.2

Опростени изображения на резбови детайли

Наименование	Опростено изобразяване	Наименование	Опростено изобразяване
Винт с шестостенна глава		Винт с скрита глава и с кръстообразен прорез	
Винт с четиристенна (квадратна) глава		Стопорен винт с прорез	
Винт с вътрешен шестостен		Самонарязващ винт за дърво с прорез	
Винт с конусна глава и прорез		Винт с крилчата глава	
Винт с цилиндрична глава и кръстообразен прорез		Шестостенна гайка	
Винт с полускрита глава и прорез		Шестостенна коронна гайка с прорези	
Винт с полускрита глава и с кръстообразен прорез		Четиристенна (квадратна) гайка	
Винт със скрита глава и прорез		Крилчата гайка	

Погълнат от себе си не си обръщам никакво внимание.

Изобразяването на конусни резби се подчинява на същите правила (фиг. 5.26).

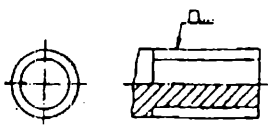
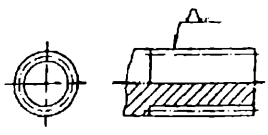
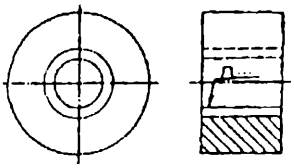
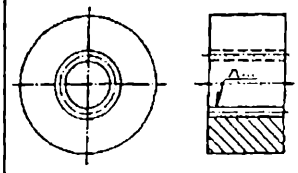
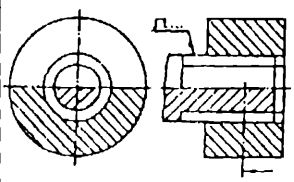
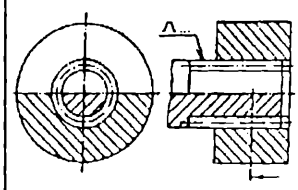
Друго характерно пълно съединение е **шлицовото**. То се използва при предаване на въртящи моменти от един на друг детайл, както и за направляване на взаимно осово движение на съединяваните детайли. Върху цилиндричната външна или вътрешна повърхнина се нарязват канали (шлици), като по този начин се образуват зъби с различна форма. Най-голямо приложение имат шлиците с правостенна форма, но се срещат и с еволвентна или триъгълна форма.

На фиг. 5.27 е показано аксонометрично изображение на детайл с външна шлицова повърхнина и основни размери на шлицовото съединение – вътрешен диаметър d, външен диаметър D и широчина на зъба b. Освен това в данните за шлицовата повърхнина се посочва и броя на шлиците.

На фиг. 5.28 са показани пълните изображения на шлицови съединения с правостенни (фиг. 5.28*а*), еволвентни (фиг. 5.28*б*) и триъгълни (фиг. 5.28*в*) шлици, а в табл. 5.3 са показани опростените изображения съгласно БДС EN ISO 6413. По принцип в чертежите се използват опростените изображения.

Таблица 5.3

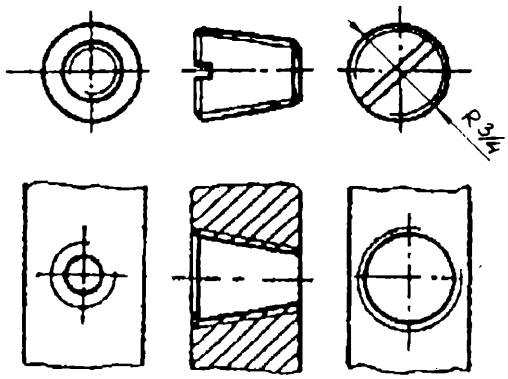
Опростени изображения на шлицови повърхнини

	Правостенни шлици	Еволвентни шлици
Вал		
Втулка		
Шлицово съединение		

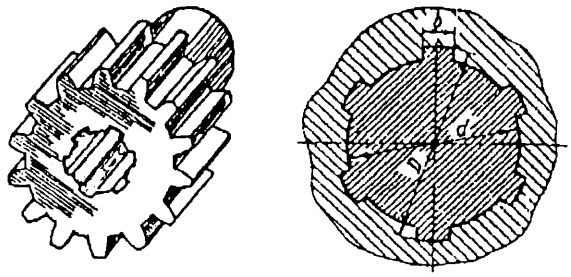
Специфичен начин на съединяване на детайлите е **шпонковото съединение**. Шпонката е призматичен или с друга форма детайл, който, влизайки в съединяването детайли, осигурява предаването на момент. На фиг. 5.29 са показани различни видове шпонки, а на фиг. 5.30 – изобразяването на шпонково съединение. Размерите на шпонките и каналите за тях са фиксирани в стандарти.

Към съединенията чрез специални повърхнини следва да се отнесат и **зъбните предавки**. Те биват:

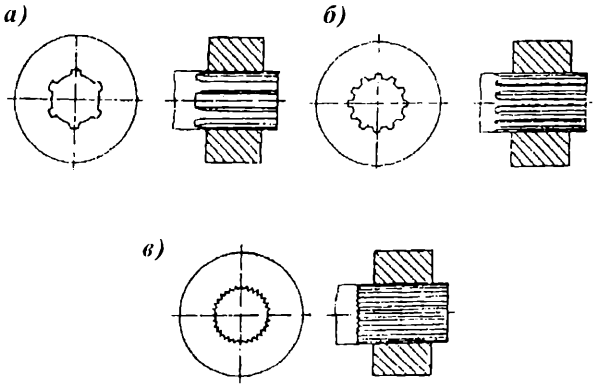
а) цилиндрични зъбни предавки с външно зацепване (фиг. 5.31);



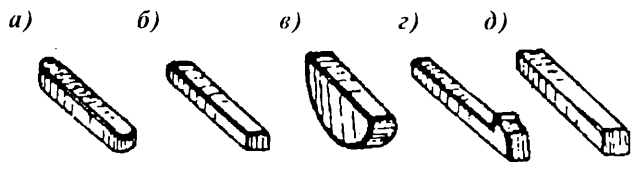
Фиг. 5.26. Конусна резба



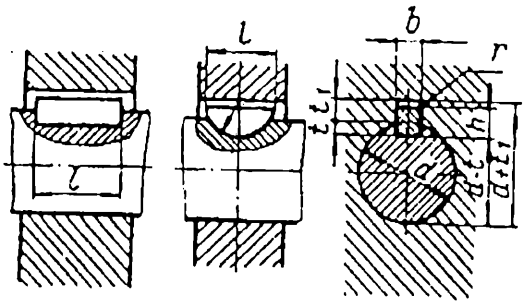
Фиг. 5.27. Шлицови повърхнини



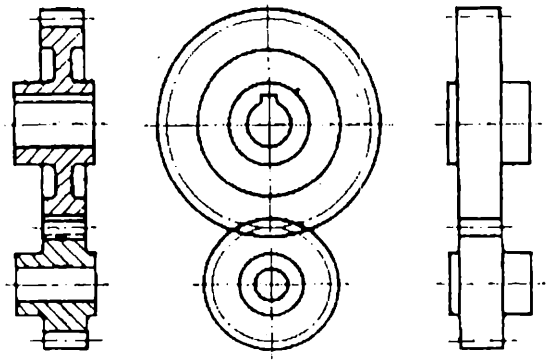
Фиг. 5.28. Пълно изобразяване на шлицови съединения:
а) с правостенни шлици; б) с еволвентни шлици; в) с триъгълни шлици



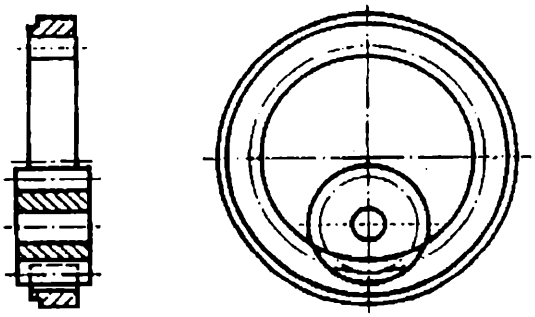
Фиг. 5.29. Видове шпонки:
а), б) призматична; в) сегментна; г) клинова



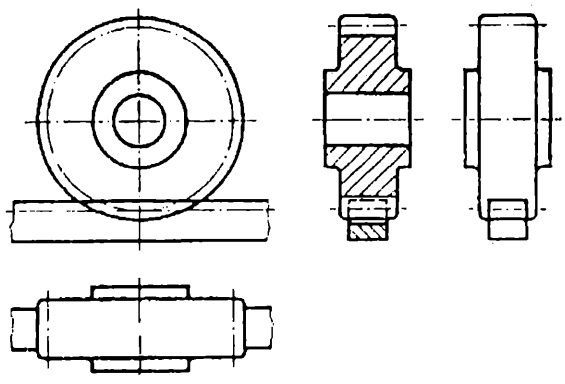
Фиг. 5.30. Шпонково съединение



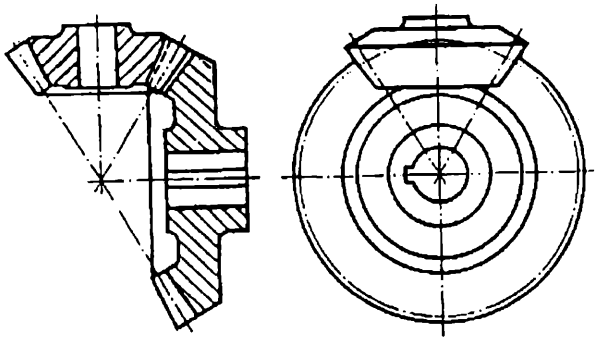
Фиг. 5.31. Цилиндрични зъбни колела с външно зацепване



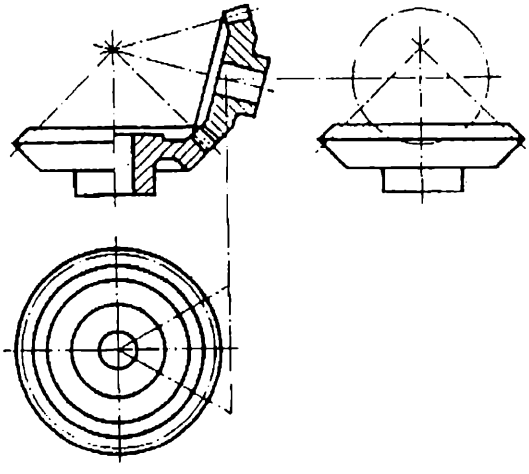
Фиг. 5.32. Цилиндрични зъбни колела с вътрешно зацепване



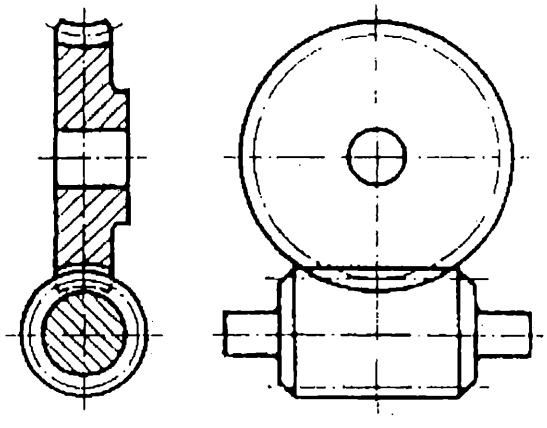
Фиг. 5.33. Зъбно колело и зъбен гребен



Фиг. 5.34. Конични зъбни колела с оси под 90°



Фиг. 5.35. Конични зъбни колела с оси под ъгъл различен от 90°



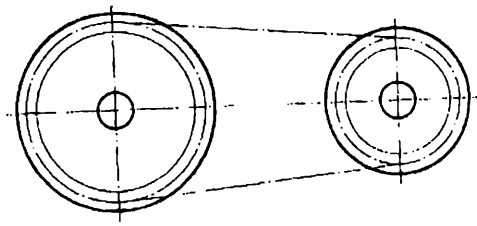
Фиг. 5.36. Червячна предавка

б) цилиндрични зъбни предавки с вътрешно зацепване (фиг. 5.32);

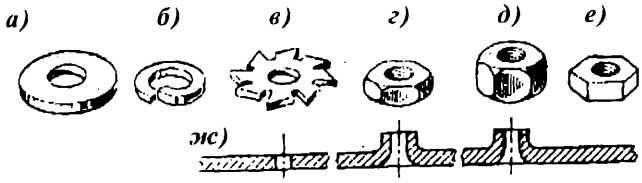
в) предавка със зъбен гребен (фиг. 5.33);

г) конусна предавка със зъбни колела, с пресичащи се под ъгъл, равен (фиг. 5.34) и различен (фиг. 5.35) от 90° оси;

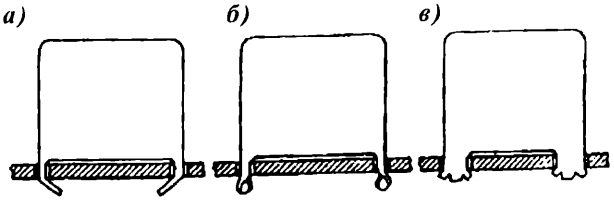
д) червячна предавка (фиг. 5.36).



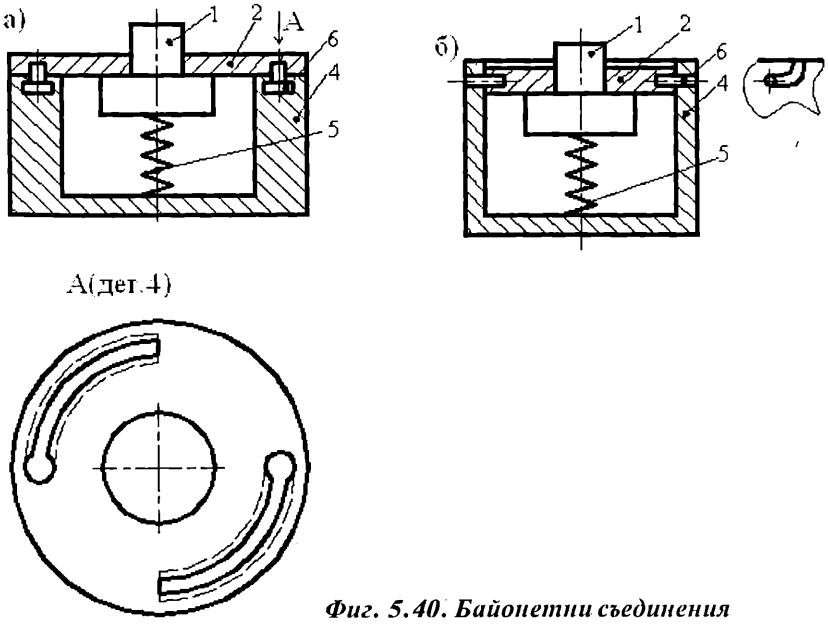
Фиг. 5.37. Верижна предавка



Фиг. 5.38. Елементи на резбови съединения
а) нормална шайба; б) пружинна шайба; в) звездоидна шайба; г) "ниска" гайка; д) "висока" гайка; е) щампована гайка; ж) резба в тънкостенен детайл (пробиване, избутване, нарязване на резба)



Фиг. 5.39. Закрепване чрез:
а) огъване; б) усукване; в) зачеканване



Фиг. 5.40. Байонетни съединения

Друг вид предавка е **верижната предавка**, осъществявана с верижни колела и верига (фиг. 5.37).

В чертежите зъбните предавки се изобразяват опростено поради твърде сложните и стандартизирани повърхнини на допиращите се детайли. В чертежите или текстовите документи се работи най-често с делителен диаметър, който е основен геометричен и контролен параметър на зъбните колела.

На фиг. 6.115 е даден примерен чертеж на зъбно колело. За изпълнението на чертеж на зъбно колело вж. т. 6.11.5.

На фиг. 5.38 са показани различни елементи от резбови съединения, а на фиг. 5.39 – закрепване чрез деформиране на материала.

Под байонетно съединение се разбира съединение между детайли, при което единият детайл, имащ прорез, се поставя в другия детайл, имащ издатина и се завърта така, че издатината да препятствува придвижването на първия детайл. Примери за байонетни съединения са дадена на фиг.5.40. Участвуващите детайли могат да се видят от означените позиции.

5.4.2. НЕРАЗГЛОБЯЕМИ СЪЕДИНЕНИЯ

В случаите, когато е необходимо здраво взаимно закрепване на съединяваните детайли, се използват неразгпобяеми съединения. Най-характерни от тях за електротехническата промишленост са съединенията чрез спояване, слепване, заваряване и нитоване.

При **спояване** детайлите се съединяват с припой - метал или сплав, имащ по-ниска температура на топене от тези на съединяваните детайли. В чертежите споените съединения се изобразяват условно, съгласно БДС EN 22553. Мястото на спояване се указва с посочваща линия, започваща със стрелка, която сочи съединението. Другият й край се свързва с хоризонтална линия, завършваща с разклонение (фиг.5.41.а). Символът за означаване на спояването (две успоредни отсечки) се нанася над хоризонталната линия. Когато спояването е извършено по затворен контур, в мястото на съединяване на посочващата линия с хоризонталната линия се поставя окръжност (фиг.5.41.б). Материалът на спойката (припоят) се записва между двете разклонения в края на хоризонталната линия.

Съединението на два или повече детайла, получено чрез **слепване** се изобразява и означава условно в съответствие с БДС EN ISO 15785 (фиг.5.42). Означаването на съединението е аналогично както при спояване. Символът за слепване (две успоредни отсечки) се поставя над хоризонтална линия, която е свързана с показна линия, указваща със стрелка мястото на съединението. Означението на материала се записва в дясно от символа В зависимост от разположението на слепваните повърхнини на съединяваните детайли, слепените съединения са: успоредни и наклонени (фиг.5.42.а,б). Допълнително могат да се посочат: размерите на напречното сечение на съединението в ляво от

символа (фиг.5.42.д); допълнителни изисквания за съединението след разклонението в края на хоризонталната линия (фиг.5.42.а). За означаване на непрекъснато съединение, образувано по цялата периферия на детайл, се добавя окръжност в пресечната точка на посочващата линия и хоризонталната линия (фиг.5.42.в). Съединение, получено чрез слепване в ограничена област на съединяваните детайли, се означава с прекъсвана с две точки тънка линия (фиг.5.42.г).

Заваряването често се използва в електротехниката и електрониката, поради което е необходимо да се познават правилата за изобразяване на заварените съединения. В чертежите заварените съединения се изобразяват и означават условно, съгласно БДС EN ISO 22553 (фиг.5.43). Символното означение се състои от основен символ, подобен на формата на шева, който може да се комбинира с допълнителен символ, характеризиращ формата на външната повърхност на шева, например плосък, изпъкнал, вдлъбнат и т.н. Символното означаване се поставя върху поличката ако се отнася за видимата страна на шева и под линията *а* (фиг. 5.43а) ако се отнася за невидимата страна на шева. Символът на заваръчния шев може да се допълни с размери (фиг.5.43в):

- основни — определят напречното сечение и се нанасят пред символа;
- надлъжни — определят дължината на шева и се нанасят след символа.

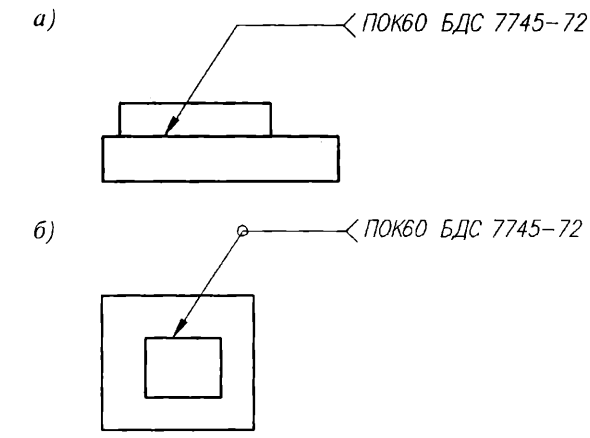
Размерът, който определя положението на заваръчния шев спрямо края на заварявания детайл не се включва в символното означение, а се нанася върху чертежа. Липсата на размер след символа показва, че заваръчният шев продължава по цялата дължина на заварявания детайл.

Означението на заварено съединение върху чертежа се извършва чрез посочваща (показна) линия, сочеща съединението и линия за означението (поличка), над която се нанася символът, обозначаващ вида на заваръчния шев (фиг.5.43.б). Поличката може да завършва с разклонение за поставяне на допълнителни указания (фиг.5.43.а) като: означаване на процеса на заваряване; ниво на приемане; работно положение; добавъчни материали. Тези данни се разделят с наклонена черта "/".

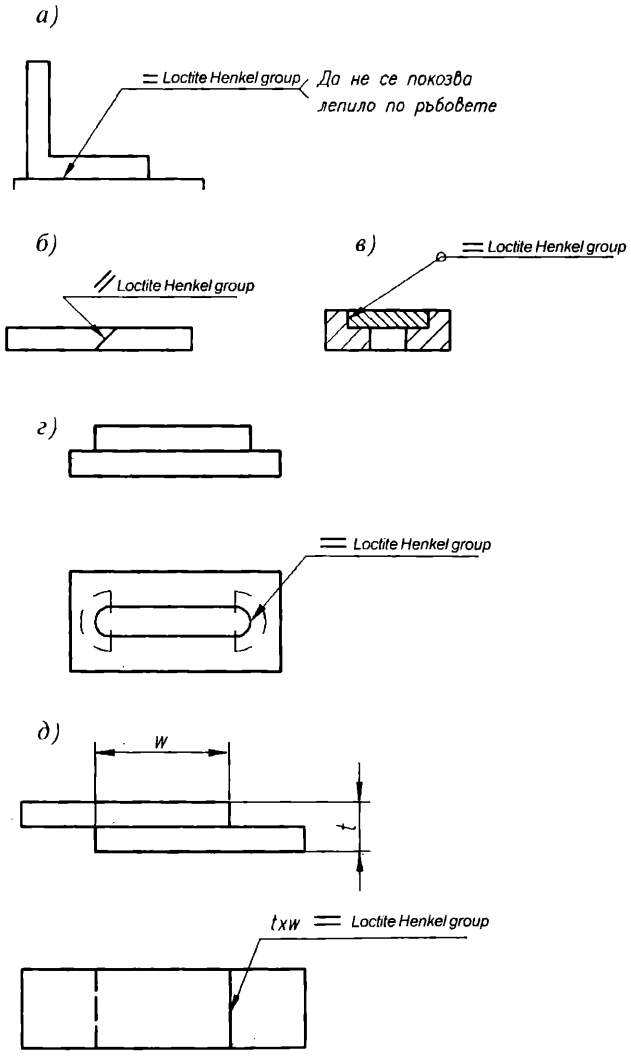
Когато заваръчния шев е изпълнен по затворен контур, се поставя окръжност в мястото на съединяване на показната линия и поличката.

На фиг. 5.43г1, г2 са дадени примерни означения на заваръчен шев, който трябва да се изпълни върху видимата страна на шева, като в първия случай (фиг. 5.43г1) височината на триъгълното сечение на шева е 5 mm (фиг. 5.43г3), а във втория случай (фиг. 5.43г2) катетът на триъгълното сечение е 7mm (фиг. 5.43г4). И в двата случая дължината на шева е 300 mm.

Съединенията на детайли се осъществяват и чрез нитоване. Нитът е цилиндрично тяло с оформена глава, който след поставяне в отвори на съединяваните детайли се деформира пластично до получаване на т.н. затваряща глава. Нитът може да е плътен, полуплътен или кух (под формата на тръбичка). Често вътрешната повърхнина на кухия нит е с нарязана резбова повърхност за присъединяване към други детайли с помощта на винт. На фиг. 5.44 са показани изображенията на съединения, реализирани с различни нитове.



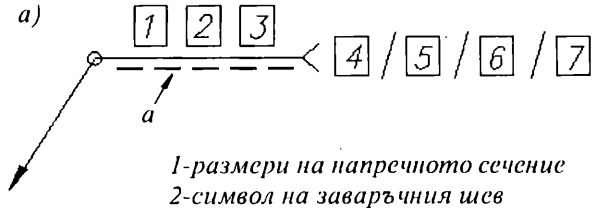
Фиг. 5.41. Спояване:
а) в зададен участък; б) по затворен контур



Фиг.5.42. Слепване:
а) успоредно на повърхнините на детайлите с означени допълнителни изисквания към съединението;
б) наклонено спрямо повърхнините на детайлите;
в) по затворен контур; г) ограничено в област;
д) с означени размери на напречното съединение.

Пробил си стената с главата си. Какво ще правиш в следната клиша? (С. Лец)

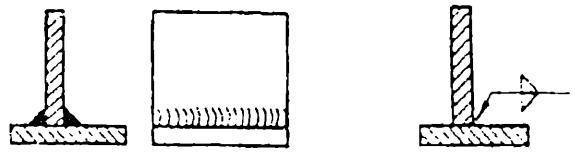
а)



1-размери на напречното сечение
2-символ на заваръчния шев
3- надлъжни размери
4-указание за процеса на заваряване
5- ниво на приемане
6- работно положение
7-допълнителни материали
а - линия, посочваща невидимата страна на шева

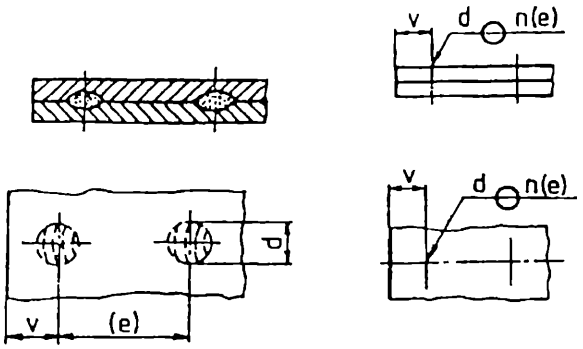
б)

изображение *означение*



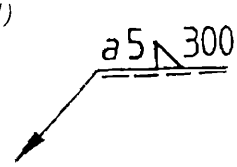
в)

изображение *означение*

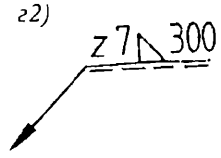


d е диаметър на изпъкналите елементи;n –брой заварени елементи; e – разстояние между тях; v – разстояние от края на листа

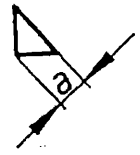
г1)



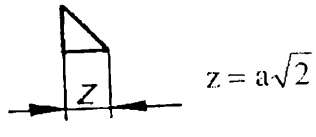
г2)



г3)



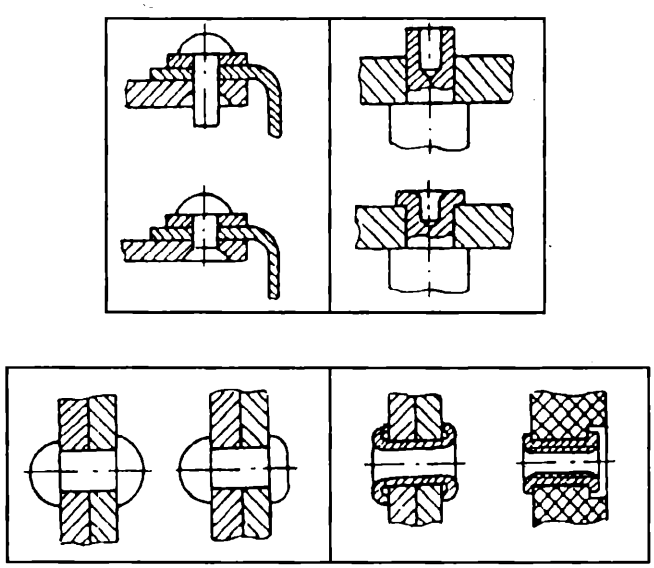
г4)



Фиг.5.43. Заварени съединения
а) условно означение;
б) означение на двустранен ъглов шев
в) означение на точков заваръчен шев, изпълнен чрез електросъпротивително заваряване;
г) примерни означения

На фиг. 5.45 са дадени и други начини за съединяване – чрез завалцоване (фиг. 5.45*а*) и чрез впресоване (фиг. 5.45*б*). За впресоването (армирането) вж. т. 6.11.4.

При оформянето на опаковки от картон, кожа и други тънколистови материали често се използва съшиването с метални скоби. На фиг. 5.46 е показано условното изобразяване на шевове – с успоредно (фиг. 5.46*а*), последователно (фиг. 5.46*б*) и успоредно наклонено (фиг. 5.46*в*) разположени скоби.

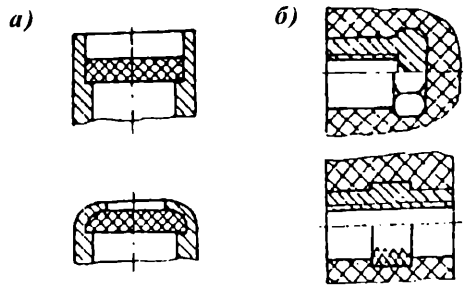


Фиг. 5.44. Нитово съединение

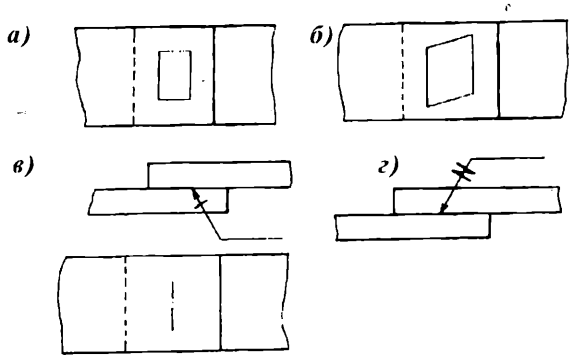
Николай Лилиев

Кръгозори надвесени
и сплътени тъми.
Ръми,
есен е.

В глухи жалби унесени,
ние бродим сами.
Ръми,
есен е.



Фиг. 5.45. Съединение чрез:
а) завалцоване; б) пресоване (армиране)



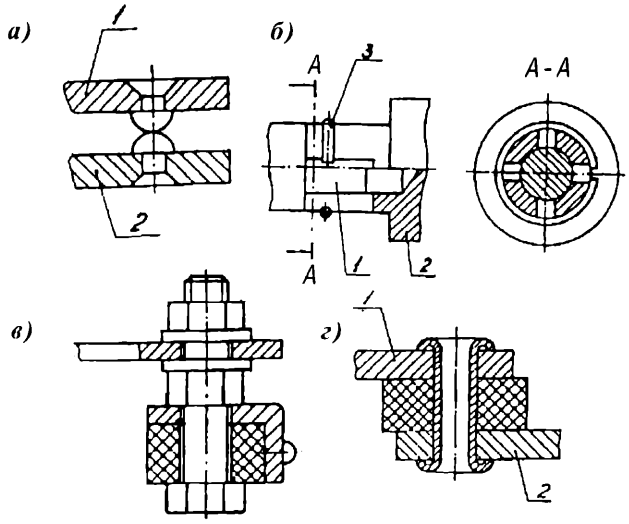
Фиг. 5.46. Сшиване:
а) успоредно; б) последователни;
в) успоредно наклонено; г) с конец

Ако сшиването е с конец, то върху показната линия се поставя знакът *N* вместо късата перпендикулярна чертичка (фиг. 5.46*г*).

5.4.3. КОНТАКТНИ СЪЕДИНЕНИЯ

Специфичен вид съединения са **контактните**. Те имат много голямо разпространение, тъй като осигуряват връзката както между токопроводящите части вътре в изделието, така и електрическата връзка между изделието и външната електротехническа среда.

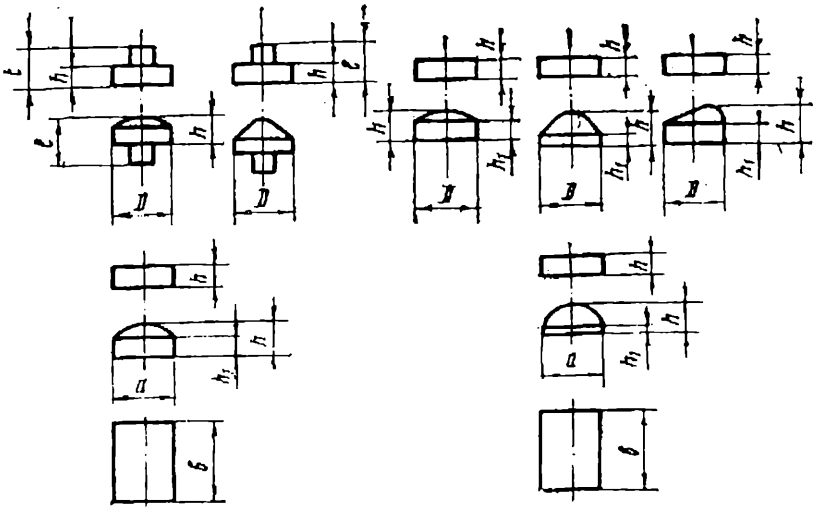
Под **електрически контакт** се разбира елемент от токопровода, където се осъществява преминаването на електрически ток между два и повече проводника. Според възможността за движение на двете части на контактното съединение една спрямо друга се различават **подвижни и неподвижни съединения.** Подвижните от своя страна биват **притискащи** (фиг. 5.47*а*) – двете части *1* и *2* се притискат една към друга и **обхващащи** (фиг. 5.47*б*) – едната част обхваща другата. Неподвижните биват **разглобяеми** (фиг. 5.47*в*) – налице е разглобяемо съединение и **неразглобяеми** (фиг. 5.47*г*) - налице е неразглобяемо съединение.



Фиг. 5.47. Контактни съединения

Притискащите контактни съединения се използват преди всичко в комутационните устройства, чрез които се включват и изключват електрически вериги. Основен недостатък на тези устройства е сравнително късия експлоатационен срок на контактния материал, който има многократно по-ниска износоустойчивост в сравнение с останалите елементи на устройствата. Силата на притискане се осигурява от пружиниращ детайл, а на мястото на контактуване се нанася покритие или се нитоват контактни тела. Най-често срещаната форма на двойките контактни тела и техните основни размери са дадени на фиг. 5.48. Допирането на контактните тела се извършва по точка, за да се компенсират неточностите от изработването и сглобяването на пластините и контактните тела. Материалът на контактните тела е месинг, бронз, сребърно-медна сплав, златно-платиниева сплав, волфрам, златно-никелова сплав, платинено-иридиева сплав, металокерамика и др.

Някои от обхващащите контактни съединения, образувани от шифтове (понякога на-



Фиг. 5.48. Двойки контактни тела

Науката е като земята: можеш да притежаваш малко от нея (Волтер).

ричани **щепсели**) и гнезда (понякога наричани **щекери**) са дадени на фиг. 5.49.

5.5. ДРУГИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПРОЕКТИРАНИЯ ТО

Освен функционални изисквания (изпълнение на главната функция) към ТО обикновено се предявяват и други изисквания. Някои от тях са:

- безопасност; изключително важно изискване, разглеждано по отношение на човека и по отношение на незамърсяване на околната среда;
- лесна експлоатация;
- простота, състояща се в ограничаване на броя на съставните части на изделието и опростяване на формите им;
- уравновесяване на сили (преди всичко когато те са механични или флуидни и са значителни);
- др. изисквания от гл.т. на опаковане, транспорт (до мястото на продажба и до мястото на експлоатация), монтаж, експлоатация, ремонт и утилизация;
- участието на човек при експлоатацията на ТО изисква изпълнение на ергономична и естетическа функции (вж. т. 8.13 и 8.14).

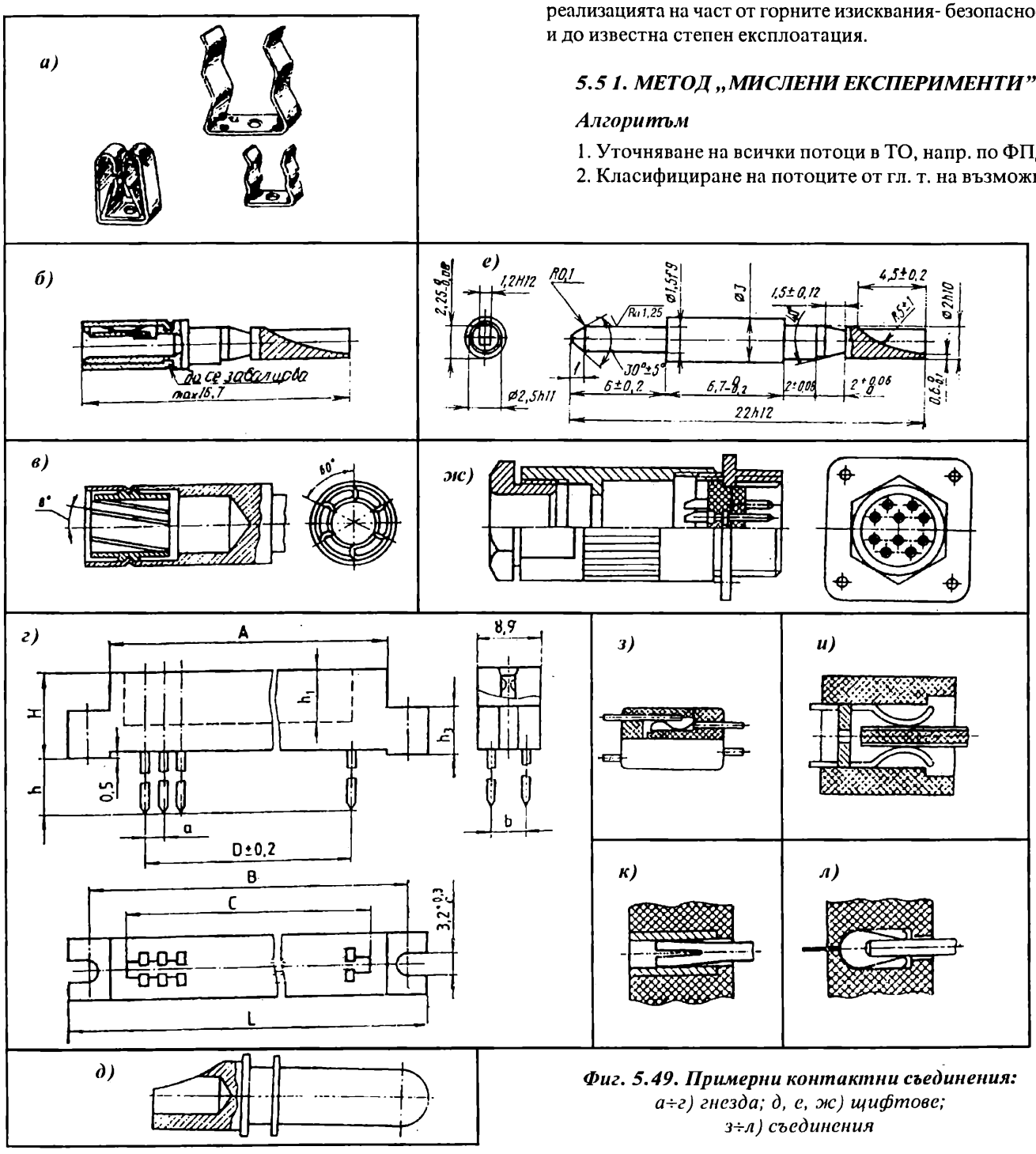
От „Други изисквания" за клиента са важни безопасност и лесна (проста) експлоатация.

По- долу се предлага един метод, който облекчава реализацията на част от горните изисквания- безопасност и до известна степен експлоатация.

5.5 1. МЕТОД „МИСЛЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ"

Алгоритъм

1. Уточняване на всички потоци в ТО, напр. по ФПД.
2. Класифициране на потоците от гл. т. на възможни



Фиг. 5.49. Примерни контактни съединения:
а÷г) гнезда; д, е, ж) щифтове;
з÷л) съединения

техни състояния по време на експлоатация. Една такава класификация може да бъде:

Поток		
налице е когато трябва да липсва	нараства	смесва се с друг поток
липсва когато трябва да е налице	намалява	не се смесва

3. За всеки поток:

3.1. Уточняват се характерните му величини.

3.2. Уточнява се степента на опасност от директен или индиректен контакт с него.

3.3. Уточняват се конкретните за разглеждания ТО проявления на решенията от класификацията. Например за посочената класификация те могат да бъдат:

- стойностите на характерните му параметри са **нараснали**;
- стойностите на характерните му параметри са **намалели**;
- по конкретна причина по време на функциониране на ТО потокът **не присъства** в него;
- по конкретна причина по време на функциониране на ТО потокът **присъства неограничено** във времето в него (вместо да бъде прекъснат);
- е получено случайно **смесване** на разглеждания поток с останалите потоци от ТО или околната среда (потоците се разглеждат в номинално състояние и в допустимото състояние);

3.4. За всяко приемане от т.3.3:

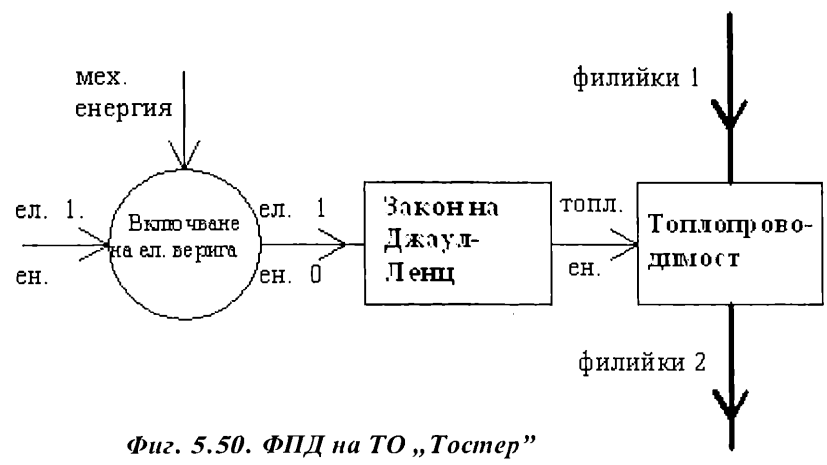
3.4.1. Анализира се работата на ТО.

3.4.2. При нежелани последици се преценява до каква степен това приемане е възможно да се осъществи и какви мерки да се вземат (в зависимост от възможните последици) за да неутрализира вредно въздействие. Мерките могат да бъдат конструктивни за предотвратяване или/и сигнализиране за появата на вредното действие.

3.4.3. Описват се новите изискванията (функции) към проектирания ТО.

Пример (ТО „Тостер")

1. По ФПД от фиг.5.50: механична енергия, ел. енергия, топлинна енергия, филийки (материален поток)



Фиг. 5.50. ФПД на ТО „Тостер"

2. За изходна ще служи примерната класификация, дадена в алгоритъма.

3.

*- **ел. поток**: потокът се подава чрез ел. мрежа и се характеризира с напрежение и сила;*

• силата на ток, надвишаваща определена стойност е опасна за човека, поради което той не трябва да влиза в съприкосновение с ел. ток; тъй като при късо съединение изключват предпазителите на мрежата, което се предизвиква и при случайно включване на корпуса в електрическата верига чрез контактното съединение тип „Шуко", то непосредствена опасност за човека няма, поради което информация за появила се опасност от ел. удар по време на експлоатация на уреда не е необходима;

• силата на тока, надвишаваща определена стойност, ще предизвика отделяне на по- голямо количество топлина, а това може да доведе до изгаряне на проводника или на филийките; при поиски стойности филийките няма да се опичат достатъчно; необходимо е да се дадат препоръки за допустимите стойности на тока;

• при невъзможност да се включи ел. потока няма опасност за човека; при липса на ел. поток ТО няма да функционира; не е нужно да се подава информация за това, освен ако не става дума за луксозен тостер;

• при невъзможност от изключване на потока (напр. блокиран механизъм за изключване на тостера) информация, напр. звукова, за нефункционирането на изключването е необходима;

• смесването на ел. поток с механичен поток не е проблем ако не е свързан със съединяване с човек (затова трябва да бъдат взети конструктивни мерки);

• въздействието на топлинния поток върху ел. потока ще се свежда само до линейни разширения на детайлите, реализиращи ел. потока;

• смесването на филийките с ел. потока не е опасно ако те не са електропроводими; влажни филийки могат да поставят на изпитание ел. потока, поради което трябва двата потока конструктивно да се разделят; случайното смесване ще доведе до късо съединение;

- **мех. поток**: характеризира се със сила на включване, скорост и ускорение;

• силата трябва да е достатъчно малка (за да може да се включва от дете) и достатъчно голяма (за да не се включва от случаен допир); опасност могат да предизвикат бързо движещи се части (ако има такива); при наличност и опасност трябва да се вземат конструктивни мерки; надвишаването на необходимата сила може да предизвика счупване на някои детайли; необходимо е да се анализира сборния чертеж на изделието за да се оцени дали това ще предизвика някакви опасности; по- малката използувана сила ще доведе до невключване на тостера; след изпитания на тостера трябва да се направи окончателна преценка за необходимостта от инфор-

мация за достатъчността на приложената сила; необходими са изпитания относно максимално допустими скорости и ускорения;

• *липсата на механичен поток (блокиран механизъм при включване) ще доведе до нагряване на вътрешността на тостера, което може да предизвика изгаряне на проводника и деформации на съставните части, вкл. и късо съединение; опасност за човека няма; необходимо е да се вземат конструктивни мерки за недопускане на това състояние на тостера;*

• *термичният поток ще предизвика топлинни разширения в детайлите, реализиращи механичния поток; видими опасности няма;*

• *смесването на механичния поток с материалния (филийките) не оказва влияние на безопасността;*

*- **топлинен поток**: характеризира се с температура и мощност;*

• *увеличаване на топлинния поток може да настъпи от повишаване на напрежението; филийката ще изгори, но опасност за човека няма; при луксозна стока е необходима информация за напрежението;*

• *намаляването на топлинния поток (напр. при по-ниско напрежение) ще доведе до недопичане на филийката; при луксозна стока или конструктивно се оформя корекция на продължителността на печене или се подава информация за това;*

• *липсата на поток (напр. липса на захранване) ще доведе до нефункциониране на тостера; наличието на светлинна сигнализация за работата на тостера може да даде информация за този проблем;*

• *смесването с филийките е задължително, тъй като в противен случай няма да има печене;*

• *последиците от непрекъснатост на потока бяха разгледани по-горе;*

*- **материален поток (филийки)**: характеризира се с брой и размери;*

• *увеличаването на размерите ще доведе до недопичане на част от филийките (при призматичен прорез на тостера) или до невъзможността от въвеждането им в тостера (при призматичен глух отвор на тостера); опасност за човека липсва;*

• *при намаляване на размерите на филийките има опасност те да не могат да се извадят;*

• *последиците от непрекъснатост, липса и смесване на потока бяха разгледани по-горе.*

По отношение на експлоатация подобни „мислени експерименти" трябва да включват и възможността всяко съединение на ТО да не функционира, както и да се разруши. Оценката на последиците ще доведе до нови изисквания към ТО.

5.5.2. МЕТОД „СЕНЗОРИ"

Както беше казано потоците в ТО, входящи и изходящи, могат да са материал, енергия и информация (сигнал). По ФПД сравнително лесно се определят материалните и енергийни потоци. По-надолу се разглежда един начин за откриване на част от информационните потоци, като методът условно е наречен „Сензори". Сензорите (датчиците) са ТО, чрез които се преобразува неелектрическа измервана величина в електрическа такава.

Трябва да се отбележи, че част от информационните потоци могат да се получат чрез метода „Мислени експерименти" (т.5.5.1).

Алгоритъм

1. Съставяне на ФПД и определяне на всички потоци в проектирания ТО.

2.. За всеки поток :

2.1. Определяне на величините им, които са съществени за ИЕ, в който потокът участвува.

2.2. За всяка величина от т.2.1:

2.2.1. Проверка дали са налице една или повече гранични нейни стойности, които са важни за функционирането на ТО и при достигането на които е необходима информация за това.

2.2.2. Съставяне за потока на списък от тези величини и стойности.

Всяка от величините в списъка се явява величина, която трябва да бъде регистрирана или измерена чрез сензор.

2.2.3. За всеки елемент от списъка се уточнява как да бъде регистрирана и/ или измерена- директно или индиректно (чрез други величини).

Пример (ТО „Тостер")

1. Потоците са: електрическа енергия, механична енергия, топлинна енергия и филийки.

2.1. Ел. поток - ел. напрежение; мех. поток - механична сила, скорост; топлинен поток - температура, мощност; филийки (материален поток)- размери.

2.2.1. — ел. напрежението е това на електрическата мрежа в страната (номинално 220 V) и не е необходимо да има информация за него;

- големината на механичната сила трябва да съответствува на приетия начин за включване на тостера и също не е необходима информация за нея;

- температурата, заедно с времето на печене има значение за изпичането на филийките; процесът на печене може да протича при една и съща температура, следователно е необходима информация само за времето на печене; тази информация може да бъде използувана директно за автоматично изключване на тостера;

- ако се приеме, че тостерът притежава кухина, която регламентира размерите на филийките и зареждането му става ръчно, то информация за размерите на филийките не е необходима; в обратния случай такава информация директно или индиректо (напр. за засядане на филийките) е необходима;

2.2.2. Топлинен поток: време на печене; филийки: (евентуално) размери на филийките.

За други изисквания към проектирания ТО от гл.т. на ергономия, естетика, транспорт, експлоатация, ремонт, утилизация и екология вж. глава 8.

5.6. ПРОЕКТИРАНЕ НА ВАРИАНТИ НА СГЛОБЕНА ЕДИНИЦА

Един от важните проблеми в процеса на проектиране на сглобена единица е получаване на множество варианти (модификации) с цел избор по определени критерии на оптимален вариант.

Под вариант (модификация) на изходна СЕ в на-

стоящата работа се разбира ново изделие, което отговаря на условията:

- изпълнява същата главна функция както изходното изделие;
- различава се от изходното изделие по характеристиките на детайлите (форми, брой, разположение) и/или на съединенията между тях.

Под вариант (модификация) на изходен детайл, принадлежащ на СЕ се разбира нов детайл, което отговаря на условията:

- изпълнява същите функции както изходния детайл;
- различава се от изходното изделие по характеристиките на детайлите.

По-долу са дадени няколко метода за приложение на модификационния анализ. Те могат да се прилагат както с помощта на CAD система, така и в „ръчен вариант".

5.6.1. МЕТОД „ТРАНСЛАЦИЯ НА ОС"

Общ алгоритъм

1. Анализира се изходната СЕ от гледна точка на нейната симетричност по дадена равнина. Премахват се всички детайли, които я превръщат в несиметрична такава.

2. Проверява се дали има съставни части, които не подлежат на промяна. Под промяна тук се разбира части, чийто вътрешни форми и съединения не се допуска да станат външни (лампи, лагери в изглед отпред, зъбни колела в изглед отпред и др. подобни). Тези части също се премахват.

3. Нека получената СЕ условно се нарече „стара СЕ", а нейната ос - „стара ос". Премахва се едната половина на „старата СЕ". Нека останалата половина бъде наречена „изходно изображение".

4 „Старата ос" от „изходното изображение" се премества успоредно на себе си докато достигне до контура му. Новото положение на оста нека бъде наречено „нова ос". Тя определя оста на симетрия на преобразуваната СЕ.

5. Линията, която изобразява изходното положение на „старата ос" се заменя с дебела непрекъсната (контурна) линия в местата, където се явява част от съответен детайл.

6. Изпълнява се огледалното изображение спрямо „нова ос" на „изходното изображение".

7. Оформя се изделието като се имат предвид особеностите на детайлите и като се отчита, че в действителност „изходното изображение" описва пространствена ротация около „новата ос". За тази цел трябва и да се добавят появилите се линии зад проекционната равнина.

Важно е да се отбележи, че пространствената ротация не е задължителна. Възможно е и огледална транслация на съставните части, както и комбинация - за някои части да се извършва ротация, а за други - транслация, като в някои случаи не може да се прави избор, напр. при резба ротацията е неизбежна, защото тя не може да съществува другояче. Всичко това увеличава възможностите за търсене на нови варианти.

8. Въвеждат се на подходящи места премахнатите в т.1 и т.2 детайли.

9. При необходимост от гл. т. на функциониране, сглобяване и разглобяване се извършват подходящи промени във формите на детайлите, техните съединения или се добавят други подходящи детайли, вкл. и чрез възстановяване на първоначалните форми на някои от тях.

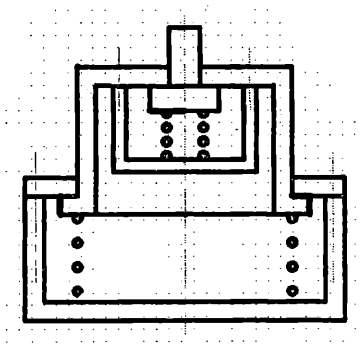
Някои възможности на често използуваните CAD системи и програми за подпомагане приложението на метода „Транслация на ос" са дадени по-долу. Изходно условие е, че е налице 2D модел на СЕ, който е изготвен чрез някоя CAD система и който е записан във формат *.dwg или *.dxf (вж. глава 11). Тъй като почти всички CAD системи поддържат този формат това условие е лесно изпълнимо. Като се има предвид, че:

- чрез AutoCAD моделът може да бъде записан във формат *.bmp (File\ Export), а чрез него с помощта на Adobe Photoshop може да се преобразува в *.jpg формат (File\ Save As);
- в SolidWorks моделът може да се записва дириктно във формат *.jpg чрез Save As независимо дали изображението е тип Part, Assembly или Drawing,

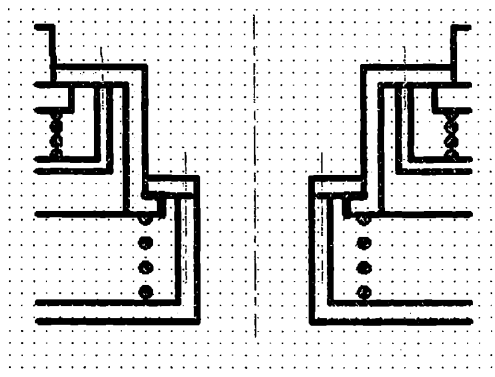
то изходното условие се трансформира в наличие на модел, записан в някой от форматите: *.dwg, *.dxf, *.bmp и *.jpg.

AUTOCAD

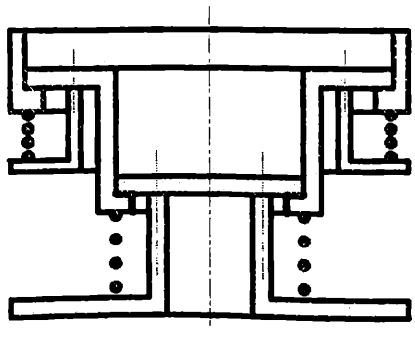
На фиг.5.51 е показана симетрична изходна СЕ, на фиг.5.52 - резултатът от приложението на командата Mirror, а на фиг.5.53 — модифицираната СЕ след ръчно



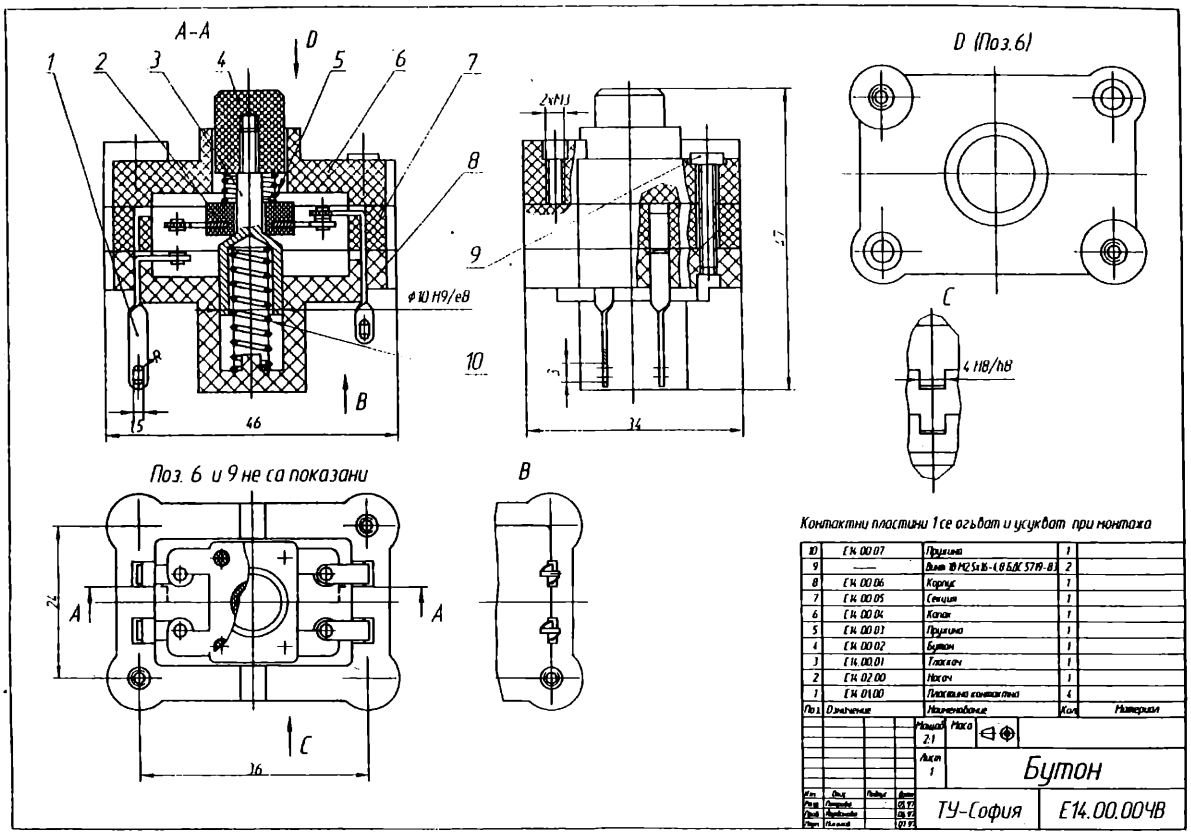
Фиг.5.51



Фиг.5.52



Фиг.5.53



Фиг.5.54

довършване на фиг.5..52 чрез командите на AutoCAD.

На фиг.5.54 е дадена като втори пример по- сложна несиметрична изходна СЕ, а на фиг.5.55- модифицираната СЕ като е използувана горната лява проекция на ТО от фиг.5.54.

SOLIDWORKS

Алгоритъм

1. Анализира се всеки от детайлите от гл. т. на построяване на неговия 3D модел.

2. При възможност 3D модела на всеки детайл се изпълнява чрез базовата функция Revolved Boss / Base.

Заб. Поне един от детайлите на СЕ трябва а бъде изпълнен чрез тази функция.

3. Създава се 3D модел на СЕ.

4. Приема се положението на „новата ос" (вж. алгоритъма на метода). Пресмята се разстоянието между „старата ос" и „новата ос".

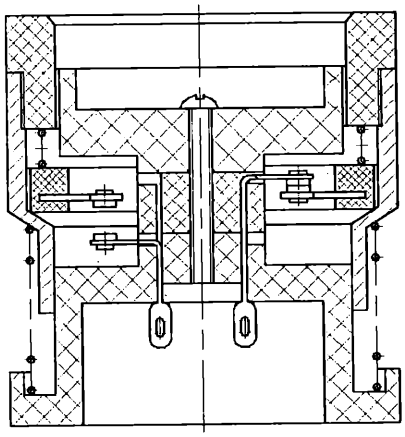
5 За всеки детайл, получен чрез Revolved Boss / Base:

Активира се функцията Edit Sketch (FeatureMenager). Премества се „старата ос" на пресметнатото разстояние и се превръща в „нова ос".

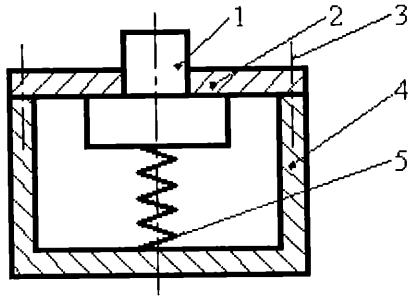
6. Отваря се 3D модела на СЕ, където автоматично са отразени промените и се е получил неин вариант.

Пример

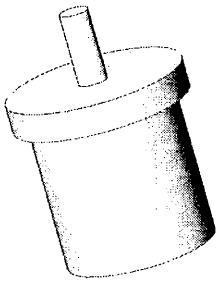
На фиг.5.56- 5.58 е представена изходната СЕ съответно във вид на 2D и 3D модели (в 3D модела винтовете са пропуснати), като на фиг.5.58 СЕ от фиг.5.57 е разрязана (Section View), а на фиг.5. 59- крайният резултат от приложение на алгоритъма на работа. За по- голяма яснота на фиг.5.60 вариантът на СЕ е разрязан.



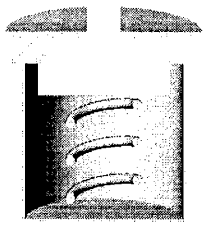
Фиг.5.55



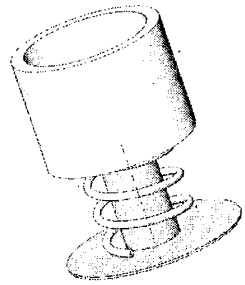
Фиг.5.56



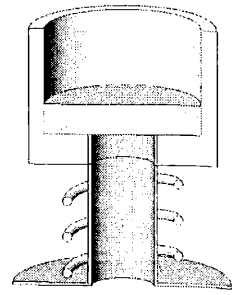
Фиг. 5.57



Фиг.5.58



Фиг.5.59



Фиг.5.60

5.6.2. МЕТОД „АНАЛОГИЯ С ДЕТАЙЛ СЪС СЪЩАТА ФУНКЦИЯ"

Алгоритъм

1. Уточняване на детайлите и технологичните групи ТГ на изходната СЕ. Под ТГ се разбира съвкупност от детайли, които са относително неподвижни помежду си и образуващи СЕ от по-ниско йерархично ниво.

2. За всеки детайл и ТГ се определя тяхната главна функция и се уточняват няколко наименования, които се използуват в техниката за детайли с такива функции.

3. Избират се сходни или случайни СЕ, които ще служат за аналог. Сходна е СЕ, която е с еднаква или подобна главна функция, както тази на изходната СЕ от т.1.

4. За всяка аналогична СЕ от т.3:

4.1. Определят се детайли, нейните ТГ, както и наименованията и главните функции на детайлите на ТГ.

4.2. Сравняват се наименованията на детайлите от изходната СЕ с тези от т.4.1.

При съвпадане на наименованията се преминава към т.4.3.

4.3. Анализира се възможността новият детайл (ТГ) да замени съществуващия в изходната СЕ. При необходимост се извършват необходими промени в новия или в останалите детайли на изходната СЕ.

4.4. Проверява се дали изходната СЕ изпълнява функционалното си предназначение и дали е възможно сглобяването и разглобяването й. При положителен отговор е налице модификация на изходната СЕ.

5. Както т.4.2, но се сравняват главните функции на детайлите (ТГ) на изходната СЕ и тези на аналогичната СЕ.

5.1.= 4.3.

6. За всеки детайл (ТГ) на изходната СЕ:

6.1. Задава се въпроса **„В кой технически обект има...**(наименованието или главната функция на детайла или ТГ)?".

6.2. Търси се отговор на зададения въпрос, след което се търси приспособяване на новонамерения детайл в изходната СЕ на мястото на разглеждания детайл (ТГ). При необходимост се извършват необходими промени в новия или в останалите детайли на изходната СЕ.

Забележки:

1. Работата по т.4 и т.5 значително се улеснява ако се състави база данни с чертежи, наименования на детайли и ТГ и техните главни функции, напр. чрез MS Access или други специализирани продукти.

2. Т.т.4-6 могат да се разглеждат като алтернативни, т.е. да се прилага само тази от тях, която изглежда най-удобна.

Пример

На фиг.5.56 е дадено изходното изделие „Бутон".

1. Детайли на Бутона са: 1 - бутон, 2 - капак, 3 - винт, 4 - корпус и 5 - пружина. В изходното изделие е налице само ТГ1, съставена от детайлите 2-3-4.

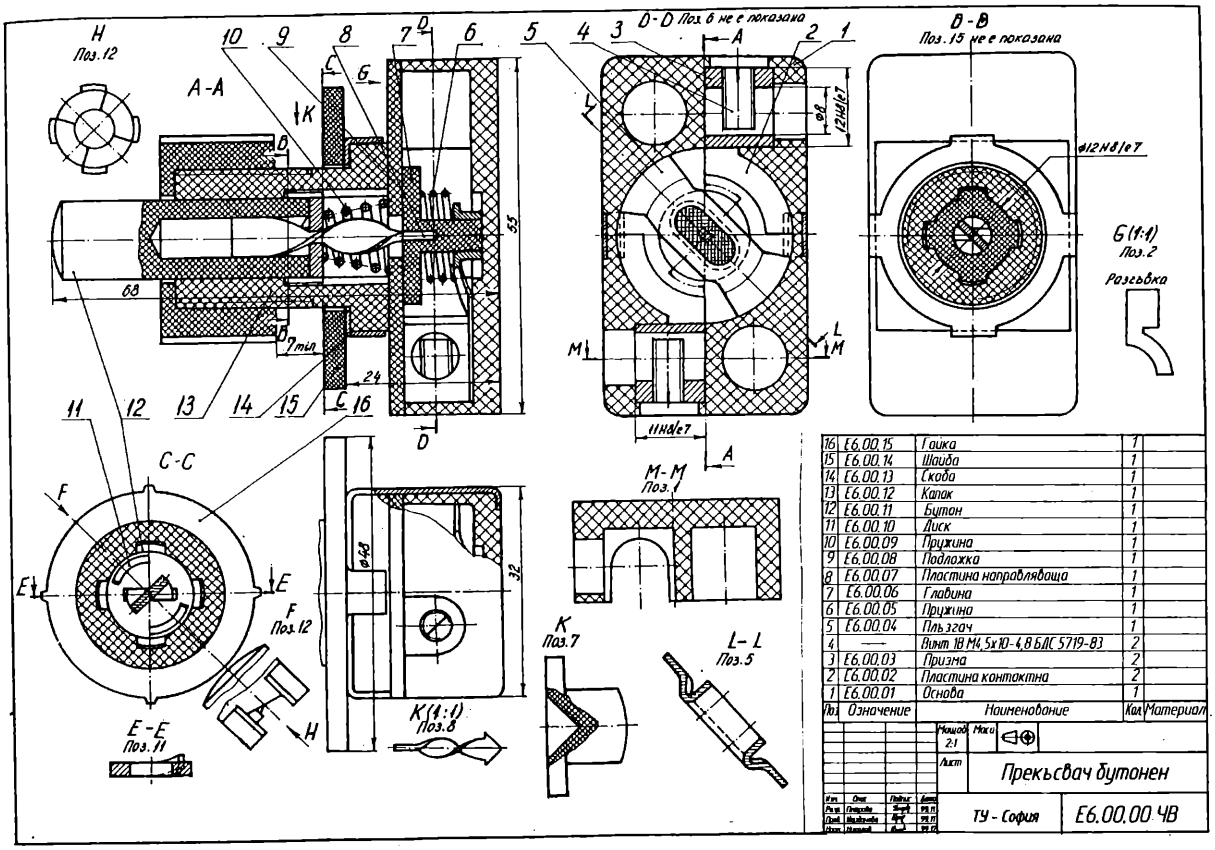
2. „Бутон": ГФ- преместване (други наименования-лост); „капак": опора (капачка, опора); „винт" - закрепване (болт, гайка, шайба, шпилка); пружина - връщане в изходно положение (лост); ТГ1 - защита и закрепване (корпус с капак).

3. Нека за източник на аналогични ТО служи [9, стр.172-179]. От всички ТО, дадени там, сходни СЕ са Е1.00.00- Е7.00.00, тъй като във всяка от тях се извършва някакво движение, чрез някакво подходящо входно въздействие, а случайна СЕ е Е8.00.00. Всяка от тези СЕ се явява аналог.

4.2,5.2. Ако се избере за аналог ТО Е1.00.00 [9], показана на фиг.5.61 и се сравнят наименованията и функциите на нейните детайли с наименованията и функциите на детайлите от т.2 ще се види, че възможните замени са:

Заменян детайл от фиг.5.56	*Заменящ детайл от фиг.5.61*
1	*12 (Бутон)*
2	*9 (Подложка), 13 (Капак)*
3	*4 (Винт), 14 (Скоба), 15 (Шайба), 16 (Гайка)*
4	*2 (Пластина контактна), 6 (Пружина), 10 (Пружина)*
5	*1 (Основа), 13 (Капак)*

4.3, 4.4, 5.3, 5.4. На фиг.5.62 са дадени някои възможни резултати от замяната на детайлите от фиг.5.56 с тези от фиг.5.61, като съответствието е както следва: а) - заменен дет.1 от фиг.5.56 с дет.12 от фиг.5.61; б) - заменен дет.2 с дет.13; в) - заменен дет. 3 с дет. 13, като замяната е извършена по наименование; г) - заменен е дет.3 с дет.14 като замяната е по функция; д) - заменен е дет.4 с дет.1 и е) - заменен е дет.5 с дет.2, като замяната е по функция.



Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал
16	Е6.00.15	Гайка	1	
15	Е6.00.14	Шайба	1	
14	Е6.00.13	Скоба	1	
13	Е6.00.12	Капак	1	
12	Е6.00.11	Бутон	1	
11	Е6.00.10	Диск	1	
10	Е6.00.09	Пружина	1	
9	Е6.00.08	Подложка	1	
8	Е6.00.07	Пластина направляваща	1	
7	Е6.00.06	Главина	1	
6	Е6.00.05	Пружина	1	
5	Е6.00.04	Пъзгач	1	
4	——	Винт 1В М4,5х10-4,8 БДС 5719-83	2	
3	Е6.00.03	Призма	2	
2	Е6.00.02	Пластина контактна	2	
1	Е6.00.01	Основа	1	

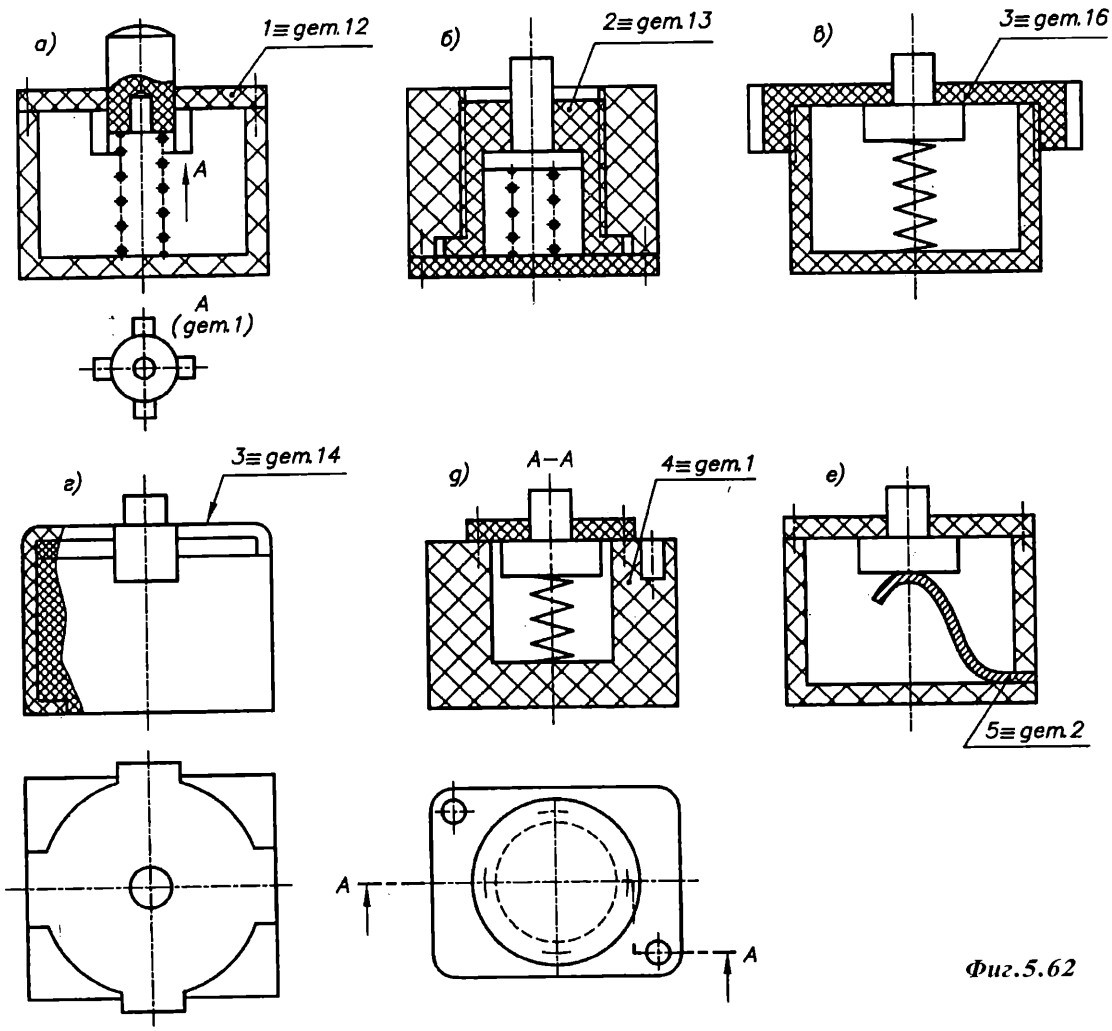
Мащаб 2:1 Маса

Лист

Прекъсвач бутонен

ТУ - София Е6.00.00 ЧВ

Фиг.5.61



Фиг.5.62

5.6.3. МЕТОД „КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ ЗА ТЪРСЕНЕ НА ВАРИАНТИ"

Алгоритъм

1. Да се приеме, че липсва който и да е детайл на изходната СЕ.

2. Да се замени всяко съединение в изходната СЕ като преди това се направи класификация на съединенията.

3. Да се приеме, че всеки кух детайл е „преобърнат", т.е. външните повърхнини са станали вътрешни и обратното.

4. Да се приеме, че всеки детайл има формата на някой друг детайл на изходната СЕ.

5. Ако оста на сглобяване на скрепителен детайл е +x да се приеме, че тя е — x. Същото за останалите нескрепителни детайли.

6. Да се представи изходната СЕ като силует. Да се деформира силуетът по всевъзможни начини.

7. Да се уточнят всички двойки контактни повърхнини. Да се приеме, че всички контактни повърхнини са с една и съща форма и големина.

8. Да се определят характерните размери на всеки детайл. Да се приеме, че всеки размер е увеличен или намален.

9. Да се определят използуваните ИЕ в СЕ. Да се потърсят обекти с аналогични ИЕ и да се взаимствува тяхната материализация (детайли и съединения).

10. За всеки детайл да се определи как най-лесно ще се построи неговия 3D модел чрез CAD система - чрез функцията Extrude или Revolve. Да се построи детайлът чрез противоположната функция (Revolve или Extrude).

11. Да се замени дебелостенен детайл с листов и обратното.

12. Да се определи взаимното разположение на всеки два контактуващи детайла - аксиално (един до друг) или радиално (един в друг). Да се промени разположението.

13. Да се определят видовите щриховки в СЕ. Да се разменят щриховките в различните детайли.

14. Да се определи типа на всички отвори в детайлите на СЕ - глухи или проходни. Да се размени типа на всеки отвор.

15. Да се определи типа на СЕ - симетрична или асиметрична. Да се промени типа на симетрията. Същото се отнася за всеки детайл на СЕ.

16. За всяка двойка контактуващи детайли да се определи възможно взаимно положение, напр. горе - долу, ляво - дясно, отпред - отзад, хоризонтално - вертикално, вътрешно - външно и др. Да се промени вида на разположението.

17. Да се определи реда на сглобяване на СЕ. Да се промени формално този ред.

18. Да се определят характерните форми на един детайл. Да се приеме, че част от неговите форми стават форми на който и да е друг детайл от СЕ.

19. Да се уточни вида на проекциите на СЕ. Да се размени вида на проекциите, напр. изглед се приема за разрез (добавя се щриховка) и обратното - разрез се приема за изглед (премахва се щриховката). Същото по отношение на всеки от детайлите му.

20. Да се комбинират намерени по-горе нови решения.

Заб. Да се счита, че след всяка препоръка следва текст „Приспособяват се останалите детайли (СЕ) към направената промяна. При необходимост се извършват съответни промени в тях с оглед изпълнение на главната функция на изделието, както и на възможността за сглобяване и разглобяване му.

Пример

Някои резултати от приложението на метода за ТО от фиг.5.56 са дадени на фиг.5.63- 5.66.

5.7. ДОКУМЕНТИРАНЕ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

Имайки предвид необходимостта от съединяване на детайли с цел изпълнението на функцията на сглобената единица, трябва да се уговорят правила за документиране на това ново състояние, т.е. за конструкторското описание на сглобената единица.

Естествено е да се започне с конструкторското описание на сглобената единица като цяло, т.е. от **чертежи на сглобената единица**.

Основните правила за изпълнението на тези чертежи са описани в БДС 2.111-81 (за основните правила за изобразяване вж. Приложение П.03).

Документирането на сглобените единици включва четири възможни техни чертежи: чертеж на общия вид, сборен чертеж, монтажен чертеж и габаритен чертеж.

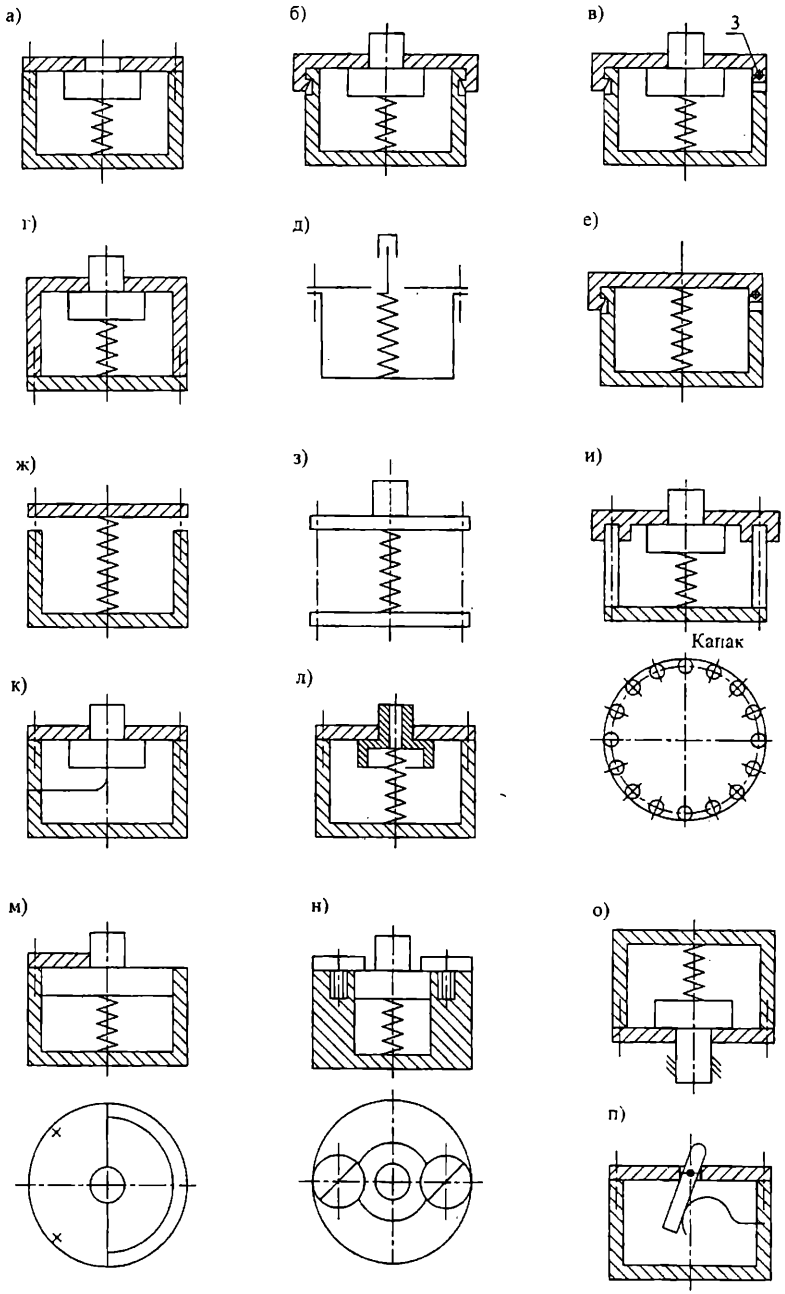
На стадия "Проектна документация" се уточнява конструкцията на сглобената единица, поради което инженерът се интересува от принципа на работа, състава на елементите, взаимното им разположение и връзки между тях. Въз основа на тези сведения той съставя **чертежа на общия вид**, който служи за основа на по–нататъшното конструкторско описание (създаването на всички необходими конструкторски документи) и по тази причина трябва да съдържа максимум информация за изделието и съставните му части.

На стадия "Работна документация" вниманието е ориентирано към производството на изделието. В този стадий се създава **сборният чертеж** като носител на цялата необходима информация за изпълнение на сглобената единица – указания за съединенията между детайлите, функционалните параметри и всички изисквания, които трябва да бъдат контролирани при сглобяването, за да се гарантира изпълнението на функцията на изделията. Наред с изображенията в сборния чертеж се записва и справочна информация, ако това е необходимо.

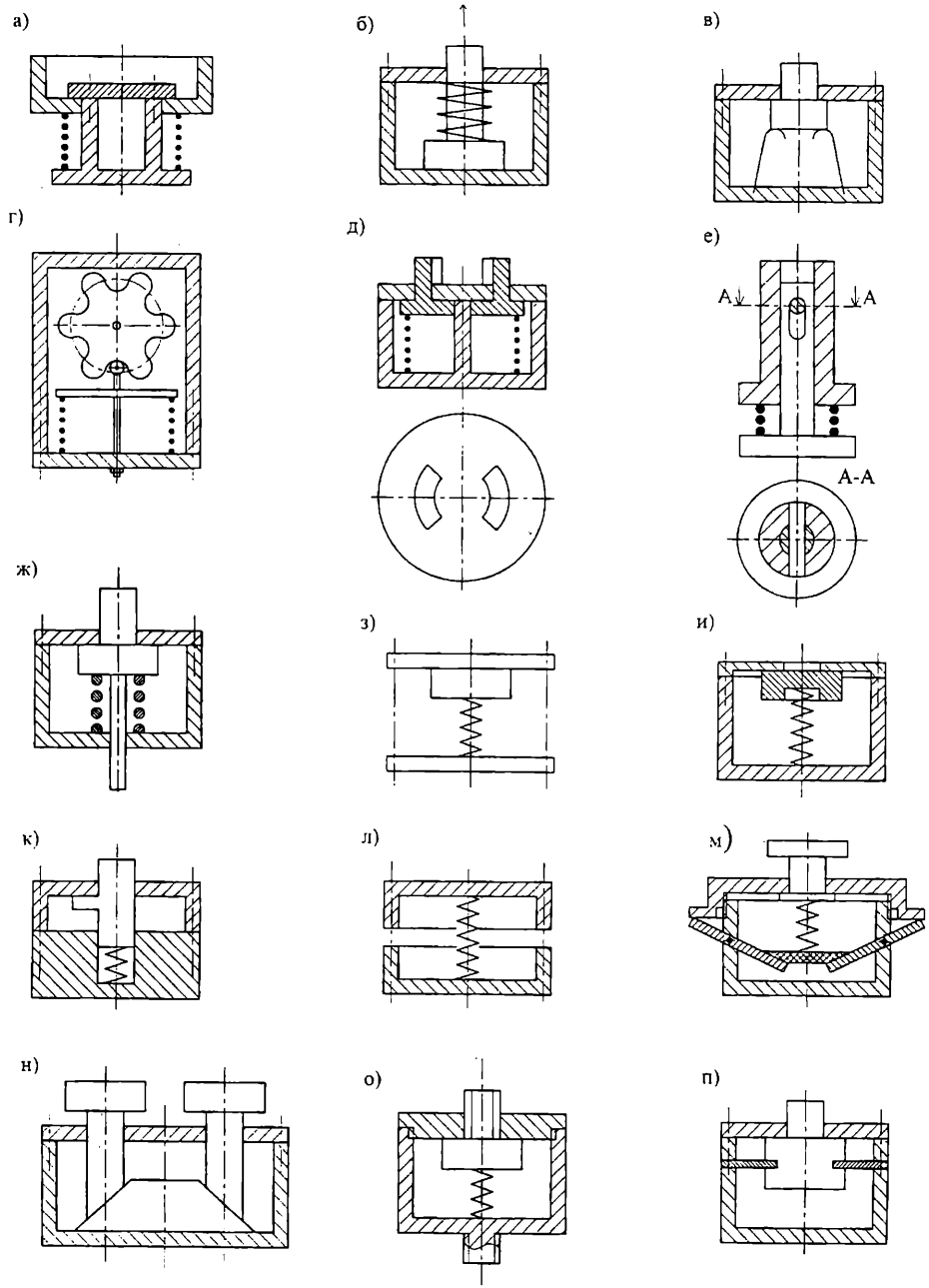
На същия стадий се разработват и **монтажният и габаритният чертежи.** Те имат спомагателен характер – дават необходимите сведения как става присъединяването на изделията към околната техносфера и какви са необходимите данни за нуждите на неговото съхраняване, транспорт и експлоатация. Твърде често (по допълнителна договореност или съгласно вътрешноведомствени нормативни документи) сведенията, предимно като размери, от тези два чертежа се добавят в сборния чертеж, който по този начин поема и техните функции.

Трябва да се отбележи, че в работната конструкторска документация (вж. гл. 10) задължително участва сборен чертеж, докато монтажен и габаритен обикновено липсват. Чертежът на общия вид е един предварителен (проектен) документ, чрез който се изработват сборния и останалите чертежи на сглобени единици.

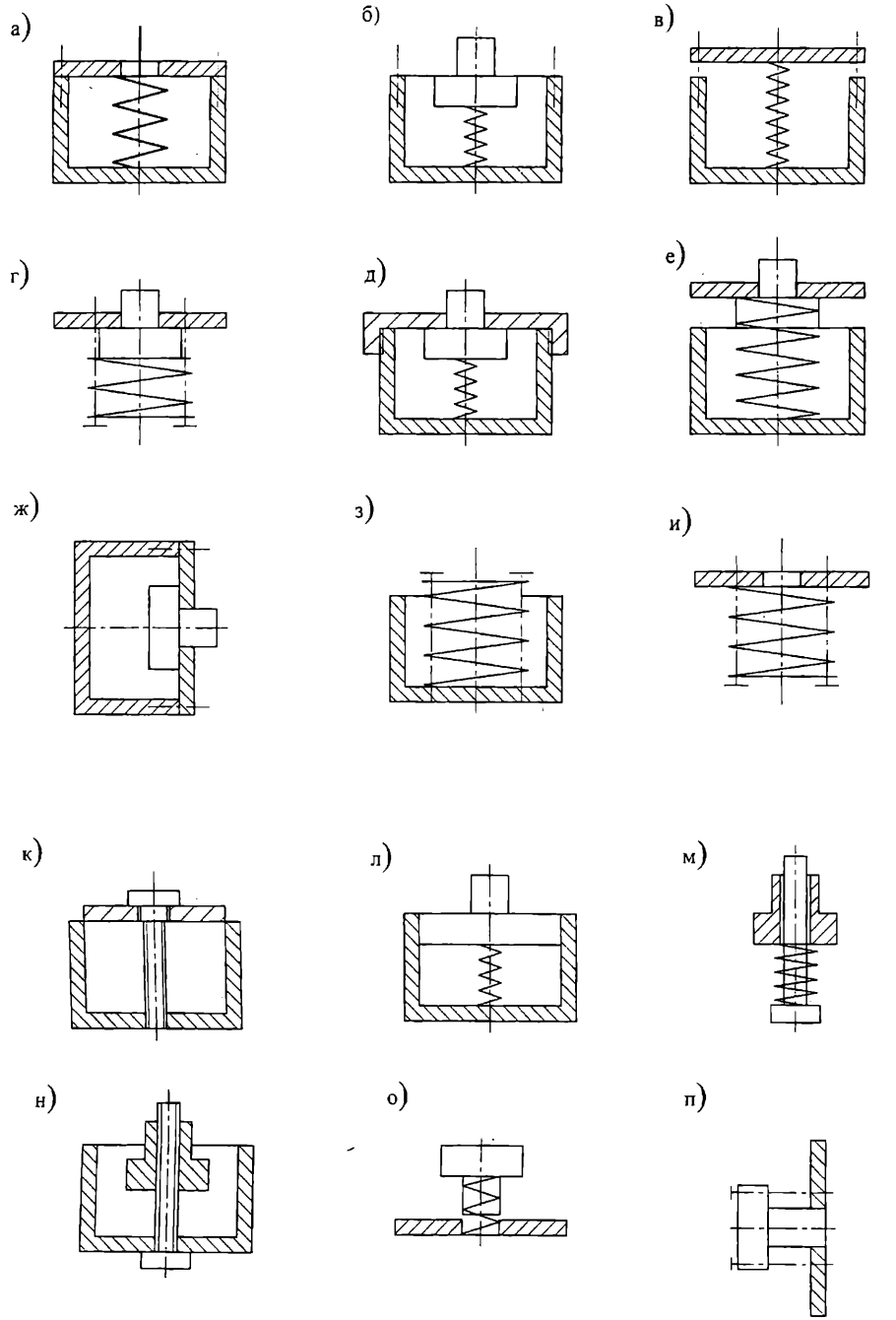
Всичко неща имат цена. Дори и безплатните.



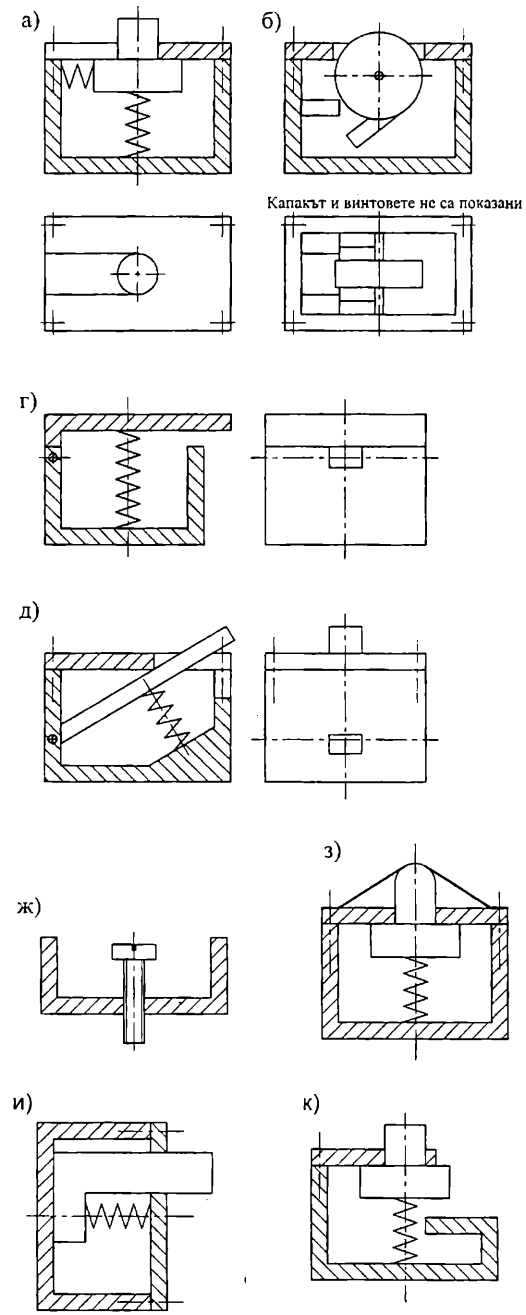
Фиг.5.63



Фиг.5.64



Фиг.5.65



Фиг.5.66

5.7.1. СБОРЕН ЧЕРТЕЖ

Както бе казано, сборния чертеж служи за предоставяне на сведения, необходими за сглобяване на новото изделие. Ето защо основното изискване към него е да съдържа:

- изображения на сглобената единица, изясняващи разположението и връзките на съставните части и възможностите за сглобяване и контролиране;
- необходимите указания за изпълнение на неразглобяемите съединения в сглобената единица, ако те се извършват по този чертеж;
- всички параметри и изисквания, които трябва да се осигурят при (или) след сглобяването на изделията;
- сведения за всички съставни части на сглобената единица (под формата на номера на позициите им).

Следователно в сборния чертеж се поставят само толкова изображения, колкото са необходими за изясняването на броя и вида на съставните части и взаимните връзки между тях. Това позволява изискванията към изображенията да не са толкова строги. От друга страна, задължителни са всички размери, чието изпълнение гарантира съединяването на детайлите (съставните части) по начин, осигуряващ изпълнението на функцията на изделието.

На фиг. 5.67 е даден сборен чертеж на превключвател, а на фиг. 5.68 и фиг. 5.69 са дадени части от сборни чертежи на диод и транзистор.

Улесненията при разработването на сборните чертежи могат да се дадат в три групи:

а) какво се допуска да се нанесе върху сборния чертеж;

б) какви опростявания се допускат при изображенията в него;

в) какво се допуска да не се изобразява.

В първата група влизат:

- данни за работата на изделието и съставните му части;
- начертаване на допълнителни схематични изображения на съединения и взаимни разположения на съставни части;
- изображения на крайни и междинни положения на преместващи се части;
- изображения на съседни изделия и размери, определящи взаимното разположение между изделието и тях;
- нанасяне на габаритни и присъединителни размери (ако сборният чертеж изпълнява ролите и на габаритен и монтажен).

Във втората група се включват:

- изобразяване в изглед на съставните части, имащи самостоятелни сборни чертежи, даже в проекции, представляващи разрези на сглобената единица;
- изобразяване на стандартните, закупените и широко прилаганите съставни части с опростени контурни изображения;
- опростено изобразяване на еднакви съставни части, ако една от тях е изобразена пълно;
- изобразяването като монолитно тяло на съставна част, която от своя страна е сглобена единица и е получена само чрез неразглобяеми съединения.

А в третата група попадат разрешенията да не се изобразяват:

- хлабините между валове и отвори;
- детайли (капаци, щитове, прегради), които закриват съставни части, чиито изображения са необходими;
- видимите части на изделията, намиращи се зад мрежа, или пружина, показана в разрез;
- малки елементи по детайлите (фаски, закръгления, канали и др.), изобразени подробно в детайлните чертежи;
- табели, надписи, фирмени плочки, скали и др.п., за които се показва само контурът.

Посочените опростявания, както бе споменато, не трябва да нарушават целостта на необходимата информация в сборния чертеж.

Броят на изображенията в сборния чертеж се минимизира. Най-често са достатъчни една или две проекции, допълнени с частични изгледи и разрези и изнесени елементи; главната проекция обикновено предоставя *70%* до *80%* от нужната информация.

Тъй като сборният чертеж обикновено се използва и като габаритен и монтажен, в него следва да се поставят габаритни размери и присъединителни размери, т.е. размери на формите на детайлите, чрез които форми става присъединяването на сглобената единица към околната техносфера. Допуска се да се поставят като справочни размери и сглобките на пълните съединения.

Следва да се обърне внимание на означаването на съставните части на изделието. Съгласно БДС EN ISO 6433 основните изисквания са:

- означенията на съставните части се формират от арабски числа, като се допуска при необходимост да се допълват с главни букви;
- използва се шрифт с по-голяма (напр. два пъти) височина на цифрите;
- означенията се подреждат по колонки и редове;
- допуска се означенията на взаимосвързани съставни части да се запишат на една показна линия (вж. фиг. 5.75).

Стандартът указва, че изборът на реда на означенията може да бъде:

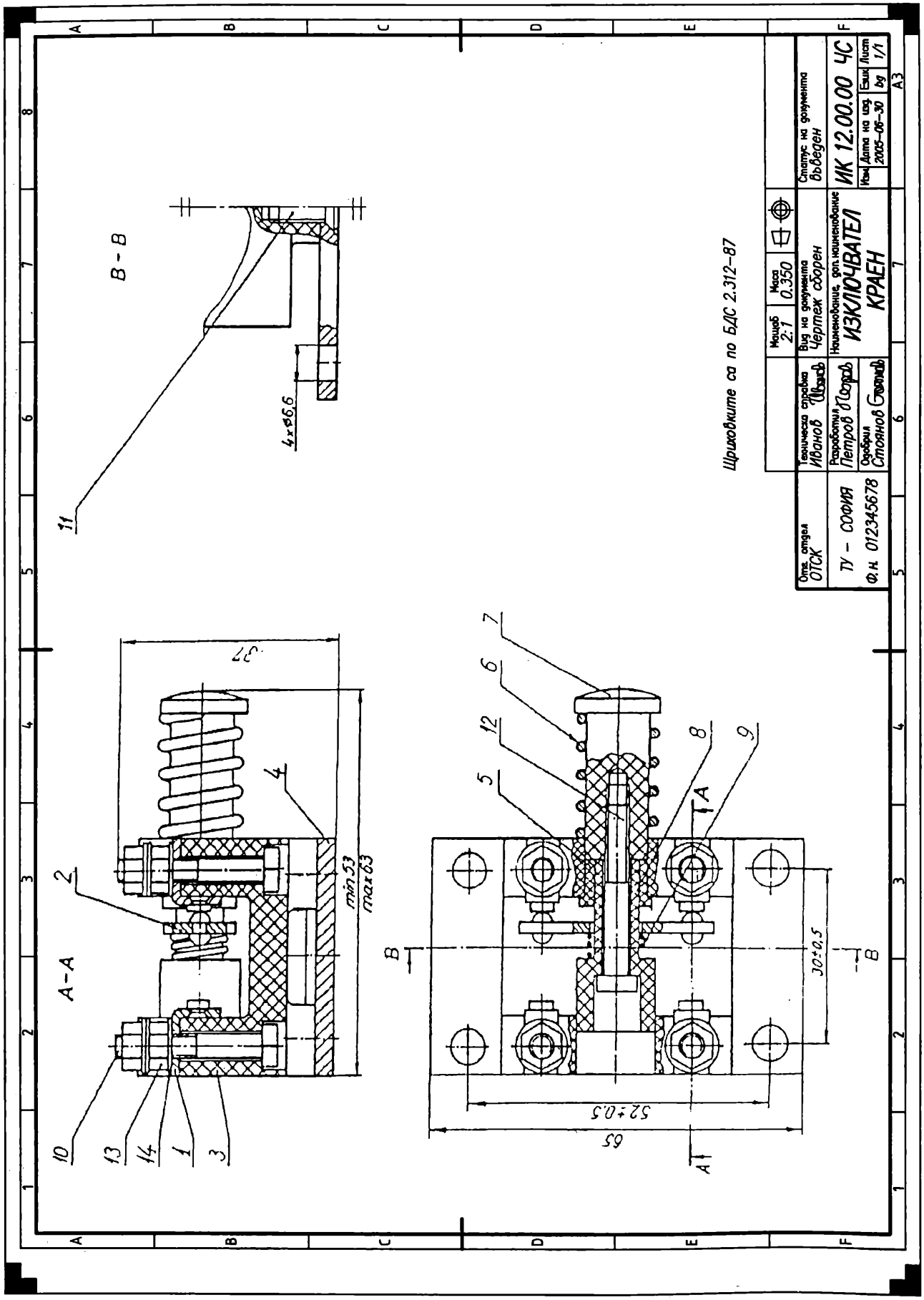
- според възможния ред на сглобяване;
- според важността на съставните части;
- според някаква друга логична последователност.

В учебната практика е възприет вторият начин. Ето защо в списъка съставните части са подредени в три групи: сглобени единици, детайли и стандартизирани изделия. Върху чертежа най-напред се записват означения за сглобените единици – последователно, вървейки по или против часовниковата стрелка. При второто преминаване по същия начин се записват означенията на детайлите. Означенията на стандартизираните изделия се вземат от списъка на съставните части, където те са подредени по азбучен ред на наименованието.

В сборния чертеж в табличен вид могат да се дават основни характеристики на изделието. При необходимост се формира и набор от технически изисквания. Препоръчителният мащаб на изображенията е 1:1, но при миниатюризацията, характерна за електрониката, това е почти неприложимо. Желателно е, обаче, всички изображения да са с еднакъв мащаб, доколкото това няма да принизи качествата на сборния чертеж.

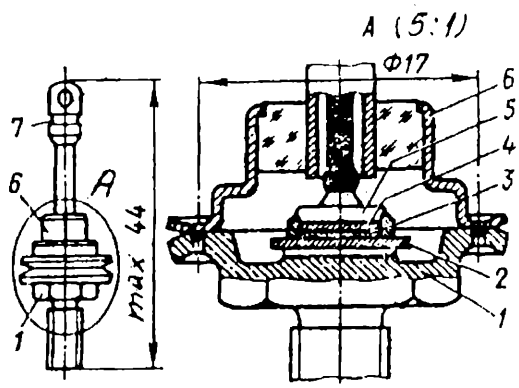
Сборният чертеж се придружава от списък на съставните части (вж. т. 10.2.1).

Необходимите за попълването му означения на съставните части (наричани още номера на чертежите) се

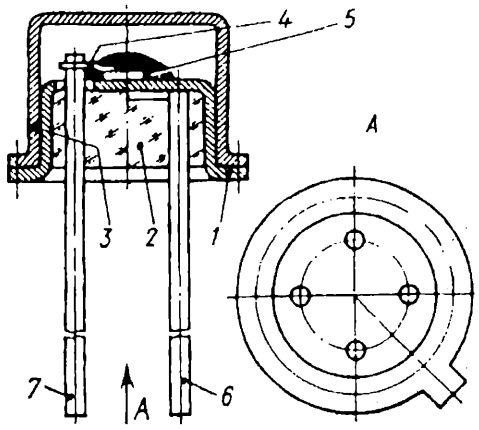


Фиг. 5.67. Сборен чертеж

Ударил съм встрани? Точно там беше целта ми.



Фиг. 5.68. Част от сборен чертеж на диод



Фиг. 5.69. Част от сборен чертеж на транзистор

образуват по йерархичен начин, за да подскажат взаимовръзката в изделието. На фиг. 5.71 е показано примерно означаване на изделие и съставните му части при предпоставката, че част от тях са също сглобени единици.

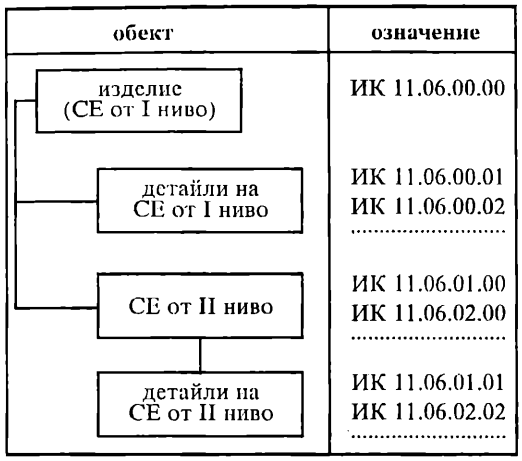
По правило, означенията на сглобените единици трябва да завършват на "00", а на детайлите – на поредни числа, по-големи от нула. Обикновено означението се състои от идентификационна част, която може да бъде буквено-цифрова (включваща, например, началните букви на наименованието на изделието и поредния номер или код на изделието в регистъра на фирмата-разработчик) или само цифрова (когато съответства на определен класификационен код, напр. съгласно Единния класификатор на продукцията). Следва същинското означение, съставено от първо и второ ниво. От фиг. 5.67, 5.70 и 5.71 по аналогия описания принцип може да бъде пренесен при съставянето на означенията на всякакъв вид конструкторски документи.

Трябва да се отбележи, че в електротехниката се среща и особен вид сборен чертеж, т.н. електромонтажен чертеж (вж. т. 5.8.1).

Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
		СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ			
1	ИК 12.01.00	Пластина контактна	1		
2	ИК 12.02.00	Контакт	1		
		ДЕТАЙЛИ			
3	ИК 12.00.01	Корпус	1	Фенопласт м ФЕ-П черен БДС 10-80	
4	ИК 12.00.02	Планка	1	Стомана EN 10025-S235JR	
5	ИК 12.00.03	Втулка	1	Фенопласт м ФЕ-П черен БДС 10-80	
6	ИК 12.00.04	Пружина	1	65Г БДС 6742-73	
7	ИК 12.00.05	Бутон	1	Фенопласт м ФЕ-П черен БДС 10-80	
8	ИК 12.00.06	Втулка направляваща	1	Фенопласт м ФЕ-П черен БДС 10-80	
9	ИК 12.00.07	Пружина	1	65Г БДС 6742-73	
		СТАНДАРТИЗИРАНИ ИЗДЕЛИЯ			
10	——	Болт с шестост. глава	4		
		ISO 4014 – M14x25-5.6			
11	——	Винт 1В М5х8-5.6 БДС 1359-88	2		
12	——	Винт 2А М4х30/14-4.8 БДС 5719-83	1		
13	——	Гайка шестост. ISO 4032 – М4-5	8		
14	——	Шайба М4 БДС 206-78	12		

Отд. отдел: ОТСК	Техническа справка: Иванов	Вид на документа: Списък на съст. части	Статус на документа: въведен
ТУ – СОФИЯ Ф.н. 012345678	Разработил: Петров Одобрил: Стоянов	Наименование, доп. наименование: ИЗКЛЮЧВАТЕЛ КРАЕН	ИК 12.00.00 Изм. | Дата на изд. 2005-06-30 | Език bg | Лист 1/1

Фиг. 5.70. Списък на съставните части



Фиг. 5.71. Образуване на номерата на изделията и чертежите им

5.7.2. ЧЕРТЕЖ НА ОБЩИЯ ВИД

Най-подробният чертеж на новосъздаваното изделие е **чертежът на общия вид** (ЧВ).

Както бе отбелязано, чертежът на общия вид се разработва на стадия "проектна документация" и то преди всичко за електромеханични изделия, когато въз основа на предварителни проучвания, анализи и пресмятания се уточнява всичко за конструкцията на изделието: принципа на работа, предварителния състав, взаимното разположение на отделните съставни части, връзките между тях и стойностите на показатели, параметри и размери, характеризиращи всичко изброено.

Чертежът на общия вид е основата за разработването на всички други чертежи, което означава, че той трябва да бъде пълен, еднозначен и четивен. Въз основа на него се провежда т.н. детайлиране (т. 8.2), т.е. създаването на чертежите на всички съставни части. Това означава, че **изображенията в него трябва да са достатъчни, за да разкрият (разчетат) всички геометрични повърхнини на отделните детайли.** Това е и причината в чертежа на общия вид да се допускат само някои условни опростявания.

Например:

а) не е необходимо да се показват малки закръгления, скосяванията на гайките и главите на болтовете;

б) могат да се показват в изглед съставни части, които се закупуват;

в) допуска се да не се показват малки хлабини (но ако се подразбират);

г) могат да не се чертаят всичките еднакви по форма и размери елементи или детайли;

д) допуска се да не се изобразяват капаци, щитове и др.п., за да се видят по-добре разположените под тях елементи; в такъв случай е задължително до изображението да се постави текст, напр. "Капакът, поз ... не е показан".

В чертежа на общия вид следва да се дадат стойности за всички показатели, параметри и важни размери. Особено внимание трябва да се обърне на размерите (сглобки, резби), които показват начина на съединяване на съставните части, както и на размерите, указващи присъединяването на изделието към околната техносфера.

На фиг. 5.72 е даден чертежът на общия вид на превключвателя, чийто сборен чертеж е показан на фиг. 5.67. Сравнението помежду им позволява да се видят необходимите и допустими разлики.

И чертежът на общия вид се съпровожда от списък на съставните части. Допуска се той да бъде изпълнен върху чертежа.

5.7.3. МОНТАЖЕН ЧЕРТЕЖ

Този конструкторски документ (фиг. 5.73) се създава при необходимост. Той съдържа **опростеното (контурното) изображение на техническия обект и данни, които са нужни, за да бъде той монтиран на мястото на експлоатацията.** От това общо изискване следва, че стойностите на размерите за монтирането на изделието трябва да са коректни (точни, съгласувани), както по отношение на изделието, така и по отношение на околната техносфера (фундамент, монтажна плоча, панел, колона и др .).

5.7.4. ГАБАРИТЕН ЧЕРТЕЖ

Взаимодействието на изделието с околните технически обекти не е само при експлоатационния монтаж. Такова взаимодействие възниква например при транспорта и съхраняването му, което и налага създаването на габаритния чертеж.

По определение **габаритният чертеж (фиг. 5.74) съдържа контурното изображение на изделието и габаритните му размери.** Веднага трябва да се подчертае, че ако тези размери са променливи, то това следва да намери място в чертежа.

Най-често прилагане на габаритния чертеж е при разработването на опаковките. Но освен това габаритните размери са интересни и за проектантите, които биха използвали изделието като съставна част на друг технически обект или система. В тези случаи в габаритния чертеж трябва да се посочи изрично необходимото минимално разстояние между изделията в опаковката или между изделието и съседни елементи.

5.7.5. ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

Всеки чертеж на сглобена единица съдържа не много на брой, точно определени размери, които зависят от конкретното предназначение на чертежа. Видовете размери на сглобените единици са:

а) присъединителни;

б) на инструменти за сглобяване и ремонт;

в) общи за два детайла (сглобки и др.);

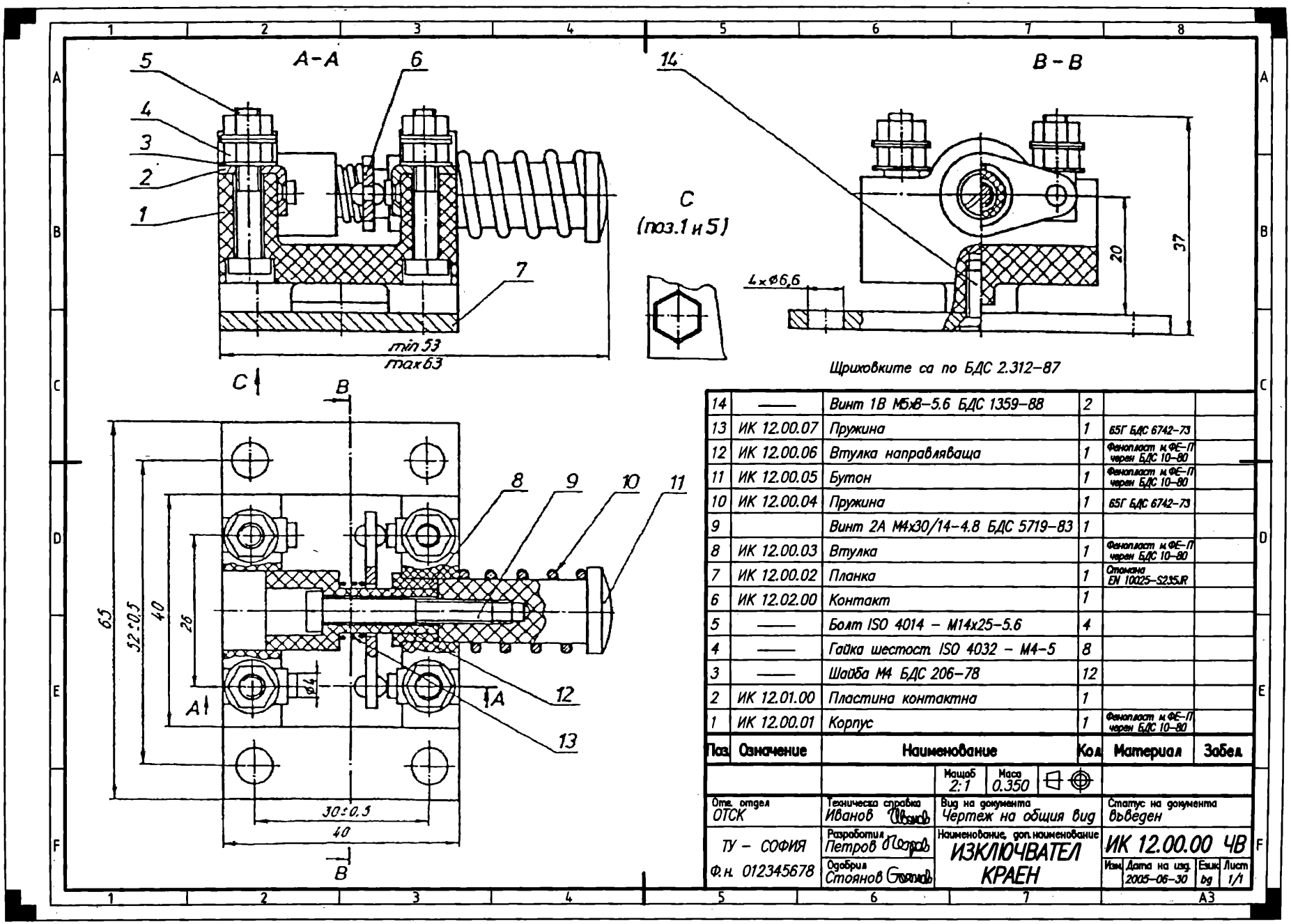
г) междуосия.

Както бе казано ако сборният чертеж изпълнява ролята и на габаритен (което е честа практика), то той трябва да съдържа и габаритните размери.

Първите два вида размери изразяват връзките на СЕ с околната техническа среда, докато останалите видове размери зависят от предназначението на съответния чертеж.

Важен въпрос е изборът на сглобки между детайли в сглобената единица (т. 6.7.3.1).

Съществуват методики за пресмятане на необходимите минимални и максимални хлабини, както и мини-

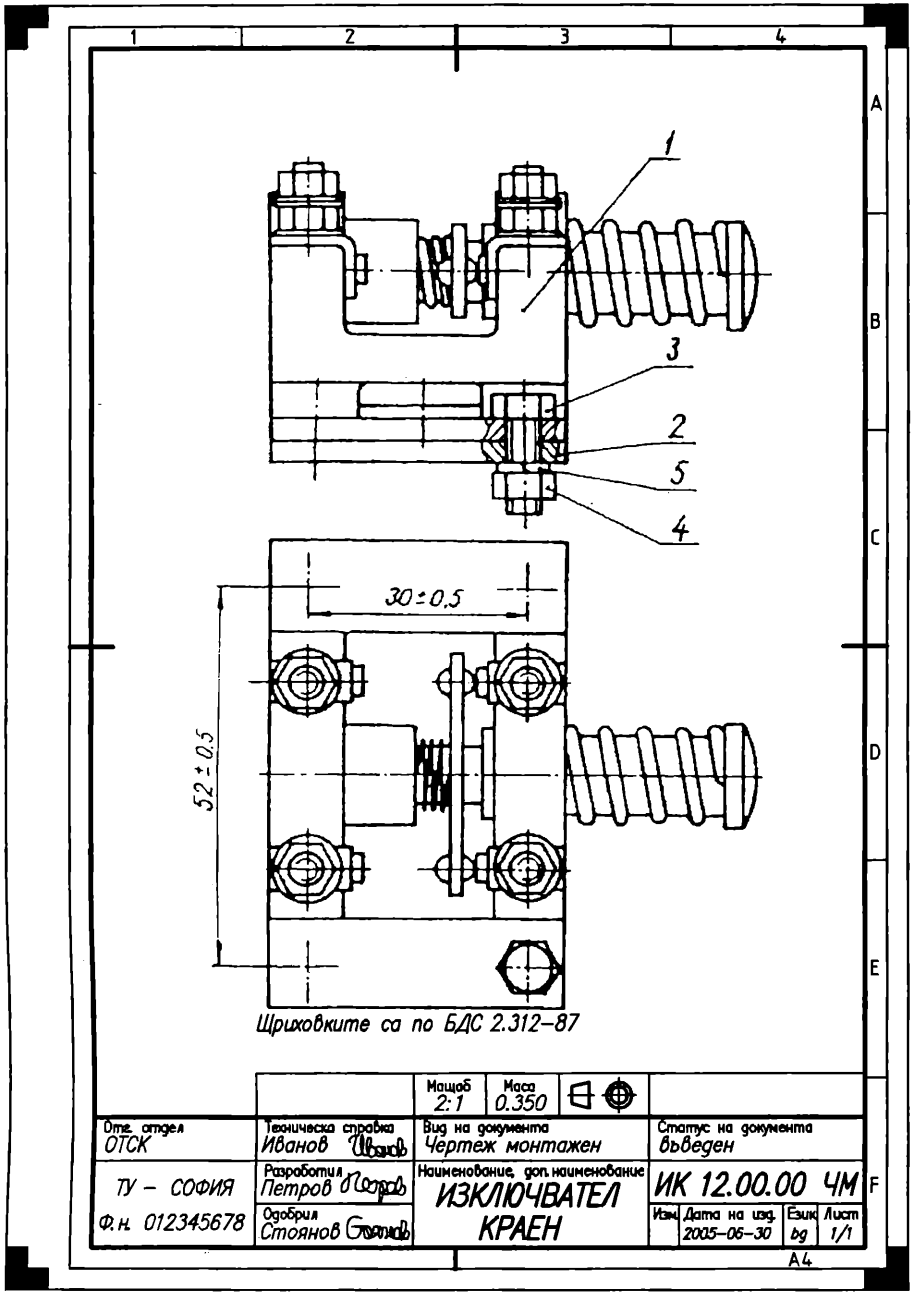


Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
14	——	Винт 1В М5х8–5.6 БДС 1359–88	2		
13	ИК 12.00.07	Пружина	1	65Г БДС 6742–73	
12	ИК 12.00.06	Втулка направляваща	1	Фенопласт м.ФЕ–П черен БДС 10–80	
11	ИК 12.00.05	Бутон	1	Фенопласт м.ФЕ–П черен БДС 10–80	
10	ИК 12.00.04	Пружина	1	65Г БДС 6742–73	
9		Винт 2А М4х30/14–4.8 БДС 5719–83	1		
8	ИК 12.00.03	Втулка	1	Фенопласт м.ФЕ–П черен БДС 10–80	
7	ИК 12.00.02	Планка	1	Стомана EN 10025–S235JR	
6	ИК 12.02.00	Контакт	1		
5	——	Болт ISO 4014 – М14х25–5.6	4		
4	——	Гайка шестост. ISO 4032 – М4–5	8		
3	——	Шайба М4 БДС 206–78	12		
2	ИК 12.01.00	Пластина контактна	1		
1	ИК 12.00.01	Корпус	1	Фенопласт м.ФЕ–П черен БДС 10–80	

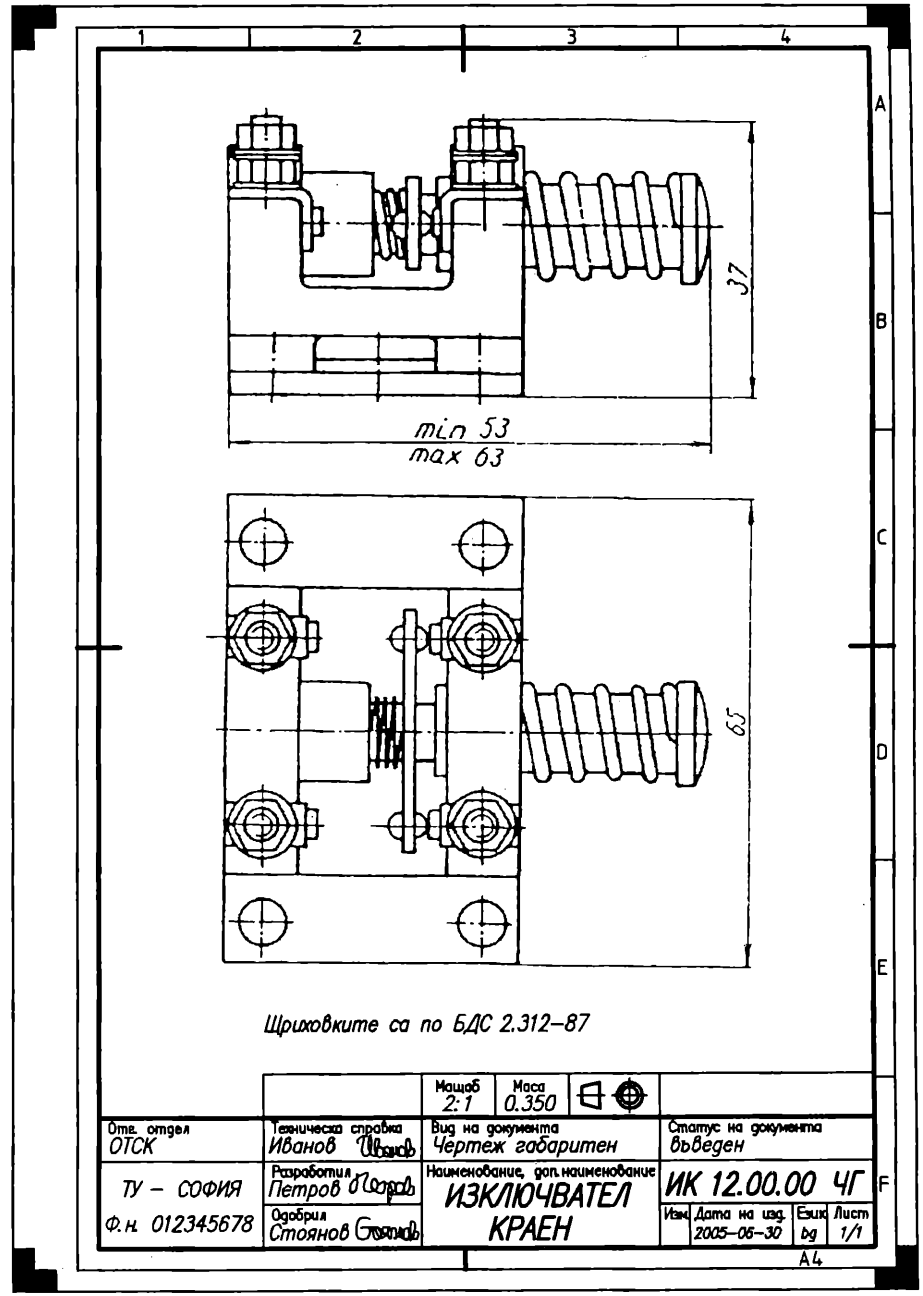
	Мащаб 2:1	Маса 0.350	
Отг. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Чертеж на общия вид	Статус на документа въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование ИЗКЛЮЧВАТЕЛ КРАЕН	ИК 12.00.00 ЧВ
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов		Изм. Дата на изд. 2005–06–30 / Език bg / Лист 1/1

А3

Фиг. 5.72. Чертеж на общия вид



Фиг. 5.73. Монтажен чертеж



Фиг. 5.74. Габаритен чертеж

малните и максимални стегнатости, но тези методики се базират на условия, които сравнително рядко се срещат в слаботоковата техника и в автоматиката. Ето защо основен начин за избор на сглобки е по аналогия, т.е. **взаимстване на сглобки от сходни изделия, работещи при сходни условия и доказали качествената си работа.**

В табл. 5.4 са дадени препоръчителни сглобки, а в табл. 5.5 – някои общи препоръки за избор на сглобки.

Таблица 5.4

Препоръчителни сглобки

Материал на двата детайла	Система основен отвор	Система основен вал
пластмаса и пластмаса	H8/c8, H8/d8, H8/e8, H8/f8, H8/h8, H8/к8, H8/u8, H8/x8, H9/d9, H9/e9, H9/f9, H9/h9, H9/к9, H9/x10, H9/y10, H9/z10, H9/za10, H9/zb10, H10/d10, H10/h10, H10/к10, H10/y10, H10/z10, H10/za10, H11/ay11, H11/b11, H11/c11, H11/d11, H11/h11, H11/k11, H11/zc11, H12/b12, H12/h12, H13/h13	D8/h8, E8/h8, F8/h8, H8/h8, N8/h8, U8/h8, D9/h9, E9/h9, F9/h9, H9/h9, N9/h9, X10/h9, Y10/h9, Z10/h9, D10/h10, H10/h10, N10/h10, Y10/h10, Z10/h10, ZA10/h10, AY11/h11, ZA11/h11, A11/h11, B11/h11, C11/h11, D11/h11, H11/h11, N11/h11, ZC11/h11, B12/h12, H12/h12, H13/h13
пластмаса и метал	отвори: H7, H8, H9, H10, H11, H12 валове: a11, ay11, b11, b12, c8, d8, d9, d10, d11, e8, e9, f8, f9, k8, k9, k10, u8, zb10, zc10, zc11	валове: h7, h8, h9, h10, h11, h12 отвори: A11, AУ11, B11, B12, D8÷D11, E8, E9, F8, F9, N8÷N10, U8, ZB10, ZC11
метал и метал	H7/d6, H7/h6, H7/js6, H7/k6, H7/n6, H7/p6, H7/r6, H7/s6, H8/f7, H8/h7, H8/h8, H9/e8, H9/h8, H10/f9, H10/h9, H11/d11, H11/h11	H7/h6, Js7/h6, K7/h6, N7/h6, P7/h6, F8/h7, H8/h7, E9/h8, H9/h8, H11/h10

Таблица 5.5

Препоръки за избор на сглобки

Приложение	Видове сглобки	Сглобки между метален и пластмасов детайл		Сглобки между два пластмасови детайла	
		с -ма осн. отвор	с-ма осн. вал	с-ма осн. отвор	с-ма осн. вал
За неподвижни съединения с точно центроване	Подвижна	H9/h9; H9/h8; H10/h10; H10/h9; H11/h11; H12/h12		H8/h8; H9/h9; H10/h10;H13/h13	
Подвижни съединения от стъклопласти		H8/f8; H9/f9; H8/e8; H9/e9	F8/h8; F9/h9; E8/h8; E9/h9	H9/e9; H9/d9	E9/h9; D9/h9
Плъзгащи лагери от волокнит· и текстолит		H8/d8; H9/d9; H10/d10; H11/h11; H8/c8	D8/h8; D9/h9; D10/h10; D11/h11	H11/b11	D10/h10; B11/h11
Плъзгащи лагери от полиамид		H11/b11; H12/b12; H11/a11; H11/ay11	B11/h11;B12/h12; A11/h11;AY11/h11	H11/az11; H11/ay11	AZ11/h11; AY11/h11
Пластмасови зъбни колела и валове, лагери и др.	Преходна	H8/k8;H9/к9; H10/k10	N8/h8; N9/h9; N10/h10	H10/к10	
Втулки и лагери от стъклопласт	Неподвижна	H9/u8	U8/h8	H8/u8	U8/h8
Полиамидни втулки за плъзгащи лагери и средни натоварвания		H10/zb10; H10/zc10; H11/zc11	ZB10/h10; ZC11/h11	H10/x10; H10/z10	ZB10/h10

5.7.6. ТЕХНИЧЕСКИ ИЗИСКВАНИЯ В ЧЕРТЕЖИ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

Както и за чертежите на детайлите, така и за чертежите на сглобените единици е в сила основното изискване да предоставят цялата необходима информация, гарантираща качественото изработване и функциониране на техническия обект.

Ето защо и в чертежите на сглобените единици се налага да се записват **технически изисквания.** По принцип те са дефинирани в т. 6.9.5. Тук трябва да се добави, че групите технически изисквания са следните:

1. Оразмеряване
2. Разположение на елементите на конструкцията
3. Настройка и регулиране
4. Качество и надеждност на изделието
5. Условия и методи за изпитване
6. Маркиране и щемпелуване
7. Транспортиране и съхранение
8. Условия за експлоатация
9. Други технически изисквания

В приложение П.08 са дадени примери за технически изисквания в отделните групи. Целесъобразно е този списък да бъде разширен с натрупан свой и чужд опит.

5.8. ОСОБЕНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ НА НЯКОИ СПЕЦИФИЧНИ СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

5.8.1. ИЗДЕЛИЯ С ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МОНТАЖ

Всяка сглобена единица от електротехниката и електрониката съдържа механичен и електрически монтаж. Механичният монтаж осигурява взаимното механично закрепване (сглобяване) на частите на сглобената единица, а електрическият монтаж осигурява електрическите връзки между частите на изделието. В някои случаи двата вида монтажи съвпадат (например при механичният монтаж на изделие 2 от фиг. 5.67 се осъществява и електрическа връзка с детайл 1).

Механичният монтаж се изпълнява по съответните сборни чертежи, докато електрическият монтаж в общия случай се извършва по електромонтажен чертеж (особен вид сборен чертеж). Необходимо е да се подчертае, че в много случаи, както ще стане дума по-долу, **един и същи сборен чертеж се използва както за механичен, така и за електрически монтаж. Същевременно в немалко случаи е налице самостоятелен електромонтажен чертеж,** поради което има основание за използването на този термин.

Под електромонтажен чертеж (монтажен чертеж за електрически монтаж) **се разбира чертеж, съдържащ опростено изображение на монтираните електротехнически и електронни изделия, както и електрическите връзки между тях и данните, необходими за изпълнение на електрическия монтаж.**

На пръв поглед многообразието на електрически схеми трябва да позволява изпълнението на електрически монтаж. Макар че има случаи, когато данните от схемите са достатъчни за извършване на съответния електрически монтаж, много често те са недостатъчни, защото механичните закрепвания на различните елементи, устройства и линии за електрическа връзка в тях не е отразено.

БДС 2.115-85 регламентира 4 възможни варианта за конструкторска документация, осигуряваща механичния и електрически монтаж на изделията (табл. 5.6).

Таблица 5.6

Видове електромонтажни чертежи

№	Характеристика на метода	Разработвани документи
1.	Механичният и ел. монтаж се извършва по един и същ сборен чертеж	1. Сборен чертеж 2. Списък на съставните части (ССЧ)
2.	Двата вида монтажи се извършват по отделни чертежи	1. Сборен чертеж 2. ССЧ (за т. 1) 3. Ел. монтажен чертеж 4. ССЧ (за т. 3)
3.	Както 2 вариант, но с общ списък на съставните части	1. Сборен чертеж 2. Ел. монтажен чертеж 3. ССЧ (общ за т.1 и т.2)
4.	Двата вида монтаж се извършват по един сборен чертеж, а за ел. монтажа се използва допълнително схемна документация	1. Сборен чертеж 2. ССЧ 3. Схема (схема на съединенията или принципна схема) или таблица на връзките

От табл. 5.6 се вижда, че разликата между варианти *2* и *3* се свежда до разделени и обединени списъци на съставните части, а между варианти *1* и *4* – липсата или наличието на схемен документ. Сборният чертеж се изпълнява в съответствие с т. 5.7.1. Сборен чертеж по вариант *1* на сглобяване е даден на фиг. 5.75. Сборен и електромонтажен чертеж от вариант *2* и *3* са дадени на фиг. 5.76 и фиг. 5.77, като общия им списък на съставните части (по вариант *3*) е показан на фиг. 5.78, а по вариант *4* – на фиг. 5.79.

Някои особености при изпълнение на електромонтажен чертеж са:

1. Съставните части, които се монтират при електрическия монтаж и местата на свързване на проводниците се изобразяват с дебела непрекъсната линия, а останалите съставни части – с тънки непрекъснати линии (фиг. 5.77).

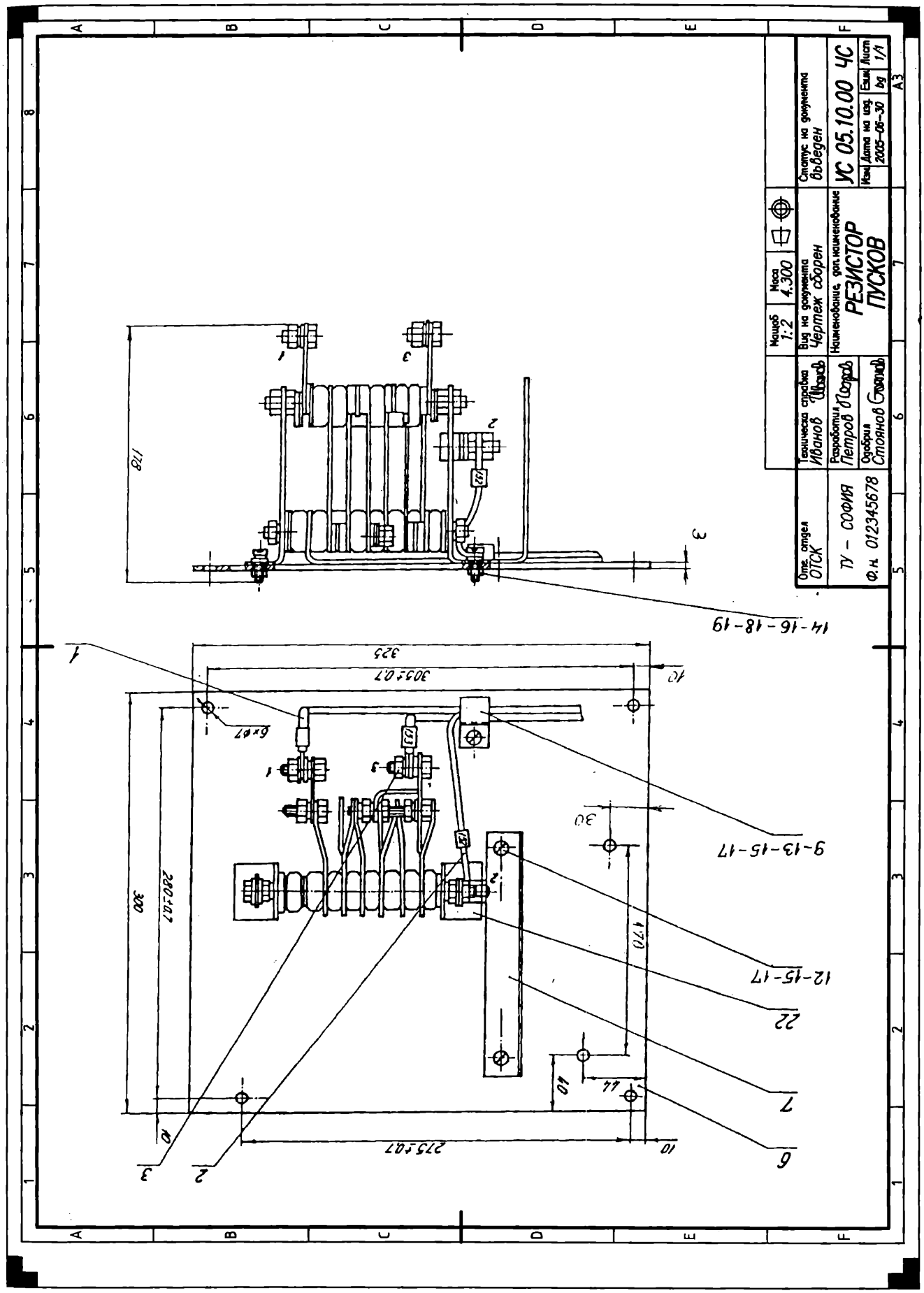
2. Ако съставната електрическа част представлява елемент от схема 201, то буквено-цифровото означение от схемата се поставя в/до изображението на частта (за предпочитане е над или вдясно от изображението) – фиг. 5.76 и фиг. 5.77.

3. Ако съставните части на изделието са разположени на стени, намиращи се в различни равнини, при изпълнение на чертежа се допуска стените да се изобразяват разгърнати до равнината на чертежа. На съответното място се поставя надпис "Стената е завъртяна" (фиг. 5.77).

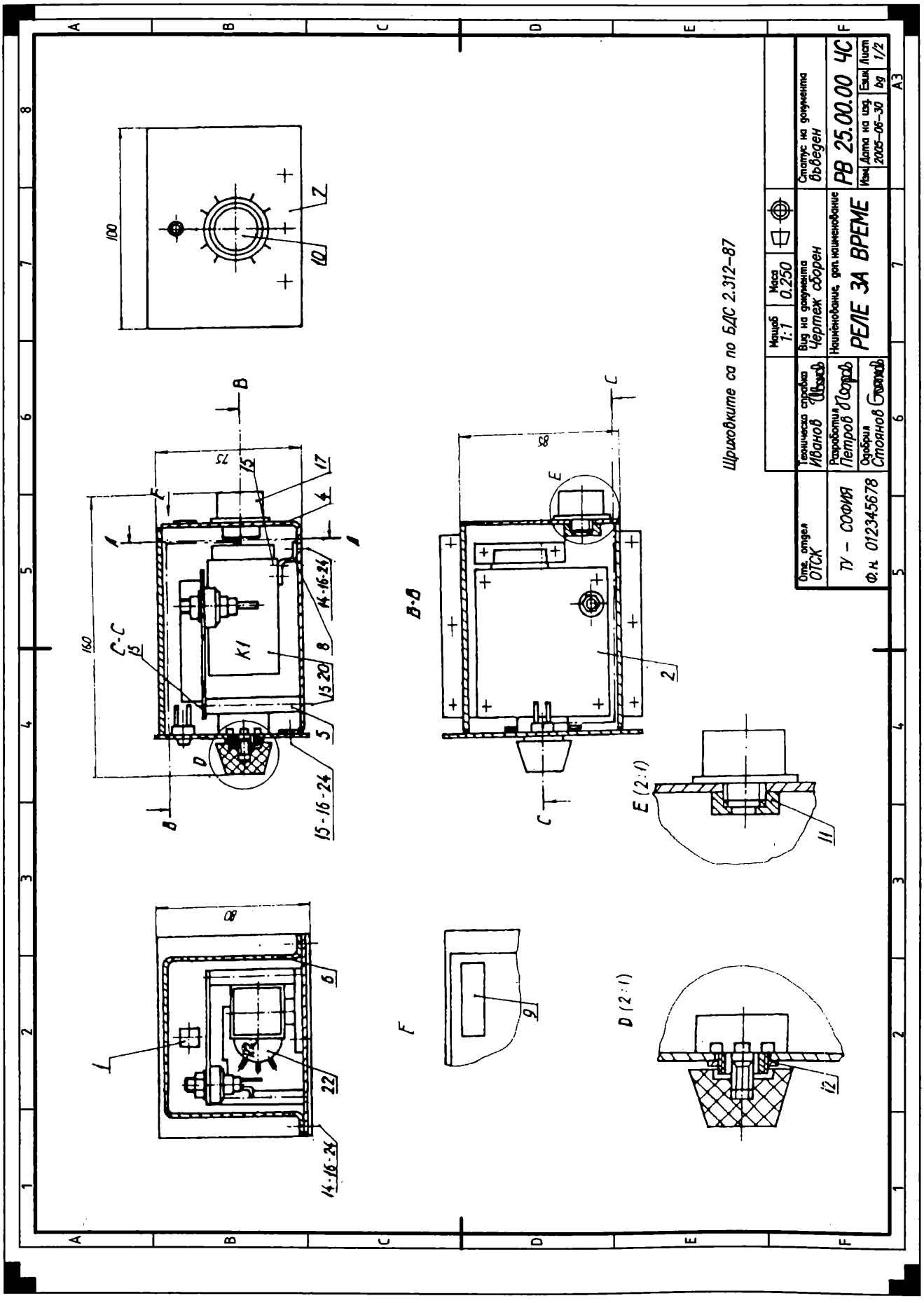
4. Проводници (кабели, снопове, шини) се изобразяват в съответствие с т. 5.8.3, като всички те трябва да имат означения, дадени в схема 301 (фиг. 5.77).

При съставяне на списъка на съставните части на изделия с електрически монтаж се има предвид:

1. Допуска се за съставна част, която е елемент от

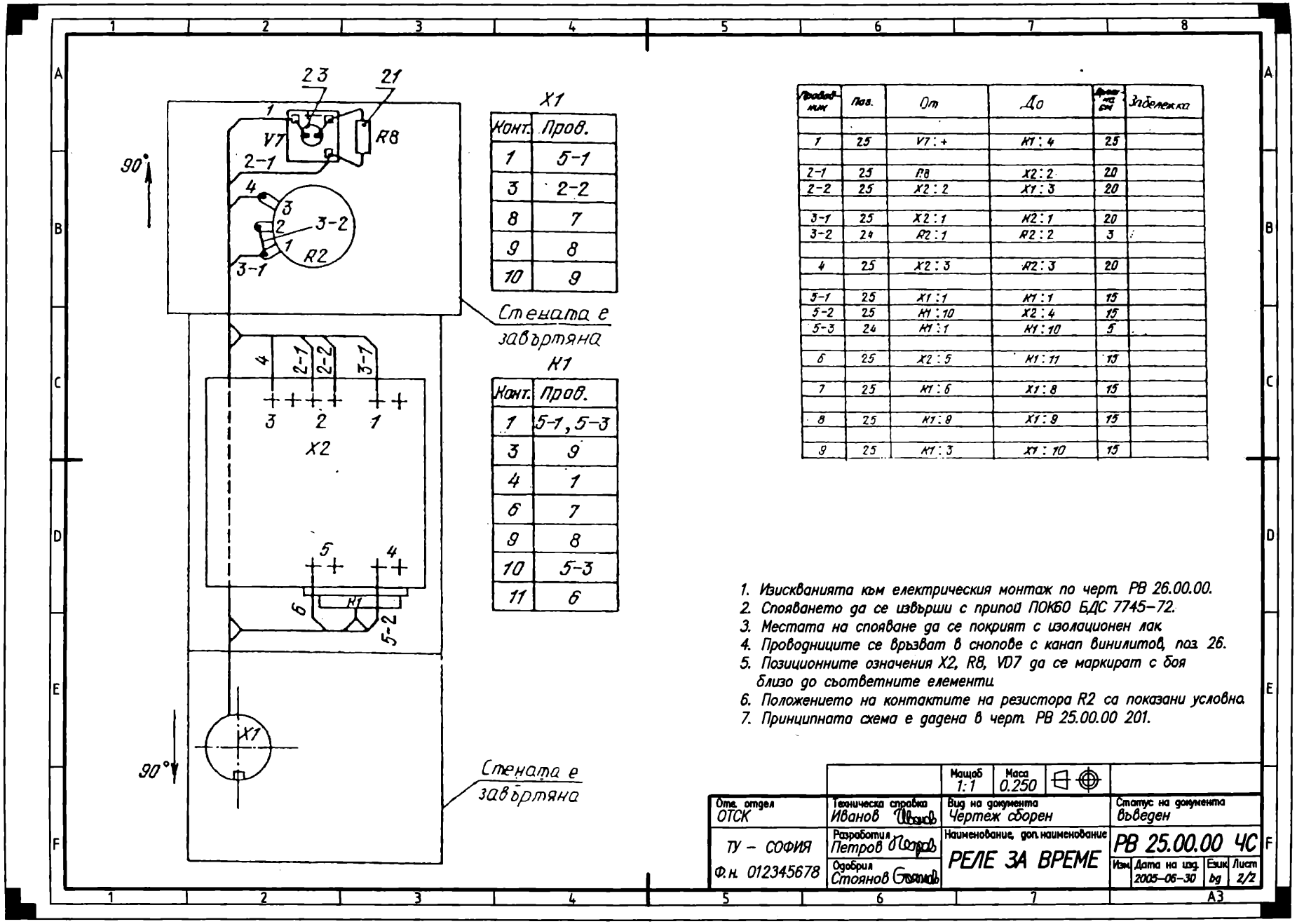


Фиг. 5.75. Сборен чертеж за механичен и ел. монтаж по вариант 1



Фиг. 5.76. Сборен чертеж за механичен монтаж по вариант 2 и 3

Финансистите поддържат държавата точно така, както въжето подпира обесения (Монтескьо).



X1

Конт.	Пров.
1	5-1
3	2-2
8	7
9	8
10	9

K1

Конт.	Пров.
1	5-1, 5-3
3	9
4	1
6	7
9	8
10	5-3
11	6

Проводник	Поз.	От	До	Дължина см	Забележка
1	25	V7 : +	K1 : 4	25	
2-1	25	R8	X2 : 2	20	
2-2	25	X2 : 2	X1 : 3	20	
3-1	25	X2 : 1	K2 : 1	20	
3-2	24	R2 : 1	R2 : 2	3	
4	25	X2 : 3	R2 : 3	20	
5-1	25	X1 : 1	K1 : 1	15	
5-2	25	K1 : 10	X2 : 4	15	
5-3	24	K1 : 1	K1 : 10	5	
6	25	X2 : 5	K1 : 11	15	
7	25	K1 : 6	X1 : 8	15	
8	25	K1 : 8	X1 : 9	15	
9	25	K1 : 3	X1 : 10	15	

1. Изискванията към електрическия монтаж по черт. РВ 26.00.00.
2. Спояването да се извърши с припой ПОК60 БДС 7745–72.
3. Местата на спояване да се покрият с изолационен лак.
4. Проводниците се връзват в снопове с канап винилитов, поз. 26.
5. Позиционните означения X2, R8, VD7 да се маркират с боя близо до съответните елементи.
6. Положението на контактите на резистора R2 са показани условно.
7. Принципната схема е дадена в черт. РВ 25.00.00 201.

Фиг. 5.77. Електромонтажен чертеж по вариант 2 и 3

Незнанието се счита за вина (римско юрид. правило).

Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
		СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ			
1	РВ 25.01.00	Носач	1		
2	РВ 25.02.00	Плоча	1		
3	РВ 25.03.00	Опора	1		
		ДЕТАЙЛИ			
4	РВ 25.00.01	Корпус	1	Лист EN 1652 – CuZn40–1x200x800	
5	РВ 25.00.02	Стойка	1	CuZn40 БДС 13710–76	
6	РВ 25.00.03	Капак	1	Лист EN 1652 – CuZn40–1x200x800	
7	РВ 25.00.04	Панел	1	Лист EN 1652 – CuZn40–1x200x800	
8	РВ 25.00.05	Скоба	1	Лист EN 1652 – CuZn40–1x200x800	
9	РВ 25.00.06	Планка	1	Лист EN 1652 – CuZn40–2x200x800	
10	РВ 25.00.08	Ръкохватка	1	Бустран ПС–18415 БДС 12603–85	
11	РВ 25.00.07	Ръкохватка	4	Лист EN 1652 – CuZn40–3x200x800	
12	РВ 25.00.07	Гайка специална М24	1	Стомана EN 10025–S235JR	
13	РВ 25.00.07	Гайка специална М18	2	Стомана EN 10025–S235JR	
		СТАНДАРТИЗИРАНИ ИЗДЕЛИЯ			
14	——	Винт 1В М3х8–5.6 БДС 1359–88	6		
15	——	Винт 1В М3х12–5.6 БДС 1359–88	15		
16	——	Гайка шестост. ISO 4032 – М3–5	11		
17	——	Гнездо HP20 каталог "Елпром"	1		
18	——	Проводник ПКВ 0.2mm² БДС 3114–75	1		
19	——	Проводник ПКВ 0.35mm² БДС 3114–75	1		

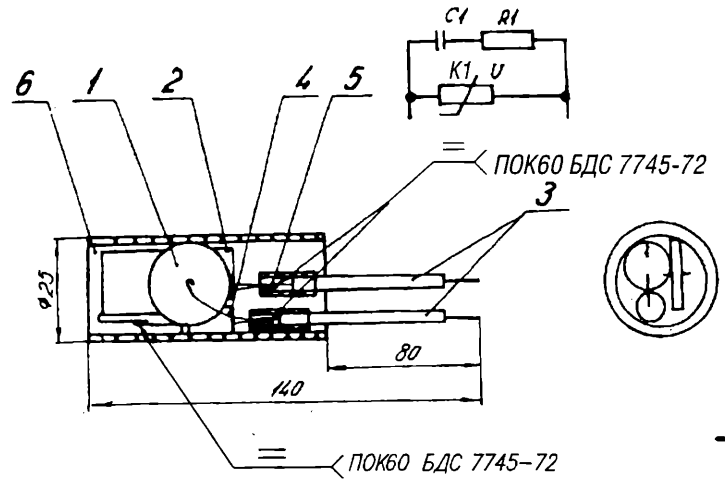
Отд. отдел	Техническа справка	Вид на документа	Статус на документа
ОТСК	Иванов	Списък на съст. части	въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование	РВ 25.00.00 ЧС
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов	РЕЛЕ ЗА ВРЕМЕ	Изм. / Дата на изд. 2005–06–30 / Език bg / Лист 1/2

Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
20	——	Реле РЕД 12 каталог "ЕЛОРГ" Русия	1		
21	——	Резистор постоянен РПМ2 2.7k ±10%	1		
		0.125W, 50/125/21 БДС 10157–86			
22	——	Резистор постоянен РПМ2 4.7k ±10%	1		
		1 W, 50/125/21 БДС 10157–86			
23	——	Светодиод SY 335 каталог "RTF"	1		
24	——	Шайба 1 М3Л БДС 833–82	9		

Отд. отдел	Техническа справка	Вид на документа	Статус на документа
ОТСК	Иванов	Списък на съст. части	въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование	РВ 25.00.00 ЧС
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов	РЕЛЕ ЗА ВРЕМЕ	Изм. / Дата на изд. 2005–06–30 / Език bg / Лист 2/2

Фиг. 5.78. Общ списък на съставните части по вариант 3

а)



1. Дължините на трьби винилитови да бъдат с гранични отклонения ± 5 mm.
2. Изводните крайща поз. 1,2,3 и 4 се свързват помежду си по показаната електрическа схема с припой с колофон ПОК60 БДС 7745-72, като мястото на спояване се изолира – поз. 5.
3. Свободните краища на проводниците се зачистват на 8 mm и се калайдисват с ПОК60 БДС 7745-72. Не се допускат капки от припой и стърчащи нишки по жилото.
4. Щриховките са по БДС 2.312-87.

		Мащаб 1:1	Маса 0.050
Отг. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Чертеж сборен	Статус на документа въведен
ТУ – СОФИЯ Ф.н. 012345678	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование КОНТУР ИСКРОГАСЯЩ	КИ 12.00.00 ЧС
	Одобрил Стоянов		Изм. Дата на изд. 2005-06-30 Език bg Лист 1/1

A4

б)

Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
		СТАНДАРТИЗИРАНИ ИЗДЕЛИЯ			
1	——	Варистор HP50 каталог "Елпром"	1		K1
2	——	Кондезатор МПТ-Пр96 – 3мF	1		C1
		10-250-555 БДС 11607-79 2			
3	——	Проводник ПМВГ-А черен 0..75 mm ,	1		
		L=100 mm БДС 3914-75			
4	——	Резистор постоянен РПМ2, 10Ω± 5%,	1		R1
		1W, гр.А 40085/21 БДС 10157-81			
5	——	ТВС черен, ø6.0x7.0, L=20 mm	2		
		БДС 4894-73			
6	——	ТВС черен, ø22x25, L=60 mm	1		
		БДС 4894-73			

Отг. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Списък на съст. части	Статус на документа въведен
ТУ – СОФИЯ Ф.н. 012345678	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование КОНТУР ИСКРОГАСЯЩ	КИ 12.00.00
	Одобрил Стоянов		Изм. Дата на изд. 2005-06-30 Език bg Лист 1/1

Фиг. 5.79. Електромонтажен чертеж по вариант 4

а) сборен чертеж за механичен и електрически монтаж; б) списък на съставните части

схема 201 в графа "Забележка" да се постави позиционното означение, дадено на тази част в схемата.

2. При варианти на монтаж *3* и *4* се допуска частите, които ще се монтират при електрическия монтаж да бъдат записани в допълнителните раздели на списъка (аналогични на неговите основни раздели), като се започне от нов лист с общо заглавие "Съставни части, монтирани при електрическия монтаж по ... (означението на чертежа)". За всички части трябва да се дадат номера на позиции, като номерацията на позициите трябва да бъде непрекъсната за целия списък (фиг. 5.78).

Таблицата на връзките се разработва в случаите, когато на чертежа не са посочени местата на свързване на проводниците или е затруднено намирането им на местата на свързване на краищата им. Тогава:

1. Таблицата се разработва съгласно т. 10.2.4.

2. Проводниците в таблицата се подреждат по нарастване на номерата им при следния ред:

а) проводници на снопове;

б) жила на кабели, оформени в самостоятелни чертежи;

в) жила на кабели, неоформени като самостоятелни чертеж;

г) единични проводници.

Таблица на връзките е дадена на фиг. 5.77.

5.8.2. ПЕЧАТЕН ВЪЗЕЛ

Основното предимство на печатния монтаж е възможността за едновременно свързване на всички монтирани елементи върху печатната платка. **Печатният възел** представлява печатната платка заедно с монтираните градивни елементи (резистори, кондензатори, диоди, транзистори, интегрални схеми, съединители и др.). Свързването им към платката се осъществява най-често чрез спояване (виж т.6.11.1).

Монтаж на печатните платки

При електрическия монтаж на печатния възел се изпълняват следните основни операции:

- Подготовка на градивните елементи - включва комплектуване, проверка, обрязване и оформяне краищата на изводите на елементите.

- Поставяне на градивните елементи в отворите на платките в съответствие с конструкторската документация и механично закрепване.

- Спояване - осъществяване на електрически контакт на градивните елементи с елементите на печатната платка.

- Обрязване на изводните краища на градивните елементи в местата, където стърчат над спойките.

- Проверка на качеството на спойките.

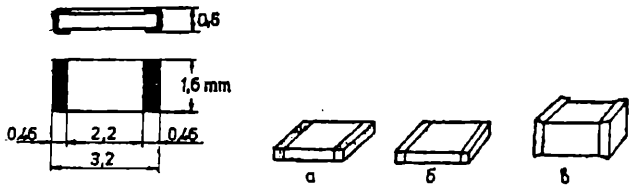
В зависимост от серийността на изделията монтажът на печатните платки и възли се извършва ръчно, механизирано, полуавтоматизирано или напълно автоматизирано.

- *Ръчен монтаж* - Всички операции се изпълняват ръчно от един или група изпълнители без използване на машини и специални съоръжения. Извършва се подбор и контрол на предвидените в документацията градивни елементи. Подготовката на монтажа се състои в изправяне, оформяне и обрязване на изводите според посочената форма и големина.

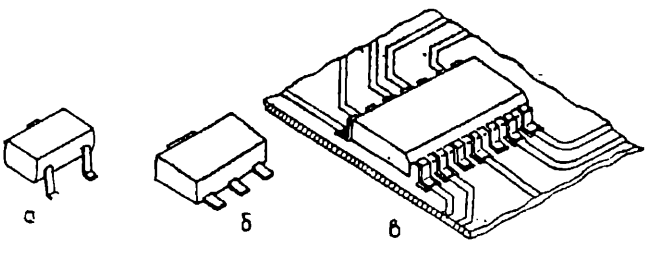
- *Механизиран монтаж* - механизират се цялостно или поединично отделните операции от монтажния процес като: подаване и ориентиране на платките; подготовка, оформяне и обрязване на изводите на монтажните елементи; подреждане на елементите върху платката; поставяне на изводните краища или клеми; спояване и проверка на електрическите характеристики на монтираните платки. За механизирането на тези операции се използват полуавтоматични и автоматични устройства, които се свързват в технологични линии.

- *Автоматизиран монтаж* - За да се използват ефективно автоматизираните устройства за монтаж, още в процеса на конструиране на печатната платка трябва да се отчитат технологичните възможности на отделните автоматични устройства и съобразно с тях да се разположат отворите на платката като се използва стандартна координатна мрежа и да се състави система за подреждане на елементите върху платката. Автоматите, които се използват при автоматизирания монтаж, обикновено изпълняват следните обработки: подготовка и оформяне на изводите на елементите; поставяне на елементите в отворите на платката; поставяне на изводи и свързващи пера.

Една съвременна технология, която осигурява пълна автоматизация на монтажния процес, е **повърхностният монтаж** (SMD — Surface Mounted Device). Състои се в подреждане и слепване чрез подходящи съоръжения и материали на безизводни електронни елементи направо върху печатните проводници на повърхността на печатната платка и следващо спояване. За да се реализира тази технология на монтаж, е необходимо: да се премине от растер 2.5 mm на растер 1.27 mm (вж. т. 6.11.1); да се използват безизводни градивни елементи за повърхностен монтаж в следните разновидности: пасивни елементи за повърхностен монтаж (фиг. 5.80); елементи за повърхностен монтаж в корпуси SOT и SOIC (фиг. 5.81);



Фиг. 5.80. Пасивни елементи за повърхностен монтаж: *а) резистор; б) кондензатор; в) бобина*



Фиг. 5.81. Корпуси SOT и SOIC:
а) SOT-23; б) SOT-89;
в) SOIC с изводи "крила на чайка"

Много открития стават много случайно, но за съжаление- много рядко.

елементи за повърхностен монтаж върху пластмасови или керамични носители (чип-носачи) (фиг.5.82 и фиг. 5.83).

Предимствата, които създава повърхностният монтаж, се състоят главно в увеличаване плътността на монтажа и намаляване на размерите на платките; преминаване от многослойни към двуслойни печатни платки; намаляване на броя на метализираните отвори с 80-90%; използване на безизводни елементи, което намалява паразитните капацитети, индуктивности и излъчваните високочестотни сигнали. Обичайна практика при проектиране на печатни платки е съчетаването на изводни и безизводни градивни елементи.

Осъществяване на електрическите съединения в печатния възел

Електрическият контакт на градивните елементи с печатната платка се осъществява чрез спояване. Спояването е процес на неподвижно съединяване на две или повече метални части в нагрято състояние с разтопен метал (сплав), който има по-ниска точка на топене от основните метали. Металът, който се използва за съединяване на металните части, се нарича припой. При спояването участва и трета съставка - флюс. Флюсът е неметален материал, който създава условия за качествено образуване на спойката. Най-често за спояване на печатни платки се използват калаено-оловни припои ПОК60, ПОК61, ПОК63 и ПОК64 със съдържание на калай (Sn) съответно 60, 61, 63 и 64 %.

За механизирано спояване се използват следните методи:

а) потапяне във вана с разтопен припой;

б) избирателно спояване с подаване на припоя във вид на струя;

в) спойка "вълна";

г) електропроводящи лепила.

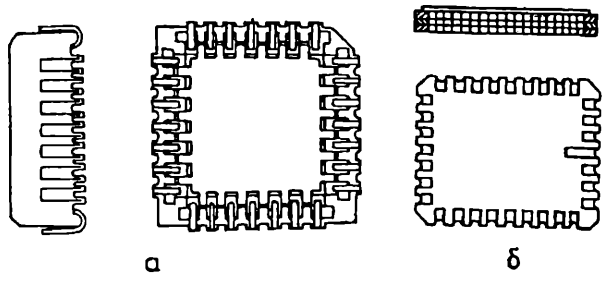
Методът спойка "вълна" се счита като най-подходящ за спояване на печатните платки. Състои се в това, че при спояването платките преминават през гребена на стояща "вълна" от припой. "Вълната" се създава чрез изпомпване на припоя, който минава през дюза или тече по профилирана повърхност. Времето за съприкосновение на платката с припоя намалява значително, в резултат на което общото количество топлина, поето от платката, е много по-малко в сравнение с това при потапянето. Чрез постоянното движение на припоя "вълната" остава свободна от оксиди и е с постоянна температура, която благоприятства спояването. На фиг. 5.84 са илюстрирани начините на спояване при различни типове корпуси на градивните елементи.

Документацията на печатния възел включва:

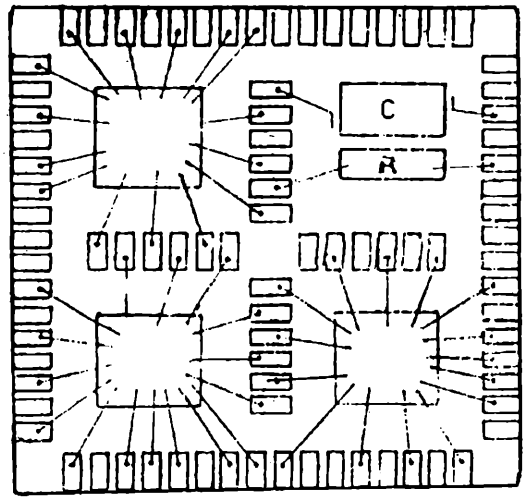
- сборен чертеж със списък на съставните части;
- документи на печатната платка (основни и допълнителни - т.6.11.1);
- чертежи на нестандартните детайли.

Сборният чертеж се изпълнява като се имат предвид следните съображения:

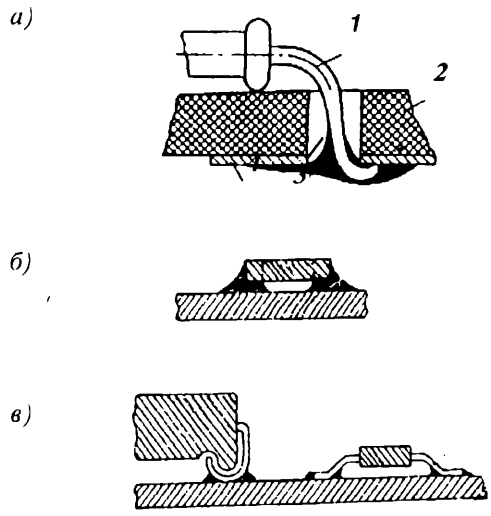
- Градивните елементи, монтирани върху платката, се изобразяват опростено чрез контурните очертания на корпусите им;
- Всички останали детайли и сглобени единици се изобразяват в съответствие с общите правила;



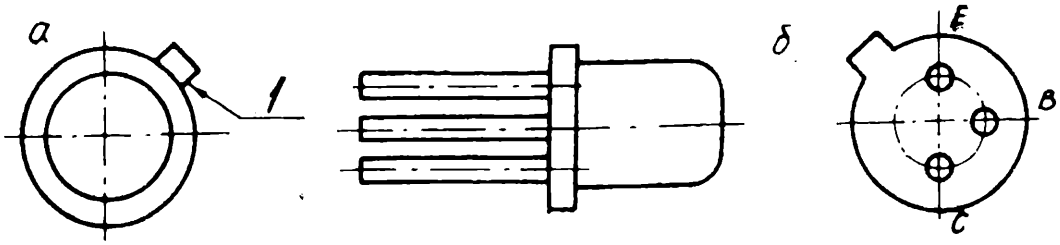
Фиг. 5.82. Чип-носачи: *а) с изводи; б) без изводи*



Фиг. 8.83. Чип-носач с няколко чипа и други градивни елементи



Фиг. 8.84. Спояване на различни корпуси на градивни елементи:
а) корпуси на елементи с изводи:
1 – извод на елемент; 2 – изолационна основа;
3- припой; 4 – контактна площадка;
б) пасивни елементи за повърхностен монтаж ;
в) корпуси SOIC



Фиг. 5.85. Отличителен белег на корпус на транзистор

- Механичните закрепвания на елементи и устройства (чрез подгъване, нитоване, винтова връзка и др.) се изясняват чрез подходящи изображения;

- Изводите на някои елементи като резистори, неполярни кондензатори и др. са равностойни и могат да се разменят в принципните схеми (вж. глава 7) и при монтажа върху платката без с това да се наруши функционирането на изделието. Изводите на други елементи като диоди, транзистори, полярни кондензатори и др. имат точно определено специфично за всеки извод предназначение, поради което не могат да се разменят. Ориентацията на изображението на корпуса на такъв елемент е строго фиксирана и промяната й би довела до нарушаване на действието на схемата. За еднозначност на разположението на изводите изображението на такъв елемент трябва да съдържа отличителен белег (фиг.5.85). Често по формата на корпуса се съди за правилното разположение на изводите, в други случаи е необходимо до или вътре в изображението да се постави символ, указващ правилната ориентация (стрелка за диод; Е - емитер, В - база, С - колектор за биполярен транзистор; + или - за електролитен кондензатор и т.н.). В справочниците за електронни елементи е дадено разположението на изводите за всеки конкретен елемент, при това означенията на изводите в корпусите на интегралните схеми и на транзисторите за повърхностен монтаж са показани в изгледа отгоре, докато тези за транзисторите за обикновен монтаж - в изгледа отдолу (фиг.5.85).

Върху корпусите на **елементите с изводи** е записана информация, която най-често означава: за транзистори, диоди, интегрални схеми - тип на елемента (по каталог); за резистори - номинална стойност на съпротивлението, разсейвана мощност (над 1W) и допустимо отклонение; за кондензатори - номинална стойност на капацитета, допустимо отклонение и пробивно напрежение.

Предвид малките размери на градивните елементи се налага използване на съкратени означения върху корпусите, които обикновено съдържат цифри, букви или цветни ленти.

Известни са разнообразни начини за означаване на резистори и кондензатори. Най-често срещани са следните означения:

а) последователно записани: номинална стойност с цифри; означение на порядъка с буква; допустими отклонения от номиналната стойност с буква.

За порядъка се използват следните букви:

k - килоом (1 kΩ = 10^3 Ω);

M - мегаом (1 MΩ = 10^6 Ω);

m - милифарад (1 mF = 10^{-3} F);

μ - микрофарад (1 μF = 10^{-6} F);

n - нанофарад (1 nF = 10^{-9} F;

p — пикофарад (1 pF = 10^{-12} F)

За допустимите отклонения се използват:

G за ±2 %;

J за ±5 %;

K за ±10 %;

M за ±20 %.

Например: 330nJ 60V означава кондензатор с капацитет 330nF, допустимо отклонение ±5%, пробивно напрежение 60V; 27KJ - резистор със съпротивление 27kΩ и толеранс ±5 %.

б) Положението на буквата, показваща порядъка, определя мястото на десетичната запетая в записа на номиналната стойност; останалите означения са както в а).

Например:

1R5K означава съпротивление 1.5 Ω ±10 %;

K51K означава съпротивление 0.51 kΩ ±10 %;

4n7M означава капацитет 4.7 nF ±20 %.

в) Цветен код (за резистори, керамични кондензатори и танталови кондензатори).

Цветният код за резисторите се представя с няколко цветни концентрични ленти (ивици), разположени върху корпуса. Комбинацията, получена от определен брой, разположени по определен начин и изобразени с определен цвят ленти, представя номиналната стойност, порядъка и допустимите отклонения на съпротивлението. На фиг. 5.86 е представено разположението на лентите върху корпуса на резистор. За да се дешифрира цветният код, корпусът на резистора се ориентира така, че групата от трите близко разположени цветни ленти да е отляво. Първите две ленти означават номинална стойност на съпротивлението, третата - порядъка, четвъртата - допустимите отклонения.

Например при цветова комбинация:

оранжево, черно, кафяво, червено

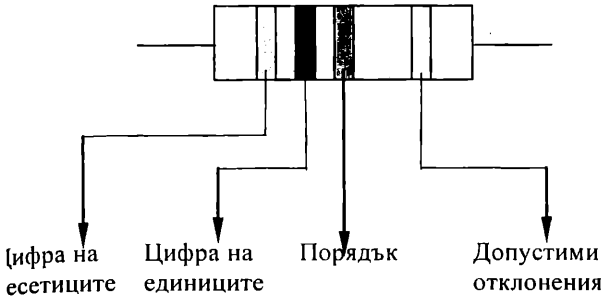
(3 0 ×10, ±2 %)

означението е: 30×10 ±2 % или 300 Ω ±2 %.

При точни резистори за означаване на номиналната стойност се използват не две, а три ивици — съответно за стотиците, десетиците и единиците.

В таблица 5.7 е дадена легенда на цветния код на постоянни резистори.

Освен приведените примери съществуват и други комбинации от цветни кодове, базиращи се на различен брой ленти и други начини на взаимното им разположение. Обикновено цветните кодове и информация за тяхното дешифриране се дават в съответните каталози



Фиг. 5.86. Цветен код на резистор

на елементи.

Означенията върху корпусите на **безизводните елементи** (за SMD монтаж) най-често са:

- за резисторите — 3 или 4 символен код в зависимост от допустимото отклонение. При отклонение ±5% се използва три символен код. Първите две цифри означават номиналната стойност, а третата — порядъка. Например: 273 - резистор със съпротивление 27kΩ и толеранс ±5 % (27×10^3); 270 или 27R - резистор със съпротивление 27Ω и толеранс ±5 % (27×10^0). При отклонение ±1% се използва четири символен код. Първите три цифри означават номиналната стойност, а четвъртата — порядъка. Например: 2702 - резистор със съпротивление 27kΩ и толеранс ±1 % (270×10^2).

- за транзисторите и интегралните схеми — буквено-цифрови означения, които са посочени в каталога на фирмата производител.

На фиг. 5.87 е показан сборен чертеж на печатен възел на преобразувател на високочестотни сигнали (за печатната платка виж т.6.11.1). Сборният чертеж се формира в AutoCAD въз основа на информацията за проектираната в CAD система (в примера — ORCAD) печатна платка. За целта от ORCAD се създава изходен обменен файл с разширение .DXF, който се въвежда в AutoCAD и прехвърля графична информация за формата и размерите на печатната платка, разположението на градивните елементи върху нея, формата и размерите на монтажните отвори. Тази информация се визуализира във вид на изображение на контура на платката, контурите на градивните елементи и монтажните отвори. При едностранно разположени градивни елементи сборният чертеж съдържа изображение на печатния възел от монтажната страна, при двустранно разположени елементи — изображения от двете страни. Вътре в контурните очертания на елементите са изобразени буквено-цифровите им означения в принципната схема, поставени в съответствие с табл.7.3 (виж т.7.1.15). Следват довършителни дейности по оформяне на сборния чертеж в съответствие с общите изисквания.

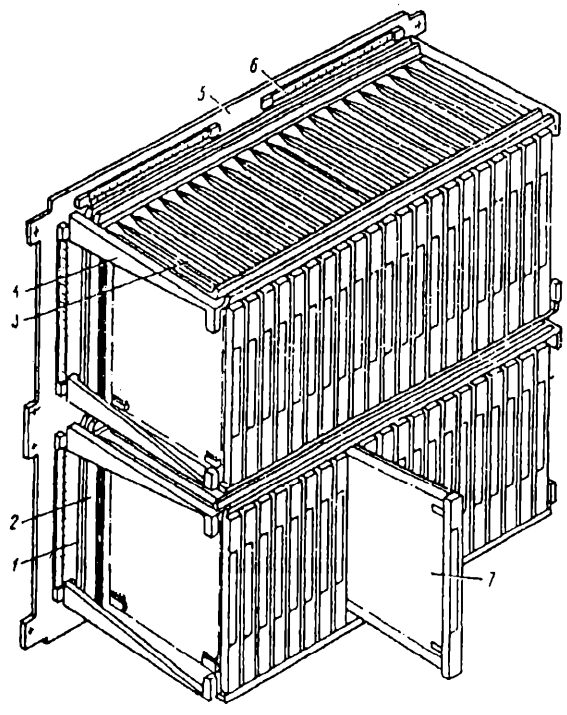
Сборният чертеж се придружава от списък на съставните части, изпълнен според общите правила. Списъкът на съставните части към сборния чертеж на преобразувател на високочестотни сигнали (фиг. 5.87) е показан на фиг. 5.88.

Печатните възли обикновено се разполагат върху шаси (фиг. 5.89) или в специални касети.

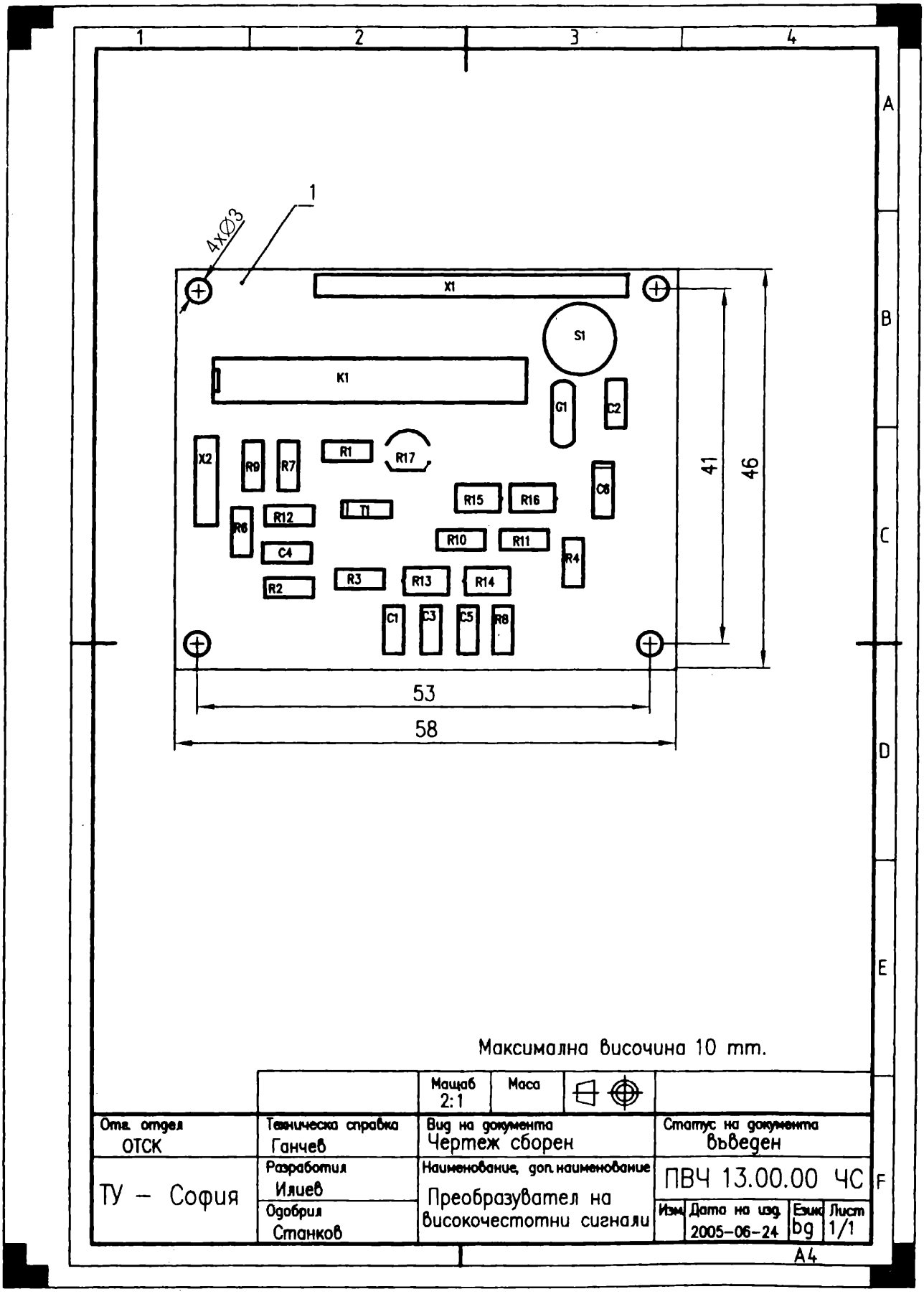
Таблица 5.7

Цветен код на постоянни резистори

Цвят	Първа лента десетици (а)	Втора лента единици (б)	Трета лента коефициент на умножение (с)	Четвърта лента гранични отклонения (d)
Сребърен	-	-	10^{-2}	±10
Златен	-	-	10^{-1}	±5
Черен	-	0	1	-
Кафяв	1	1	10	±1
Червен	2	2	10^2	±2
Оранжев	3	3	10^3	-
Жълт	4	4	10^4	-
Зелен	5	5	10^5	-
Син	6	6	10^6	-
Виолетов	7	7	10^7	-
Сив	8	8	10^8	-
Бял	9	9	10^9	-
Никакъв	-	-	-	±20



Фиг. 5.89. Разполагане на печатни възли върху шаси



Фиг. 5.87. Сборен чертеж на печатен възел

Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
		Детайли			
1	ПВЧ 13.00.01	Платка печатна	1	СТФ-1-35-1.5 БДС 5086 -85	
		Стандартизирани изделия			
		Кондензатор керамичен SMD C1206			
		каталог FARNELL – Великобритания			
	C1,C3,C4,C5	10nF, 50V, ±10%	4		
	C2	18pF, 50V, ±10%	1		
	C6	Статичен RAM PCF8570			
		каталог FARNELL – Великобритания	1		
	G1	Резонатор кварцов HC49U,4.000MHz			
		каталог FARNELL – Великобритания	1		
	K1	Микроконтролер PIC16F876-I/SP			
		Microchip Technology	1		
		Резистор SMD R1206			
		каталог FARNELL – Великобритания			
	R1	1K, ±1%	1		
	R2	5.1K, ±1%	1		
	R3,R4	10K, ±1%	2		
	R6	510, ±1%	1		
	R7,R10	47K, ±1%	2		
	R8,R9	20K, ±1%	2		
	R11,R12	1M, ±1%	1		

Отд. отдел ОТСК	Техническа справка Ганчев	Вид на документа Списък на съставните части	Статус на документа Въведен
ТУ – София	Разработил Илиев	Наименование, допълнение Преобразувател на високочестотни сигнали	ПВЧ 13.00.00
	Одобрил Станков		Изм. Дата на изд. 2005-08-24 Език bg Лист 1/2

Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
	R13 – R16	Диоди Шотки BAS85 – SMD			
		каталог FARNELL – Великобритания	4		
	R17	Стабилизатор LM336 – 2.5V			
		каталог FARNELL – Великобритания	1		
	S1	Резистор донастройващ PT6V 10K			
		каталог FARNELL – Великобритания	1		
	T1	Усилвател операционен LM2904 SO8			
		каталог FARNELL – Великобритания	1		
	X1	Съединител гнездов PN 1x14 8.5mm			
		прав за платка, каталог "КОМЕТ			
		ЕЛЕКТРОНИКС " България	1		
	X2	Съединител щифтов WF4S 1x4			
		каталог "КОМЕТ ЕЛЕКТРОНИКС"			
		България	1		

Отд. отдел ОТСК	Техническа справка Ганчев	Вид на документа Списък на съставните части	Статус на документа Въведен
ТУ – София	Разработил Илиев	Наименование, допълнение Преобразувател на високочестотни сигнали	ПВЧ 13.00.00
	Одобрил Станков		Изм. Дата на изд. 2005-08-24 Език bg Лист 2/2

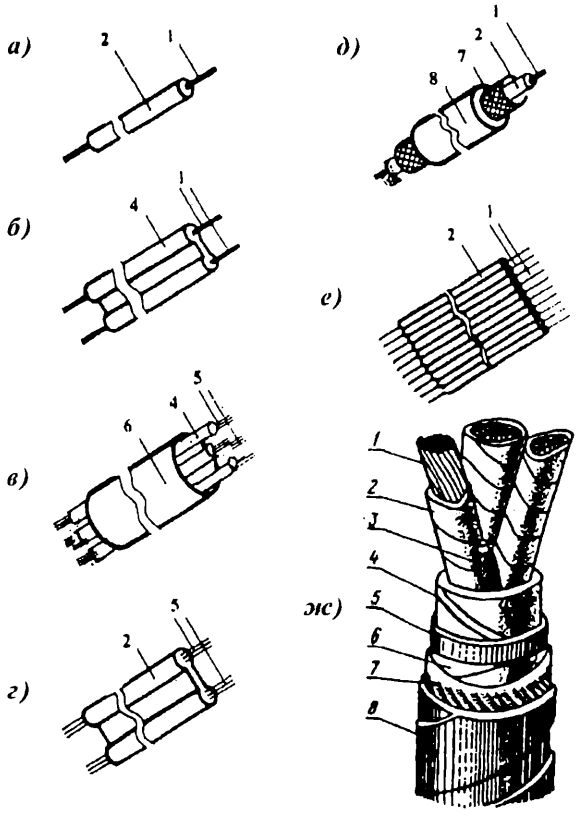
Фиг. 5.88. Списък на съставните части към сборен чертеж на печатен възел

5.8.3. СНОП ПРОВОДНИЦИ

Снопът е съвкупност от проводници, проводници и кабели или само кабели, които са неподвижно свързани помежду си и участват при обемен монтаж на изделието. Той **реализира електрическите връзки между пространствено разположени устройства и елементи**. В практиката той е известен с наименованието "кабелна форма". Към снопа обикновено се включват и накрайниците, чрез които образува подвижни контактни съединения със съединяваните устройства. Частен случай на сноп е само един проводник с накрайниците (накрайник) му. Краищата на някои от проводниците могат да са свободни (без накрайници), като се присъединяват чрез спояване към съответните съединявани устройства.

Някои от използваните в електротехниката проводници и кабели са: т.н. монтажни проводници (фиг. 5.90*а*), съединителен кабел за електрически инсталации (фиг. 5.90*б*), мрежов кабел (шнур) (фиг. 5.90*в*), симетричен радиочестотен кабел (фиг. 5.90*г*), коаксиален радиочестотен кабел (фиг. 5.90*д*), лентов многожилен монтажен кабел за цифрови електронни устройства (фиг. 5.90*е*).

На фиг. 5.90 са приети следните означения: *1* – меден проводник; *2* – изолация от полиетилен; *3,4* – изолация от поливенилхлорид; 5 – жило от многожилен меден проводник; *6* – гумена изолация; 7 – екран от медна мрежа (оплетка); *8* – защитен слой от поливенилхлорид.



Фиг. 5.90. Проводници:
а) монтажен; б) съединителен кабел; в) мрежов кабел; г) симетричен радиочестотен кабел; д) коаксиален радиочестотен кабел; е) лентов многожилен кабел; жс) трижилен кабел

Стандартните сечения на проводниците с кръгли и секторни тоководящи жила в *mm* са: 0,2; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,5; 2,5; 4; 6 и др.

Разликата между проводник и кабел се състои в това, че кабелът съдържа един или повече проводника, събрани заедно, като всеки проводник има собствена изолация (вж. 5.90*жс*).

Проектирането и изработването на снопа се извършва автоматизирано или ръчно. При автоматизираното изпълнение се използват модулите на някои CAD системи или специализирани продукти. Някои от тях са SolidWorks Routing, Autodeck Inventor, SolidEdge, E³.cable (Zuken) и др. Основата на тяхната работа е 3D модел на проектирания ТО. За автоматизираното изработване се използват специализирани съоръжения за изработване на снопове.

Ръчното изработване на сноп се извършва преди всичко опитно. За тази цел всички съединявани чрез снопа устройства се поставят на реално заеманите от тях места, след което на базата на схемата на съединенията или на общата схема на съединенията са поставят проводниците между съответните изводи, като се внимава проводник да не се допира до нагряващи се и/или неизолирани елементи и да не препятства свободния достъп до винтове, гайки и други регулиращи елементи. Проводникът не трябва да провисва много и не трябва да бъде механично натегнат. Екранираните проводници и кабели се разполагат вътре в снопа. След привързване на всички проводници помежду им се получава прототип на снопа. Този прототип се разгъва до получаването на равнинна фигура и се поставя върху подходяща маса. Чрез очертаване на краищата на снопа се получава шаблон на същия.

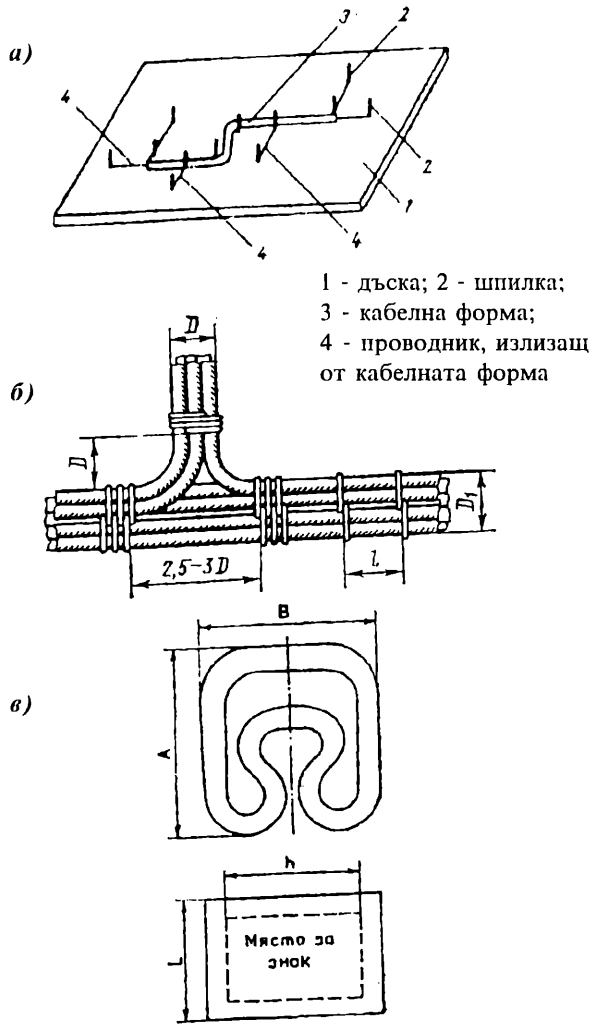
При ръчно изпълнение на кабелната форма в краищата на шаблона се поставят шпилки (фиг. 5.91*а*), върху които се закрепват краищата на изработвания сноп. Подредения сноп се привързва на всеки *15-30 mm*, както и на всяко разклонение на снопа с канап (памучен, винилитов) или с изолационна лента, закрепващи приспособления (напр. т.н. "свински опашчици") и др. Вътрешният радиус на огъване на снопа R трябва да бъде $R > 2D$, където D е най-големият диаметър на проводниците от снопа. За защита на снопа от механични въздействия се използва изолационна лента, гумени тръби и др. При топлинно въздействие върху снопа се използва топлоизолационна лента, тръба и др.

Краищата на проводниците се зачистват на дължина *8-15 mm*, калайдисват се и към тях се добавят съответните накрайници.

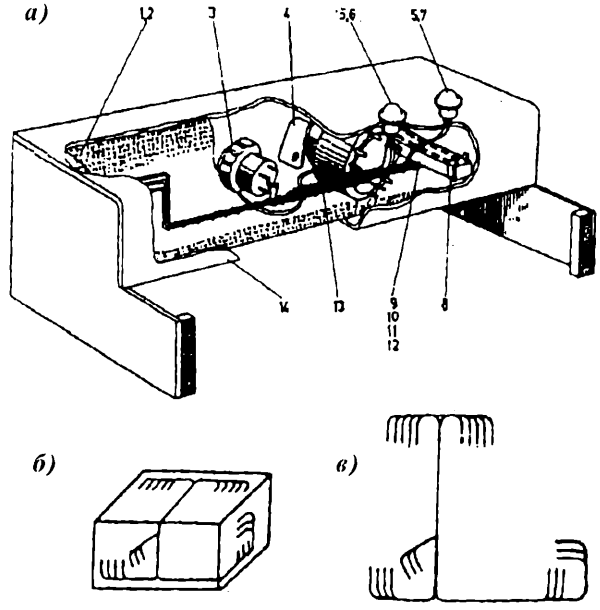
Един от важните въпроси е **идентифицирането на началото и края на всеки проводник.** Това е необходимо за монтажа на снопа, както и за експлоатацията и ремонта му. Някои от използваните за тази цел способи са:

- различен цвят на проводниците на снопа;
- различен цвят пръстени, поставени в двата края на всеки проводник;
- обозначителен пръстен с маркиран номер на проводник (фиг. 5.91*в*);
- маркиране върху изолацията (буквено или буквено-цифрово и т.н.)

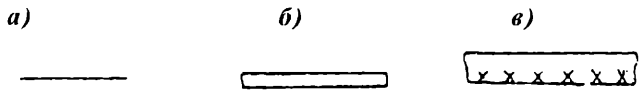
Трябва да се отбележи, че лентовият многожилен монтажен кабел (фиг. 5.90*е*) е частен случай на сноп, чиито проводници са фабрично свързани помежду си и



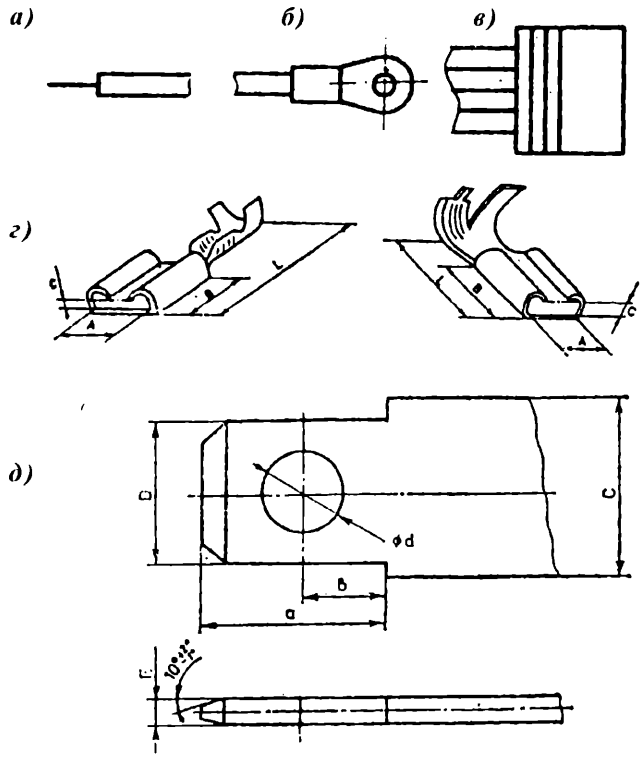
Фиг. 5.91. Изработка на сноп:
а) шаблон със сноп; б) привързване на снопа; в) обозначителен пръстен



Фиг. 5.92. Разположение на снопа: *а) реално; б) аксонометрично условно; в) равнинно условно*



Фиг. 5.93. Изобразяване на проводници и кабели: *а) с една линия; б) с контурни очертания; в) с контурни изображения и допълнителен графичен знак*



Фиг. 5.94. Изобразяване на съставни части на снопа: *а) свободен край; б) кабелен накрайник; в) черупка; г) щекерни накрайници; д) щепселен накрайник*

тъй като са разположени в една равнина намирането на краищата на всеки проводник не е проблем (обикновено дължините на всички проводници е еднаква – фиг. 5.102*а*).

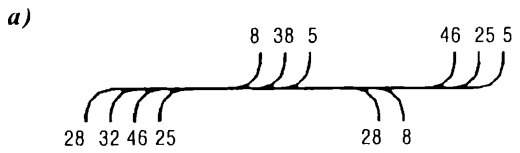
Съгласно БДС 2.403-82 при оформлението на сборния чертеж на сноп следва да се имат предвид следните особености:

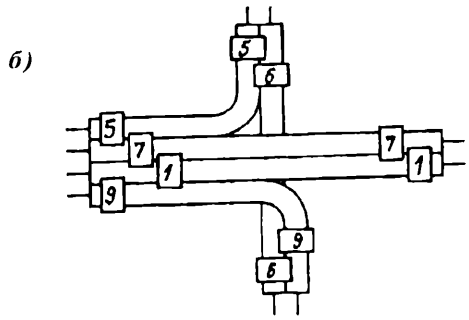
а) при формирането на проекции

Кабелната форма, която в монтираното изделие в общия случай се разполага в различни равнини (фиг. 5.92*а,б*) се изобразява на чертежа в разгънат в равнината на чертежа вид (фиг. 5.92*в*).

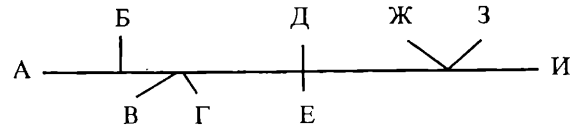
Проводниците и кабелите се изобразяват условно с една непрекъсната линия (фиг. 5.93*а*), като се допуска и опростеното им изобразяване чрез контурни очертания (фиг. 5.93*б,в*). Останалите съставни части на снопа (накрайници, маркировъчни пръстени и др.) се показват опростено (фиг. 5.94). На изображенията на свързващите устройства или до тях се нанасят буквено-цифровите им означения, дадени в принципната схема или схемата на съединенията на изделието - вж. глава 7 (напр. X1, X3 във фиг. 5.100*б*).

Използваните ленти, нишки и друг изолационен материал по принцип не се изобразяват, а се указват в

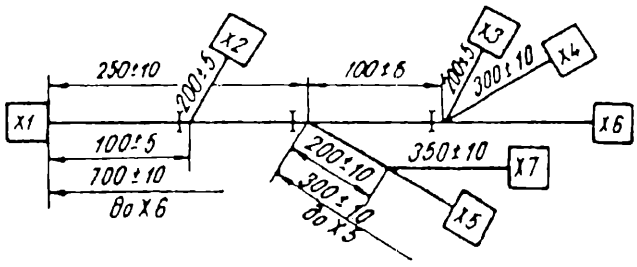




Фиг. 5.95. Означения на краищата на проводник: *а) условно изображение; б) опростено изображение*



Фиг. 5.96. Буквени означения на разклоненията на снопа



Фиг. 5.97. Оразмеряване на снопа без спомагателни линии

технические изисквания.

Около двата края на всеки проводник или жило на кабел се поставя означението му в съответствие със схемата на съединенията (общата схема на съединенията) или електромонтажния чертеж (вж. т. 5.8.1) – фиг. 5.95 *а,б* с цел идентифицирането на краищата на всеки проводник.

Всяко разклонение на снопа може да бъде отбелязано с буквено (буквено-цифрово) означение, съставено от поредна главна буква (буква и поредна цифра). Поредността на буквите (цифрите) се определя по правило отгоре-надолу и отляво-надясно (фиг. 5.96).

Означението се включва в таблицата на свързванията (вж. по-долу).

б) по оразмеряването

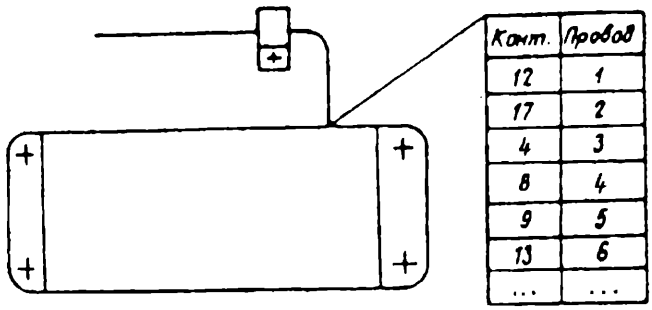
Върху чертежа на кабелната форма трябва да бъдат нанесени всички размери, необходими за нейното изработване, като се допуска радиусите на огъване да не се посочват. При условно изобразяване на проводниците се допуска размерите на нейни отделни участъци да се нанасят без спомагателни размерни линии (фиг. 5.97).

в) по таблиците в чертежа

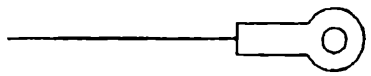
Чертежът на снопа се придружава от таблица на свързванията, която улеснява изработването на кабелната форма. Оформлението и съдържанието на тази таблица се вижда от фиг. 5.101а.

За монтажа на група проводници към общ накрайник (например щепселна или щекерна черупка) е необходима информация за това кой проводник към кой контакт от накрайника (същата е цифрово отбелязана върху него) е монтирана. Тази информация се съдържа в схемата на съединенията, извлича се от нея и се подрежда по един от следните начини:

- в таблица с номерата на контактите и означенията на проводниците, дадена до съответното означение (фиг. 5.98) или в свободното поле на чертожния лист (фиг. 5.101а);
- в техническите изисквания;
- във вид на частично изображение в полето на



Фиг. 5.98. Таблица на свързванията в многополюсна черупка



Фиг. 5.99. Поводник с накрайник

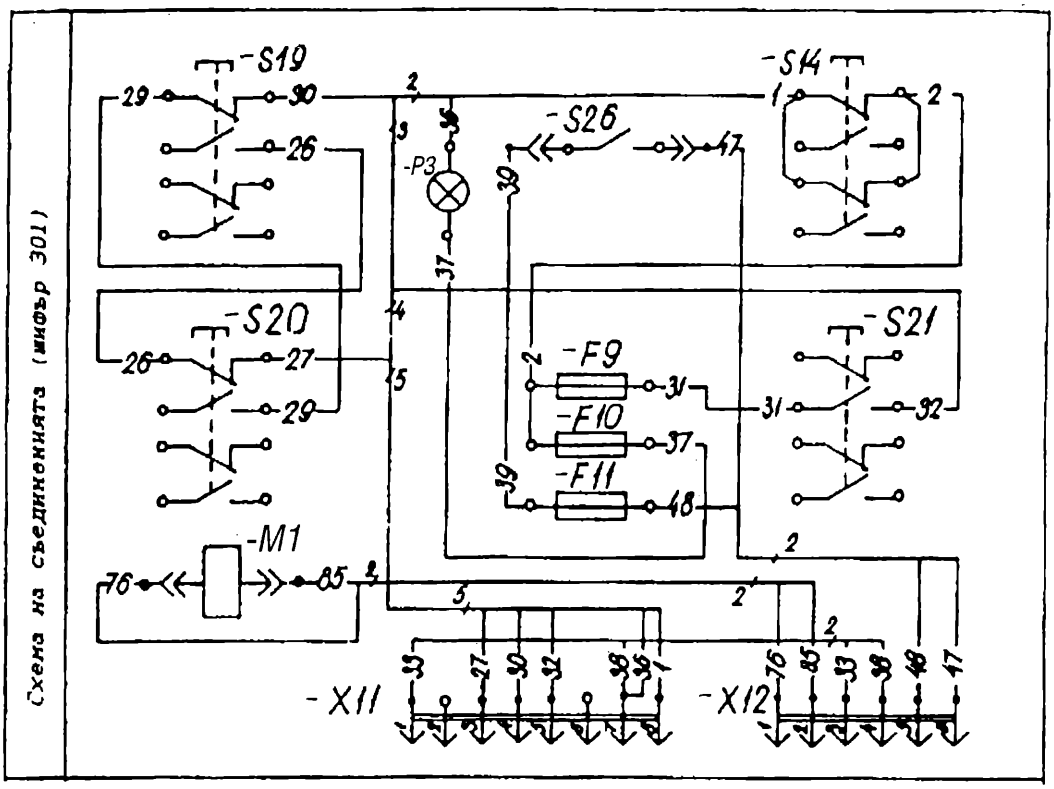
чертежа;

- в таблица на свързванията.

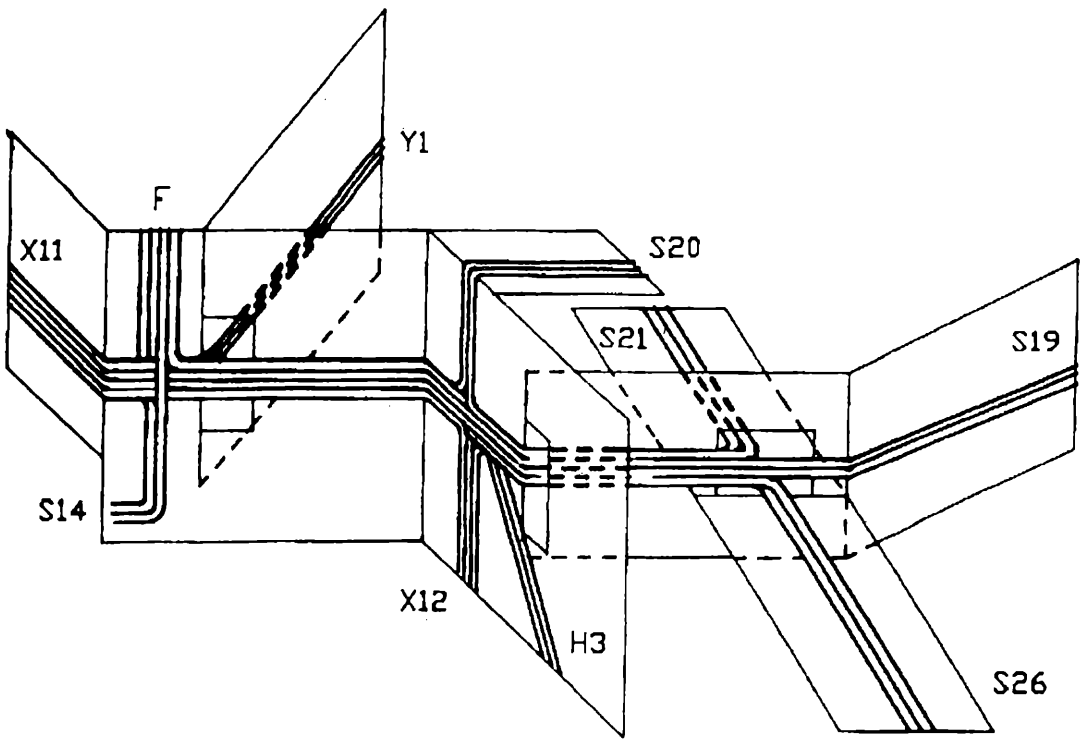
Що се касае до **техническите изисквания** и **списъка на съставните части**, то те се изпълняват по общите правила.

На фиг. 5.99 е показана част от сборен чертеж на проводник с накрайник (частен случай на сноп)-

Сборен чертеж на сноп и списъкът на съставните му части са дадени съответно на фиг. 5.101а и 5.101б. Схемата на съединенията на снопа е представане на фиг. 5.100а, а на фиг. 5.100б е изобразена аксонометрична схема на снопа. Сборни чертежи на кабели с накрайници са показани на фиг. 5.102а, б.



Фиг. 5.100а. Схема на съединенията на сноп проводници



Фиг. 5.100б. Аксонометрична схема на снопа

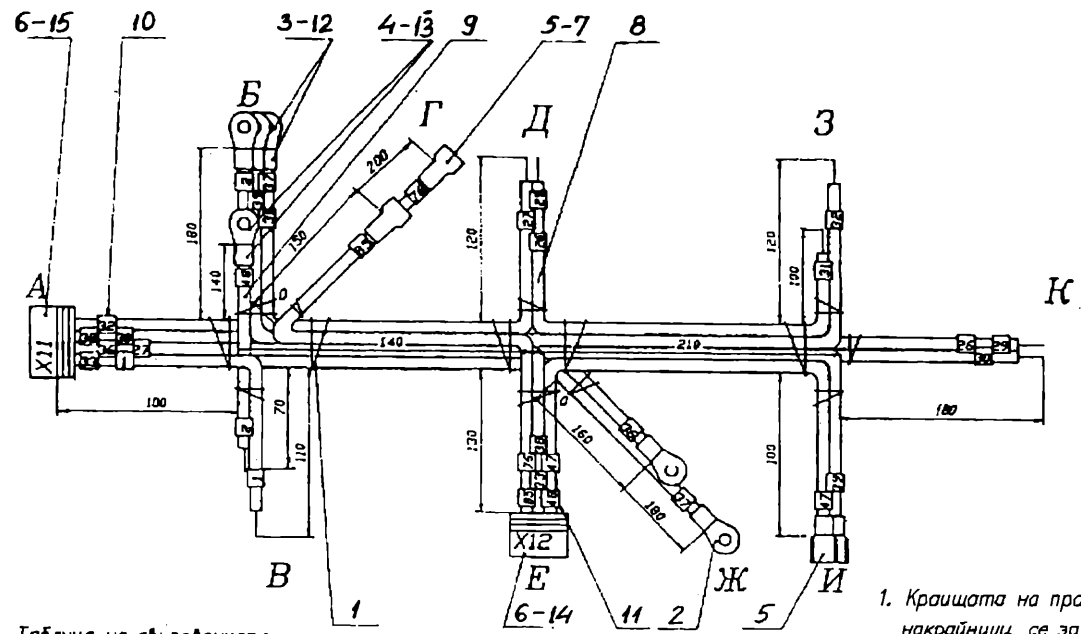


Таблица на свързванията

Означение на проводника	Позиция	Свързания от	Свързания до	Дължина mm	Забележка Сечение mm²
1	8	А	В	230	1
27	8	А	Д	380	1
33	8	А	Е	390	1
38	8	А	Е	390	1
36	8	А	Ж	420	1
32	8	А	З	590	1
30	8	А	К	650	1
2	8	Б	В	270	1
37	8	Б	Ж	680	1
31	8	Б	З	650	1
39	9	Б	И	650	2,5
26	8	Д	К	530	1
29	8	А	К	530	1
48	9	Е	Б	430	2,5
76	9	Е	Г	490	2,5
85	8	Е	Г	440	1
47	8	Е	И	460	1

X11

Контакт	Проводник №
1	33
2	—
3	27
4	30
5	32
6	—
7	36,38
8	1

X12

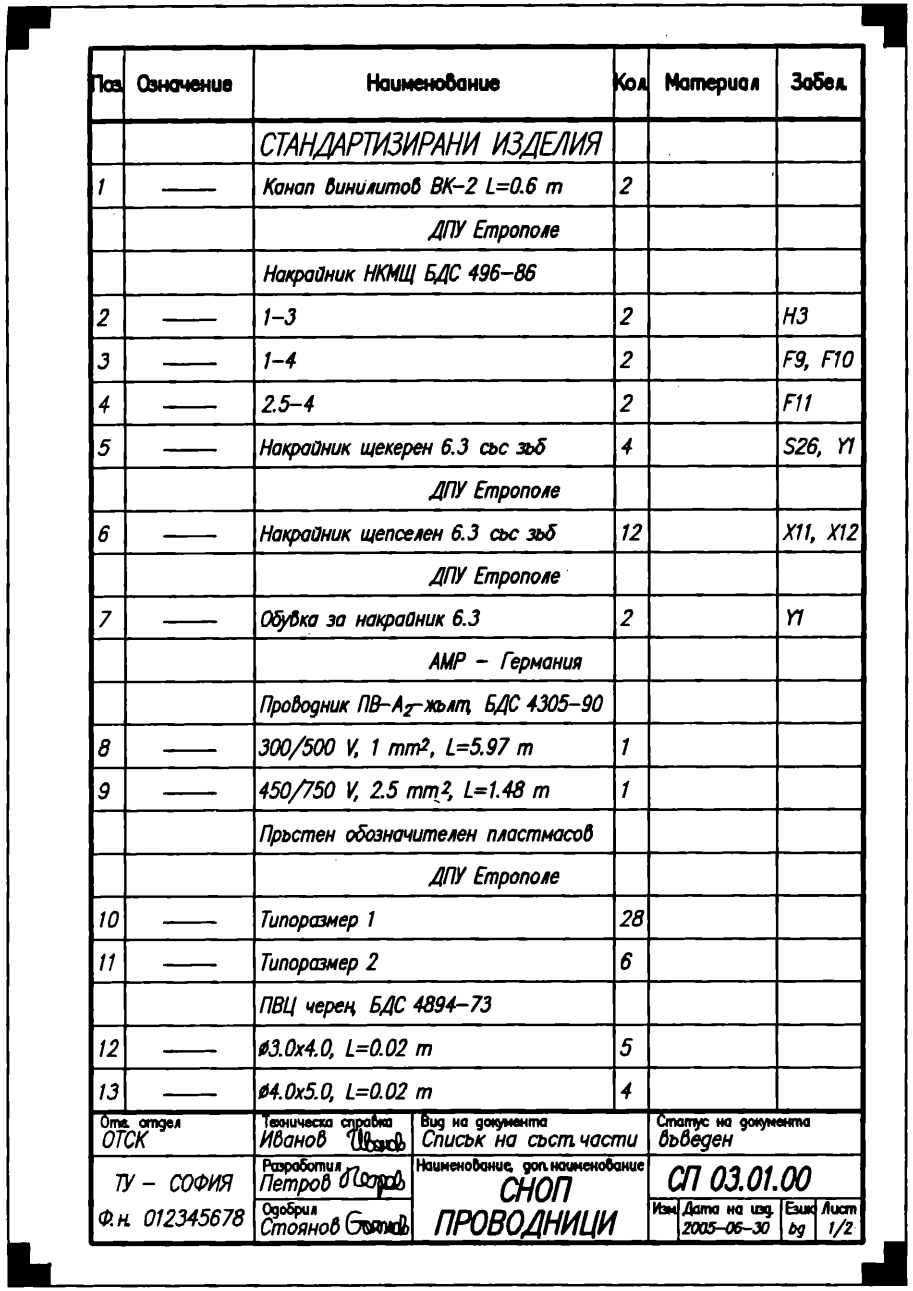
Контакт	Проводник №
1	76
2	85
3	33
4	38
5	48
6	47

1. Краищата на проводниците, към които ще се монтират накрайници, се зачистват на дължина според присъединителните тръбички на накрайниците.
2. Накрайниците се запаяват към проводниците с ПОКБО БДС 7745–72.
3. Свободните краища на проводниците се зачистват на дължина $l = 8$ mm и се калайдисват с ПОКБО БДС 7745–72. Не се допускат капки от припой и стърчащи нишки по повърхността на жилата.
4. Бандажирането на снопа с канап винилитов да става чрез привързване на всяко разклонение на снопа.
5. Преди обработка на краищата на проводниците, отделните клонове на снопа да се подравнят чрез издърпване, а при необходимост и чрез изрязване до посочените на чертежа размери.

		Мащаб	Маса	
Отг. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Чертеж сборен		Статус на документа въведен
ТУ – СОФИЯ Ф.н. 012345678	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование СНОП ПРОВОДНИЦИ		СП 03.01.00 ЧС
	Одобрил Стоянов			Изм. Дата на изд. 2005-06-30 Език bg Лист 1/1

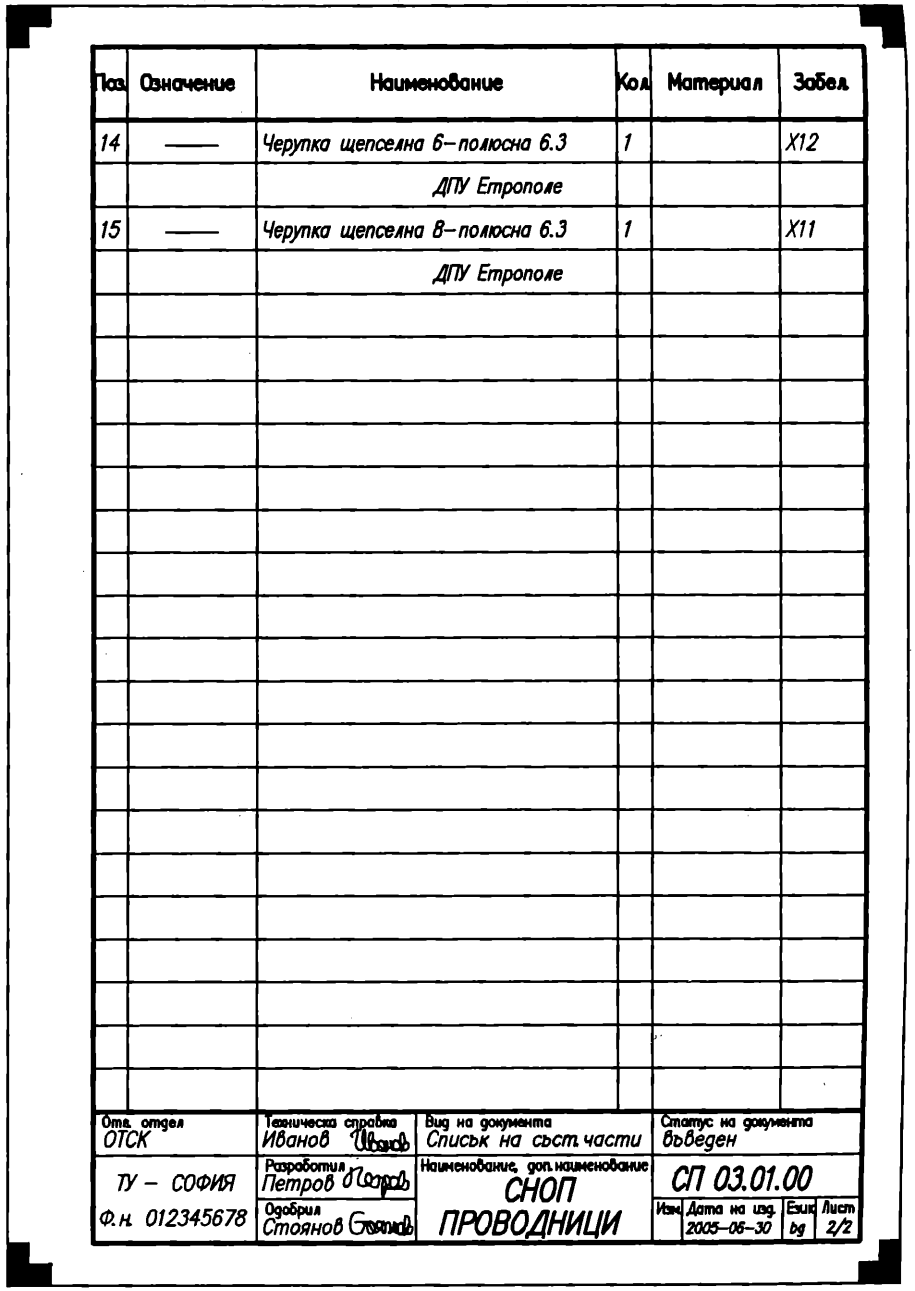
А3

Фиг. 5.101а. Сборен чертеж на сноп проводници



Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
		СТАНДАРТИЗИРАНИ ИЗДЕЛИЯ			
1	——	Канап винилитов ВК–2 L=0.6 m	2		
		ДПУ Етрополе			
		Накрайник НКМЩ БДС 496–86			
2	——	1–3	2		H3
3	——	1–4	2		F9, F10
4	——	2.5–4	2		F11
5	——	Накрайник щекерен 6.3 със зъб	4		S26, Y1
		ДПУ Етрополе			
6	——	Накрайник щепселен 6.3 със зъб	12		X11, X12
		ДПУ Етрополе			
7	——	Обувка за накрайник 6.3	2		Y1
		AMP – Германия			
		Проводник ПВ–A_Z–жълт, БДС 4305–90			
8	——	300/500 V, 1 mm², L=5.97 m	1		
9	——	450/750 V, 2.5 mm², L=1.48 m	1		
		Пръстен обозначителен пластмасов			
		ДПУ Етрополе			
10	——	Типоразмер 1	28		
11	——	Типоразмер 2	6		
		ПВЦ черен, БДС 4894–73			
12	——	ø3.0x4.0, L=0.02 m	5		
13	——	ø4.0x5.0, L=0.02 m	4		

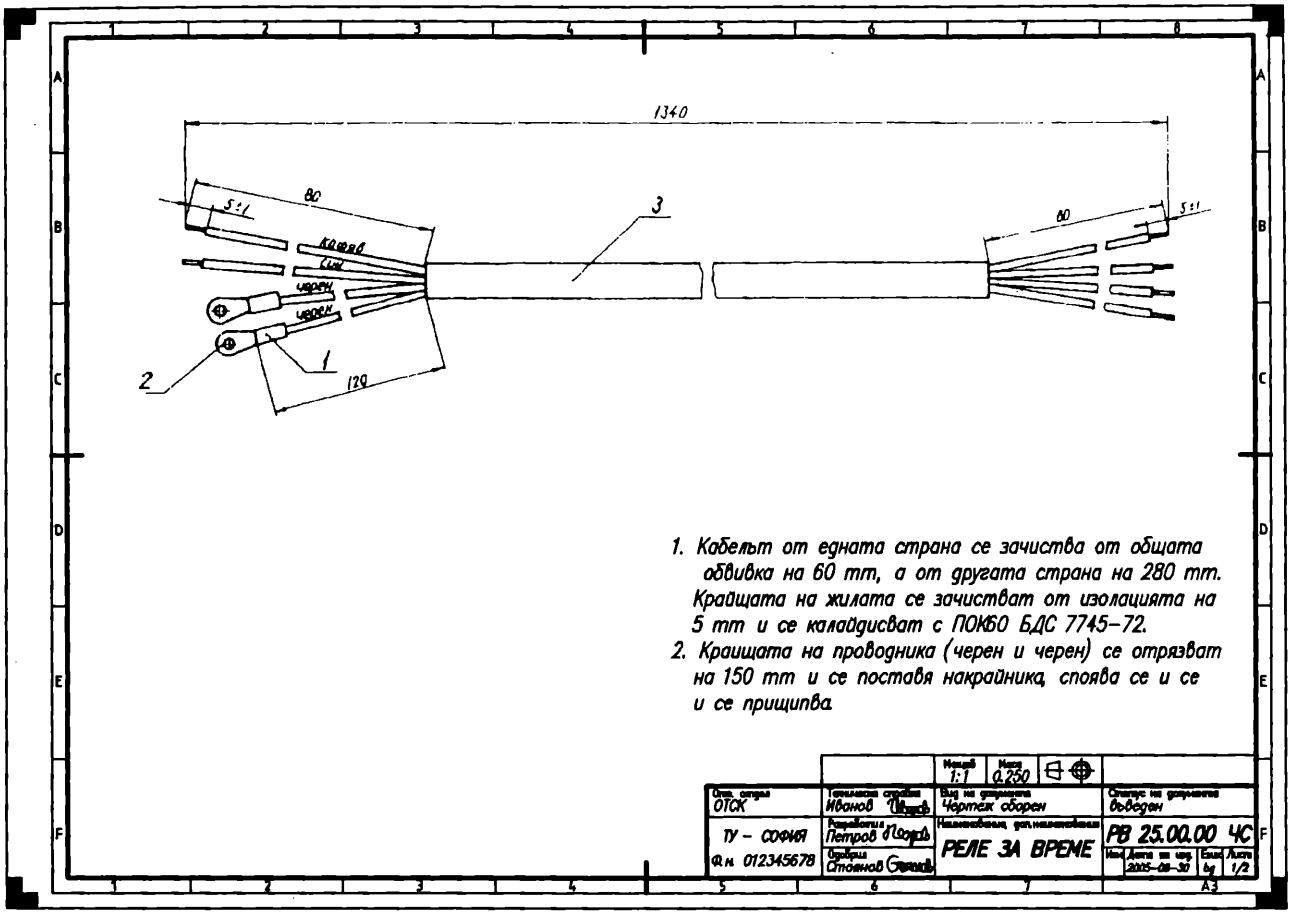
Отг. отдел	Техническа справка	Вид на документа	Статус на документа
ОТСК	Иванов	Списък на съст. части	въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил: Петров	Наименование, доп. наименование	СП 03.01.00
Ф.н. 012345678	Одобрил: Стоянов	СНОП ПРОВОДНИЦИ	Изм. / Дата на изд. 2005–06–30 / Език bg / Лист 1/2



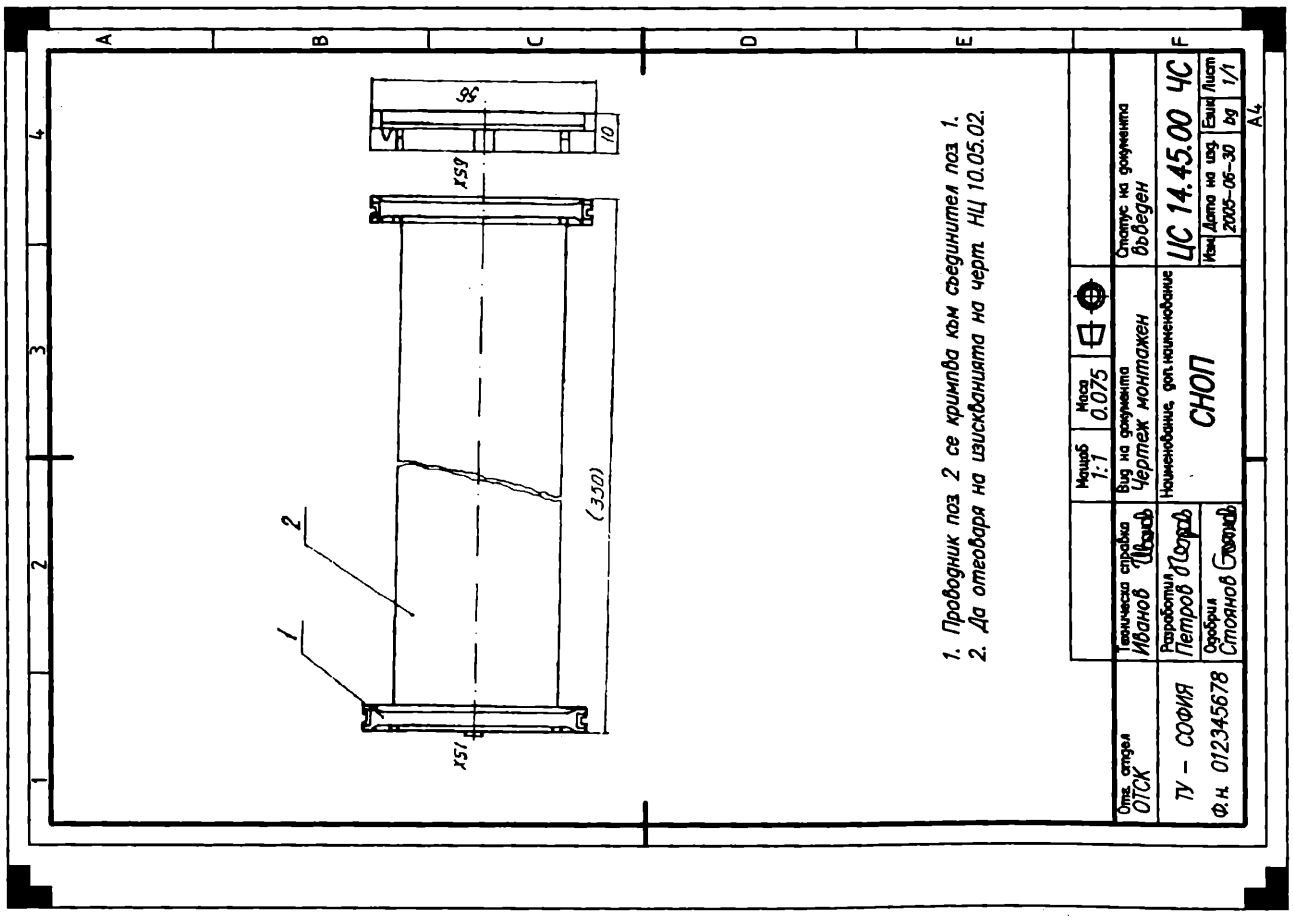
Поз.	Означение	Наименование	Кол.	Материал	Забел.
14	——	Черупка щепселна 6–полюсна 6.3	1		X12
		ДПУ Етрополе			
15	——	Черупка щепселна 8–полюсна 6.3	1		X11
		ДПУ Етрополе			

Отг. отдел	Техническа справка	Вид на документа	Статус на документа
ОТСК	Иванов	Списък на съст. части	въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил: Петров	Наименование, доп. наименование	СП 03.01.00
Ф.н. 012345678	Одобрил: Стоянов	СНОП ПРОВОДНИЦИ	Изм. / Дата на изд. 2005–06–30 / Език bg / Лист 2/2

Фиг. 5.1016. Списък на съставните части на сноп проводници



Фиг. 5.102б. Захранващ кабел



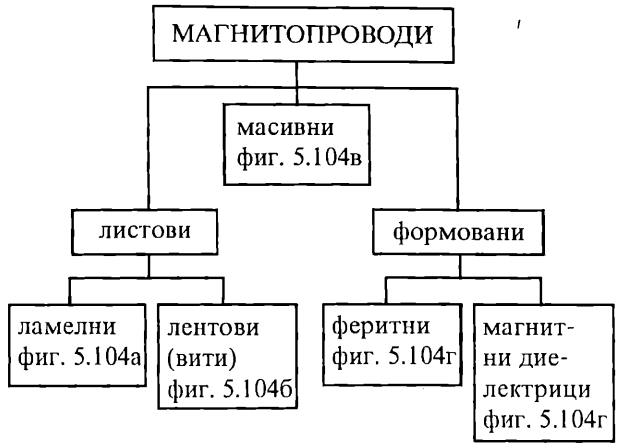
Фиг. 5.102а. Лентов многожилен кабел с накрайници

5.8.4. МАГНИТОПРОВОД

Магнитопровод е изработена от феромагнитен материал част от електротехническо устройство, което служи за увеличаване на магнитния поток, неговата концентрация в определени части на устройството, както за получаване на определена конфигурация на магнитното поле. Той е съставна част на магнитната верига, под което се разбира затворен път, по който преминава магнитен поток. Магнитната верига е съвкупност от източник на магнитен поток (постоянен магнит или електромагнит), феромагнитни тела или други тела и среди, през които преминава магнитния поток.

Магнитен изолатор не съществува за разлика от електрически изолатор, поради което понякога в магнитната верига съществува въздушна или друга междина.

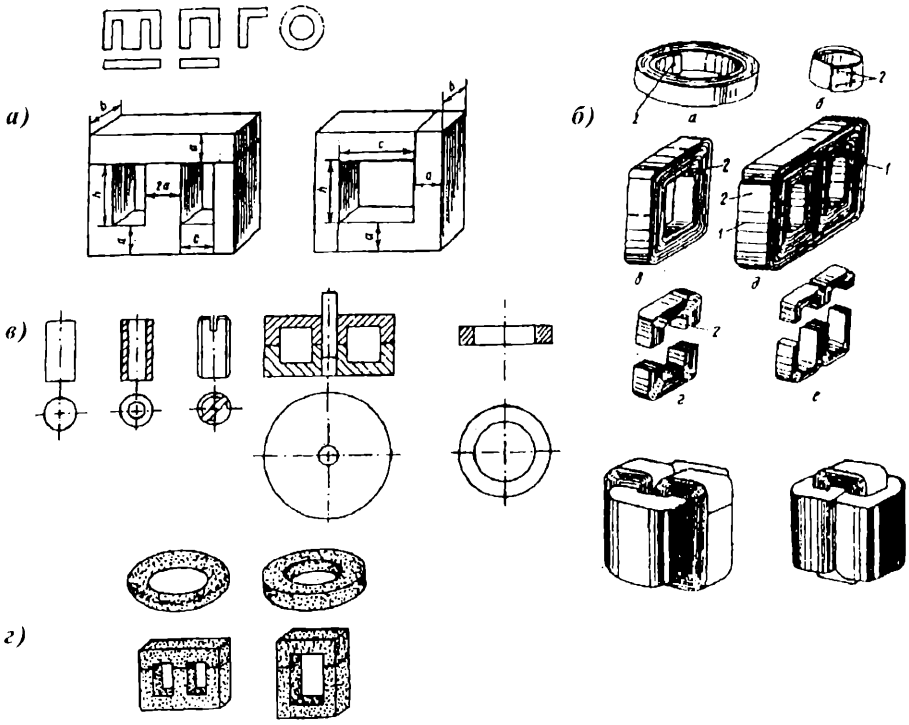
Магнитопроводите намират приложение като концентратори на магнитния поток в индуктивните бобини, трансформатори, електромагнити и др. На фиг. 5.103 е дадена класификация на магнитопроводите.



Фиг. 5.103. Класификация на магнитопроводи

Ламелните листови магнитопроводи (фиг. 5.104*а*) имат най-често правоъгълна, П-образна, Г-образна или Ш-образна форма и са изработени от електротехническа стомана. Ламелите се събират в пакет с определена дебелина *b* заедно с готовата бобина (трансформатори, дросели, релета и др.).

Лентовите магнитопроводи (фиг. 5.104*б*) се получават чрез навиване на лента по определен контур и обикновено разрязване след това, за да може да се монтира бобината. Широчината на листа определя дебелината на пакета *b*. Масивните магнитопроводи (фиг. 5.104*в*) се получават най-вече чрез стругване на заготовка от кръгъл материал, а формованите се получават на базата на прахова обработка, като материалът е магнитно мек ферит (твърди разтвори на окисите на мангана, желязото, никела, лития и др.) или магнитодиелектрик (прах от магнитно мек материал и диелектрично вещество).



Фиг. 5.104. Магнитопроводи
а) ламелни; б)лентови; в) масивни; г) формовани

Изпълнението на сборния чертеж на магнитопровод се извършва в съответствие с общите правила, като изобразяването на магнитопровод, представляващ пакет от листов материал се придружава с някои особености (БДС 8283-70), които са разгледани в табл. 5.8.

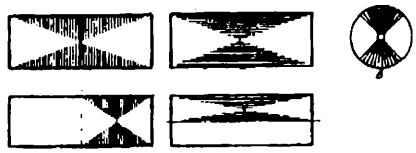
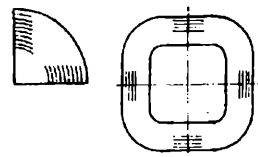
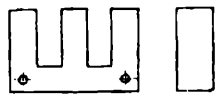
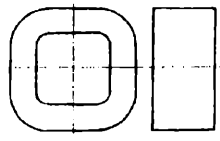
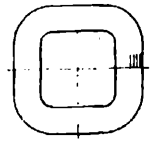
От табл. 5.8 се вижда, че чрез тънки линии се изобразяват условно листовете или лентите.

5.8.5. ИНТЕГРАЛНА СХЕМА

Едно от изделията, масово разпространени в микроелектрониката е интегралната схема (ИС). **Думата "схема" в наименованието създава погрешно впечатление за документа "схема", а в действителност ИС е сглобена единица.** Благодарение на усъвършенстваните технологични процеси при ИС, част или всички техни елементи се изработват върху подложка с малки размери. Например в пространство с размери *8x8x0,2 mm* могат да се съвместят стотици хиляди елементи. Съвременните ЕИМ дължат до голяма степен своите успехи на ИС с голяма степен на концентрация. Предимствата на ИС са

Таблица 5.8

Изобразяване на магнитопроводи

Вид магнито-провод	Разрез или сечение	
	Напречен	Надлъжен
	(по отношение на листовете или ламелите)	
Ламелен (пакет) и лентов (фиг. 5.104а,б)		
Лентов (фиг. 5.104б)		
	Изглед	
		допуска се
Ламелен		
Лентов		

в техните изключително малки размери, бързодействие и висока надеждност на работа. За съжаление те също притежават недостатъци (кой ли ги няма) – лошо топлоотдаване, ограничена номенклатура на използваните елементи (невъзможно и неизгодно е изработването в ИС на бобини, трансформатори, светодиоди и други) и други.

ИС е микроелектронно изделие, изпълняващо определена функция по преобразуване и обработка на сигнала, чиито взаимосвързани елементи (пасивни и активни) са изработени в един технологичен цикъл върху обща подложка.

Класификация на ИС е дадена на фиг. 5.105.

Слойна ИС е ИС, всички елементи и междуелементни съединения на която са изпълнени във вид на слоеве върху подложка. Според дебелината на слоя те биват тънкослойни (под *1 μm*) и дебелослойни *(10 – 15 μm)*. В чист вид те се срещат сравнително рядко, поради съществени проблеми при получаване на активни слойни елементи. Обикновено те са част от другите видове схеми.

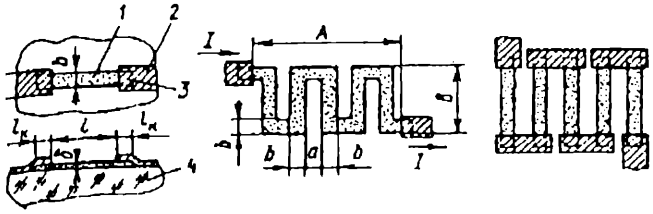
Полупроводниковата ИС е ИС, всички елементи на която, както и междуелементните съединения са изпълнени в обема и/или върху повърхността на полупроводник (кристал).

Чипът е монтиран върху керамична подложка кристал. Чипът е част от ИС.

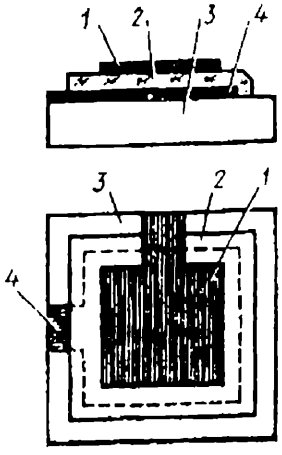
Хибридната ИС е ИС, в която наред със слойните елементи, изготвени чрез тънко- или дебелослойна технология, съдържа и полупроводникови компоненти



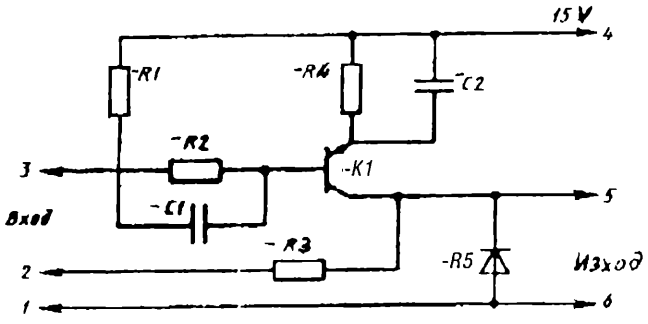
Фиг. 5.105. Класификация на интегралните схеми



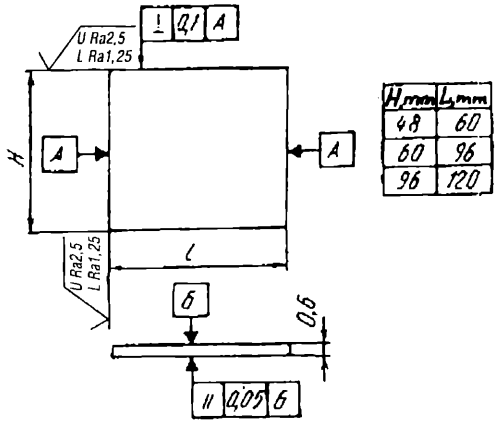
Фиг. 5.106. Слойни резистори



Фиг. 5.107. Слоен кондензатор



Фиг. 5.108. Принципна схема на ИС



Фиг. 5.109. Подложка на ИС (заготовка)

(полупроводникова ИС, транзистори, диоди) и други елементи, имащи самостоятелно конструктивно изпълнение (компоненти). С други думи хибридната ИС е междинна схема между слойната и полупроводниковата ИС, като върху подложка (явяваща се диелектрична и механична основа) са разположени слоеве и кристал (кристали) и/ или други елементи.

Тънкослойната технология се постига най-често чрез катодно разпрашаване или термично отлагане, докато при дебелослойната се използват шаблони, прорезите на които се изпълват със съответен материал.

На фиг. 5.106 са показани няколко слойни резистора, а на фиг. 5.107 – слоен кондензатор.

Документацията на ИС включва:

1. Принципна електрическа схема (вж. глава 7).
2. Сборен чертеж със списък на съставните части.
3. Топологичен чертеж.
4. Чертежи на нестандартизиани детайли (ако има такива).

Принципната електрическа схема се изпълнява в съответствие с т. 7.1, а чертежите на детайлите – в съответствие с т. 6.10.

На фиг. 5.108 е дадена принципна електрическа схема, а на фиг. 5.109 – чертеж на подложка на хибридна ИС (заготовка).

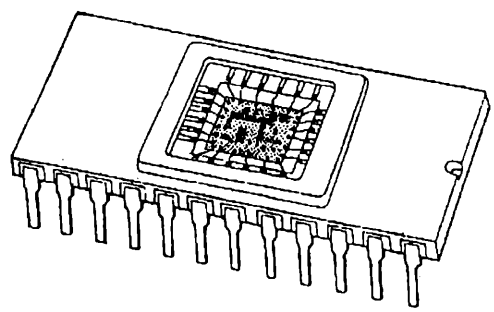
На фиг. 5.110 е показано аксонометрично изображение на интегрална схема.

Топологичният чертеж съдържа информация за слоевете, нанесени върху подложката или кристала (вж. т. 6.11.2).

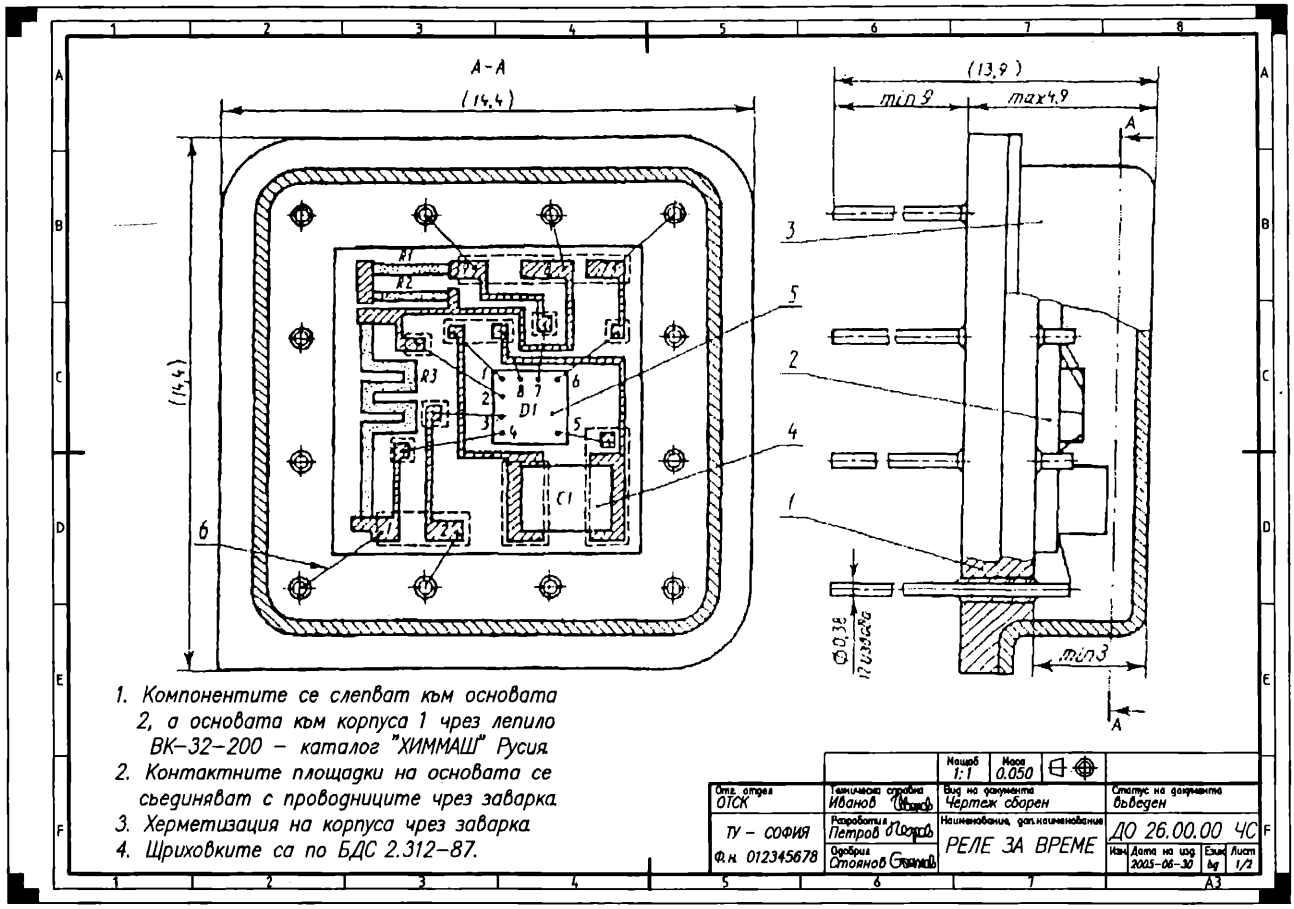
При изпълнението на сборния чертеж на ИС (БДС 2.426-86) се изхожда от неговото предназначение, т.е. да съдържа необходимата информация за монтиране на елементите и компонентите на ИС. В сборните чертежи се допуска да се изобразяват или означават условно:

- някои елементи (меки жични изводи и др.);
- контактните площадки на голите чипове или полупроводникови уреди, които се монтират в хибридните ИС;
- разположението на активните и пасивните компоненти в хибридните ИС.

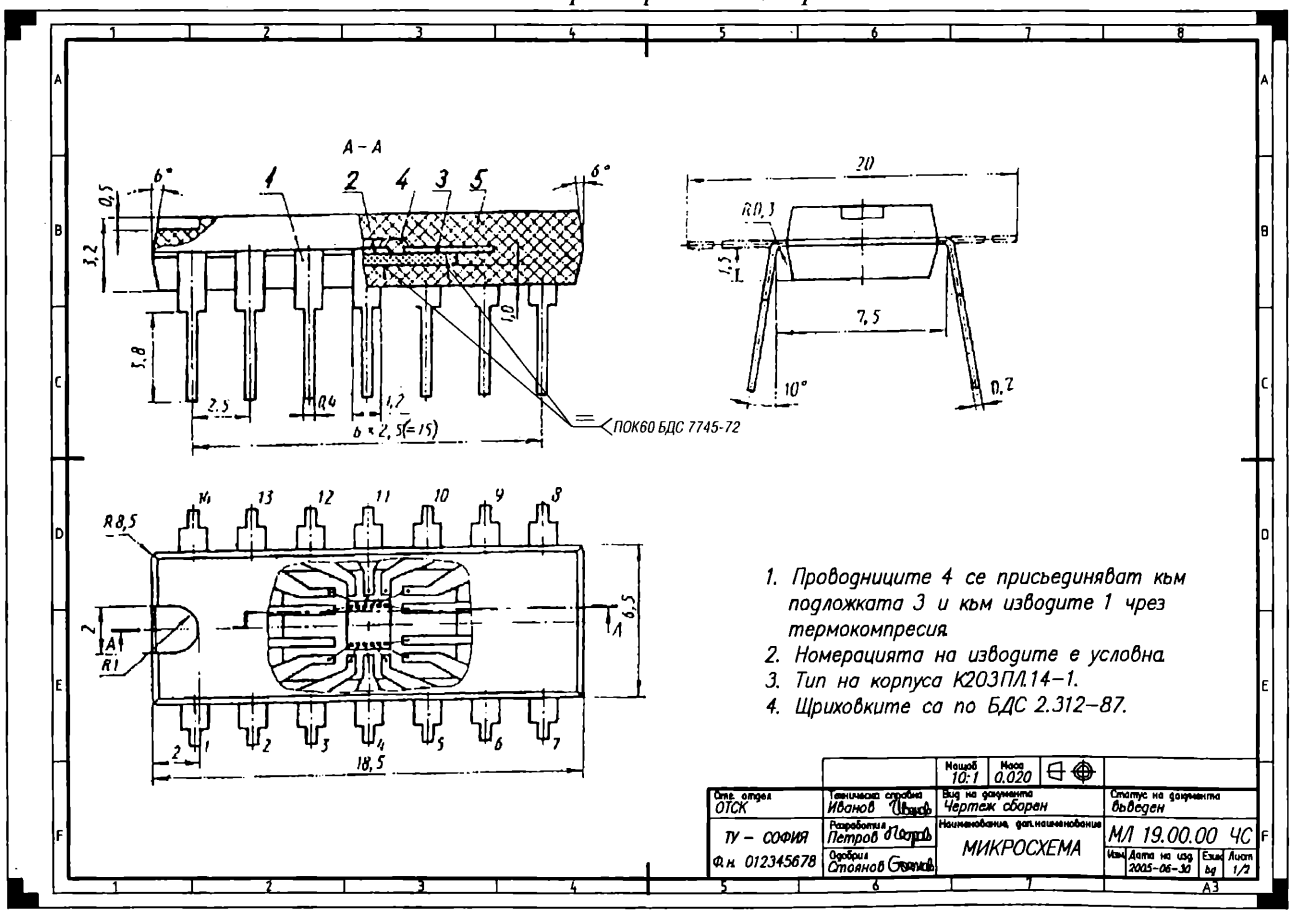
На фиг. 5.111 е даден сборен чертеж на хибридна ИС. Допуска се отделните слоеве да бъдат условно означени (щриховка, точки и др.). Списъкът на съставните части обхваща: *1* – основа (сглобена единица, включваща изводите); *2* – подложка; *3* – капак; *4* – кондензатор; 5 –



Фиг. 5.110. Аксонометрично изображение на интегрална схема



Фиг. 5.111. Сборен чертеж на хибридна ИС



Фиг. 5.112. Сборен чертеж на полупроводникова ИС

Колкото по-богата фантазия има човек, толкова по-беден се чувствува той.

микросхема (кристал) и *б* – проводник.

С прекъсвана линия са начертани прозорците, които са оставени в покритата със защитен слой подложка с цел заваряване на проводниците. Техническите изисквания допълват необходимата информация за монтажа.

Сборен чертеж на полупроводникова ИС е показан на фиг. 5.112. Означени са: *1* – извод; *2* – кристал; *3* – подложка; *4* – проводник; *5* – материал пресовачен.

5.8.6. ИЗДЕЛИЯ С ЕЛЕКТРИЧЕСКИ НАМОТКИ (БОБИНИ)

Под електрическа намотка (бобина) се разбира спирални намотки от обикновено изолиран проводник, разположени така, че да имат обща ос и електрически ток да протича по тях в еднаква спрямо оста посока. Бобините намират най-често приложение като реактивно съпротивление (индуктивни бобини, филтри), или за възбуждане на магнитно поле (електромагнити, трансформатори, дросели, електромагнитни релета, магнитни усилватели и др.). В първия случай съпротивлението зависи от честотата, а във втория магнитното поле обикновено се "управлява" чрез магнитопровод (вж. т. 5.8.4).

Бобините могат да бъдат класифицирани по няколко признака.

а) според наличието на скелет, върху който се навива проводника – скелетни (фиг. 5.113*а*), безскелетни (фиг. 5.113*б*) и навити директно върху магнитопровода;

б) според геометричната форма – цилиндрични (фиг. 5.114*а*), правоъгълни (фиг. 5.113*а*) и тороидални;

в) според броя на слоевете – еднослойна (фиг. 5.114*а*) и многослойна (фиг. 5.114*б*);

г) според броя на секциите – едносекционна (фиг. 5.114*б*), двусекционна и многосекционна (фиг. 5.117).

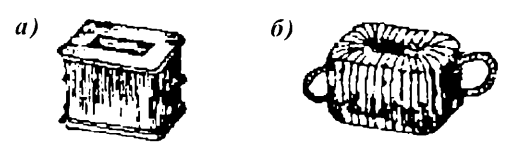
Изработването на намотките включва навиване на проводника чрез специални навивачни машини, закрепване и свързване на изводите и изолиране на външната повърхнина. Изводите са: твърди клеми (които се спояват с изводите на бобината), гъвкави изводи от допълнителен (с по-голямо сечение) проводник или в краен случай изводите на самия проводник на намотката. Скелетът се изработва от гетинакс, текстолит, пластмаса, електро-картон, месинг, стомана и др., а изолирането вътрешно (между слоевете) и външно на намотките се извършва обикновено с влакнести, слюдени, хартиени и др. електроизолационни материали.

Особеностите при оформление на сборния чертеж на изделия с електрически намотки се третират в БДС 2.408-81:

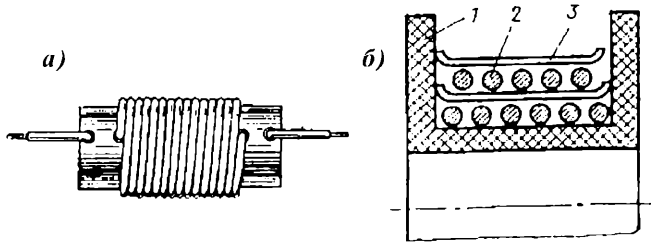
а) *проекции*

В напречен спрямо проводниците разрез или сечение многонавивковата намотка се щрихова тип "мрежа", докато еднонавивковата не се щрихова (изобразява се условно проводника). В изглед намотките се изобразяват като монолитно цяло. Останалите видове проекции се изпълняват по общите правила. В табл. 5.9 са дадени примери за изпълнение на различни видове изображения.

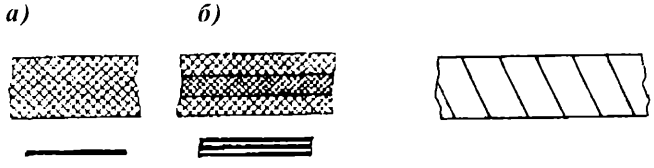
Еднослойната(фиг. 5.115*а*) и многослойната изолация (фиг. 5.115*б*) с дебелина върху чертежа, равна или повече от *2 mm*, се щриховат в разрезите и сеченията като неметални материали, а тези с дебелина под *2 mm* се зачернят (фиг. 5.115 и фигурите от стълб *2* на табл. 5.9). Многослойната навика от един и същи материал се изобразява в съответствие с фиг. 5.115*а*, а ако материалът е различен – в съответствие с фиг. 5.115*б*. Ленти от изолационен материал, с които се изолират проводниците, са изобразяват в изглед така, както е показано на фиг. 5.116 и стълб 4 от табл. 5.9.



Фиг. 5.113. Видове бобини според наличието на скелет: а) скелетни; б) безскелетни



Фиг. 5.114. Видове бобини според броя на слоевете: а) еднослойна; б) многослойна



Фиг. 5.115. Видове изолации: а) еднослойна; б) многослойна

Фиг. 5.116. Изобразяване на изолационни ленти

б) *схема на намотките*

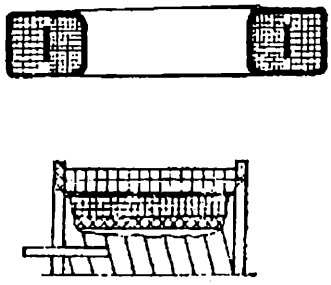
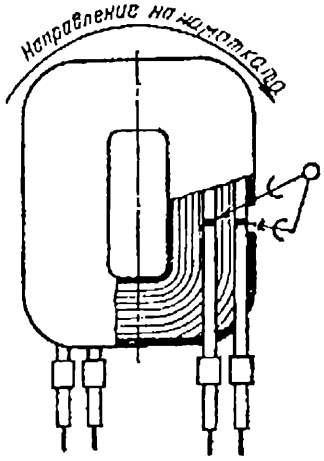
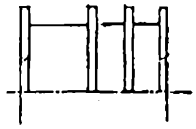
Сборният чертеж съдържа и схема на намотките, като изводите и междинните отклонения на намотките от схемата трябва да са еднакви с тези от проекциите (фиг. 5.117). Схемата може да бъде и самостоятелен документ. В този случай в техническите изисквания на сборния чертеж се прави позоваване на схемата.

в) *таблици*

В сборния чертеж се разполага таблица за данните на намотките, както и данни за контрола на намотките и изолацията (брой навивки, редове, слоеве и др.). Обикновено се изпитват активното съпротивление и електрическата якост на изолацията на намотките. Тези данни могат да бъдат дадени и в техническите изисквания.

Таблица 5.9

Изобразяване на намотка

Вид намотка	Разрез		Изглед
	напречен	надлъжен	
Многонавивкова			
Еднонавивкова			

Сборен чертеж на трансформатор (списъкът на съставните части не е показан) е даден на фиг. 5.118.

5.9. НЯКОИ КОНСТРУКТИВНИ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРЕПОРЪКИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

Вече стана дума за изискванията към конструктора от гледна точка на другите етапи на жизнения цикъл на изделията. Тъй като те се многобройни и често противоречиви, налага се при създаването на ново изделие да се имат предвид **две характерни изисквания:**

- техническите решения да са резултат от итеративен процес на обработка на изисквания, минал инженерен опит и информация за нови научно-технически достижения;

- трудността при отчитането на всички изисквания към новото изделие налага да се премине от индивидуална към съвместна работа, когато взетите решения са плод на общи усилия на двама или повече конструктори, на конструктор и технолог или на конструктор и проектант.

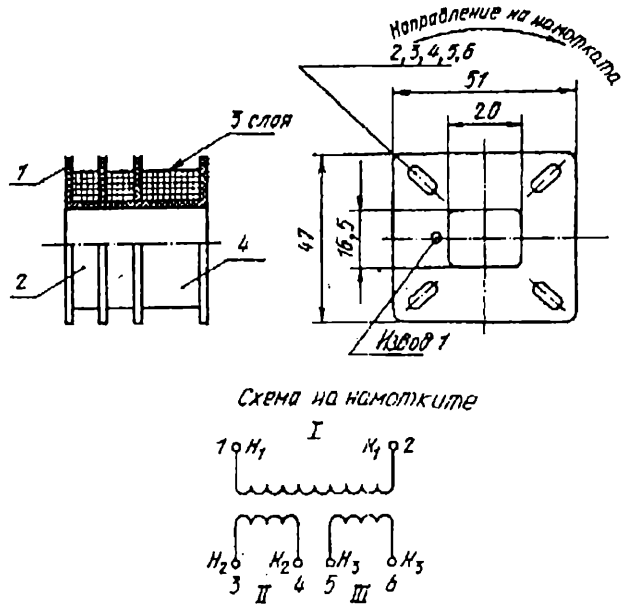
Би могло да се състави дълъг списък от конструкторски и технологични препоръки, но те биха зависили твърде много от конкретния обект, който се създава. Ето защо тук са дадени само някои общи препоръки, които опитът (свой и чужд) ще допълни по време на работа.

Например, конструктивните препоръки могат да включват:

- висока степен на използване на готови детайли или съставни части;

- възможност за доразвиване на изделието, като се създаде типов ред (напр. от превключватели);

- естетични и ергономични форми на изделието;



Фиг. 5.117. Част от сборен чертеж на бобина

- минимизация на габаритните размери или обем;

- липса на издадени части;

- защита от въртящи са части на изделието;

- възможност за усъвършенстване на изделието.

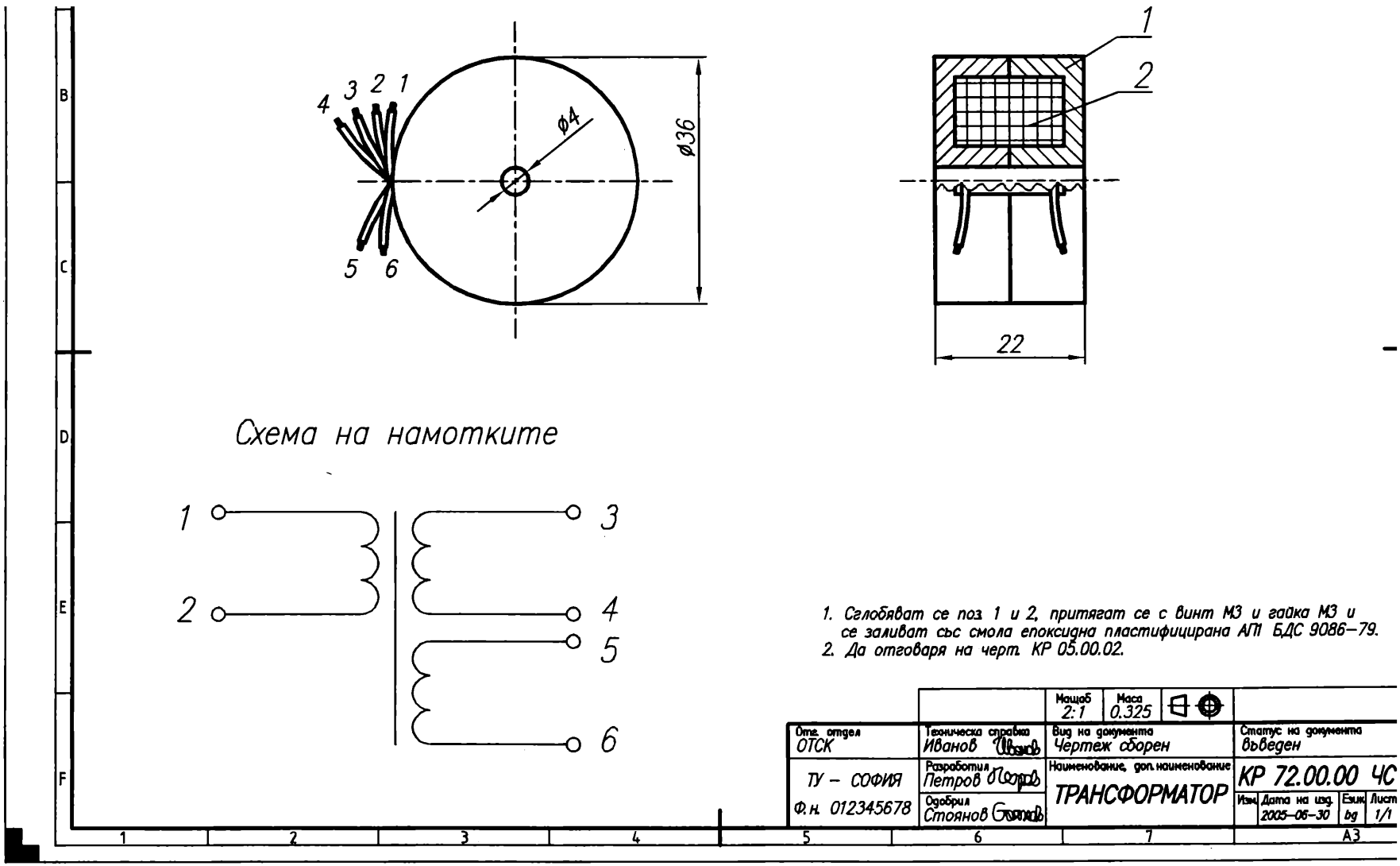
Препоръките от технологична гледна точка могат да включват:

- лесен монтаж, обслужване и ремонт на изделието;

- възможност за използване на типови технологични процеси, за създадени технологични съоръжения и екипировка;

- възможност за използване на съществуващи транспортни и складови средства;

Първите 90% от работата отнемат 10% от времето, а последните 10% - останалите 90% от времето (Правило за сроковете за изпълнение на проекта).



Фиг. 5.118. Сборен чертеж на трансформатор

- наличие на повърхнини (форми) на изделието и съставните му части, които да позволяват сигурно захващане и базиране, особено при автоматичен монтаж.

Полезно ще бъде всяка от посочените препоръки да е обект на самостоятелен, макар и кратък анализ. Тогава може да се добие увереността, че създаването на новото изделие е протекло ефективно.

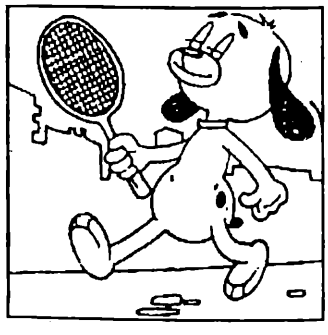
5.10. АВТОМАТИЗАЦИЯ

За автоматизацията на проектирането и документирането на СЕ вж. глава 11.

В някои летни вечери
животът е толкова хубав

В някои летни вечери животът е толкова хубав,
че дори и истината
може да си позволи да не бъде използвана.
Толкова добре се чувстваш в колата,
слушаш джаз по радиото
и гледаш звездите,
че и смъкнатата седалка на старата ти кола
се превръща в едно прекрасно любовно легло
а приятелката ти - в Беатриче,
която ти разказва всичко за Рая,
а за ада вече никой не мисли,
защото ти самият си един бог,
въпреки че не ти трябва дори да си го мислиш.

Джузепе д'Амброзио Анджелило



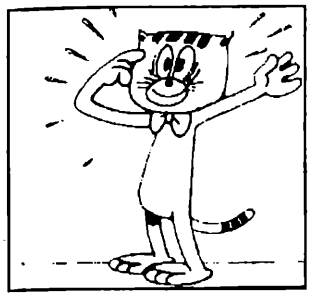
- Елементарно, Уотсън!
Давай следващото!

Глава 6.

ПРОЕКТИРАНЕ НА ДЕТАЙЛИ

или ***приказка за пътешествието на Гъливер в страната на Детайлите***

6.1. Въведение
6.2. Основни проблеми
6.3. Материал
6.4. Присъединяване към други детайли
6.5. Форми
6.6. Технология за изработване
6.7. Размери
6.8. Грапавост
6.9. Други изисквания
6.10. Документиране на детайли
6.11. Особености при проектирането на някои специфични детайли
6.12. Някои конструктивни и технологични препоръки



Детайл - това звучи гордо!...
(нарцистично)

ТВЪРДЕНИЕ

Всеки детайл на сглобена единица може да се реализира в огромно множество (безкрайно много) варианти.

6.1. ВЪВЕДЕНИЕ

Трябва да се подчертае отново, че процесът на проектиране представлява итеративен процес, при който в значителна степен паралелно се разработва СЕ и нейните детайли. Отделянето в различни глави на тези дейности е направено поради различните обекти (СЕ, детайли) и необходимостта от съсредоточаване на разглеждането върху техните специфични проблеми, а така също и поради удобство на излагането на материала.

6.2. ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ

Приема се, че процесът на проектиране на ниво СЕ е в значително напреднала фаза и е избран оптимален вариант на СЕ (глава 5), т.е. налице е схематично изображение на СЕ, отразяващо всички предявени до този момент от процеса на проектиране изисквания към разработвания обект и включващо всички необходими за тази цел детайли.

Основните проблеми при проектиране на детайли са:

- избор на материал;
- присъединяване към други детайли от ОТС и/или от СЕ;
- определяне на формите на детайла;
- определяне на вероятна технология на изработването му;
- определяне на неговите размери, вкл. точност на размерите;
- определяне на грапавостта на повърхнините му;
- определяне на останалите основни изисквания към детайла;
- документиране.

6.3. МАТЕРИАЛ

6.3.1. ВИДОВЕ МАТЕРИАЛИ

Най-често срещаните електротехнически материали, заедно с техните свойства и примерни приложения, са дадени в табл.6.1.

6.3.2. ИЗБОР

Изборът на вида на материала се извършва по функционални изисквания, технологични изисквания и цена. Функционалните изисквания осигуряват работата на ТО, а технологичните- безпроблемното му изработване. Влиянието на материала върху разходите и качеството на ТО има своето значение при окончателния избор на материал.

Всеки материал се характеризира чрез своите свойства, а всяко свойство- чрез стойностите на параметрите си. Например материалите със свойство електрическа проводимост притежават параметри: специфична проводимост, топлопроводност, механични свойства и др; материалите със свойство електроизолация: относителна диелектрична проницаемост, диелектрична якост, ел. пробив, топлоустойчивост и др.; магнитните материали: магнитна проницаемост, магнитно насищане, магнитни загуби и др. Дефинирането на термините е дадено в табл. 6.2.

Необходимите изисквания по отношение на свойствата на материала от гледна точка на функциониране се получават от изискванията към съставните част (т.4.5.4), а стойностите на някои параметри- при извършване на пресмятанията на ТО. Тези изисквания са най- важните и те безусловно трябва да бъдат удовлетворени. При наличие на варианти от материали, които удовлетворяват функционалните изисквания, се преминава към удовлетворяване на технологичните изисквания, както и отчитане на общите разходи (цена на суровината и разходи за изработване на ТО, които следват от материала).

В табл.6.3 са дадени цените на някои материали (суровина). Ако се приеме, че обемът на проектирания

Таблица 6.1

Примерни приложения на електротехнически материали

Материал	Свойства	Приложения
1	2	3
	ПРОВОДНИКОВИ МАТЕРИАЛИ	
	А. С голяма проводимост	
Мед: мека твърда	Малко специфично съпротивление; добра механична якост, устойчивост на атмосферна корозия, обработваемост, заваряемост, стопяемост	 Изолирани проводници Неизолирани проводници (контактни проводници, шини, колекторни пластини)
Месинг (70%Cu+30%Zn) Бронз (Cu+Al, P, Be, Cd, Sn, Si и др.)	Както медта, но по-лесно се обработва чрез дълбоко изтегляне и щанцоване Както медта, но с по-голяма еластичност и специфично съпротивление	Тоководещи детайли Контактни проводници, колекторни пластини, пружини, втулки и др.
Алуминий	По-лек (3,5 пъти от Cu); добра проводимост и устойчив на атмосферна корозия; по-лоши електрически и механични характеристики от Cu; малка механична якост и твърдост	Проводници, шини, бобини и др.
Волфрам, молибден	Метал с много висока температура на топене	Вакуумна техника (нагревателни жички за лампи, електроди), контакти за електрически апарати (малък ток и голяма честота на комутация)
Платина	Благороден метал, устойчив на химически реагенти; не се окислява, лесно се обработва; изтегля се на тънки нишки и ленти	Термодвойки с работна температура до 1600°C, контакти (в комбинация с родий и иридий)
Сребро	Благороден метал с най-малко специфично спротивление; много пластичен, може да се обработи във вид на тънко фолио и проводници с ∅ до 0,01 mm; окислява се във въздушна среда при t°>250°C	Електроди за някои керамични и слюдени кондензатори, контакти за ток до 20A (обикновено тялото на контакта е от мед, която е покрита със сребро)
Злато	Благороден метал с висока корозионна устойчивост; може да се обработва във вид на много тънки проводници	Позлатяване на метални повърхности, проводници в интегрални схеми
Живак	Течен метал при стайна температура; парите му са отровни	Катоди на живачни токоизправители и живачни лампи, живачни контакти на релета
Никел	Метал със средна температура на топене и с феромагнитни свойства	Вакуумна техника, защитни покрития срещу корозия на железни изделия
Стомана	Голяма механична якост, малка устойчивост на атмосферна корозия	Шини, трамвайни релси
	Б. С голямо съпротивление	
Манганин (Mn+Ni)	Добре се обработва и изтегля	Еталонни съпротивления
Констатан (Cu+Ni+Mn)	Нисък температурен коефициент на съпротивление	Реостати и електронагревателни елементи
Нихроми (Cr+Ni) Фехрал (Fi+Cr, Ni, Mn, Si) Кантал (Fi+Cr+Al+Co)	Голяма топлоустойчивост	Електронагревателни елементи, поялници, електрически печки и др. Електронагревателни елементи с голяма мощност Нагревателни и съпротивителни елементи за промишлеността
	В. Със специално предназначение	
Олово	Мек и пластичен материал, устойчив на корозия; поглъща рентгенови лъчи; отровен	Защитна обвивка на кабели, пластини на оловни акумулатори, защитни екрани в рентгенови уредби
Калай	Лек метал с ниска температура на топене; при нормални условия не се окислява	Защитно покритие на металите, хартиени кондензатори (калаено фолио)

Опит - извършени глупости или изживяни неприятности (Мюсе).

1	2	3
Металокерамични материали (сребро-волфрам или молибден или никел и др.)	Свойства на образуващите ги материали	Дъгогасителни контакти при нормални токове до 600А
Електротехнически въглен	Малко специфично съпротивление, при работа контактите не се заваряват	Контакти
	ЕЛЕКТРОИЗОЛАЦИОННИ МАТЕРИАЛИ	
	А. Твърди	
	А. 1. Неорганични	
Стъкло	Твърд и крехък материал, водо- и газонепроницаем, пропуска ултравиолетови лъчи	Балони за електрически лампи, изолация за измервателни уреди за много висока температура, кварцови лампи, оптични влакна
Електротехническа керамика	Голяма механична якост и топлоустойчивост, устойчивост на влага (след глазиране)	Изолатори за всякакво напрежение, изолатори за радиотехнически устройства, керамични кондензатори за високи честоти, носещи части за високочестотни бобини
Слюда	Природен кристален минерал, който лесно се цепи на тънки пластини; има малка хигроскопичност и високи диелектрични качества	Кондензатори
	А.2. Органични (синтетични)	
Полиетилен	Мек, еластичен и термопластичен	Изолация на кабели за висока честота
Полипропилен, полистирол	Както полиетилена, но с по-голяма твърдост, прозрачен материал	Висококачествени кондензатори за измервателна и високочестотна техника
Политетрафлоретилен (тефлон)	Един от най-топлоустойчивите материали, термопластичен, не се мокри от вода	Изолация на: електрически измервателни уреди, кабели, проводници и кондензатори, работещи при високи температури и много висока честота
Плексиглас	Твърд, прозрачен и термопластичен материал	Крепежни елементи в електротехниката
Бакелит	Овъглява се по повърхността при прегряване или под действие на електрическа искра или дъга	Електрически изделия за ниско напрежение: фасунги, щепсели, щекери и др.
Полиамиди (найлон, силон, капрон, видлон)	Малка топлоустойчивост и голяма износоустойчивост	Скелети на намотки, конструкционни електротехнически изолационни материали
	А.3. Комбинирани (не в чист вид)	
Пластмаси:		
- гетинакс	Значително по-хигроскопичен от стъклотекстолита	Печатни платки
- текстолит	Сравнително добри механични свойства	Конструктивни детайли
- стъклотекстолит	Голяма топлоустойчивост и влагоустойчивост, добра механична якост	Печатни платки
Миканит свойства	Слюдени пластини, слепени чрез изолационен лак: притежва висока гъвкавост и диелектрични	Електрически машини
	Б. Газообразни	
Въздух	Окислява много органични изолационни материали; притежава малка двелектрична якост	Изолация на неизолирани тоководещи части
Азот, водород, елегаз	Сравнително висока диелектрична якост	Трансформатори, мощни ел. генератори, капселовани ел. уреди за високо напрежение
	В. Течни	
Нефтени масла: трансформаторно, кондензаторно	Висок коефициент на топлопроводност и висока диелектрична якост	Изолация и охлаждане на големи трансформатори, импрегниране на кондензатори с хартиена изолация
	ПОЛУПРОВОДНИКОВИ МАТЕРИАЛИ	
Силиций	Висока работна температура на елементите, висока температура на топене	Диоди, транзистори, фотоелементи, интегрални схеми

Таблица 6.1 (продължение)

1	2	3
Германий	Висока подвижност на токоносителите	Изправители, транзистори, фототранзистори, фоторезистори, оптични лещи и филтри
Селен, меден окис	Специфичното съпротивление на селена се изменя в широки граници в зависимост от неговата модификация и температура	Изправители, фотоелементи
Манганов окис	Проводимостта му е силно зависима от температурата му	Термистори
Силициев карбид (карборунд)	Типът на проводимостта му зависи от съотношението между Si и C и от наличните примеси	Варистори, нелинейни резистори
Оловен сулфид	Висока чувствителност към слънчевите лъчи	Фоторезистори
	МАГНИТНИ МАТЕРИАЛИ	
	А. Магнитно меки	
Нисковъглеродни електротехнически стомани	Ниско специфично съпротивление; подходящи за работа в постоянни и нискочестотни магнитни полета	Магнитопроводи на релета и електрически измервателни уреди, магнитни екрани, магнитопроводи и полюсни накрайници за електромагнити
Електротехнически силициеви стомани	Добри магнитни свойства и високо специфично съпротивление (малки загуби от вихрови токове)	Магнитопроводи на: дросели, електромагнитни механизми, релета, измервателни уреди, електрически машини, трансформатори и др.
Конструктивни стомани и чугун	Добри механични и магнитни свойства	Носещи конструкции, участващи в магнитни вериги
Пермолой (Fe+Ni+др.)	Голяма магнитна проницаемост в слаби полета	Особено чувствителни релета, магнитни екрани, магнитопроводи на трансформатори за звукови и радиотехнически честоти, бобини, магнитни усилватели, прецизни измервателни токови трансформатори и др.
Магнитно меки ферити	Голямо специфично съпротивление, твърди в крехки	Магнитопроводи на високочестотни, индуктивни бобини, филтри, магнитни антени, статори и ротори на високочестотни микродвигатели и др.
	Б. Магнитно твърди	
Леги сплави с основа (Fe-Ni-Al)	Голяма механична якост, твърдост и крехкост, трудно се обработват	Постоянни магнити
Материали за магнитни ленти (магнитнотвърда сплав Fe-Co-V и др.)	Висока остатъчна индукция и голям коерцитивен интензитет	Магнитни ленти за запис на информация

детайл е един и същ при различните видове материали, то последният стълб от табл. 6.3 може да служи като база за сравнение на различните материали. Трябва да се отбележи, че този критерий е относителен, тъй като не отчита свойствата на конкретния материал. Освен това при технологичната обработка на някои от материалите (нелегирани конструкционни стомани, месинг и др.) част от материала на заготовката се изхвърля в процеса на отнемане на материал.

6.4. ПРИСЪЕДИНЯВАНЕ КЪМ ДРУГИ ДЕТАЙЛИ

Механичните съединения на съставните части на СЕ се уточняват при концептуалното проектиране на изделието (т.4.5.4) и структурирането на ТО (т.5.3).

Трябва да се подчертае, че често са възможни различни съединения, при това всяко от тях е с множество модификации и реализации. Видовете механични съединения са разгледани в т.5.4. За избор на единствен вариант вж. глава 9.

6.5. ФОРМИ

6.5.1. КЛАСИФИКАЦИЯ

Класификация на детайлите по някои признаци е дадена в табл.6.4. Тя може да се използува при търсенето на варианти на детайлите.

6.5.2. АЛГОРИТЪМ

При структуриране на ТО (глава 5) детайлът е получен в общи линии (грубо), докато при неговото проектиране се получава окончателно и в пълни подробности.

Всяка повърхнини на детайл има своето предназначение (т.8.4.2). За да открие това предназначение е необходимо да се определят изисквания към детайла. Те следват преди всичко от:

- основните функции, в които той участвува;
- потоците, които преминават през него и налагат своите изисквания;
- вида на съединенията му със съседните детайли на СЕ;
- вида на връзките с околната техническа среда (ако СЕ има връзки с тях чрез разглеждания детайл);
- връзки с хора (физически, визуални) (ако такива връзки съществуват).

За проектирането на детайли може да се използува следния

Алгоритъм

1. Определяне на функциите на детайла. За тази цел се използуват функционалните изисквания към съставните части на СЕ (т.4.5.4 и т.5.3) и логически разсъждения за предназначението на детайла.
2. Избиране на начина на реализация на всяка функция от т.1 като се отчитат приетите съединения в глава 5.
3. Уточняване на задължителните (контактните) повърхнини и останалите (свободни) повърхнини. Скициране на задължителните повърхнини.
4. Определяне на вариантите за свързването им. Най-често се използуват повърхнините на прости геометрични тела (табл.6.7).
5. Добавяне на дебелина (материал) към повърхнините и определяне на вариантите на новополучените повърхнини.
6. Избор на вида на детайла (табл.6.4).
7. Избор на рационален вариант (вж.глава 9).
8. Определяне на визуалните и физическите повърхнини (ако има такива), чрез които човек влиза в съприкосновение при функциониране на детайла..
9. Внасяне на необходимите промени в детайла, продиктувани от изискванията от т.8. За отбелязване е, че тук също са възможни варианти. При това естетическите изисквания като правило се реализират за цялата СЕ, а не за отделния детайл. Освен това ако съществуват предварително уточнени повърхнини за съставните части на СЕ от гл.т. на ергономичност и естетичност, то тези повърхнини се явяват задължителни при проектирането на детайла.

Таблица 6.2

Основни свойства на електротехнически материали

Свойства	Определение
ПРОВОДНИКОВИ МАТЕРИАЛИ	
Специфична проводимост	Казано най-общо, термин, отразяващ способността на даден материал да пропуска ел. ток
Топлопроводимост	Способност на проводника да провежда топлинен поток при наличието на топлинна разлика в двата му края
Механични свойства	Якост на опън, твърдост, крехкост и др.
ЕЛЕКТРОИЗОЛАЦИОННИ МАТЕРИАЛИ	
Относителна диелектрична проницаемост	Характеристична константа на изолатор, която е равна на отношението между ел. индукция, създадена в изолатора от ел. поле с даден интензитет и ел. индукция, създадена от същото поле във вакуум
Диелектрична якост	Способност на изолатор да издържа ел. напрежение без пробив
Диелектрични загуби	Енергия, разсейвана като топлина в изолатор, подложен на променливо ел. поле
Ел. пробив	Явление, при което твърдият изолатор, работещ като диелектрик в ел. съоръжение, се разрушава от силите на ел. поле
Топлоустойчивост	Способност на изолатора да издържа действието на повишена температура без съществено влошаване на практически важните му свойства
МАГНИТНИ МАТЕРИАЛИ	
Магнитна проницаемост	Мярка за изменение на състоянието на намагнитване
Магнитно насищане	Състояние на феромагнитния материал, подложен на силно намагнитващо поле, при което увеличаването на интензитета на полето не води до увеличаване на магнитната индукция
Магнитни загуби	Енергия, разсейвана в топлина във феромагнитен материал, който се намира в променливо магнитно поле (загуби от хистерезис и от вихрови токове)

Таблица 6.3

Цени на някои материали

Материал	Характерни размери	Цена	
		лв/кг, лв/ дм^3	лв/ дм^3
Пластмаса фенолна		2,30 лв/кг	**3,45**
Текстолит		7,20 лв/кг	**9,70**
Гетинакс		7,50 лв/кг	**10,50**
Бустрен		2,50 лв/кг	**2,60**
Стъклотекстолит -нефолиран -едностранно форлиран -двустранно фолиран	дебелина: 1,6 мм 1,6 мм, фолио- 35 μм 1,6 мм, фолио- 2х35 μм	 36,00 лв/м^2 37,00 лв/м^2 39,00 лв/м^2	 **22,50**
Нелегирани конструкционни стомани марки: S185, S235JR, E295, E335 Дължина: 1м	диаметър, мм: 8-100	1,08 лв/кг	**8,00**
Листове от горещовалцувана стомана, Размери: 1х2 м	дебелина, мм: 0,5-1,2	1,50 лв/кг	**11,80**
Месинг	диаметър, мм: 3-100	12,30 лв/кг	**105,80**
Листове от месинг Размери: 1х2 м	дебелина, мм: 0,8-2	14,20 лв/кг	**122,10**

Таблица 6.4

Класификация на детайли

Класификационен признак	Видове детайли
1. Наличие на равнина на симетрия	1.1. Несиметричен 1.2. Симетричен 1.2.1. С една равнина на симетрия 1.2.2. С повече равнини на симетрия
2. Дебелина на стената	2.1. Дебелостенен 2.2. Листов
3. Материал	3.1. Неметален 3.2. Метален
4. Еднородност	4.1. Цялостен 4.2. Заварена конструкция
5. Наличие на кухини	5.1. С кухини 5.2. Без кухини

Пример (капачка за химикалката от фиг.6.1а)

1. Функциите на повърхнините на капачката са:

$Ф_1$- загражда съчмата;

$Ф_2$- закрепване към корпуса;

$Ф_3$- закрепване към дреха.

2. Един възможен вариант за реализацията на функциите е:

$Ф_1$- чрез повърхнини (непрекъсната или с кухини), загражданца съчмата;

$Ф_2$- чрез сглобка капачката се закрепва към корпуса (прието в глава 4);

$Ф_3$- закрепването към дреха става чрез притискане (еластичен елемент).

3. Контактните повърхнини с химикалката и с дрехата са изобразени на фиг.6.1б чрез отсечки, изпълнени с дебела линия, а с тънка прекъсвана линия от тирета е представена ограничаващата повърхнина, която загражда съчмата. Тази повърхнина не е задължителна, но тя не трябва да се преминава навътре от реалната реализираща функцията повърхнина. Всички останали повърхнини са свободни. На фиг.6.1в химикалката е отстранена.

4. Някои варианти, чрез които може да се реализират функциите $Ф_1$ и $Ф_2$, са показани на фиг.6.1г, а някои възможни варианти за реализация на функцията $Ф_3$ са представени на фиг.6.1д (в лявата част на всеки вариант е дадена долната част на капачката от фиг.6.1в).

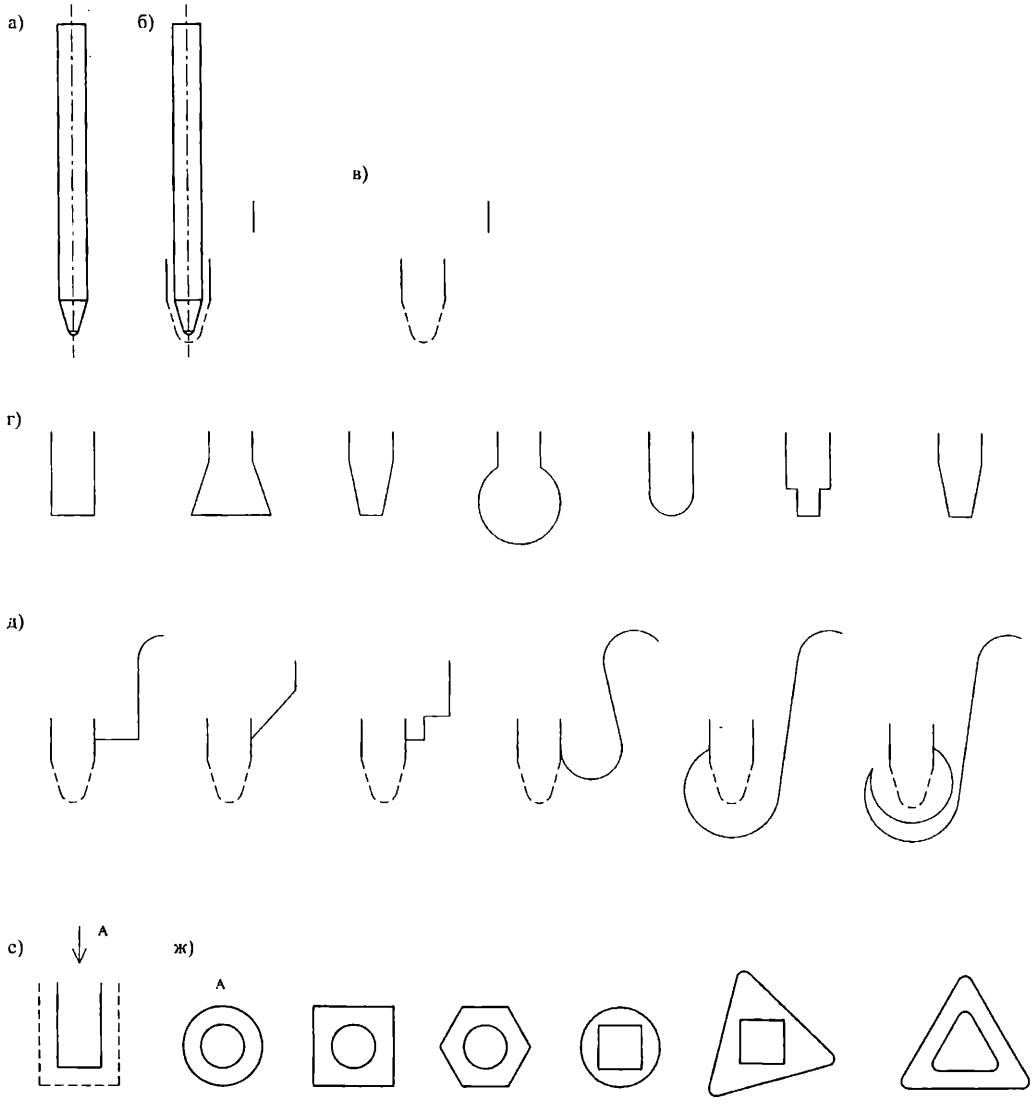
Никога през живота си не съм направил грешка, която да не мога след това да обоснова (Киплинг).

5. На фиг.6.1е е показана капачката от фиг.6.1г (първи вариант), на която е добавен материал, а на фиг.6.1ж са дадени различни варианти на изглед отгоре на капачката.

Комбинациите на вариантите от фиг.6.1г,д,ж води до множество различни видове капачки.

6. Някои от възможностите, дадени в табл.6.1 увеличава броят на вариантите, напр. липса на равнина на симетрия, листов материал, наличие на кухини в капачката.

8. Външните повърхнини на капачката се явяват физически такива. По тази причина те не трябва да включват остри ръбове.

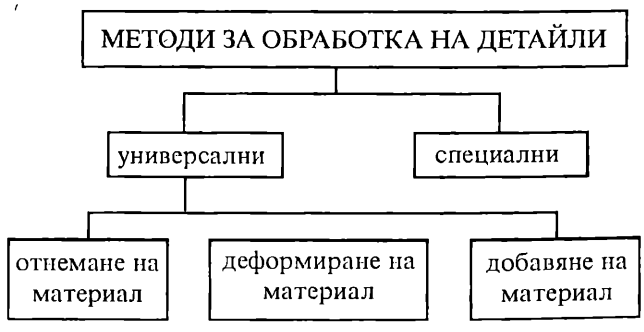


Фиг.6.1. Проектиране на детайл

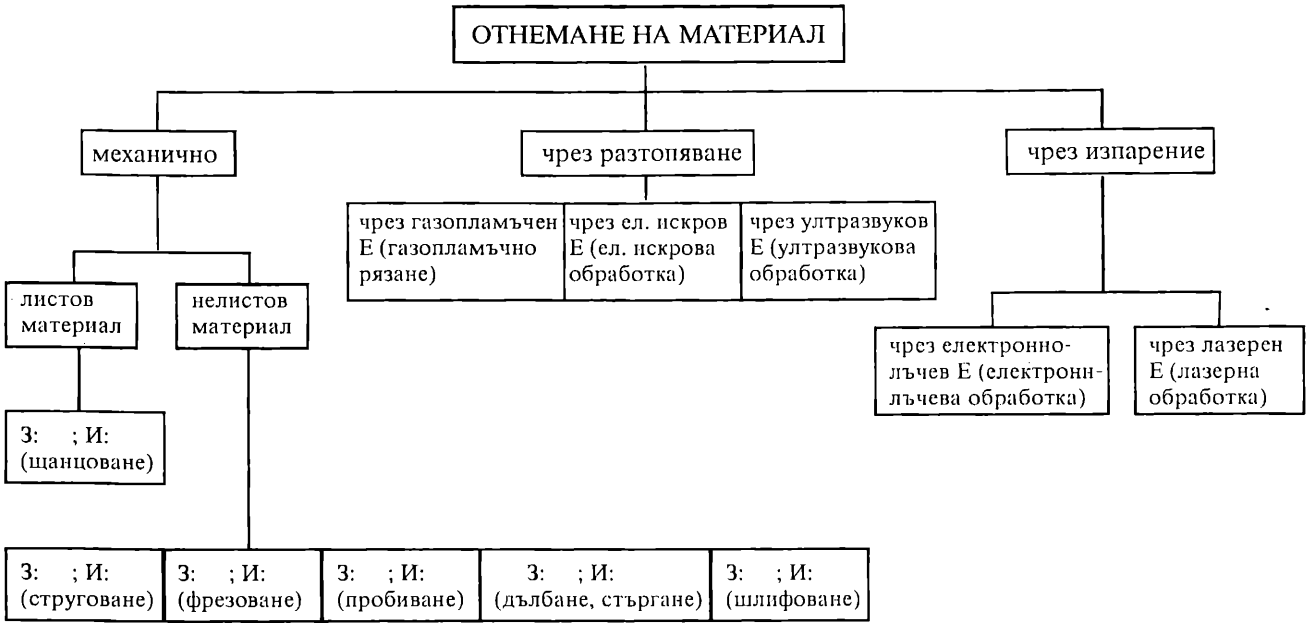
6.6. ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ

6.6.1. ВИДОВЕ ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА ДЕТАЙЛИ

Основните методи за обработка на детайли в електротехниката са класифицирани на фиг. 6.2÷6.5, а кратка характеристика на тези методи е дадена в таблица 6.5. При това са изложени универсалните методи за обработка, т.е. методи, които могат да се използват за множество видове детайли. Специалните методи са предназначени за един или няколко вида детайли, например навиване на пружина, навиване на намотка и т.н., и не са обект на настоящото разглеждане.

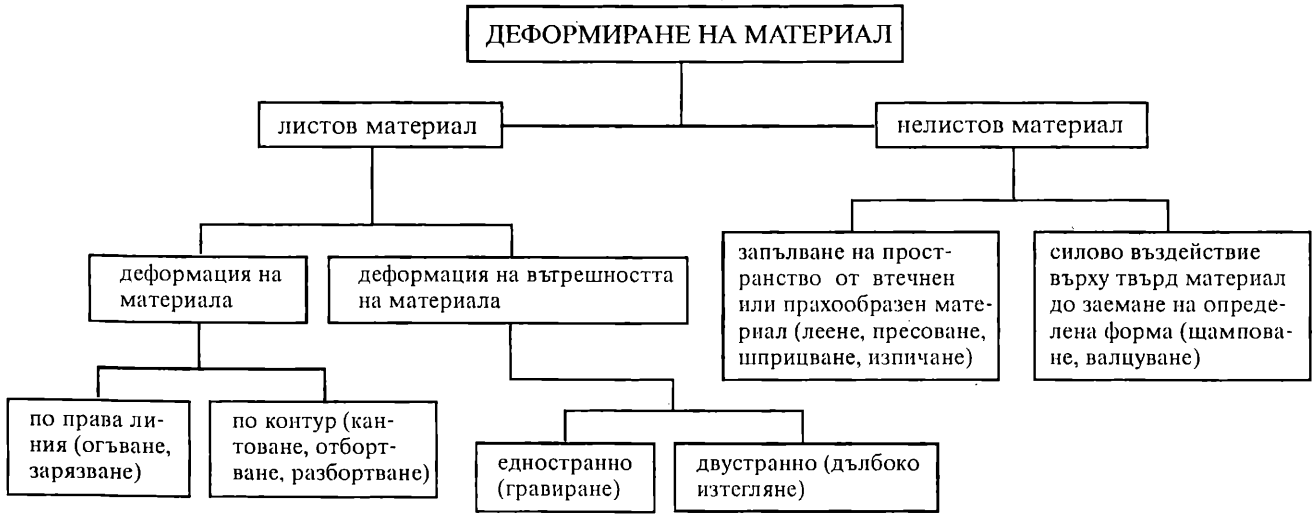


Фиг. 6.2. Методи за обработка на детайли

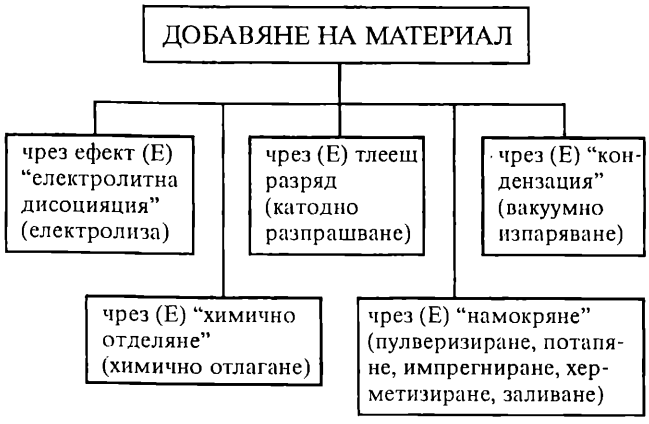


Фиг. 6.3. Обработки чрез отнемане на материал

Приети означения: Е – ефект; З – заготовка; И – инструмент; " " – въртеливо движение; "→" – постъпателно движение;"-" – липсва движение; * - съществуват и някои видове шлифоване с друга комбинация на движение



Фиг. 6.4. Обработки чрез деформиране на материал

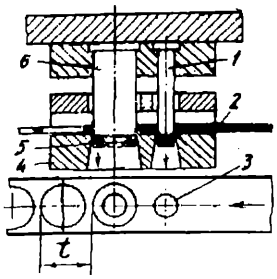


Фиг. 6.5. Обработки чрез добавяне на материал

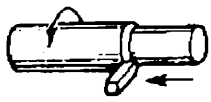
Таблица 6.5

Методи за обработка

Метод	Характеристика	Фиг. №
Щанцоване	Изрязване на част от листов материал чрез нож (щанца), имащ форма на изрязаната част	6.6
Струговане	Отнемане на стружка от въртяща се заготовка чрез режещ връх (стругарски нож)	6.7
Фрезоване	Снемане на материал чрез въртящ се инструмент с режещи ръбове	6.8
Пробиване	Получаване на цилиндричен отвор чрез свредло	6.9
Дълбане	Начин на обработване чрез стружкоотнемане, при което инструментът обикновено извършва вертикално възвратно-постъпателно движение	6.10
Стъргане	Същото, но хоризонтално възвратно-постъпателно движение	6.11
Шлифоване	Операция за снемане на фина стружка чрез въртеливо движение на абразивен инструмент	6.12
Газопламъчно рязане	Рязане на материал чрез стопяването му в струя от кислород, чрез което се отстраняват и продуктите на горенето	6.13
Електроискрова обработка	Разтопяване на материал чрез прескачане на искра (импулс) между него и друг електрод (инструмент); Формата на разтопения отвор има формата на инструмента	6.14
Ултразвукова обработка	Разрушаване на част от детайла чрез ултразвукови трептения на инструмента, поставен в емулсия от абразивен материал; формата на разрушената част има формата на инструмента	6.15
Електронно-лъчева обработка	Изпарение на материал вследствие загряването му с електронен лъч (фиксиран сноп електрони)	6.16
Лазерна обработка	Същото, но с лазерен лъч	6.17
Огъване	Деформиране на листов материал около ос по радиус с център, лежащ извън материала	6.18
Разрязване	Комбинация на щанцоване (отрязване на част от материала) и сгъване	6.19
Кантоване (бортоване)	Огъване на крайната ивица на оформен лист от детайл или на отвор в него	6.20
Гравиране	Отпечатване на формата на инструмента върху листов материал	6.21
Дълбоко изтегляне	Операция, при която в резултат на натиск се получава от листова заготовка кухо изделие	6.22
Леене под налягане	Получаване на изделие от разтопен (метал) или размекнат материал (пластмаса) чрез запълване под налягане на кухина на пресформа и последващо втвърдяване	6.23
Пресоване	Пресоване с определено налягане и температура на пластмасов материал (прах или таблети), поставен в кухината на пресформата	6.24
Екструдиране (шприцване)	Метод на непрекъснато леене на детайли от термопластични пластмаси с определен профил и голяма дължина – прътове, ленти, тръби и др.	6.25
Изпичане	Съединяване на дребнозърнести и прахообразни материали в монолитна част при повишена температура	
Щамповане	Сбиване чрез преса или чук на заготовка в определено пространство (щампа)	6.26
Електролиза	Химически процес в електролит при протичане в него на постоянен ел. ток	6.27
Химично отлагане	Смесване върху детайла на вещества, реакцията между които предизвиква отлагане на метал върху детайла	
Катодно-(йоноплазмено) разпрашване	Разпрашване на материал (катод) чрез избиване на неговите атоми от йони на йонизиран от тлеещ разряд газ и кондензирането му върху по-студения детайл	6.28
Пулверизиране	Стопяване на вещество, пулверизирането му с въздух или друг газ и отлагане върху детайла	6.29
Потапяне	Потапяне на детайла в разтопен метал (компаунд)	6.30
Импрегниране	Вкарване в порите на детайла на импрегниращо вещество	
Заливане	Заливане на изделието с течен компаунд (например епоксиден компаунд)	
Вакуумно изпарение	Изпаряване във вакуум чрез нагряване на веществото – изпареното вещество кондензира върху по-студения детайл	6.31



Фиг. 6.6. Щанцоване
1, 6 - поансон; 2 - материал;
3 - отвор; 4 - матрица;
5 - отрязан детайл



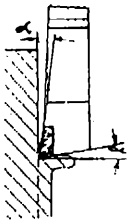
Фиг. 6.7. Струговане



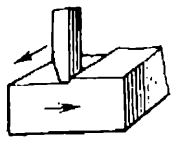
Фиг. 6.8. Фрезоване



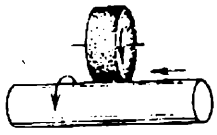
Фиг. 6.9. Пробиване



Фиг. 6.10. Дълбане



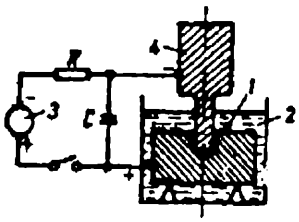
Фиг. 6.11. Стъргане



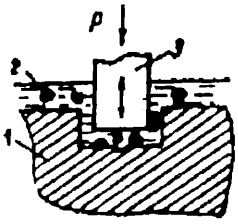
Фиг. 6.12. Шлифоване



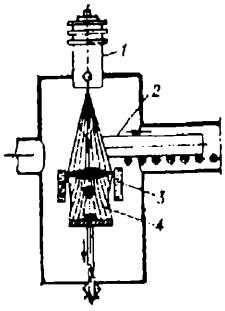
Фиг. 6.13. Газопламъчно рязане



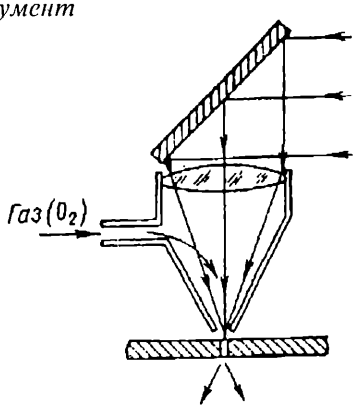
Фиг. 6.14. Електроискрова обработка:
1 – детайл;
2 – работна течност;
3 – постояннотоков генератор;
4 – работен инструмент



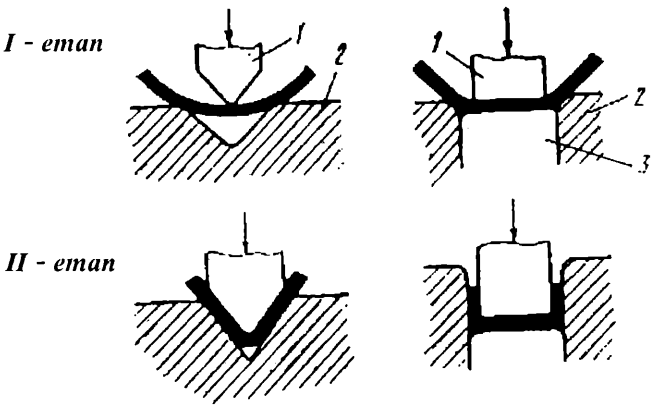
Фиг. 6.15. Ултразвукова обработка: 1 – детайл;
2 – абразивна суспензия;
3 – инструмент



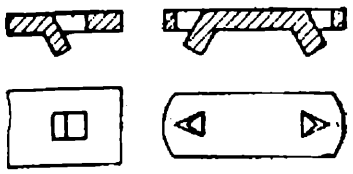
Фиг. 6.16. Електронно-лъчева обработка



Фиг. 6.17. Лазерна обработка

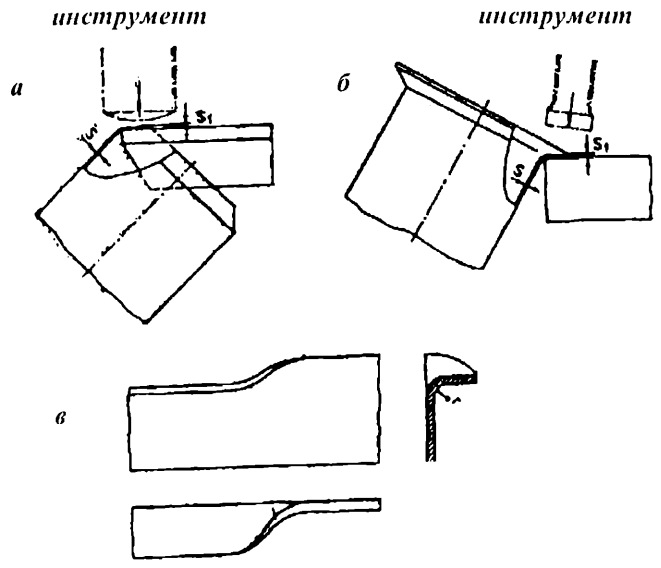


Фиг. 6.18. Огъване
1 - поансон; 2 - матрица; 3 - опора

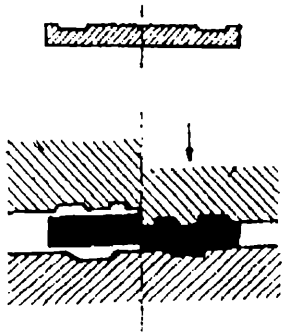


Фиг. 6.19. Разрязване

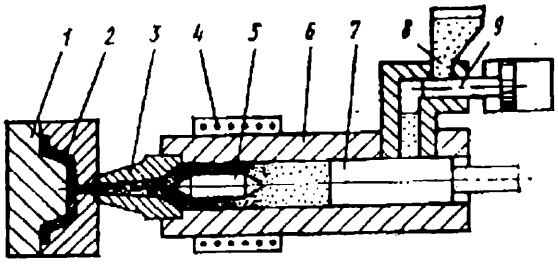
На куче, жена, компютър и асистент вяра да нямаш (много стара народна поговорка).



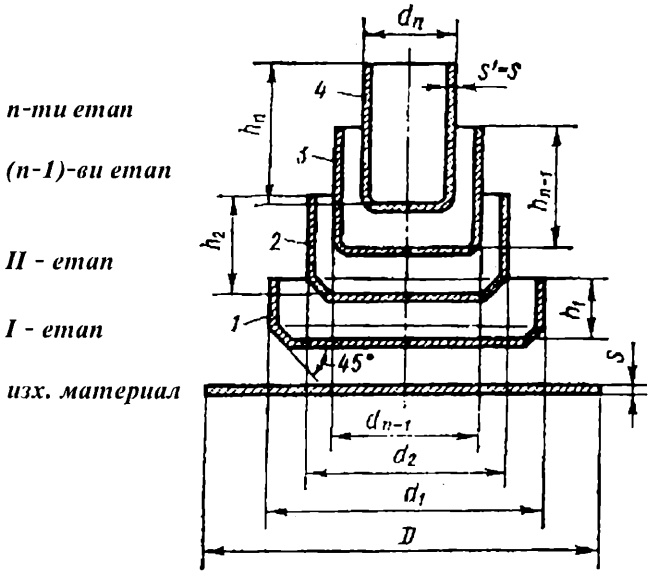
Фиг. 6.20. Кантоване (бортоване)
а - вътрешен кант; б - външен кант; в - частичен кант; s - дебелина на заготовката; s_1 - дебелина на деформираната част от детайла



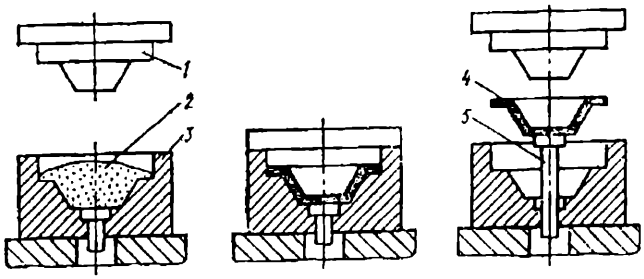
Фиг. 6.21. Гравиране



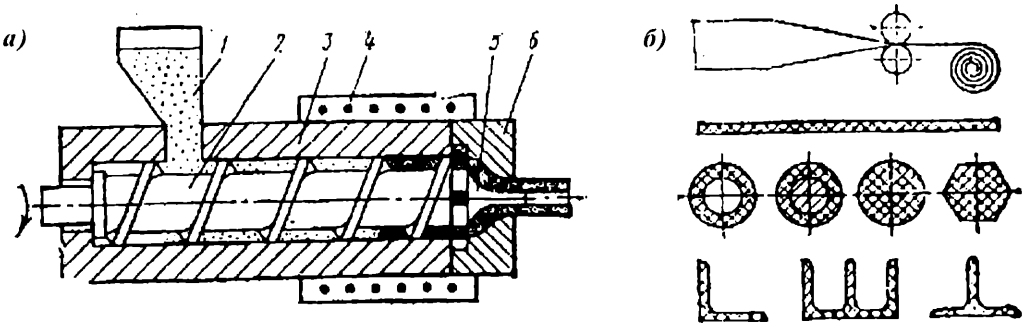
Фиг. 6.23. Леене под налягане
1 - матрица; 2 - детайл; 3 - дюза; 4 - нагревател; 5 - направляваща; 6 - корпус; 7 - бутало; 8 - материал; 9 - бутало



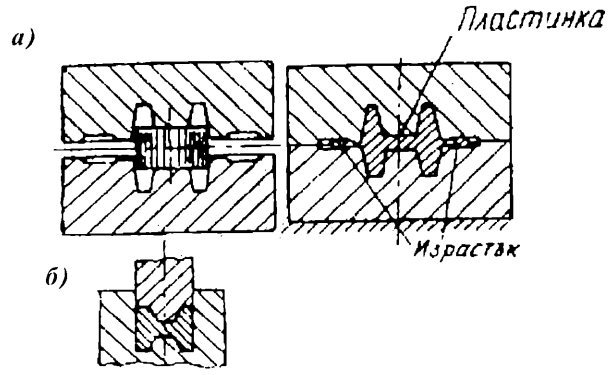
Фиг. 6.22. Дълбоко изтегляне
1, 2, 3 - междинна форма; 4 - крайна форма на детайла



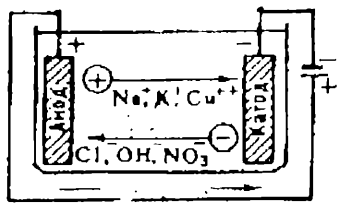
Фиг. 6.24. Пресоване
1 - пуансон; 2 - материал; 3 - матрица; 4 - готов детайл; 5 - избутвач



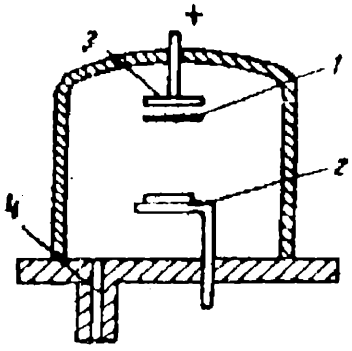
Фиг. 6.25. Екструдиране (щрицване)
а) схема: 1 - материал; 2 - шнек; 3 - корпус; 4 - нагревател; 5 - формообразуващ инструмент; 6 - дюза
б) сечение на екструдирани профили



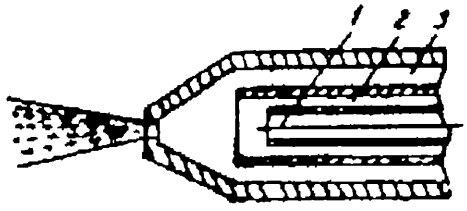
Фиг. 6.26. Щамповане



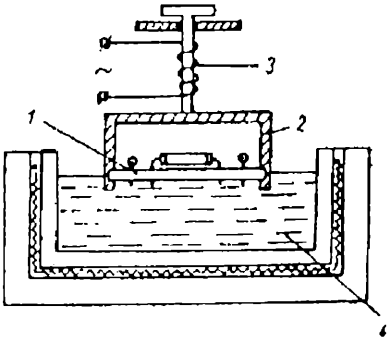
Фиг. 6.27. Електролиза



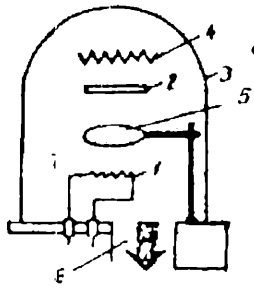
Фиг. 6.28. Катодно (йоноплазмено) разпрашване
1 – детайл; 2 – катод; 3 – анод; 4 – тръбопровод към системата за създаване на вакуум



Фиг. 6.29. Пулверизиране
1 – метална жица; 2 – канал за горящ газ; 3 – канал за неутрален газ



Фиг. 6.30. Потапяне
1 – печатен възел; 2 – държач; 3 – трансформатор; 4 – стопен материал



Фиг. 6.31. Вакуумно изпарение
1 – изпарител; 2 – детайл (детайли), подлежащ на покритие; 3– похлупак; 4 – нагревател за детайлите; 5 – заслон; 6 – тръбопровод към системата за създаване на вакуум

6.6.2. ВЪЗМОЖНА ТЕХНОЛОГИЯ

При съвременния етап на проектиране на ТО когато екипът се състои от множество специалисти, които разработват почти успоредно различни етапи от жизнения цикъл на разработвания ТО (т.н. конкурентно инженерство), проектирането на начина на изработване на изделието се извършва от специалисти- технолози. Независимо от този факт нормално е екипът от предходните етапи да познава в задоволителна степен технологичните процеси за да не предлага трудни или даже невъзможни за технологично решаване проблеми. Познаването на видовете технологични процеси (т.6.6.1), както и най- често срещаните технологични операции в зависимост от вида на детайла (табл.6.6), спомагат за решаване на проблема с възможна технология.

6.7. РАЗМЕРИ

6.7.1. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАЗМЕРИТЕ

От гл.т. на избор размерите могат да се разграничат като:

• функционални размери; тези размери се пресмятат по функционални зависимости, напр.

- сечението на ел. проводник се определя по съответна зависимост от протичащия в него ток;

- някои размери на детайли от релета и трансформатори се пресмятат чрез зависимости, включващи величини на преминаващия магнитен поток;

- някои размери са еднакви или ограничени от други размери, напр. размери, които участвуват в сглобка; размери на скрепителни съединения, които са общи за два детайла (фиг.6.48) и др.;

• технологични размери

- минималните стойности на размери на детайли в

Таблица 6.6

Най-често срещани технологични операции

Вид детайл/елемент	Технологични операции
1. Пластмасов	1.1. Пресоване (вкл. отвори и резби) или 1.1'. Пресоване; 1.2'. Пробиване на отвори*; 1.3'. Нарязване на резба* (*ако има в детайла)
2. Метален	
2.1. Листов	2.1.1 Щанцоване (контур и отвори); 2.1.2. Огъване*; 2.1.3. Нарязване на резба* или 2.1.1'. Щанцоване ; 2.1.2'. Огъване*; 2.1.3'. Пробиване на отвори*; 2.1.4'. Нарязване на резба*(*ако има в детайла)
2.2. Тънкостенен кух (тип "чаша")	2.2.1. Дълбоко изтегляне
2.3. Дебелостенен	
а) с ротационни съосни форми, включително техните чела	2.3.1. Струговане
б) с равнинни форми	2.3.2. Фрезоване
в) с несъосни спрямо останалите повърхнини отвори	2.3.3. Пробиване
г) резба	2.3.4. Резбонарязване или 2.2.3. Резбовалцуване (резбонакатаване)
3. Скрепителен (винт, болт, шпилка, гайка)	3.1. Фрезоване (глава); 3.2. Резбовалцуване или резбонарязване (резба)

зависимост от конкретна технологична операция (табл.6.22);

• свободни размери

- всички останали размери са свободни и се определят при проектирането на структурата и на детайлите на СЕ.

Препоръчва се размерите да бъдат от редовете на нормалните линейни размери, като основният ред съдържа числата: 1; 1,6; 2,5; 4; 6.3; 10; 16; 25; 40; 63 и т.н.

6.7.2. ФОРМИРАНЕ НА РАЗМЕРНА МРЕЖА

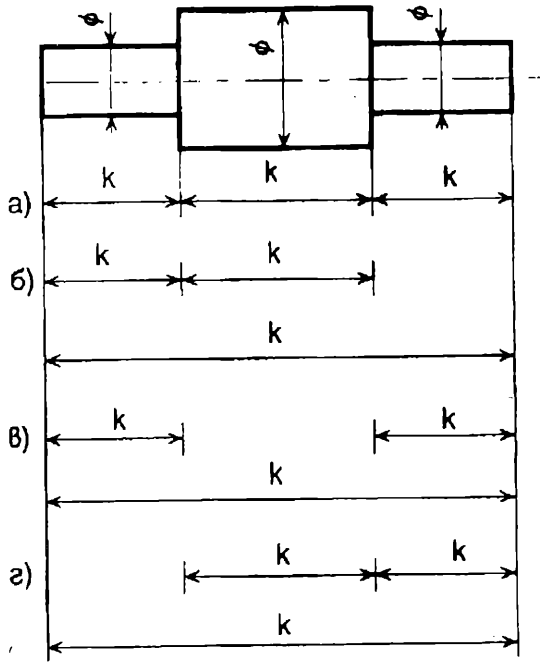
Един от сравнително сложните въпроси при изготвяне на конструкторската документация е изборът на размерна мрежа. Неслучайно се използва термина "избор", защото често са възможни различни варианти на оразмеряване (фиг. 6.32). Докато в Приложение П04 се имаше предвид само формалното поставяне на размерите, при избора на размерна мрежа се отговаря на въпроса "кои размери трябва да бъдат поставени?". При отговора на този въпрос се изхожда от две позиции:

- влиянието на размерите при технологичното получаване на детайла (т.н. **технологична мрежа**);

- влиянието на част от размерите върху сглобяването и функционирането на СЕ, в която участва детайлът (**конструкторска мрежа**), и на останалите размери при технологичното получаване на детайла (т.н. **конструкторско-технологична мрежа**).

Както вече бе казано, всеки детайл може да се представи като съвкупност от прости геометрични тела (ПГТ). Изключително рядко се срещат форми, различни от тези на ПГТ. Размерите на ПГТ могат да бъдат разграничени като **формообразуващи** (Ф) – размерите на напречните сечения, които определят формата, и **координиращи** (К) – размерите, които координират формата (сечението) в пространството на детайла. При ПГТ формообразуващите размери са ясни и еднозначни (табл. 6.7), докато не така стоят нещата с координиращите размери.

В някои случаи тези размери могат да се получат



Фиг. 6.32. Координиращи размери (варианти на разполагане)

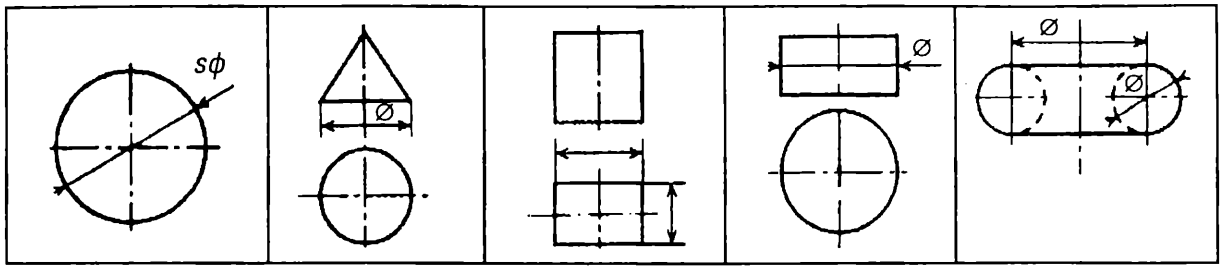
като разлика на други размери на детайла (фиг. 6.33, размерите на удебелената призма).

6.7.2.1. Технологична мрежа

При технологичната мрежа координиращите размери са до технологична база на детайла – повърхнина (най-често), която определя положението на детайла при неговото обработване. Това означава възможност за различни варианти – напр., на фиг. 6.32 за елементарен детайл са формирани 4 координатни мрежи.

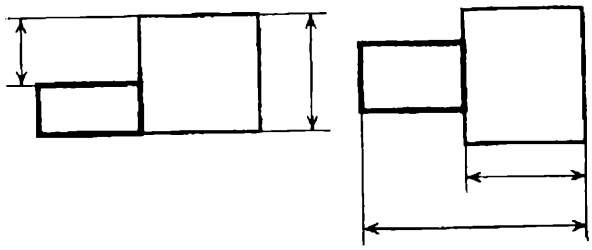
По-долу ще бъдат анализирани особеностите на обра-

Формообразуващи размери на прости геометрични тела



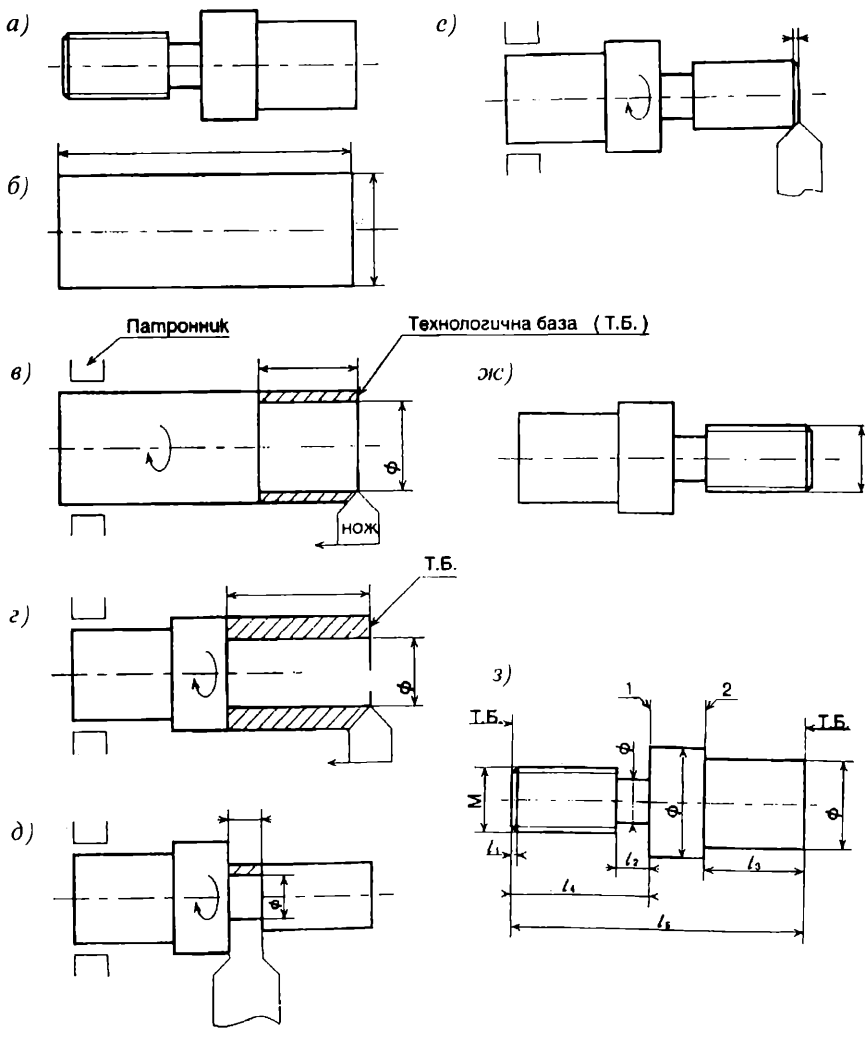
зуване на координиращите размери за характерни детайли от слаботоковата техника и автоматика (механично обработени, огънати, пластмасови и прахови).

Най-често срещащите се детайли са **получените чрез механична обработка**, независимо от това дали материалът им е метал, метална сплав или пластмаса. Тази обработка се извършва предимно на металорежеща машина чрез отнемане на материал под формата на стружка (вж. т. 6.6.1).



Фиг. 6.33. Определяне на координиращи размери чрез останалите размери

На фиг. 6.34 опростено е показана последователността на обработка на един ротационен детайл с резба на универсална металорежеща машина-струг (*а* – детайлът, който трябва да се изработи, *б* – изходна заготовка, *в* – закрепване на заготовката за патронника и струговане със стругарски нож на дясното стъпало, *г* – обръщане на заготовката на 180° и обработване на лявото стъпало, *д* – изпълнение на технологичния канал за изход на резбата, *е* – изпълнение на фаската, *ж* – нарязване на резбата, *з* – нанасяне на всички размери при всяка технологична операция). Лявата и дясната крайни повърхнини, в които се опира ножът преди да започне преместването си за обработка, представляват технологични бази.



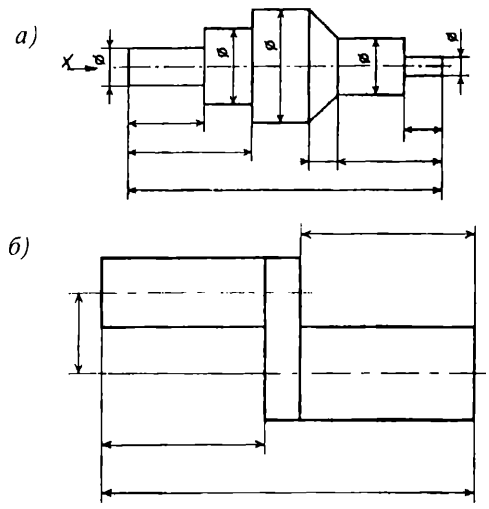
Фиг. 6.34. Последователност на обработка на ротационен детайл

Координиращите размери за фиг. 6.34 са l_3, l_4 и l_5 (l_1 и l_2 са размери на технологични елементи – фаска и канал за изход на инструмента, чрез който се получава резбата). Размерът l_4 координира челото *1* с базата, като (обърнете внимание!) челото е обърнато към тази база. Същото се отнася за l_2, който координира обърнатото към дясната база чело *2*. В заключение може да се предложи за оформяне координиращата мрежа следния алгоритъм:

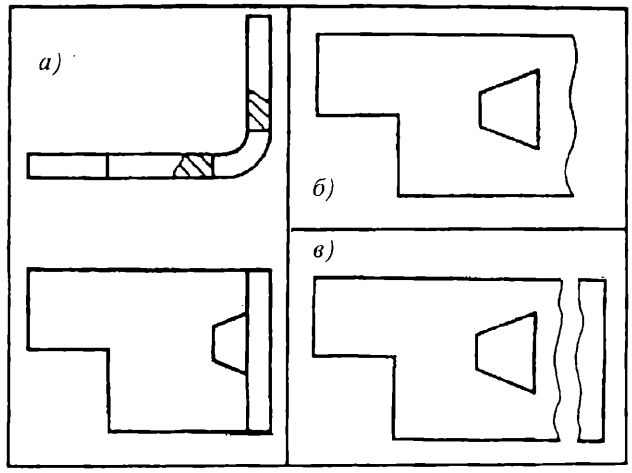
1. Определяне на технологичните бази (обикновено крайните повърхнини на детайла).

2. Уточняване на технологичните елементи с регламентирано (в нормативните документи) оразмеряване (фаски, закръгления, канали и др.).

3. Координиране на всички останали елементи с тази технологична база, към



Фиг. 6.35. Оформяне на координираща мрежа:
а) по една ос; б) по две оси



Фиг. 6.36. Огънат метален детайл:
а) изображения на детайла; б) частична разгъвка; в) заготовка

която те са насочени.

4. Свързване на двете бази помежду им.

На фиг. 6.35*а* е даден пример, илюстриращ алгоритъма.

Тук следва да се направят няколко съществени уточнения.

1. Това оразмеряване се отнася за всяка ос на оразмеряване. Нормално към всеки детайл мислено се прикрепва координатна система и по трите оси се извършва оразмеряване с координиращи размери. Често ПГТ са съосни и отпада необходимостта от оразмеряване по три координатни оси. Например за фиг. 6.35*а* отпада координиране по ос *y* и *z*, тъй като формите са съосни. За примера от фиг. 6.35*б* отпада само една ос.

2. Предложеният начин на оразмеряване се отнася до детайли, изработвани на универсални обработващи машини. При неуниверсалните машини технологичните бази могат да бъдат други и в този случай координиращите размери ще бъдат спрямо тези други бази.

3. При използване на съвременните координатни машини за обработване, препоръчително е да се извършва базово оразмеряване (фиг. П04.15).

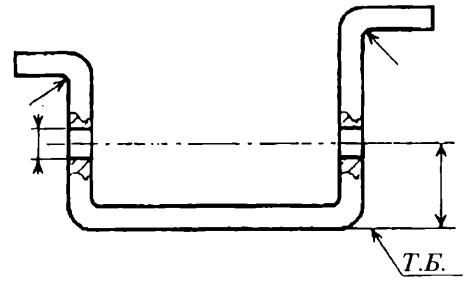
Другата често срещана група са **огънатите метални детайли** (фиг. 6.36).

Заготовката при детайлите се получава от метален лист с определена дебелина. Обикновено (най-често чрез щанцоване), тя се изрязва и пробива по определен контур след като се огъва (вж. т. 6.6.1). Пробиването на отвори след огъване се прави, ако е необходимо точно взаимно положение на отвори, разположени от двете страни на мястото на огъване.

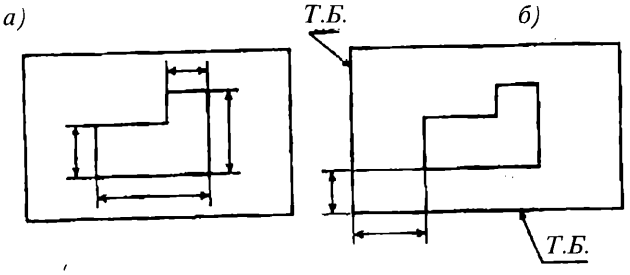
При тези детайли задължително се прави разгъвка (частична или пълна), ако формата на детайла се е деформирала при сгъването и е невъзможно проекционно изясняването й (фиг. 6.36*б*).

Характерно за размерната мрежа тук е:

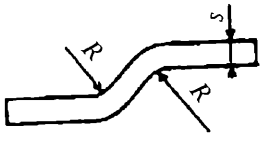
- по принцип се оразмерява само вътрешният радиус на огъване *R* (фиг. 6.39). Причините за това са: външният радиус се получава от $R + s$, където s е дебелината на листа; радиусът на инструмента, реализиращ сгъването



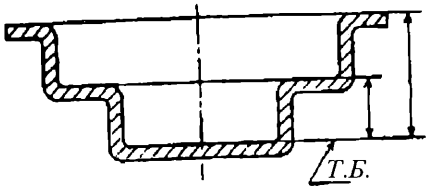
Фиг. 6.37. Координиране на отвори



Фиг. 6.38. Оразмеряване на щанцовани отвори
а) с формообразуващи размери;
б) с координиращи размери



Фиг. 6.39.
Оразмеряване чрез радиус на огъване



Фиг. 6.40. Детайл, получен чрез дълбоко изтегляне

е R, а освен това (и което е по-важно) минималната стойност на R има значение за качеството на огъването; при $R < R_{min}$ се получават пукнатини в зоната на огъване; приблизително $R_{min} > s \div 2s$;

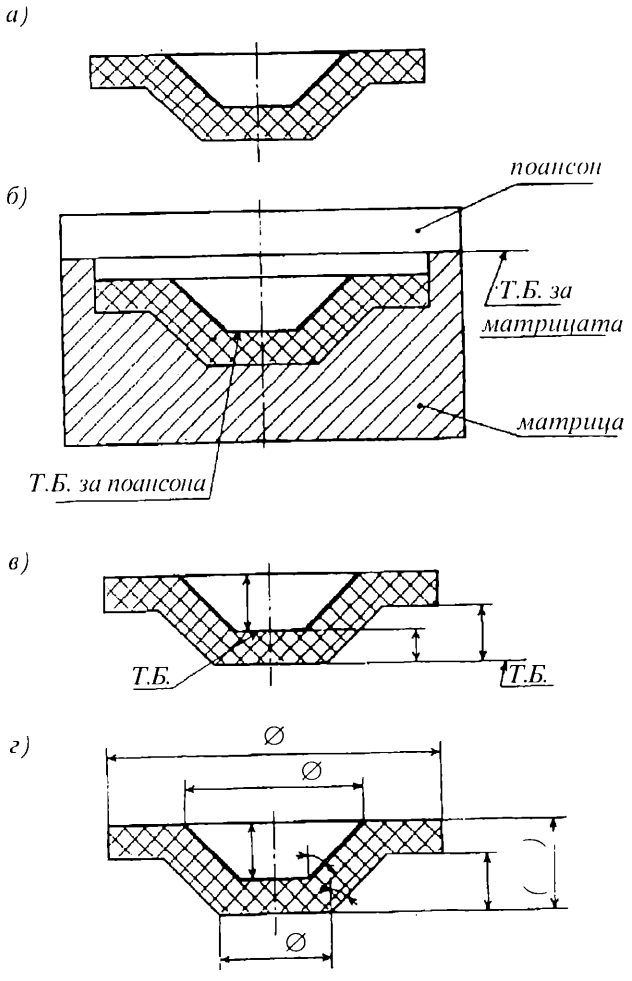
- отворите в листа се оразмеряват самостоятелно, а след това се координират спрямо крайните повърхнини, които се явяват технологични бази (фиг. 6.38);

- при детайли от вида, показан на фиг. 6.40, получени чрез дълбоко изтегляне (вж. т. 6.6.1) технологичната база е края на обработващия инструмент, т.е. вътрешното дъно на детайла.

Получените чрез пресоване пластмасови и прахообразни детайли са третата група.

Пластмасовите и прахообразните детайли в слаботоковата техника и автоматика най-често се получават в окончателната си форма без допълнителна обработка със стружкоотнемане. На фиг. 6.41*а* е показан примерен детайл, а на фиг. 6.41*б* – неговото получаване в кухината между матрицата (неподвижна част) и поансона (подвижна част). Технологичните бази на детайла са технологичните бази на поансона и матрицата (фиг. 6.41*б*).

Тъй като крайната повърхнина на матрицата не контактува с детайла, то за втора технологична база на детайла може да се приеме долната повърхнина на матрицата (фиг. 6.41*в*). На фиг. 6.41*г* е дадено пълното оразмеряване на детайла.



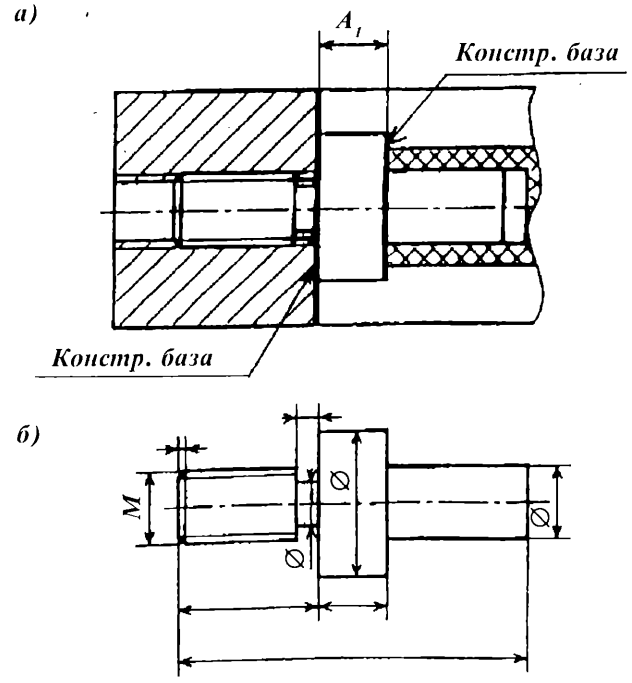
Фиг. 6.41. Изработка на пластмасов (прахов) детайл

6.7.2.2. Конструкторско-технологична мрежа

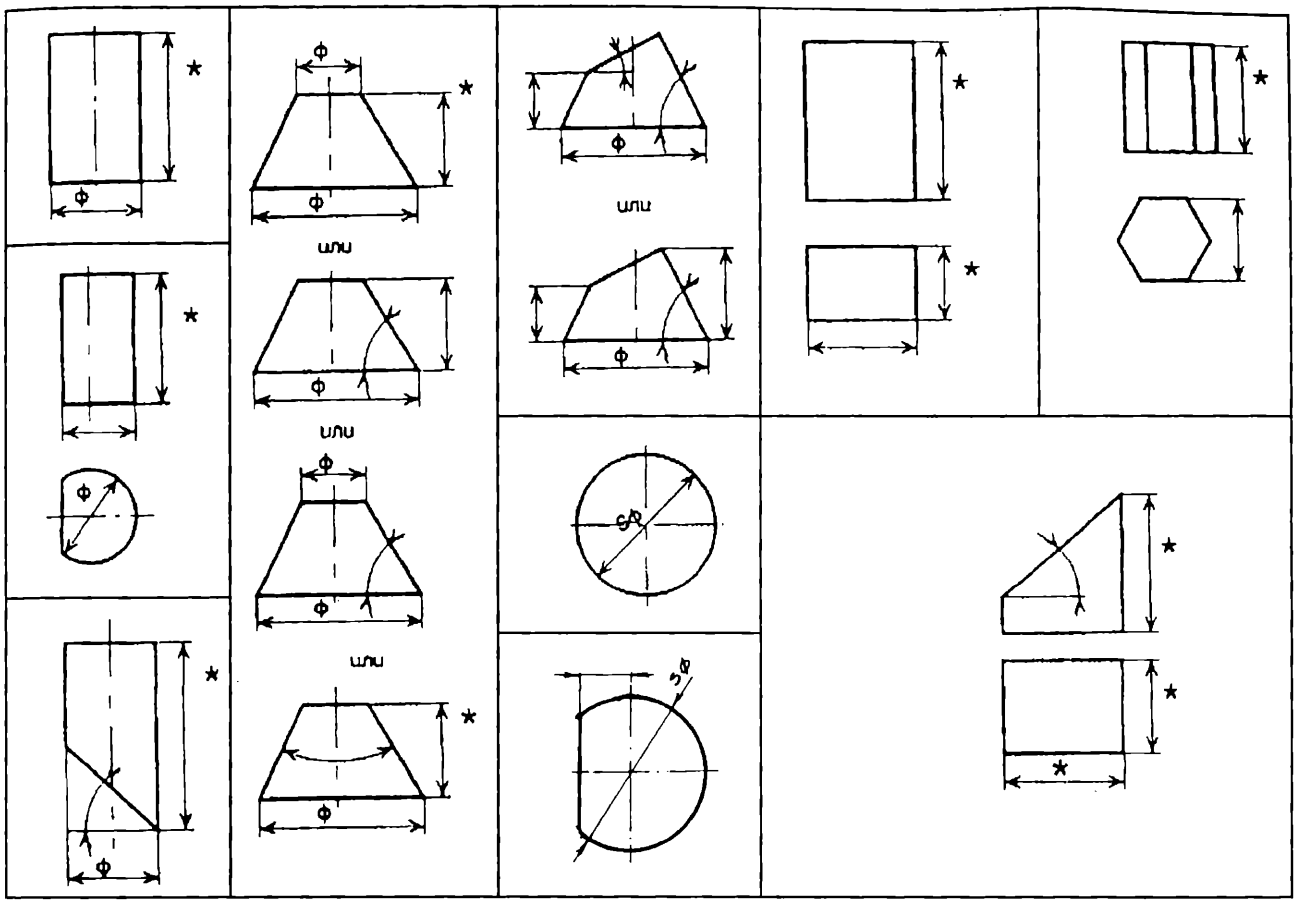
При конструкторско-технологичната мрежа част от координиращите размери са между или до конструкторски бази (конструкторски размери), а останалата част – до технологични бази. Конструкторските бази са повърхнини (най-често), които определят положението на детайлите при тяхното сглобяване и представляват контактните повърхнини между детайлите на сглобената единица (фиг. 6.42*а*, повърхнините с удебелена линия).

Конструкторските размери са свързани с пресмятането на размерни вериги (вж. т. 8.6). Нека размерът A_1 (фиг. 6.42*а*) да участва в размерна верига. Съгласно казаното по-горе, той задължително участва в размерната мрежа, а всички останали координиращи размери се свързват със съответната технологична база. На фиг. 6.42*б* е показана конструкторско-технологична мрежа на детайла от фиг. 6.34*а*. Въвеждането на нов размер в технологичната мрежа (фиг. 6.34*з*) изисква отпадането на един от останалите размери, тъй като не трябва да се получи затворена верига от размери (вж. т. 6.7.2.4).

Конструкторско-технологичното оразмеряване е оразмеряването, което трябва да се извършва в чертежите



Фиг. 6.42. Конструкторско-технологична мрежа



Фиг. 6.43. Оразмеряване на правилни пълни и непълни прости геометрични тела

* В някои случаи тези размери могат да се получат като разлика от други размери на детайла.

на детайлите. При липса на размери, участващи в размерни вериги, то се превръща в технологично оразмеряване.

Същевременно трябва да се отбележи, че за студент в началния период на неговото обучение е трудно определянето на истинската технологична база. По тази причина може да се приеме, че крайните повърхнини на всеки детайл се явяват условно неговите технологични бази.

6.7.2.3. Брой размери в чертеж на детайл

Детайлите са доста разнообразни по форма (различни ПГТ, някои от тях срязани, а на всичко отгоре и разнообразно разположени), поради което трудно може да се даде общовалидна и конкретна формула (т.е. да важи за всички случаи и да може да се използва). Все пак някаква пътеводна светлина трябва да се даде.

Общ критерий. **При приета координатна система трябва по зададените размери да може да бъде получена (директно или индиректно чрез пресмятане) всяка характерна точка на детайла.**

За всяко ПГТ (пълно или срязано) е ясно какви са възможните комбинации от размери, а разположението на всяка точка в пространството на детайла в общия случай се определя от три размера. На фиг. 6.43 са дадени някои характерни случаи на оразмеряване на правилни пълни и непълни ПГТ.

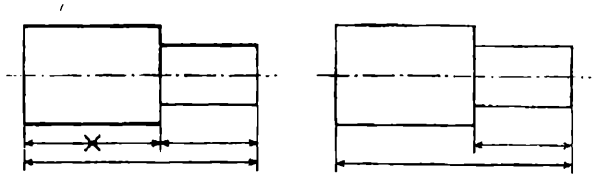
6.7.2.4. Общи принципи при оразмеряване

Като задължителен принцип трябва да се прилага изискването, че всички размери по дадено направление не трябва да образуват затворена верига от размери (фиг. 6.44), т.е. единият от размерите трябва да се получава чрез пресмятане от останалите размери.

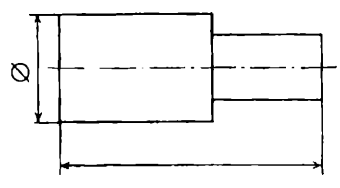
Освен това се препоръчва:

а) Да се дадат габаритните размери (фиг. 6.45);

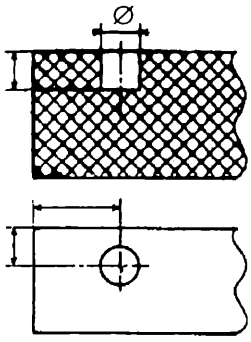
б) С оглед по-лесното разчитане всички размери на даден елемент да се групират на едно място (фиг. 6.46);



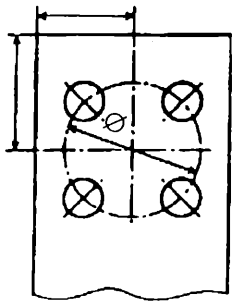
Фиг. 6.44. Верига от размери



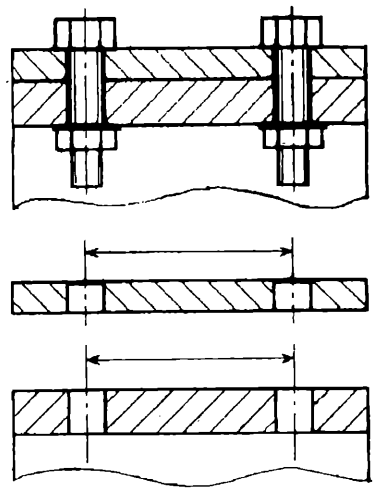
Фиг. 6.45. Габаритни размери



Фиг. 6.46. Групиране на размери



Фиг. 6.47. Координиране на елементи, разположени по окръжност



Фиг. 6.48. Координиране на общи скрепителни отвори

в) Цилиндрични или други елементи, чиито центрове са разположени по окръжност да се координират чрез диаметър на центровата окръжност и размерите на центъра на тази окръжност (фиг. 6.47);

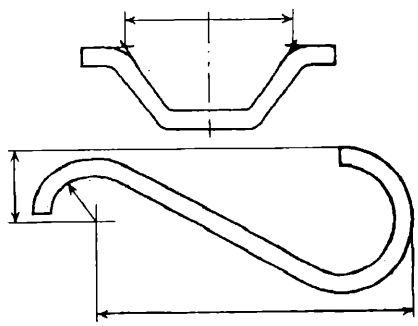
г) Общи за два детайла скрепителни отвори (фиг. 6.48*а*) се координират помежду си (фиг. 6.48*б*);

д) При криволинейни форми да се оразмеряват подходящи нереални точки и линии (фиг. 6.49);

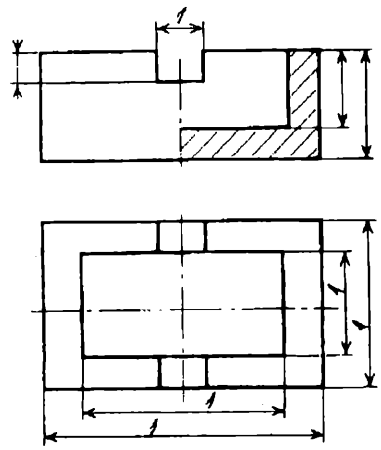
е) Положението на ротационни тела (цилиндри, конуси, сфери и др.) се определя чрез координиращи размери на тяхната осна ротация (фиг. 6.46 ÷ 6.48);

ж) Призматично тяло, чиято равнина на симетрия съвпада с равнината на симетрия на детайла, обикновено се оразмерява с размери между срещуположните страни (фиг. 6.49, фиг. 6.50 – размери 1).

На фиг. 6.51 са показани характерни примери на оразмеряване.



Фиг. 5.49. Оразмеряване на нереални точки и линии



Фиг. 6.50. Оразмеряване на симетрични форми

6.7.3. ТОЧНОСТ

6.7.3.1. Определяне на граничните отклонения

Използват се следните термини:

- **размер** – число, изразяващо в определени единици числената стойност на линеен размер;

- **номинален размер** – размер, от който са получени граничните размери чрез използване на горното и долното отклонения (вж. черт. 6.52*а*) (номиналният размер може да бъде цяло или дробно десетично число, като 32; 15; 8,75; 0,5 и др.);

- **действителен размер** – размерът на елемент, получен чрез измерване;

- **нулева линия** – правата линия при графичното представяне на допуските и сглобките, изобразяваща номиналния размер, спрямо която се определят отклоненията и допуските;

- **отклонение** – алгебричната разлика между размера (действителния размер, гранични размери и пр.) и съответния номинален размер;

- **горно отклонение** – (*ES* за отвор и *es* за вал, фиг. 6.53) – разликата между максималния граничен размер и съответния номинален размер;

- **долно отклонение** – (*EI* за отвор и *ei* за вал, фиг. 6.53) – разликата между минималния граничен размер и съответния номинален размер;

- **максимален граничен размер** – най-големия допустим размер на елемента;

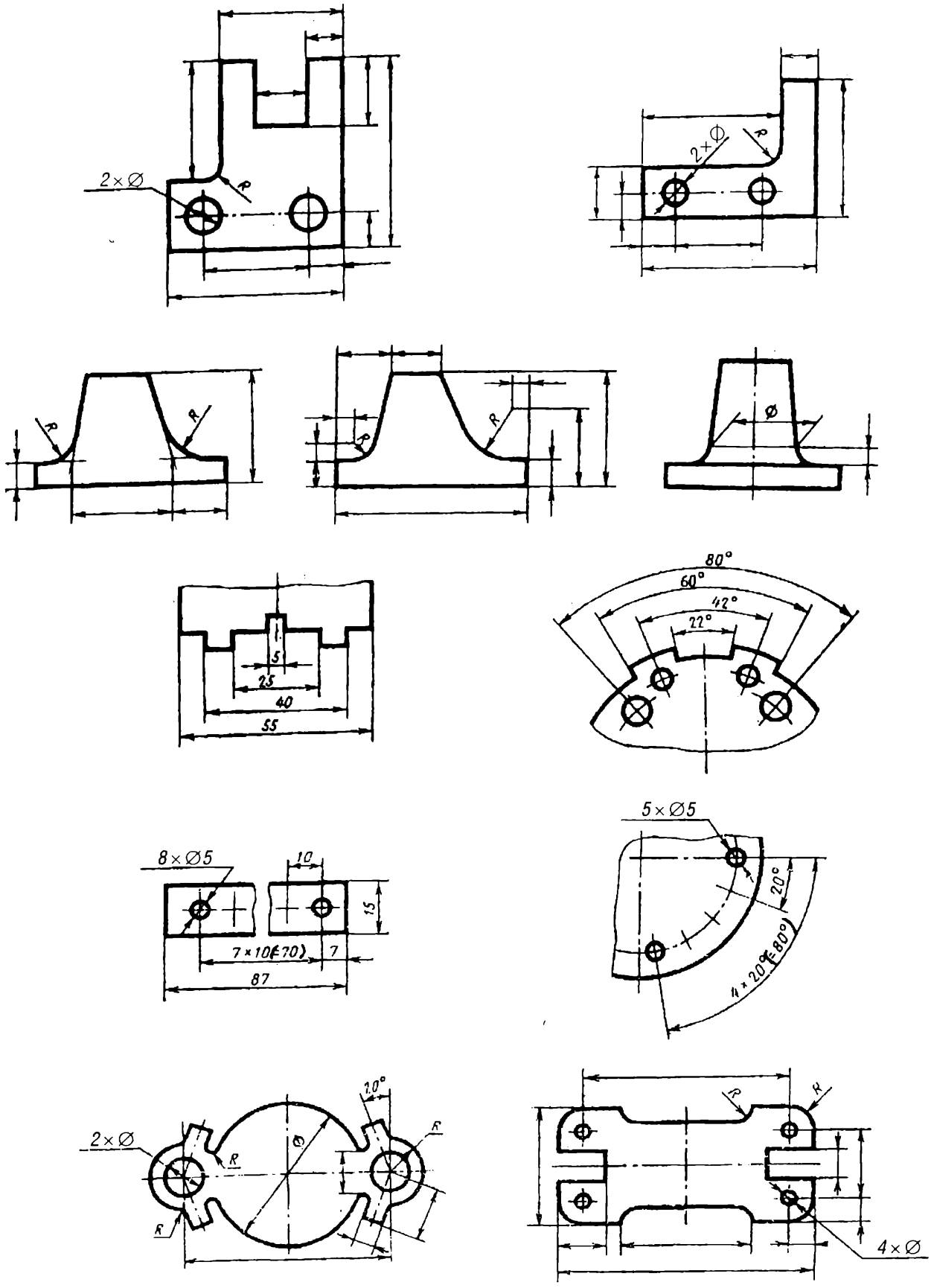
- **минимален граничен размер** - най-малкия допустим размер на елемента;

- **допуск на размера** – разликата между максималния граничен размер и минималния граничен размер, или разликата между горното отклонение и долното отклонение;

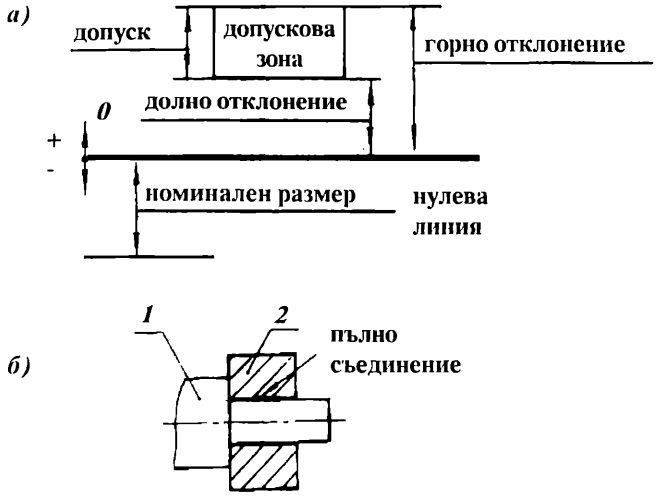
- **допускова зона** – при графичното представяне на допуските това е зоната, разположена между две линии, съответстващи на максималния и минималния гранични размери, определена от големината на допуска и неговото разположение спрямо нулевата линия.

По отношение на определянето на граничните

Тежко на този, който помни всичко (Еренбург).



Фиг. 6.51. Характерни примери за оразмеряване



Фиг. 6.52. Точностни характеристики на размер:
а) графично изобразяване на допускова зона;
б) пълно съединение

отклонения размерите биват:

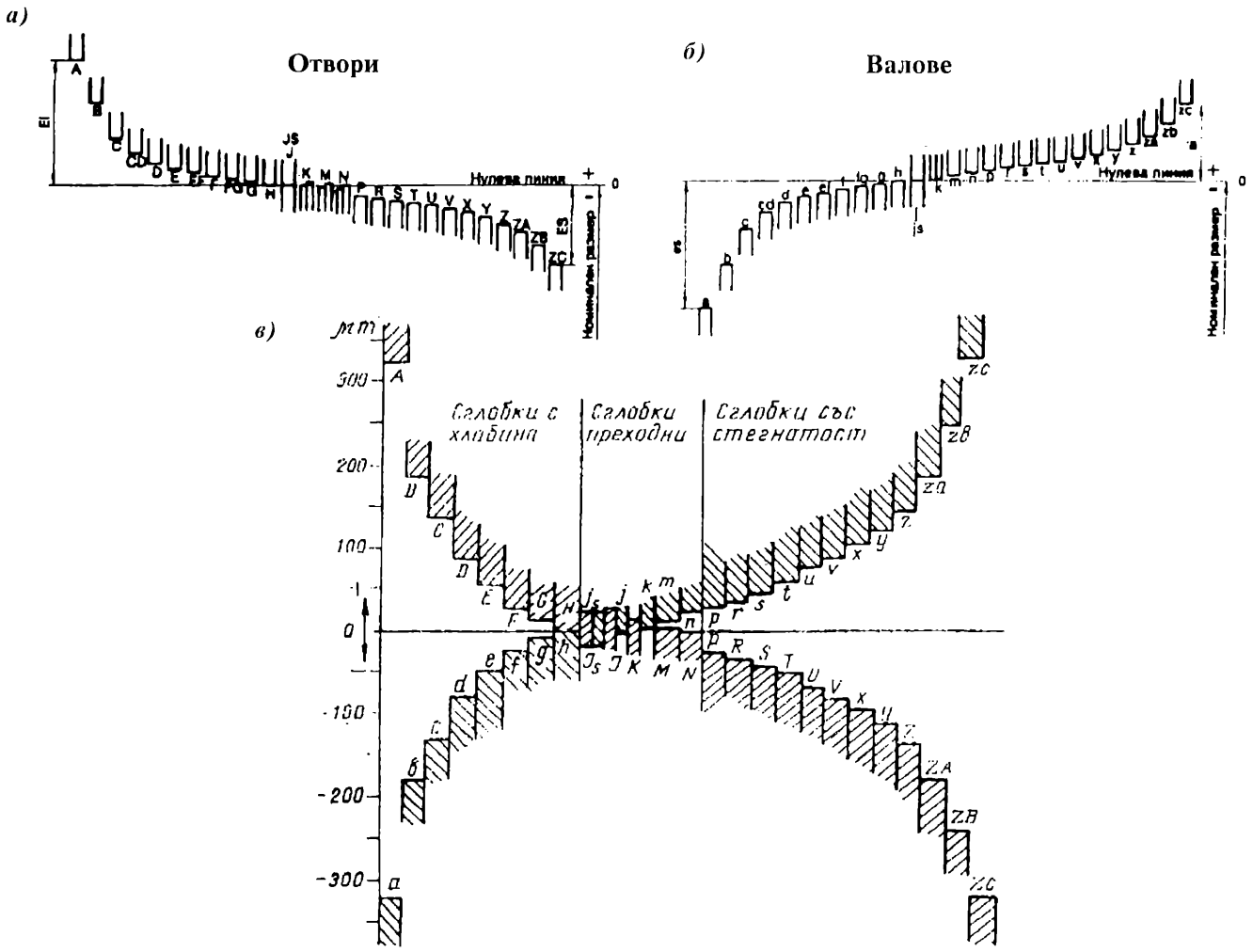
- участващи в размерни вериги (вж. т. 8.6.4) – при тях граничните отклонения се получават в резултат от пресмятане на размерна верига;
- участващи в сглобки - граничните отклонения се определят от избраната сглобка;
- останали (размери с непосочени гранични отклонения) - граничните отклонения се определят по общи препоръки и се записват в техническите изисквания.

По-долу ще бъдат разгледани последните два случая.

6.7.3.1.1. Размери, участващи в сглобки

Сглобката характеризира големината на хлабината или стегнатостта на пълно съединение между два детайла (фиг. 6.52*б*) с един и същи номинален размер. Тя представлява зависимост между действителните размери на двата сглобяеми елементи (отвор и вал – т. 5.4.1), дължаща се на тяхната разлика преди сглобяването. Тази разлика се появява от техните допускови зони.

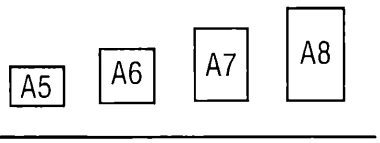
За да знае конструкторът какви зони да избере, същите са стандартизирани (БДС ISO 286). Допусковата зона (фиг. 6.52*а*) се характеризира с **допусков знак** (буквено означение) и **степен на точност** (цифрово означение). Стандартизирани са 15 допускови зони с допускови знаци (фиг. 6.53):



Фиг. 6.53. Стандартизирани допускови зони:
а) отвори; б) валове; в) отвори и валове

- за отвори *A, B, C,...*
- за валове *a, b, c,...*

Стандартизираните степени на точност са двадесет *01, 0, 1, 2, ..., 18*: първите пет са за високоточностни изделия, от *4* до *11* степен – за сглобки, а останалите за т.н. нефункционални размери. Допусковият знак показва колко е отдалечена допусковата зона от нулевата линия (фиг. 8.22), а степента на точност определя големината на допуска (например за знак *A* вж. фиг. 6.54). Числените стойности на отклоненията на някои допускови зони са дадени в табл. 8.7 и 8.8.



Фиг. 6.54. Големина на допускова зона

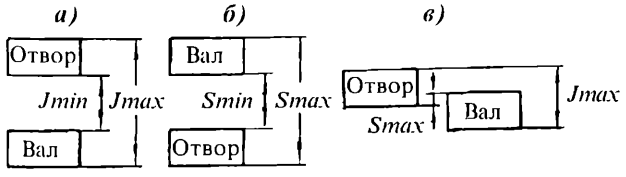
В зависимост от взаимното разположение на допусковите зони на отвора и на вала съществуват **три вида сглобки**: **подвижна** (с хлабина); **неподвижна** (със стегнатост) и **преходна** (с хлабина или със стегнатост).

При **подвижните сглобки** допусковата зона на отвора е над тази на вала (фиг. 6.55*а*), т.е. винаги размерът на отвора е по-голям от този на вала и следователно винаги в съединението ще има хлабина *J*. На фигурата не е отбелязана нулевата линия, защото нейното положение няма значение.

При **неподвижните сглобки** (фиг. 6.55*б*) допусковата зона на вала е над допусковата зона на отвора и винаги в съединението ще има стегнатост *S*.

При преходните сглобки (фиг. 6.55*в*) двете зони се припокриват, т.е. в зависимост от размерите на конкретния отвор и вал е възможно да се получи както хлабина *J*, така и стегнатост *S* (преходната сглобка се характеризира с *Jmax* и *Smax)*.

Изместването на двете допускови зони една спрямо друга довежда (фиг. 6.55) до промяна на характеристиките *Jmin* и *Jmax (Smin* и *Smax* или *Jmax* и *Smax)* на съответния вид сглобка.



Фиг. 6.55. Сглобки:
а) подвижни; б) неподвижни; в) преходни

Сглобка със зададени характеристики може да се получи чрез различни комбинации на допускови зони на отвора и вала (фиг. 6.53). За ограничаване на разнообразието (т.е. стандартизация – вж. глава 12) са стандартизирани две т.н. **системи на нагаждане**:

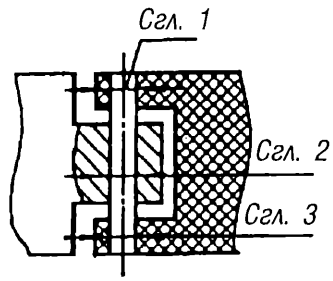
- **система "основен отвор"**, при която се приема допусков знак на отвора *H*, а чрез подходящи допускови зони на вала се получават сглобки с необходимите характеристики;
- **система "основен вал"**, при която се приема допусков знак на вала *h*, а се избират подходящи допускови зони за отвора.

В таблици 5.4 и 5.5 са дадени примери на сглобки в двете системи на нагаждане.

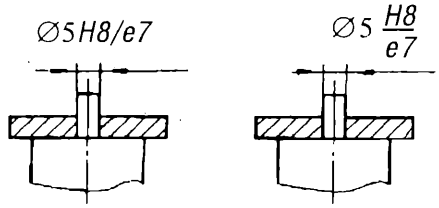
Като правило се използва системата "основен отвор", като обикновено степента на точност на отвора е с единица по-голяма от степента на точност на вала, т.е. допускът на отвора е по-голям от този на вала, тъй като отворите се обработват по-трудно. Един случай за използване на системата "основен вал" е показан на фиг. 6.56. Ако в случая се избере система "основен отвор" и тъй като сглобките *Сгл 1* и *Сгл3* са със стегнатост (напр. *∅2H9/m8),* а *Сгл2* – с хлабина (напр. *∅2H8/g7*), то валът трябва да се изработва в двата си края с една допускова зона *(m8),* а по средата – с друга (*g7*), което от технологична гледна точка е затруднително. Ето защо се преминава към система "основен вал" *(Сгл 1* и *Сгл3 - ∅2H9/h8, Сгл2 - ∅2G8/h8).*

За избора на сглобки вж. т. 5.7.5.

Означаването на сглобка се вижда на фиг. 6.57.



Фиг. 6.56. Приложение на система "основен вал"



Фиг. 6.57. Означаване на сглобка

6.7.3.1.2. Останали размери

Всички останали **размери са нефункционални**, т.е. тяхната точност от геометрична гледна точка не влияе върху сглобяването и функционирането на изделието. Техните гранични отклонения следователно могат да бъдат доста големи.

Съгласно БДС EN 22768-1 означаването на тези отклонения се извършва условно чрез текст, поставен в основния надпис (вж. П01.2.4 и фиг. 6.114). Допуските на тези размери се наричат условно „общи допуски" или „допуски с общо предназначение". Означаването на граничните отклонения на нефункционалните размери се извършва чрез текст, съдържащ номера на стандарта и буквен код за точността на тези размери- една от буквите f (точна), m (средна), c (неточна) и v (много неточна), напр.

ISO 2768-m.

Този текст трябва да се тълкува по следния начин: всички нефункционални размери са с общи допуски „m", като граничните отклонения на линейните размери могат да се отчетат от фиг. 6.58а, на закръгленията и фаскитеот фиг.6.58б, а на ъглите- от фиг.6.58в.

В чертежите на електротехническите детайли най-често се предписва буквата „m".

6.7.3.1.3. Нанасяне на граничните отклонения

Като правило всички размери в работния чертеж на детайл трябва да бъдат с указани гранични отклонения. Това може да стане:

а) чрез буквено-цифрово означаване на допусковата зона или чрез числените стойности на граничните отклонения; димeнсиите на граничните отклонения са *mm;* основните правила за нанасяне на числените стойности се виждат от дадените примери (фиг. 6.59);

б) чрез текст в основния надпис (вж. фиг. 6.91).

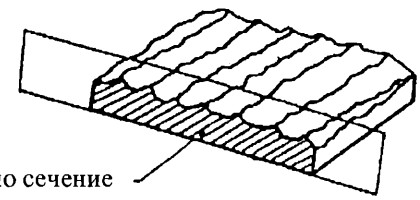
6.7.4. Нанасяне на размерите

За правилата на нанасяне на размерите вж. Приложение П04.

6.8. ГРАПАВОСТ НА ПОВЪРХНИНИТЕ

6.8.1. Терминология (БДС ISO 4287)

Ако се увеличи която и да е повърхнина на детайл, ще се види съвкупност от падини и издатини, т.е. съвкупност от грапавини (фиг. 6.60). Няма значение колко гладка с просто око изглежда повърхнината – "появяването" на грапавостта е въпрос само на степен на увеличение. С други думи реалната повърхнина не е идеална (като си помисли човек – че то какво ли идеално има?) и се състои от множество грапавини, чиято големина зависи от различни фактори: свойства на обработвания материал, начини на обработване (пресоване, струговане и т.н.), режим на обработване, стабилност на системата "обработван детайл – обработваща машина", геометрични параметри на обработващия инструмент и много други.



Фиг. 6.60. Грапавост на повърхнина

Под **грапавост на повърхнина** се разбира съвкупност от грапавини с относително малка стъпка в границите на разглеждания участък от повърхнината.

От една страна грапавостта е неизбежна, а от друга

а) Допустими отклонения за линейни размери

Допускова зона		Допустими отклонения за групи номинални размери, mm					
Означение	Наименование	От 0,5 до 3	Над 3 до 6	Над 6 до 30	Над 30 до 120	Над 120 до 400	Над 400 до 1000
f	точна	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3
m	средна	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8
c	неточна	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
v	много неточна	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4

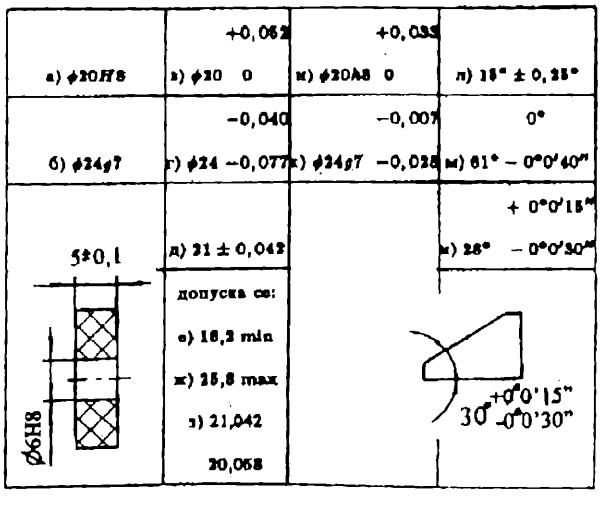
б) Допустими отклонения за радиуси на закръгления и на височини на фаски

Допускова зона		Допустими отклонения за групи номинални размери, mm		
Означение	Наименование	От 0,5 до 3	Над 3 до 6	Над 6
f	точна	±0,2	±0,5	±1
m	средна	±0,2	±0,5	±1
c	неточна	±0,4	±1	±2
v	много неточна	±0,4	±1	±2

в) Допустими отклонения за ъглови размери

Допускова зона		Допустими отклонения за групи ъглови размери, в mm, за по-късата страна на съответния ъгъл				
Означение	Наименование	До 10	Над 10 до 50	Над 50 до 120	Над 120 до 400	Над 400
f	точна	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
m	средна	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
c	неточна	±1°30'	±1°	±0° 30'	±0°15'	±0°10'
v	много неточна	±3°	±2°	±1°	±0°30'	±0°20'

Фиг.6.58. Гранични отклонения на нефункционални размери
а) линейни размери; б) закръгления и фаски; в) ъглови размери



Фиг. 6.59. Нанасяне на гранични отклонения

Хартията търпи всичко (Цицерон).

страна тя оказва съществено влияние върху множество важни характеристики на детайла като: топлоотражение, херметичност на съединението, устойчивост на корозия, здравина на сцепване на покритията, якост на умора и др. Тя оказва силно влияние и при конструкциите за свръхвисока честота - с нарастване на грапавостта на токоносещите повърхнини нарастват и активните загуби, както и се променят функционалните свойства на повърхнините на твърдите диелектрици.

Следователно в чертежа на детайла следва да се укажат допустимите стойности на грапавостта.

Някои термини, свързани с грапавостта са дадени в табл. 6.8.

6.8.2. Параметри

За оценка на грапавостта БДС ISO 4287 утвърждава следните видове параметри:

- *Ra* - **средноаритметично отклонение на профила** – средноаритметичното на абсолютните стойности на отклоненията на профила в границите на базовата дължина *l* (фиг. 6.61), определено от:

$$Ra = \frac{1}{l}\int_0^l |y(x)|dx \qquad (8.1)$$

или приблизително

$$Ra = \frac{1}{n}\sum |y_i|; \quad i = (1,2,...,n), \qquad (8.2)$$

където *n* е приетия брой на отклоненията на профила;

- *Rz* - **най-голямата височина на профила** – разстоянието между линията на издатините (върховете) на профила и линията на падините на профила в границите на базовата дължина (фиг. 6.61).

Ra и *Rz* са т.н. височинни параметри, т.е. параметри, свързани със свойствата на грапавините в направление височината на профила. БДС ISO 4287 съдържа и параметри, свързани със свойствата по дължината на профила, както и параметри, свързани с формата на грапавините на профила. Тези параметри не се разглеждат в настоящето учебно пособие поради рядкото им използване в документацията на слаботоковата техника и автоматика.

В таблица 6.9 са дадени стойностите на параметрите *Ra* и *Rz*.

Таблица 6.9

Стойности на параметрите *Ra* и *Rz*

Ra и *Rz*, *μm*									
0,025	0,032	0,04	0,05	0,063	0,08	0,1	0,125	0,16	0,2
0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2
2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20
25	32	40	50	63	80	100	125	160	200

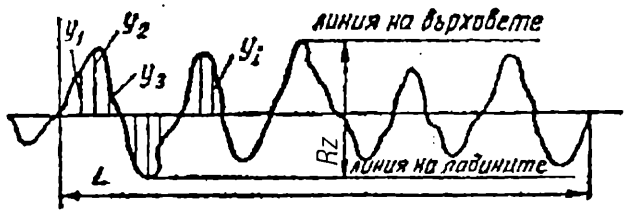
6.8.3. Записване в чертежите (БДС ISO 1302)

Поради своето значение за всяка повърхнина на детайл следва да се предпише ограничение на грапавостта. Знаците, които се използват за означаването й са дадени на фиг. 6.62, а размерите им – на фиг. 6.63. Основните правила за записване в чертежите са показани в

Таблица 6.8

Грапавост на повърхнините (термини)

Термин	Определение
Базова линия	Зададена линия, спрямо която се определят параметрите на профила
Базова дължина *l*	Дължината на базовата линия, използвана за отделяне на грапавините, които характеризират грапавостта на повърхнината (фиг. 6.61)
Отклонение на профила *y*	Разстоянието между профила и базовата линия в направление на измерването (фиг. 6.61)
Средна линия на профила *m*	Базова линия, която има формата на геометричния профил и дели профила така, че в границите на базовата дължина сумата от квадратите на отклоненията на профила от тези на линията е минимална (фиг. 6.62)
Грапавост на повърхнината	Съвкупност от грапавините на повърхнината с относително малки стъпки, която включва най-често грапавините, получени в резултат на прилагания метод на обработване и/или на други въздействия
Дължината на измервания участък ln	Дължината на участъка, на който се измерват стойностите на параметрите



Фиг. 6.61. Определяне на параметрите Ra и Rz

табл. 6.10.

По принцип знакът (фиг. 6.63) трябва да бъде насочен към материала (ако той се нанася върху повърхнината или нейното продължение) близо до размера, определящ големината или разположението на разглежданата повърхнина (фиг. 6.64).

Правилата за разположението на знака е: при всички случаи повърхнината може да бъде посочена чрез изнасяща линия и хоризонтална поличка, като върху поличката се поставя означението на грапавостта (вж. фиг.6.64); ако при наблюдение на чертежа отдолу (от страната на основния надпис) или отдясно знакът за грапавост се разполага над линията-проекция на повърхнината същият може да се постави върху повърхнината или върху нейно продължение (вж.фиг.6.64), докато във всички останали случаи поставянето върху хоризонтална поличка е задължително.

Трябва да се има предвид, че означената грапавост

се отнася до окончателно обработената повърхнина, включително след термообработка и/или покритие.

Измерване на грапавостта

Грапавостта се измерва чрез т.н. профилографи-профилометри, които съдържат филтри (електрически или механични). Реалният профил на повърхнината, който е доста сложен, може да се представи като съвкупност от вълни с различна дължина. Той се обхожда по права линия чрез накрайник и се разлага на хармонични съставки (синусоиди) с различна дължина на вълната, като задачата на филтъра е да пропусне едни и да не пропусне други вълни.

А) Измерването се извършва за дължина на измервания участък ln (дължината на участъка, на който се измерват стойностите на параметрите на грапавостта). Обикновено ln=5xl (ln/ l =5) и е стандартизирано в ISO 4288. В същия стандарт е посочена и базовата дължина l в зависимост от стойността на параметъра на грапавостта. Ако е необходима промяна на отношението ln/ l (напр. ln/l=3) новото отношение се записва след буквеното означение на параметъра, напр. Ra3 12,5.

Б) Както бе споменато по-горе за измерването на грапавостта се използува филтър, които се характеризира чрез лента на пропускане. Напр. 0,08- 2,5 означава, че се пропускат вълни в обхвата от 0,08 mm до 2,5 mm.

Лентата на пропускане е зададена в ISO 3274 и ако нищо не е записано в означението на грапавостта се приема по подразбиране, че тя е стандартизираната в ISO 3274. Ако е необходима промяна на лентата на пропускане то обхватът й се задава пред буквеното означение на параметъра, като между тях се поставя разделителна наклонена линия, напр. 0,0025- 0,8 / Ra 12,5.

В) Въведени са две правила на измерване- правило "16%" и правило "max", които имат следния смисъл:

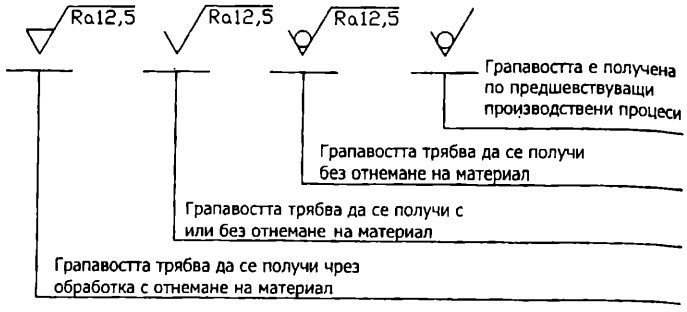
- правило "16%"- при измерване не повече от 16% от всички измерени стойности в границите на измервания участък не трябва да надвишават записаната в чертежа стойност на параметъра; това правило се приема за основно по подразбиране, поради което никакво специално означение за него не се прави;

- правило "max"- нито една от измерените стойности в границите на измервания участък не трябва да надвишава записаната в чертежа стойност на параметъра; използуването на това правило се показва чрез добавяне на "max" след буквеното означение на параметъра на грапавостта, напр. Ra max 1,6.

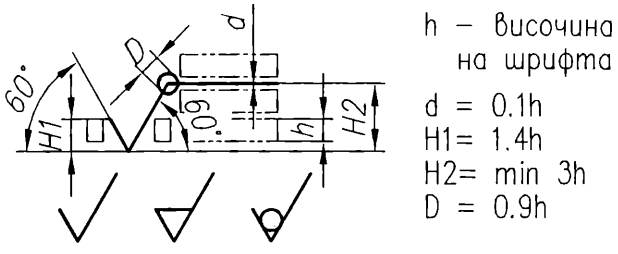
Най-често при предписване на грапавостта се задава нейната горна граница, която не трябва да бъде премината, т.е. реалната повърхнина не трябва да е по-грапава от посочената на чертежа (вж. правилото "16%" и правилото "max", дадени по-горе). Този случай се счита по подразбиране за основен, поради което никакво специално означение за него не се прави.

Същевременно има и случаи когато се налага да се зададат и двете граници- горната (най-голяма грапавост) U и долната (най-малка грапавост) L. Буквите U и L се поставят пред характеристиката на параметъра (вж. табл.6.11).

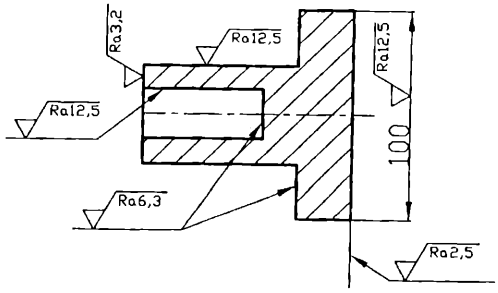
Следва да се отбележи, че разгледаните на фиг.6.62 са обикновено използуваните. При необходимост могат да бъдат предписани допълнителни ограничения, пълният набор от които са дадени на фиг.6.65а. Означенията, посочени в нея са:



Фиг. 6.62. Знаци за означаване на грапавостта



Фиг. 6.63. Размери на знаците



Фиг. 6.64. Разположение на знаците

а и б - характеристика на грапавостта, включваща **задължително:** означението на параметъра (параметрите) и числената му стойност; **допустимо:** дължината на измервания участък ако тя е различна от стандартната; обхватът на лентата на пропускане ако той е различен от стандартния; правилото „max" по отношение на измерването на грапавостта ако то е възприето; означението на горната и долната граница на параметъра ако е необходимо тяхното посочване;

в - технологичната операция, чрез която трябва да се осигури посочената грапавост ако тя е единствена;

г - направление на следите от обработка ако те са важни за функционирането на детайла (вж. фиг.6.65в);

д - припуск за обработка на детайла.

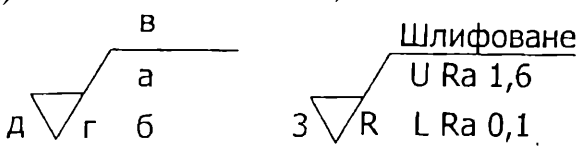
На фиг.6.65б е дадено примерно изпълнение на означение на грапавостта.

В табл. 6.11 са дадени в качеството на илюстрация някои примери за използвани знаци.

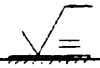
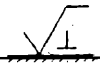
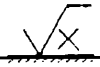
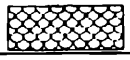
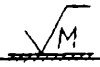
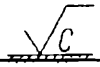
6.8.4. Избор на параметрите и техните стойности

Основните въпроси, които възникват при предписване на ограниченията на грапавостта са:

а) *б)*



в)

Следи на обработката	Означение
	
	
	
	
	
	

Фиг. 6.65. Пълен вид на знака:
а) условно изпълнение; б) примерно изпълнение; в) означения на направлението на следите на обработка

1. Кой параметър да се предпише?
2. Каква стойност да има той?

По-долу ще бъдат дадени някои указания, улесняващи намирането на правилното решение на тези въпроси.

При избора на *Ra* (или *Rz*) следва да се отчита, че *Rz* се отнася до *2* точки, а *Ra* – до значително повече и

Таблица 6.10

Разполагане на знака за грапавост

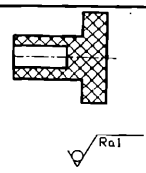
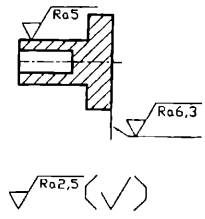
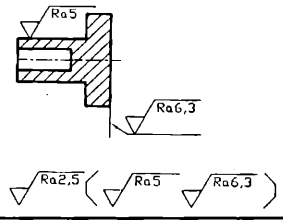
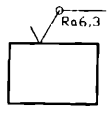
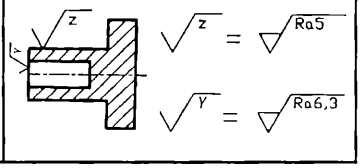
Случай	Илюстрация на правилото
Всички повърнини са с една и съща грапавост	
Преобладаваща част от повърхнините са с една и съща грапавост (Ra 2,5), но съществуват повърхнини с друга грапавост (Ra 5, Ra 6,3)	
Преобладаваща част от повърхнините са с една и съща грапавост (Ra 2,5), но съществуват повърхнини с друга грапавост (Ra 5, Ra 6,3)	
Повърхнинитие, разположени по затворен контур са с една и съща грапавост (Ra 6,3)	
Опростено означаване	

Таблица 6.11

Примери за означаване на грапавост

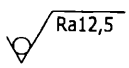
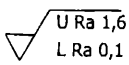
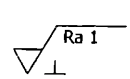
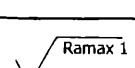
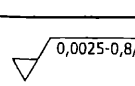
Случай	Илюстрация на правилото
	Грапавостта трябва да се получи без отнемане на материал; едностранно зададена горна граница 12,5 μm; параметър Ra; по подразбиране: дължина на измервания участък, правило "16%" и обхват на лентата на пропускане.
	Грапавостта трябва да се получи с отнемане на материал; двустранно зададени горна (1,6 μm) и долна (0,1 μm) граници; параметър Ra; по подразбиране: дължина на измервания участък, правило "16%" и обхват на лентата на пропускане.
	Грапавостта трябва да се получи с отнемане на материал; едностранно зададена горна граница 1μm; параметър Ra; направление на следите на обработка- перпендикулярно на проекционната равнина на изгледа, върху който е нанесен знакът; по подразбиране: дължина на измервания участък, правило "16%" и обхват на лентата на пропускане.
	Грапавостта трябва да се получи с или без отнемане на материал; едностранно зададена горна граница 1μm; параметър Ra; правило "max"; по подразбиране: дължина на измервания участък и обхват на лентата на пропускане.
	Грапавостта трябва да се получи с отнемане на материал; едностранно зададена горна граница 3,2 μm; параметър Rz; обхват на лентата на пропускане 0,0025-0,8 mm; по подразбиране: дължина на измервания участък и правило "16%".

Таблица 6.12

Стойности на *Ra* и *Rz* в зависимост от степен на точност

Интервали на номиналните диаметри, mm		Степен на точност								
		5	6	7	8	9	10	11	12	13
от	до	Грапавост Ra, μm								
1	3	0,2	0,25	0,5	0,63	0,8	2,5	1,25	3,2	4,0
3	6	0,25	0,4	0,5	0,8	1,25	2,5	2,0	3,2	5,0
6	10	0,25	0,4	0,63	1,0	2,0	3,2	2,5	4,0	6,3
10	18	0,4	0,5	0,8	1,25	2,5	4,0	3,2	5,0	8,0
18	30	0,4	0,63	1,0	2,0	3,2	5,0	4,0	6,3	10
30	50	0,5	0,8	1,0	2,0	3,2	6,3	5,0	6,3	10
50	80	0,63	0,8	1,25	2,5	4,0	6,3	5,0	8,0	12,6
80	120	0,63	1,0	2,0	3,2	5,0	8,0	6,3	10	16
120	180	0,8	1,0	2,56	3,2	6,3	10	8,0	12,5	16
180	250	1,0	1,25	2,5	4,0	6,3	10	8,0	12,5	20
250	315	1,0	2,0	3,2	5,0	8,0	10	12,5	16	25
315	400	1,0	2,0	3,2	5,0	8,0	10	12,5	16	25
400	500	1,25	2,5	3,2	5,0	8,0	12,5	12,5	16	26

следователно по него по-пълно се оценява грапавостта. От тази гледна точка и при липса на други съображения следва да се дава предпочитание на *Ra*.

Препоръчителни стойности в *μm* на параметъра *Ra* са:

0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100.

Що се отнася до избора на стойностите на *Ra* и *Rz* трябва да се подчертае, че липсва универсална методика, обхващаща тази дейност. Поради това във всеки конкретен случай конструкторът предписва ограничение на грапавостта изхождайки от:

- нормативни материали;
- собствен опит;
- метод "аналогия", ползвайки литературни данни;
- резултати от експериментални проверки на предварително зададени стойности;
- други фактори.

Въпреки, че грапавостта на повърхнините се контролира самостоятелно, тя оказва влияние върху останалите допуски – на размерите, на формата, ориентацията, разположението и биенето. В табл. 6.12 са дадени максималните стойности на *Ra* в зависимост от допуска на размера (диаметър) на цилиндрични повърхнини. При липса на други данни табл. 6.12 може да се използва и за предписване на ограниченията на грапавостта на равнинните повърхнини, ограничаващи линейните размери.

За повърхнини, ограничаващи нефункционални (свободни) размери допустимата грапавост се назначава от гледна точка на технологичното оборудване, което би било използвано. В табл. 6.13 са показани стойностите на параметъра *Ra* в зависимост от съответната обработка.

6.9. ДРУГИ ИЗИСКВАНИЯ

6.9.1. ДОПУСКИ НА ФОРМАТА, ОРИЕНТАЦИЯТА, РАЗПОЛОЖЕНИЕТО И БИЕНЕТО

6.9.1.1. Терминология

В техническата документация формата и взаимното положение на повърхнините на детайла се изобразяват като идеални, но както и в живота идеалното е една илюзия. Причините за това се крият в несъвършенството на технологичните процеси, чрез които се получават тези повърхнини (вибрации, термични разширения, неточности в машини и инструменти), различие в характеристиките на обработваните материали и много други. Единственото, което може да се направи в този, както и в много други подобри случаи, е да се наведе глава и човек да се примири с фактите. Разликата между идеалната форма или взаимното разположение и реалната форма или взаимното разположение се ограничава чрез допуските на формата, ориентацията, разположението и биенето (БДС ISO 1101).

След като наличието на такива отклонения е неизбежно, здравият разум подсказва, че ако те са важни от някаква гледна точка, то следва да се укажат граничните им стойности, т.е. техните допуски. В действителност често има случаи, когато тези допуски влияят върху качеството на работата на детайл и/или на неговото сглобяване и е естествено в такива случаи тези допуски да се предпишат в чертежа на детайла. От казаното след-

Таблица 6.13

Стойности на *Ra* в зависимост от вида на обработката

Обработка	вид			
	груба	получиста	чиста	фина
	Ra, μm			
Струговане:				
- надлъжно	25-100	6,3-12,5	1,6-3,2(0,8)	0,4-0,8(0,2)
- челно	25-100	6,3-12,5	3,2	(0,8)-1,6
Разстъргване	50-100	12,5-25	1,6-3,2(0,8)	0,4-0,8(0,2)
Фрезоване с:				
- цилиндрична фреза	25-50	-	3,2-6,3	1,6
- челна фреза	6,3-12,5	-	3,2-6,3(1,6)	(0,8)-1,6
Пробиване:				
- до 15 mm	-	6,3-12,5	-	-
- над 15 mm	-	12,5-25	-	-
Зенкероване	12,5-25	-	3,2-6,3	-
Шлифоване:				
- кръгово	-	3,2-6,3	0,8-1,6	0,2-0,4(0,1)
- плоско		3,2	0,8-1,6	0,2-0,4(0,1)
Протегляне	-	6,3	0,8-3,2	0,2-0,4
Шаброване	1,6-6,3	-	-	0,1-0,8
Разваляване	-	-	0,4-1,6	0,1-0,2
Притриване	-	-	0,4-3,2	0,1-1,6
Полиране		0,2-1,6	-	0,05-0,1
Хонинговане:	- равнини		-	0,1-0,4
	- цилиндри		-	0,05-0,2
Суперфиниш:	- равнини		0,2-0,4(0,05)	-
	- цилиндри		0,1-0,4(0,05)	-
Нарязване на резба посредством:	- плашка, метчик		3,2-12,5	
	- нож, фреза		3,2-6,3(1,6)	
Шлифоване на резба			-	1,6-3,2(0,4)
Обработка на зъбите на зъбни колела чрез:	- дълбане		3,2-6,3(1,6)	
	- фрезоване		(1,6)-3,2	
	- шлифоване		0,4-0,8	
	- шевинговане		0,8-1,6(0,4)	

Забележка: В скоби са посочени гранично допустимите стойности

По-охотно се подчиняваме на молба, отколкото на заповед (П. Сир).

ва, че не всеки чертеж на детайл съдържа споменатите допуски.

Използваните термини и определения са:

- **Елемент** – обобщен термин, който според конкретния случай може да бъде повърхнина (вкл. равнина на симетрия), или линия (вкл. ос или точка).

- **Допускова зона** – област в пространството или в равнината, в границите на която трябва да се намира разглеждания елемент.

- **Допуск на формата** – геометричен допуск, свързан с един елемент.

- **Допуск на ориентацията** – геометричен допуск, свързан с два или повече номинално несъвпадащи елементи.

- **Допуск на разположението** - геометричен допуск, свързан с два или повече номинално съвпадащи елементи.

- **Допуск на биенето** – геометричен допуск, свързан с два или повече елемента, единият от които (базовия) е ос, а другият е разположен от двете страни на оста.

- **База** – една или повече повърхнини, линии и точки, по отношението на които се определя положението на разглеждания елемент.

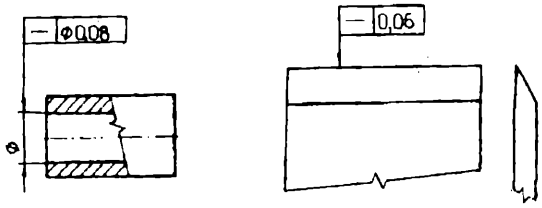
Следва да се има предвид, че

- при допуските на формата за база не може да се говори, тъй като е налице само един елемент.

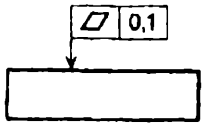
- под номинална форма или разположение се разбира идеалната геометрична форма или разположение на елементите.

6.9.1.2. Видове допуски

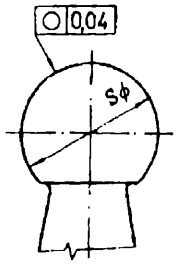
В табл. 6.14 са дадени стандартизираните видове геометрични допуски. Допуските на **праволинейност** (фиг. 6.66) и **равнинност** (фиг. 6.67) се отнасят съответно за профила и за повърхнината на номиналната равнина; допуските за кръглост (фиг. 6.68) и **цилиндричност** (фиг. 6.69) - за профила и повърхнината на номинална цилиндрична повърхнина, а допуските на **зададен профил** (фиг. 6.70) и **зададена повърхнина** (фиг. 6.71) – за произволен (т.е. всеки останал) профил и произволна повърхнина. Допускът за успоредност (фиг. 6.72) третира разполагането на теоретично успоредни оси или повърхнини (комбинирано означаване на няколко допуска е дадено на фиг. 6.73). Разликата между допуск на **перпендикулярност** (фиг. 6.74) и допуск на наклон (фиг. 6.75) се състои в стойността на номиналния ъгъл между двата елемента – в първия случай ъгълът е равен на 90°, а във втория е различен от 90°. Допускът на **местоположение** (фиг. 6.77) се използва за означаване несъвпадането на реалния елемент с номиналното му разположение, дефинирано чрез съответни линейни и ъглови размери, поставени в правоъгълна рамка. Допускът на **съосност** (**симетричност**) (фиг. 6.76) ограничава реалното несъвпадане на две или повече оси (равнини на симетрия), а разликата между допуск на **концентричност** (фиг. 6.78*б*) и допуск на **съосност** (фиг. 6.78*а*) се състои в това, че в първия случай се разглежда сечение, а във втория – ротационна повърхнина. При въртене около базова ос на разглеждан симетричен елемент промяната на разстоянието между симетрично



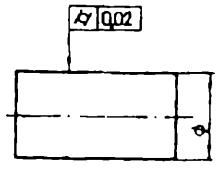
Фиг. 6.66. Означаване на допуск на праволинейност



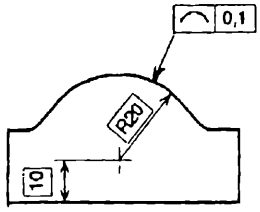
Фиг. 6.67. Означаване на допуск на равнинност



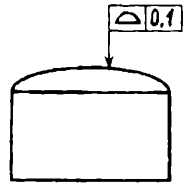
Фиг. 6.68. Означаване на допуск на кръглост



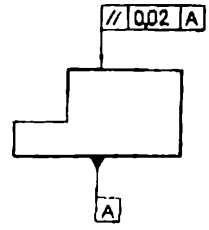
Фиг. 6.69. Означаване на допуск на цилиндричност



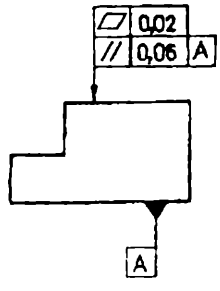
Фиг. 6.70. Означаване на допуск на зададен профил



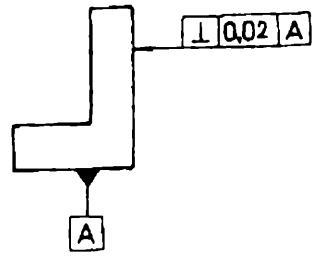
Фиг. 6.71. Означаване на допуск на зададена повърхнина



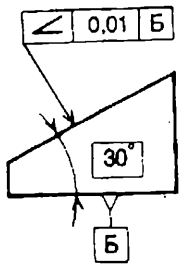
Фиг. 6.72. Означаване на допуск на успоредност



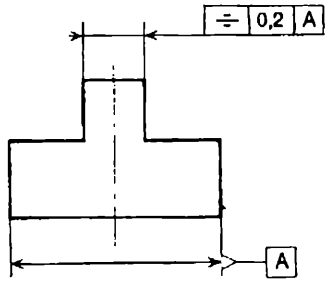
Фиг. 6.73. Примерни допуски на равнинност и успоредност



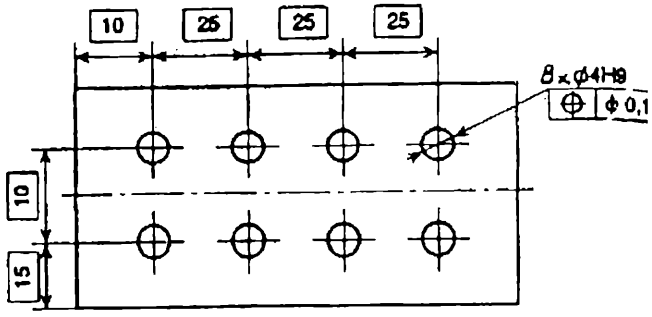
Фиг. 6.74. Означаване на допуск на перпендикулярност



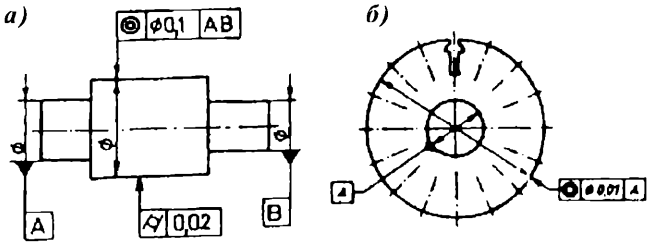
Фиг. 6.75. Означаване на допускна наклон



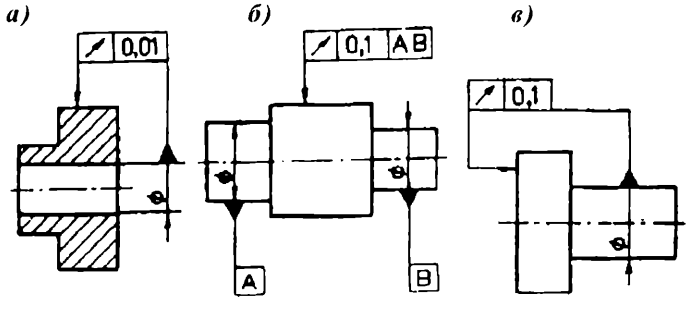
Фиг. 6.76. Означаване на допуск на симетричност



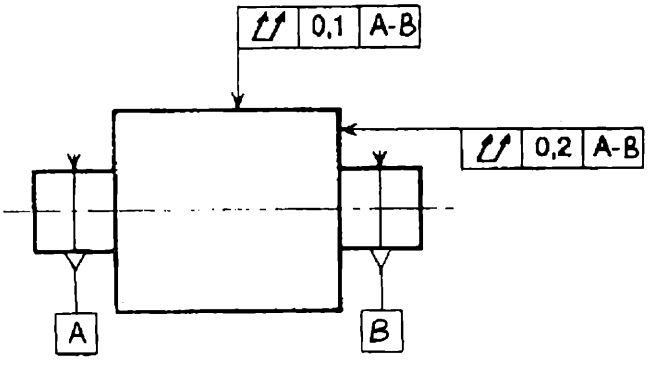
Фиг. 6.77. Означаване на допуск на местоположение



Фиг. 6.78. Означаване на допуск на:
а) съосност; б) концентричност



Фиг. 6.79. Означаване на допуск на местно биене:
а, б – радиално биене; в - челно биене



Фиг. 6.80. Означаване на допуск на пълно биене

разположени точки и оста е прието да се нарича **биене** (вж. фиг. 6.79). Разликата между допуск на **местното биене** и допуск на **пълното биене** се свежда отново до разглежданото сечение и разглежданата повърхнина. Местното биене (фиг. 6.79) е обобщен термин. Конкретни представители на този допуск са **радиално биене** (фиг. 6.79*а, б)* и **челно биене** (фиг. 6.79*в*). Аналогичен е въпросът и с **пълното биене** (фиг. 6.80). Конкретни представители са **пълното радиално биене и пълното челно биене** (фиг. 6.80).

6.9.1.3. Влияние

Експлоатационните свойства на съвместно работещи детайли зависят в голяма степен от качеството на повърхностния им слой, което се определя от неговите физико-механични свойства, геометрични характеристики – допуски на формата (макрогеометрия), грапавост (микрогеометрия) и взаимно разположение на тези геометрични характеристики в двата детайла.

Допуските на формата влияят главно върху характера на съединението на детайлите, а оттук и върху такива експлоатационни характеристики като износоустойчивост, контактна якост, устойчивост на вибрации, херметичност на съединението и др.

Допуските на ориентацията, разположението и биенето характеризират реалното взаимно разположение на елементите на детайлите и оказва съществено, а в някои случаи и решаващо влияние върху правилното функциониране от геометрична гледна точка на сглобените единици.

6.9.1.4. Числени стойности

Числените стойности в *μm* на разглежданите геометрични допуски могат да се избират измежду стойностите:
1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 160; 200; 250.

6.9.1.5. Означаване в чертежите

Означаването в чертежите на геометричните допуски се подчинява и на следните правила:

- основната информация се помества в правоъгълна рамка, разделена на две, а в някои случаи и на повече части - в първата част се поставя знакът за вида на допуска (табл. 6.14), а във втората - числената му стойност в *mm;*

- пред стойността на допуска се поставя знакът "∅" ако допусковата зона е кръгла или цилиндрична; такава допускова зона притежава винаги допускът на: съосност,

Таблица 6.14

Видове геометрични допуски и знаци

Допуски	Видове допуски	Знаци
Допуски на форма	Праволинейност	—
	Равнинност	▱
	Кръглост	○
	Цилиндричност	⌭
	Зададен профил	⌒
	Зададена повърхнина	⌓
Допуски на ориентация	Успоредност	//
	Перпендикулярност	⊥
	Наклон	∠
Допуски на разположение	Местоположение	⌖
	Концентричност и съосност	◎
	Симетричност	⌯
Допуски на биене	Местно биене	↗
	Пълно биене	⌰

концентричност и праволинейност на ос в пространството; такава допускова зона могат да имат (т.е. не е задължително) допускът на: местоположение на ос в пространството, местоположение на точка в равнина и успоредност на права спрямо права в пространството;

- лявата част на правоъгълната рамка се свързва с разглеждания елемент посредством изнасяща линия, завършваща със стрелка;

- рамката на допуск на формата се състои от две части, а на останалите геометрични допуски – от три (в някои случаи и повече) части; в третата част се поставя буквено означение на базовия елемент, като същото буквено означение, оградено с правоъгълна рамка се свързва с базовия елемент чрез изнасяща линия, завършваща с почернен или непочернен равностранен триъгълник; допуска се при възможност дясната част на рамката да се свърже директно чрез изнасяща линия с базовия елемент, като в този случай третото поле, както и буквено означение на базата липсват;

- ако разглежданият (базовият) елемент е ос или равнина на симетрия, изнасящата линия трябва да бъде продължение на размерната линия на елемента и обратното – ако този елемент не е ос или равнина на симетрия, изнасящата линия не трябва да бъде продължение на размерната линия.

В табл. 6.15 са дадени примери с означени геометрични допуски.

6.9.1.6. Избор

Както бе отбелязано, наличието на допуски на формата в чертежа на детайл не е задължителен елемент при изработването на работния чертеж. Конкретен допуск се предписва само ако той влияе върху качеството на работа на детайла. Универсална методика за предписване на допуски на формата липсва. Изборът се извършва на базата на:

- съществуващи нормативни материали обикновено конкретни детайли;

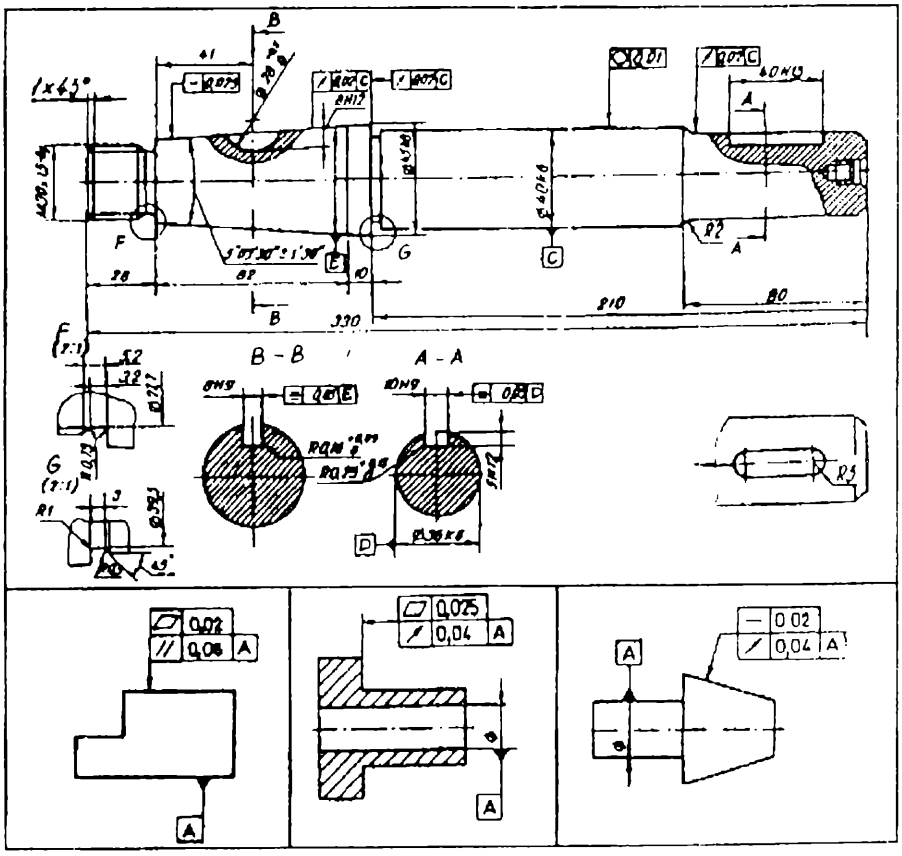
- принципа на аналогията.

Допуски на формата се предписват преди всичко за някои от повърхнините, участващи в съединенията и отговарящи на определени условия. Не се предписват допуски за:

- повърхнини, участващи в подвижни сглобки, чиито хлабини се предназначени само за сглобяване на съединенията, а повърхнините по време на работа са неподвижни една спрямо друга или взаимното им дви-

Таблица 6.15

Примерни означения на геометрични допуски



жение има епизодичен характер;

- повърхнини, участващи в преходни или неподвижни сглобки, към които не се поставят особени изисквания по отношение на точност на центроване или якост и които в процес на експлоатация не са подложени на значителни натоварвания (ударни и др.) или не се разглобяват и сглобяват повторно.

Обикновено се назначават т.н. комплексни допуски на формата: на равнинност и на цилиндричност. Допуск на зададена повърхнина сравнително рядко се използва поради малкото разпространение на този вид повърхнини.

От гореизложеното може да се обобщи, че допуск на формата се предписва преди всичко при две условия:

а) участие на повърхнината, за която се фиксира такъв тип допуск, в съединение;

б) допълнителни изисквания.

По принцип, определянето на вида на допуска на ориентацията, на разположението и на биенето се извършва чрез разкриване и пресмятане на сборни размерни вериги, в които участва разглеждания детайл. Специално допуските на ориентацията, разположението и биенето имат пряко отношение към монтажа на сглобената единица, в която е включен разглеждания детайл. Един **възможен алгоритъм**, чрез който могат да бъдат определени формализирано допуските на разположението от гледна точка на осигуряване на сглобяемост е:

1. Означаване в сборния чертеж на сглобената единица на пълните съединения на изделието (фиг. 6.81*а*).

2. Търсят се, движейки се по детайлите на СЕ, затворени контури, като се съблюдават следните условия:

а) в детайл може да се "влезе" само през пълно съединение, в което участва;

б) от детайл може да се "излезе" само през друго пълно съединение;

в) "движението" в детайла е неограничено;

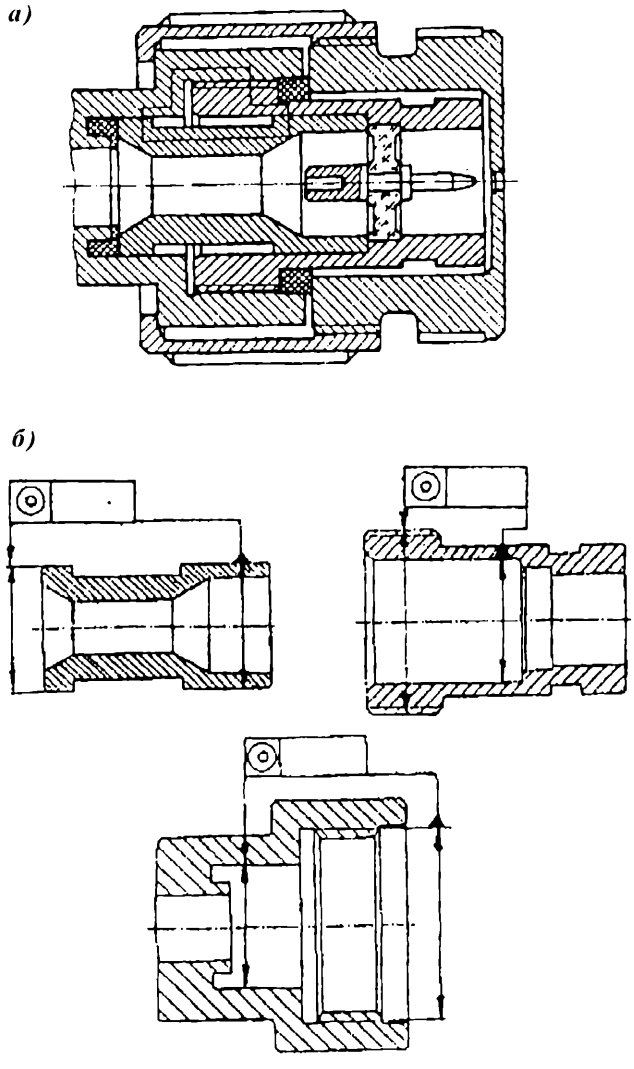
г) целта е при това "движение" да се получи затворен контур.

3. Извършва се анализ на всеки затворен контур с цел да се уточни вида на допуските, които участват в контура. Видът на допускът на ориентация, разположение и биене се определя в зависимост от взаимното разположение на съответните повърхнини. Обикновено такива допуски са:

- на съосност (радиално биене, пълно радиално биене);
- насиметричност;
- на местоположение.

Приложението на алгоритъма е илюстрирано на фиг. 6.81*а*, където с дебели линии са очертани пълните съединения на примерно изделие и е показан един контур. Получените допуски на разположението са дадени в детайлните чертежи (фиг. 6.81*б*).

В табл. 6.16 са дадени възможните допуски в зависимост от взаимното положение на елементите.



Фиг. 6.81. Определяне на допуски на разположението
а) изходен сборен чертеж; б) чертежи на детайли

Таблица 6.16

Видове допуски на разположението (от гледна точка на сглобяването на ТО)

Съвпадащи елементи	Допуски на разположението и биенето
Ос-ос	◎ (радиално биене)
Ос (равнина на симетрия - равнина на симетрия (ос)	⌯
Равнина (произволна повърхнина) - равнина (произволна повърхнина)	⌖

6.9.2. ТЕРМООБРАБОТКА

Под термообработка се разбира процесът на топлинна обработка на металите и сплавите с цел изменение на тяхната структура (а следователно и свойствата им). Термообработката се състои в нагряване на детайл до определена температура, задържане при тази температура и последващо охлаждане с определена скорост. Основните видове термообработки за стомана, цветни метали и сплави са:

- закаляване
- отгряване

- отвръщане
- стареене

Вид термообработка е химико-термичната термообработка, при която повърхнината на метален детайл се насища с атоми на определени елементи с цел подобряване на свойствата на повърхнината (износоустойчивост, якост и др.). Процесът протича при определена температура чрез дифузия на атомите. В зависимост от вида на елемента, чиито атоми проникват се различават:

- цементация (дифузия на въглерод, отнасяща се само за стоманени детайли);
- азотиране (азот);
- хромиране (хром);
- силициране (силиций);
- сулфидиране (сяра);
- алуминиране (алуминий) и др.

Термообработката се характеризира със свойствата на материала, получени в резултат на обработката. Много често за характеристика на повърхностния слой се използва твърдостта му и дълбочината на обработка. **Твърдостта може да се оцени** чрез няколко метода: **на Бринел** (означение *HB*), **на Викерс** *(HV)* и **на Рокуел** *(HRC)*. Например записът *"HRC 40 ... 44"* означава, че твърдостта, измерена по скалата на Рокуел трябва да се движи в границите от *40* до *44* единици. Дълбочината на обработката също се задава с граничните си стойности, например *"h 0,7 ..0,9"*, което означава, че термообработения слой е *0,7÷0,9 mm*.

По принцип в чертежите вида на термообработката (БДС 2.310-88) **не се посочва** (фиг. 6.82*а*), **освен ако тя е единствената, чрез която могат да се осигурят указаните свойства на повърхността на материала** (фиг. 6.82*б*). Ако тя се отнася за целия детайл, указанието за термообработка се дава в техническите изисквания (фиг. 6.82), а ако термообработката се отнася за ограничен участък – така както е показано на фиг. 6.83*а* или фиг. 6.83*б* (линията, показваща участъка е дебела прекъсвана с точка).

Ако няколко повърхнини, разположени по затворен контур се подлагат на една и съща термообработка, означението е в съответствие с фиг. 6.84.

6.9.3. ПОКРИТИЯ

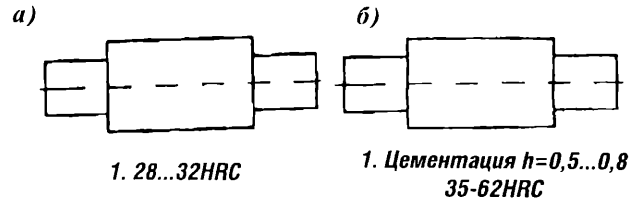
Покритията са специално създадени върху повърхността на детайла слоеве със защитна, декоративна или функционална цел. Защитните покрития са предназначени за предпазване от корозия, декоративните – за придаване на декоративен вид на повърхността, а едновременно с това и за предпазване от корозия, а функционалните – за получаване на желани функционални свойства на повърхнината (повишаване на износоустойчивост, на твърдост и др), като едновременно с това защитават от корозия.

Покритията биват метални и неметални, а последните – неорганични и органични.

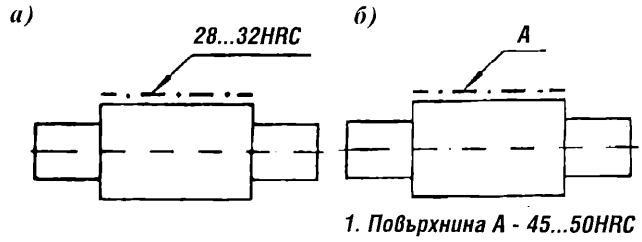
Означението на покритието в чертежите (БДС 9529-76) има структурата, дадена на фиг. 6.85.

Ако дебелината на покритието не е посочена, следва да се разбира, че покритието е по-тънко или равно на *1 μm*.

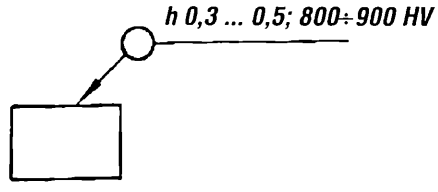
Например: за двуслойно покритие, получено чрез електрохимично отлагане; материал на покритието



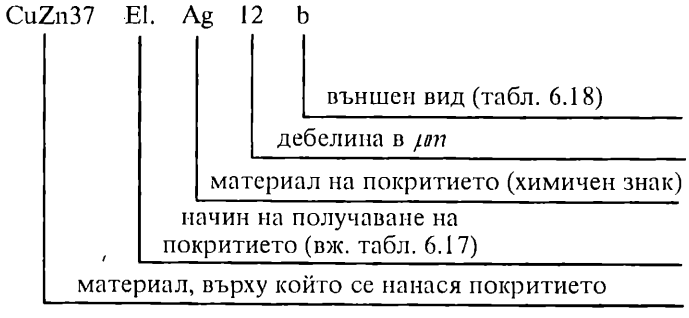
Фиг. 6.82. Означаване на термообработка на всички повърхнини в техническите изисквания



Фиг. 6.83. Означаване на термообработка на ограничен участък



Фиг. 6.84. Означаване на термообработка на няколко повърхнини, разположени о затворен контур

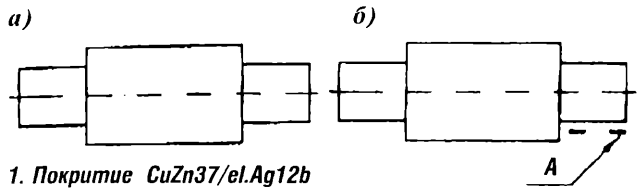


Фиг. 6.85. Означаване на покритие

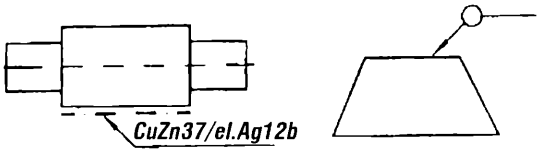
Cu - Zn, от който 60% *Cu;* дебелина *2,5 μm* и външен вид матово, следва да се запише: *.../el.Cu60Nn2,5 mt.*

Например: за двуслойно покритие, състоящо се от *Cu* с дебелина *10 μm* и *Ni* с дебелина *20 μm* и външшен вид - блестящо, следва да се запише: *.../elлCu10Ni20 b.*

Като правило (БДС 2.3 1 -88) покритието се означава в техническите изисквания (фиг. 6.86). Допуска се то да бъде изнесено непосредствено до изображението (фиг. 6.87), ако се отнася за част от детайла. В случаите на фиг. 6.86*б* и фиг. 6.87 линията, указваща участъка, е дебела прекъсвана с точка. Ако едно и също покритие трябва



Фиг. 6.86. Означение на покритието в техническите изисквания



Фиг. 6.87. Означение на покритието до изображението

Фиг. 6.88. Означение на покритие на повърхнини по затворен контур

да бъде нанесено на повърхнини, образуващи затворен контур, на края на показната линия се поставя окръжност (фиг. 6.88).

Таблица 6.17

Означаване на начините за получаване на покритието

Начин за получаване на покритието	Означения
Електрохимично отлагане	el
Аноден	an
Контактен	kont
Химически	ch
Горещ	sn
Дифузионен	dif
Метализиране чрез разпрашаване	met

Таблица 6.18

Означаване на външен вид на покритието

По външен вид	Означение
Матово	mt
Млечно	ml
Блестящо	b
Огледално	bb

6.9.4. МАРКИРОВКА И ЩЕМПЕЛУВАНЕ

БДС 2.306-79 третира указанията в чертежите за маркиране и щемпелуване.

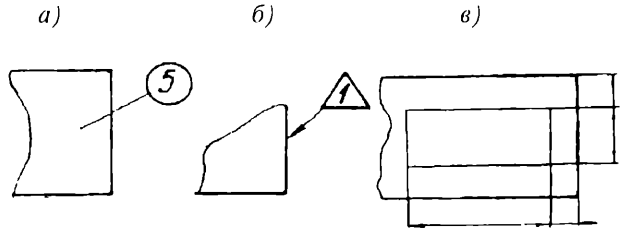
Маркировката е съвкупност от знаци, характеризиращи изделието (означение, пореден номер, дата на производство, търговска марка на фирмата и др.).

Щемпелът е знак, който удостоверява годността на изделието в съответствие с конструкторската документация и нормативните изисквания.

Указанията за маркиране и щемпелуване се записват в отделно техническо изискване (вж. прил. П.08). Посочва се начинът за нанасяне на маркировката и щемпелуването – удар, гравиране, боядисване и т.н.

В чертежа мястото за нанасяне на маркировката и щемпелуването се отбелязва с точка и се съединява със съответния знак с тънка непрекъсната линия.

На фиг. 6.89 са показани знаците: окръжност с диаметър *10 – 15 mm*, (фиг. 6.89*а*) за маркиране и равностранен триъгълник със страна *10 – 15 mm* (фиг. 6.89*б*) за щемпелуване. Вътре в знака се записва поредният номер на техническото изискване. При необходимост се посочват и необходимите размери на мястото на маркировка или щемпелуване (фиг. 6.89*в*).



Фиг. 6.89. Знаци:
а) за маркиране; б) за щемпелуване;
в) място за маркиране и щемпелуване

6.9.5. ТЕХНИЧЕСКИ ИЗИСКВАНИЯ В ЧЕРТЕЖИ НА ДЕТАЙЛИ

Вече бе споменато, че чертежите трябва да съдържат пълната информация, необходимо за изработването и експлоатацията на изделието. Основното в чертежите са изображенията, но много чести са случаите, когато изискванията към изделието и съставните му части не могат да се опишат графично.

Ето защо като съставна част на чертежите се разглеждат и **техническите изисквания.** Това са **ясни, кратки и еднозначни текстове, които описват допълнителните изисквания към изобразения на чертежа обект.** Тези изисквания обикновено се разполагат едно под друго над основния надпис и следва да бъдат номерирани (фиг. 5.101*а*), ако са повече от едно.

Очевидно е, че техническите изисквания към изделието като цяло и към съставните му части ще бъдат различни. В инженерната практика са възможни твърде широки граници за техническите изисквания, но в учебната практика те трябва да бъдат сведени до най-характерните.

Групите технически изисквания, резултат от досегашни изследвания и прилагани в чертежи на детайла, са следните:

1. Структура и свойства на материала
2. Оразмеряване +
3. Качество на повърхнините +
4. Условия и методи за изпитване +
5. Маркиране и щемпелуване +
6. Транспортиране и съхранение +
7. Други технически изисквания +

В прил. П. 08 пък са дадени примерни записи, които студентите могат да използват при формирането на

технически изисквания към създаваните от тях чертежи. Този примерен списък може и трябва да бъде допълнен и с личния опит при запознаването с различна конструкторска документация.

6.10. ДОКУМЕНТИРАНЕ НА ДЕТАЙЛИ

Детайлът се документирра чрез "чертеж на детайл".

6.10.1. СЪДЪРЖАНИЕ НА ЧЕРТЕЖ НА ДЕТАЙЛ

Съгласно нормативните изисквания **чертежът на детайл трябва да съдържа цялата необходима информация за неговото изработване**. Следователно в него трябва да има:

- необходими и достатъчни графични изображения;
- стойности на размерите;
- точностни изисквания – към размерите, грапавостта, формата на повърхнините и взаимното разположение на повърхнини и оси;
- технически изисквания;
- технически данни (ако има такива – напр. за характеристиките на кривата на полупроводникова интегрална схема, за брой на зъбите на зъбно колело, брой на навивките на пружина и т.н.).

Към това следва да се добави, че основният надпис трябва да бъде изцяло и конкретно попълнен и подписан от съответните длъжностни лица.

Последователността на създаването на чертеж на детайл следва изпълнението на горните изисквания:

а) формиране на изображения;

б) избор на главна и подчинени проекции;

в) формиране на допълнителни проекции и изнесени изгледи, разрези и сечения;

г) съставяне на размерната мрежа;

д) определяне и нанасяне стойностите на размерите;

е) определяне (избор или пресмятане) и нанасяне на точностните изисквания;

ж) съставяне на набора от технически изисквания и нанасяне в чертежа;

з) нанасяне на технически данни;

н) попълване на информацията в основния надпис.

Ако не се използва предварително подготвен формат, то първата работа при съставянето на чертежа е да се очертае форматът. Разполагането в чертожното поле на отделните части от информацията става равномерно, така че тя да бъде достатъчно четивна и да не дава повод за тълкуване.

Тъй като изброените изисквания са трудоемки, твърде често чертежът не удовлетворява изискванията. Ето защо е целесъобразно най-напред да се направи скица на детайла, а след това – и неговият чертеж. **Скицата съдържа цялата необходима информация, която следва да бъде разположена в чертежа, но изображенията не са мащабирани**, т.е. изпълнени са със свободна ръка, като стремежът е максимално доближаване в изображенията на действителните съотношения между отделните части и форми на детайла.

6.10.2. ФОРМИРАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Нов чертеж на детайл може да се създава в два различни случая:

а) когато е известен чертежът на общия вид (вж. т. 5.7.2) и изображенията на детайла се извличат от там;

б) когато най-напред е изготвен физически модел на обекта, подложен е на изпитания и изследвания и след утвърждаването му конструкторът започва да разработва документацията.

В първия случай трябва последователно да се извърши следното:

а) чрез анализ на изображенията в чертежа на общия вид да се обозначат с първо приближение повърхнините на детайла, чийто чертеж ще се изработва;

б) също с първо приближение, под формата на скица, се построяват всички изображения на детайла, доколкото позволява информацията в чертежа на общия вид; очевидно е, че някои от изображенията ще са непълни;

в) като се има предвид правилата за проектиране (Приложение П03), получените изображения се доизграждат или доуточняват;

г) избира се измежду получените изображения главната проекция, а останалите изображения се разполагат в избрана проекционна връзка;

д) разполагат се в чертожното поле допълнителни изгледи и изнесени елементи, ако има такива;

е) минимизира се броя на изображенията.

По-нататък се процедира, както е описано в т. 6.10.1.

Във втория случай конструкторът, разполагайки с готовия детайл, последователно извършва следното:

а) запознава се чрез оглед с всички повърхнини на детайла;

б) преценява необходимостта от изгледи, разрези и сечения, за да се изобразят всички повърхнини на детайла;

в) построява, под формата на скица, всички необходими изображения;

г) избира главната проекция и проекционната връзка с останалите изображения;

д) разполага допълнителни изображения;

е) минимизира броя на изображенията.

Както се вижда, различието е в началните дейности, които са и основни в двата случая.

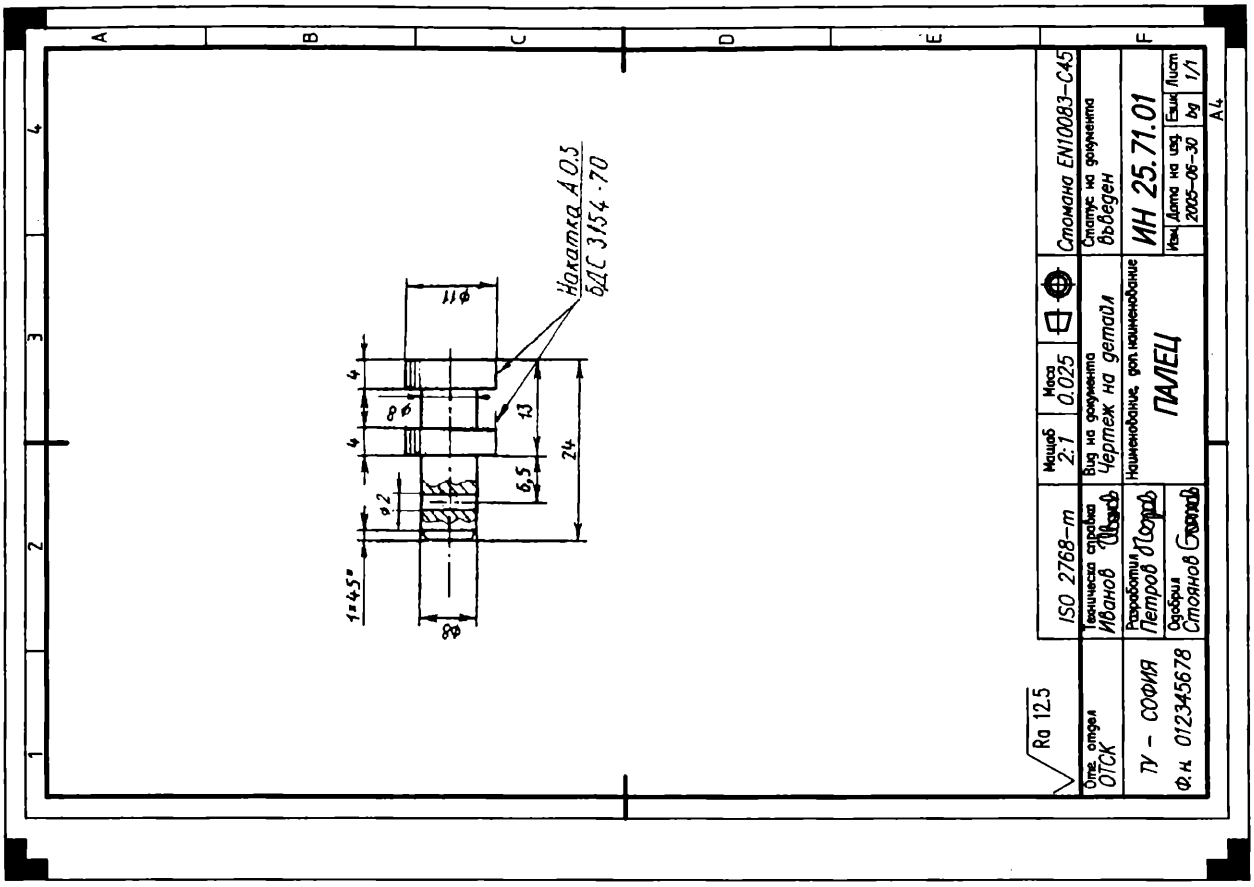
Независимо кой от случаите ще се документира, **възможни са два подхода:**

- да се формират изображения на всяка повърхнина поотделно и след това те да бъдат обединени в изображения на детайла;
- всяко изображение на детайла да се изгражда изцяло и едва тогава да се преминава към следващото.

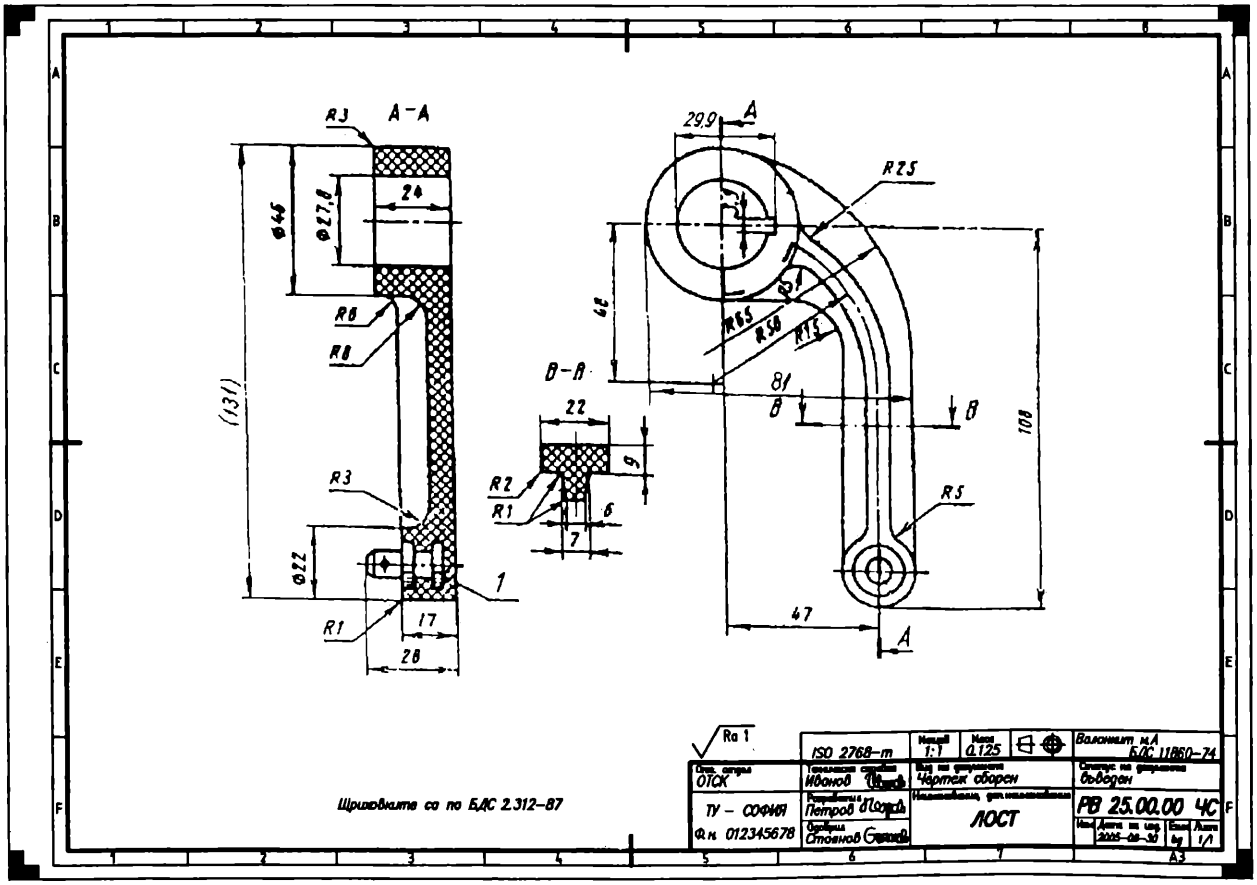
Очевидно е, че изборът на подхода ще зависи от знанията и уменията на конструктора. Практиката е показала, че вторият подход е предпочитан след натрупване на определен опит.

Особеностите по поставянето на останалите елементи от чертежа (размери, грапавост и т.н.) бяха разгледани по-горе.

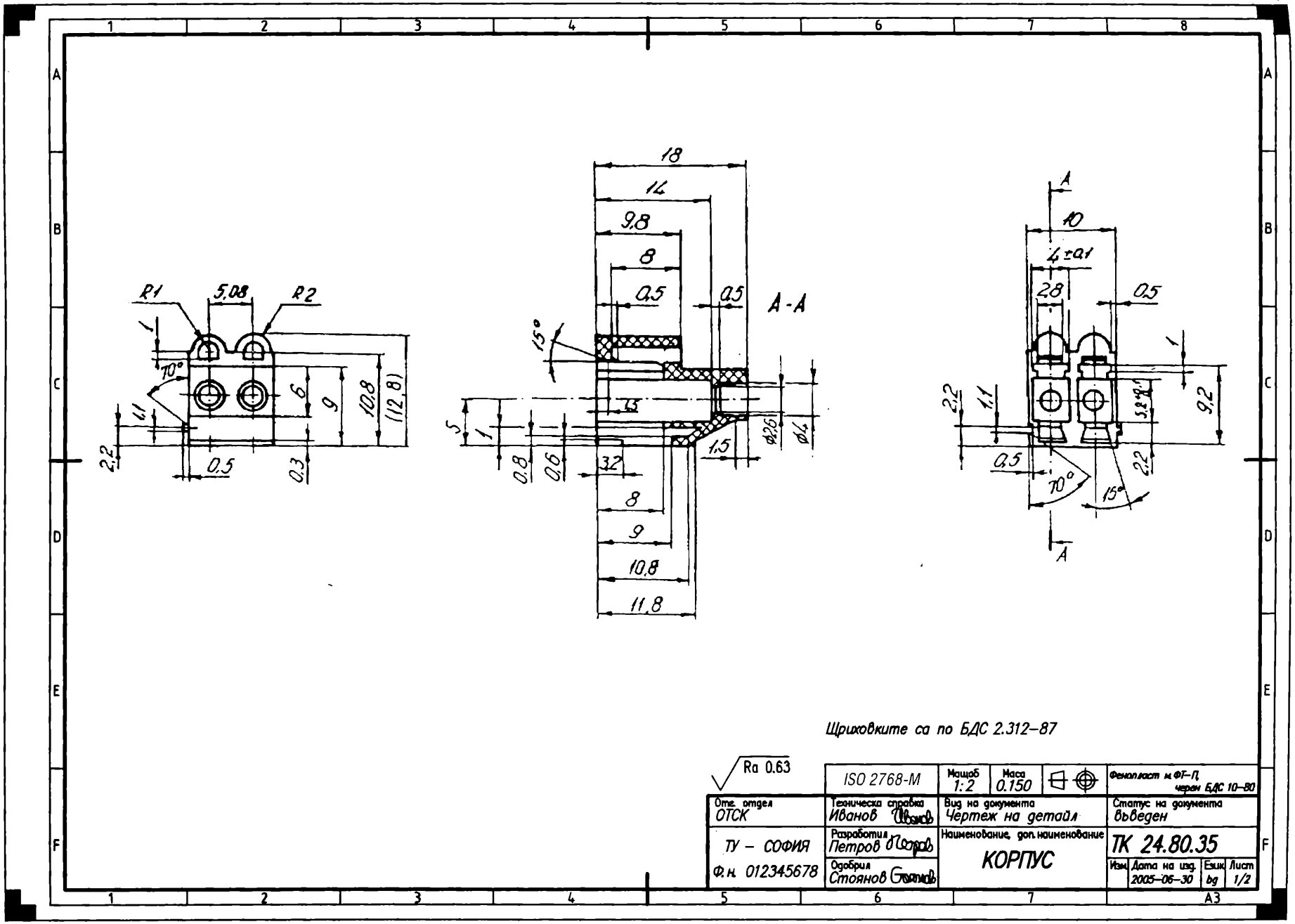
На фиг. 6.90 - 6.93 са дадени чертежите на някои детайли.



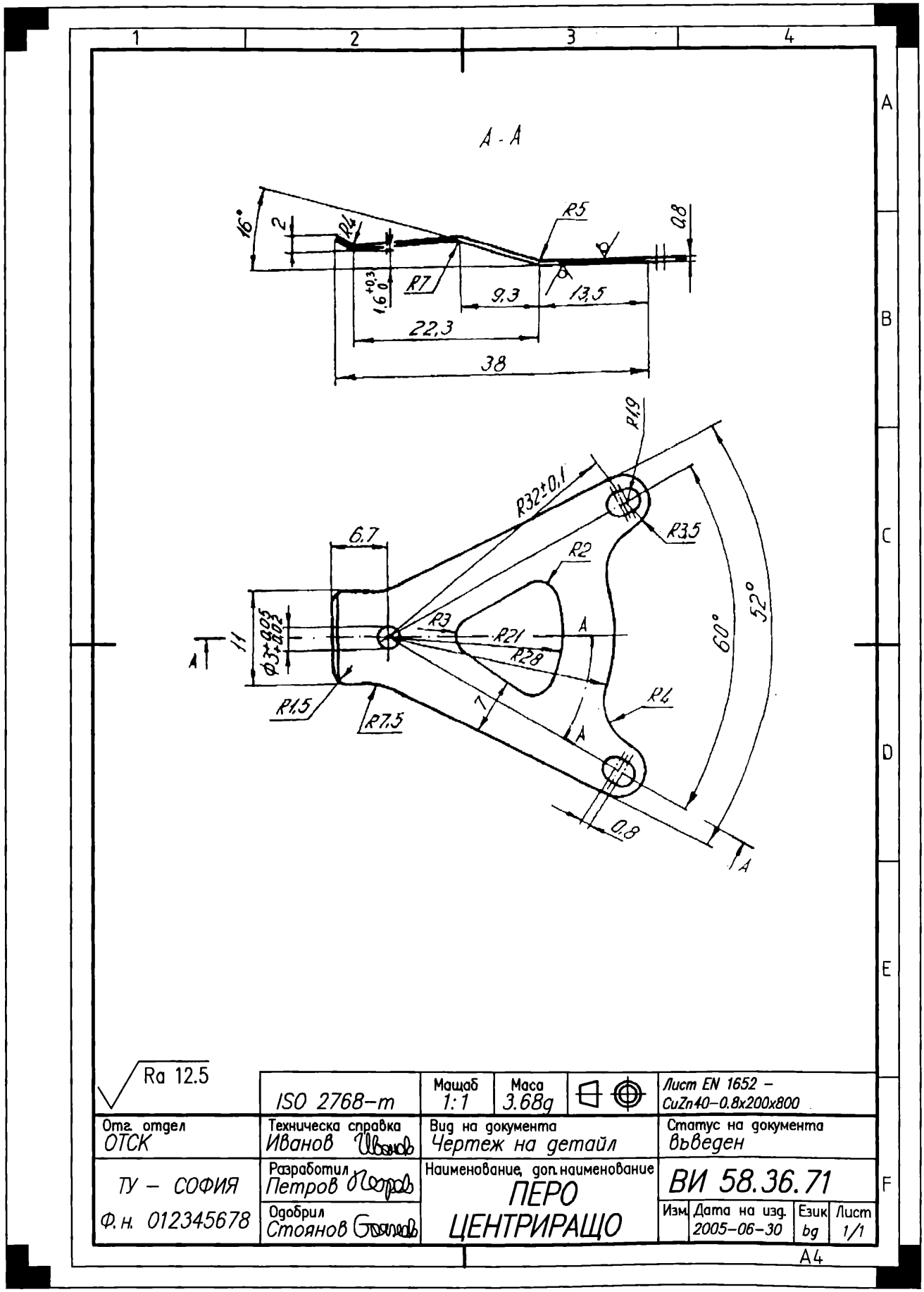
Фиг. 6.91. Чертеж на металната вложка от фиг. П 6.60.



Фиг. 6.90. Чертеж на детайл с метална вложка



Фиг. 6.92. Чертеж на детайл от пластмаса



Фиг. 6.93. Чертеж на детайл

6.11. ОСОБЕНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА СПЕЦИФИЧНИ ДЕТАЙЛИ

6.11.1. ПЕЧАТНА ПЛАТКА

Печатните платки са основни елементи в електронните изделия. За разлика от обемния монтаж, при който електронната апаратура се монтира върху метално шаси с отделни проводници за електрическа връзка, печатният монтаж се състои в нанасяне на тънки токопроводящи покрития (печатни проводници) върху изолационна основа. Печатната платка представлява изолационната подложка с нанесените върху нея печатни проводници. Освен печатни проводници платката може да съдържа монтажни отвори и контактни площадки за закрепване на механични елементи, контактни площадки за съединители, защитно покритие върху мястото на спойките, общо лаково защитно покритие и др. Елементите, които участват в електронното устройство, се поставят върху печатната платка и се съединяват с печатните проводници чрез спояване.

6.11.1.1. Терминология

Термините, свързани с проектиране, разработване на документация и изработване на печатни платки, са регламентирани в БДС 12881-79. По-важните от тях и най-често използваните са изложени по-долу:

Печатна платка - изолационен материал, изрязан по дадени размери, съдържащ необходимите отвори и най-малко едно проводящо изображение.

Изображение на печатна платка - конфигурация на проводниковия и диелектричния материал на печатната платка.

Проводящо изображение - изображение на проводимата част на печатната платка.

Основа на печатната платка - конструктивен елемент на печатна платка, на повърхността или в обема на който се изпълнява проводящото изображение.

Заготовка на печатната платка - електроизолационен материал с определен размер, който се подлага на обработка при всички производствени операции.

Едностранна печатна платка - печатна платка с една основа, на едната страна на която е нанесено проводящо изображение.

Двустранна печатна платка - печатна платка с една основа, на двете страни на която са нанесени проводящи изображения и всички необходими съединения.

Многослойна печатна платка - печатна платка, съставена от редуващи се слоеве изолационен материал с проводящи изображения на два и повече слоя, между които са изпълнени необходимите съединения.

Гъвкава печатна платка - печатна платка, изработена върху гъвкава основа.

Печатен възел - печатна платка с присъединени към нея електрически и механични елементи и с изпълнени всички процеси на обработка (спояване, покрития и др.).

Печатен проводник - една проводяща ивица или площадка в проводящо изображение.

Печатен монтаж - начин на монтаж, при който електрическото свързване на елементите, включително и екраните, е изпълнено с помощта на печатни проводници.

Монтажна страна на печатната платка - страна на печатната платка, върху която са монтирани повечето от градивните елементи.

Проводящ слой на печатната платка - проводящо изображение, лежащо в една плоскост.

Широчина на печатния проводник - напречният размер на печатния проводник, в която и да е негова точка.

Разстояние между печатни проводници - разстояние между краищата на съседни проводници в един слой на печатната платка.

Контактна площадка - част от проводящото изображение, използвано за свързване на елементите на електронната апаратура.

Изводни контакти - серия от печатни контакти в края на печатна платка, предназначена за свързване със съединител.

Контактен преход - токопроводим участък, който осигурява електрическа връзка между проводниците, намиращи се в различните слоеве и страни на печатната платка.

Метализиран отвор - отвор в печатна платка с отложен по стените проводящ материал.

Присъединителен отвор - отвор, използван за свързване изводите на градивните елементи към печатната платка, а също и за всяко електрическо свързване към проводящото изображение.

Монтажен отвор - отвор, използван за механично закрепване на печатната платка върху шаси или за механично закрепване на елементите върху печатната платка.

Графичен оригинал — изображение на печатна платка, изпълнено с необходимата точност в зададен мащаб.

Координатна мрежа (растер) - мрежа, определяща положението на елементите на изображението на печатната платка в правоъгълна или полярна координатна система.

Стъпка на координатна мрежа - постоянна стойност, определяща разстоянието между съседни линии на координатната мрежа и кратността на разстоянията между монтажните отвори. За мрежа в правоъгълна координатна система стъпката е линейна и еднаква в хоризонтална и вертикална посока. За мрежа в полярна координатна система стъпката е линейна на концентрични окръжности и ъглова на радиалните линии.

Възел на координатна мрежа - точка на пресичане на две линии от координатната мрежа.

Резист - диелектрично или метално покритие, използвано в качеството на защита при изпълнение на следващите операции.

Метализация - химическо или електрохимическо отлагане на метал върху изолационна основа.

6.11.1.2. Видове печатни платки, материали, методи за изработка, монтаж

Най-общо печатните платки се класифицират по следните признаци:

- вид на подложката;
- брой на слоевете;
- плътност на монтажа.

Според вида на подложката печатните платки се

разграничават на:

- Гъвкави - с дебелина на подложката от 0.25 до 0.35 mm. Използват се за електрическо съединяване на детайли и възли, конструкцията на които не позволява използването на твърди платки. Прилагат се най-често в изчислителните машини и системите за обработка на данни, съобщителната техника, системите за управление, медицинската техника, автомобилостроенето и др.

- Твърди - с дебелина на подложката по-голяма от 0.35 mm.

Според броя на слоевете печатните платки са:

- Еднослойни (едностранни) - печатните проводници са нанесени само от едната страна на подложката.

- Двуслойни (двустранни) - печатните проводници са нанесени от двете страни на изолационната основа.

- Многослойни - съставени са от редуващи се проводящи слоеве, изолирани помежду си с изолационен материал (фиг. 6.94 и фиг. 6.95). Токопроводящите слоеве са съгласувани помежду си така, че образуват обща проводяща схема, която съответства на принципната електрическа схема.

В зависимост от плътността на монтажа, който се определя от широчината на проводниците, разстоянията между тях и габаритите на използваните градивни елементи, платките се делят на:

- Платки с ниска плътност на монтажа - широчината на проводниците и разстоянието между тях е над 1.1 mm.

- Платки със средна плътност на монтажа - имат широчина на проводниците и разстояние между тях от 0.5 до 1.0 mm.

- Платки с висока плътност на монтажа - с широчина на проводниците и разстояние между тях под 0.4 mm.

Материали за изработка на печатни платки

За основа на печатната платка най-често се използват следните материали:

- *Слоести диелектрици*. Състоят се от пълнители (целулозна хартия, стъкловлакнеста вата, стъклена тъкан и др.) и свързващи вещества (синтетични смоли - фенолна, епоксидна, полиамидна и др.). Най-масово приложение има стъклотекстолита (на основата на стъкловлакнеста вата).

- *Термопластични пластмаси*: полиамид, полиетилентерефталат, полиетилен. Тези материали притежават много добри електроизолационни и механични качества и добра термична устойчивост, което ги прави подходящи за подложки на гъвкави и многослойни печатни платки.

- *Преспрахове*. Устойчиви са на въздействието на сух и влажен тропически климат.

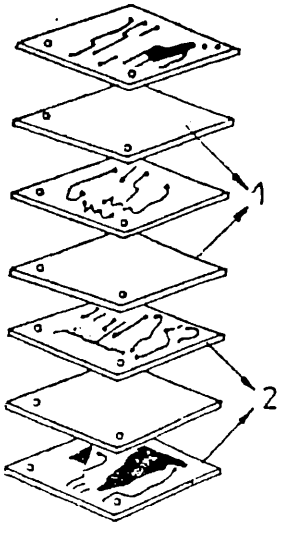
- *Керамични материали*. Отличават се с висока термо-, влаго- и химична устойчивост.

- *Подложки на метална основа*. Изискват нанасяне на подходящ изолационен слой, върху който се отлага (химично или електрохимично) медно покритие. За метална основа могат да се използват стомана, алуминий и др. Практическо приложение имат алуминиевите подложки поради доброто сцепление с по-голямата част от изолационните материали и ниското тегло. Предимствата на металните подложки се състоят в по-добрата топлопроводност, устойчивост на размерите, възможността да се използват за заземяване.

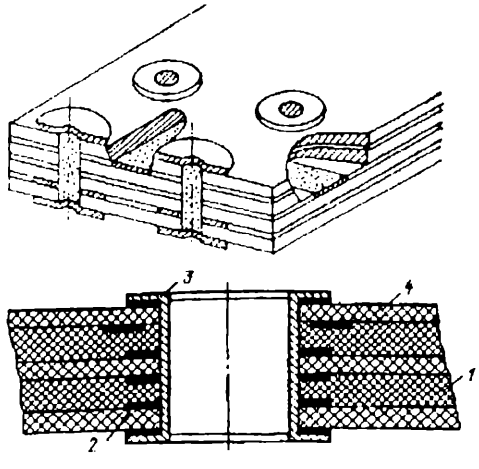
- *Композиционни материали*. Представляват комбинация от различни по състав материали (флуоропласт и стъклено влакно; епоксидна смола и ковар; епоксидна смола и кварц; епоксидна смола и графит; полиамид и кварц; стомана и керамика; мед и инвар; мед и берилиев оксид и др.). Намират сравнително ограничено приложение.

За фолиране на подложките от диелектрик се използва медно фолио, което се изработва чрез валцуване или електролитно отлагане. Валцуваните фолиа се използват много рядко поради опасност от прегаряне, наличие на примеси от други метали, ограничение в широчината.

Понастоящем голямата част от платките се изработват върху стъклотекстолитова основа, като все повече се налага тенденцията към използване на термопластични, метални и др. видове подложки. Във всички случаи изборът на подложката е конкретен и се определя от предназначението на платката.



Фиг. 6.94. Конфигурация на многослойна печат на платка:
1 - свързващ материал;
2 - проводящи слоеве



Фиг. 6.95. Разрез на многослойна печатна платка:
1 - свързващ материал; 2 - проводящи слоеве;
3 - контактна площадка; 4 - изолационна основа

Методи за изработване на печатни платки

За изработване на печатните платки се използват два основни метода:

- *Метод на химично разяждане (ецване).* Състои се в избирателно отнемане на определени участъци фолио от предварително фолирана подложка.

- *Метод с химично и електрохимично отлагане.* Характеризира се с избирателно метализиране на схемата върху нефолирана подложка.

Методът на химично разяждане е най-масово прилаганият метод за производство на печатни платки и се осъществява по следната схема (фиг. 6.96):

1. За основа на печатната платка се използва едно- или двустранно фолиран диелектрик (фиг. 6.96а).
2. Чрез защитен резист (фоторезист) се нанася проводящото изображение (фиг. 6.96б).
3. Незащитените участъци от фолиото се отстраняват чрез химическо разяждане (фиг. 6.96в).
4. Резистът се отстранява (фиг. 6.96г).
5. Пробиват се отвори (фиг. 6.96д).
6. Нанася се защитна маска, която да предпази площите, не подлежащи на спояване (фиг. 6.96е).
7. Нанася се защитен лак за предпазване на печатната платка от външни въздействия (фиг. 6.96ж).

6.11.1.3. Основни етапи при проектиране на печатна платка

Изходен документ, въз основа на който се проектира печатната платка е принципната схема, в която предварително са уточнени всички електрически параметри и режими на работа на отделните градивни елементи. Обикновено проектирането се изпълнява в CAD среда (виж т.11.5) и се извършва на няколко етапа.

1. *Предварителна подготовка.* Избира се видът на електронните елементи — за обикновен или повърхностен монтаж. Уточняват се изискванията за вида на сигнала, входовете и изходите на схемата, както и съединителите към останалите блокове на устройството.

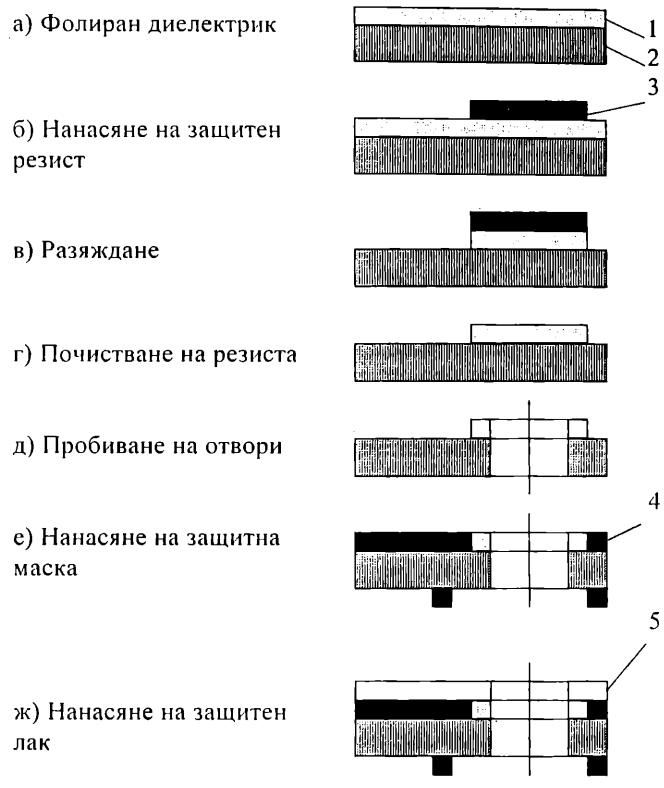
2. *Въвеждане на принципната схема.* В избраната програмна среда се въвеждат графичните символи, техните буквено-цифрови означения и типа на корпусите на елементите от наличните библиотеки на програмата. При липса на подходящ корпус, се създава нов и се добавя към библиотеката. Въвеждат се линиите за електрическа връзка.

3. *Автоматично преобразуване* на принципната схема в корпуси на електронните елементи и връзки между тях.

4. *Определяне на формата и размерите на печатната платка.* Те зависят от пространственото разположение на печатния възел и механичния монтаж към кутията на устройството. По тези размери се очертават контурите на платката и се въвеждат отворите за механичен монтаж. Избира се подходящ растер. Обикновено се използва растер със стъпка: 0.1 inch (100 mil, 1 mil = 0.001 inch), 0.05 inch (50 mil), 2.5 mm и т.н.

5. *Избор на брой слоеве* в зависимост от сложността на принципната схема — един от слоевете се приема за основен (top layer). Обикновено това е монтажната страна на печатната платка — страната, върху която са монтирани повечето от градивните елементи.

6. *Разполагане на елементите.* Подреждането на елементите може да се извърши ръчно (от конструктора)



Фиг. 6.96. Схема за изработване на печатна платка по метода на химично разяждане:
1- медно фолио; 2- диелектрик; 3 - защитен резист; 4 — защитна маска; 5 - защитен лак

или автоматично (от програмата) като се спазват изискванията за разположение на съединителите. Останалите елементи се разполагат в съответствие с принципната схема като се отчита взаимното влияние на елементите и някои специфични особености при работа на отделния елемент.

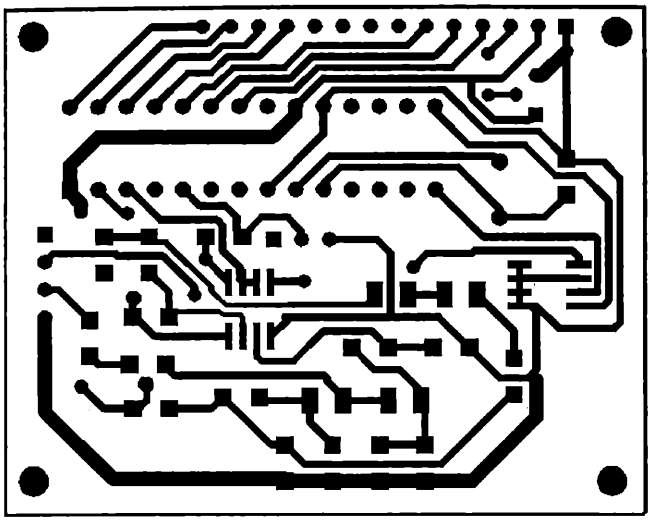
7. *Определя се начина на трасиране на платката* (ръчно или автоматично) и се извършва опроводяването. Задават се технологичните изисквания за широчини на печатни проводници, допустими разстояния между тях, вкл. между контактни площадки, контактни площадки и проводници и т.н. Първоначално се опроводяват захранващите проводници, след което - сигналните връзки.

8. *Проверка на топологията* за наличие на грешки с всички принадлежащи на програмния продукт възможни тестове.

9. *Подготовка на модела на печатната платка* за по-нататъшна обработка (нанасяне на защитна маска, бял печат, защитно лаково покритие, генериране на данни за управление на пробивните машини и т.н.).

10. *Оформяне на необходимата документация.*

Тъй като проектирането на печатна платка се извършва автоматизирано, CAD системата генерира изображения и други данни, които съдържат в електронен вид необходимата информация за изработване на печатната платка, могат да бъдат визуализирани и възпроизведени върху хартия във вид на документи. В този смисъл документацията на печатната платка може да се изпълни и в електронен формат като електронни документи (виж



Фиг. 6.97. Печатна платка — графичен оригинал (Top Layer)

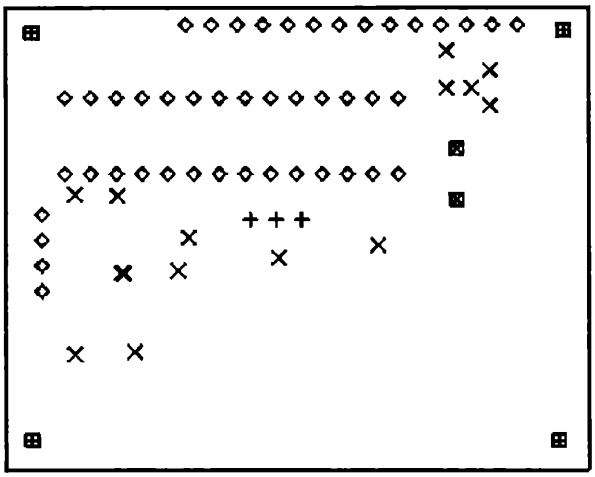


Таблица на отворите			
символ	диаметър mm	количество	Забележка
×	0.7	16	металзиран
+	0.8	3	металзиран
◇	0.9	46	металзиран
▣	1	2	металзиран
⊞	3	4	
общ брой		71	

Фиг. 6.99. Печатна платка — отвори

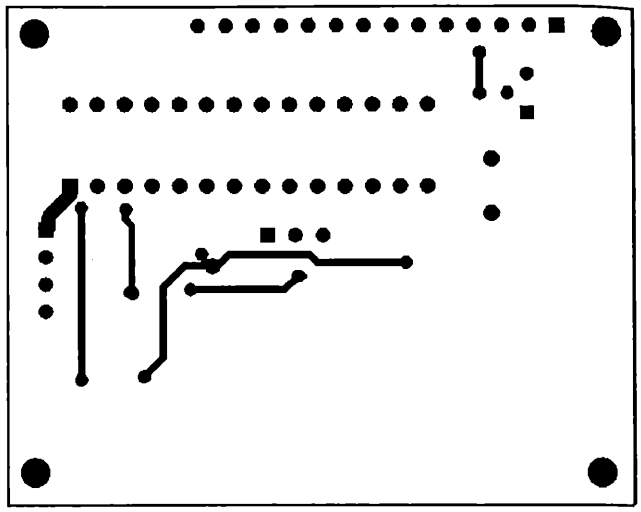
Приложение П01.1).

6.11.1.4. Документация на печатната платка

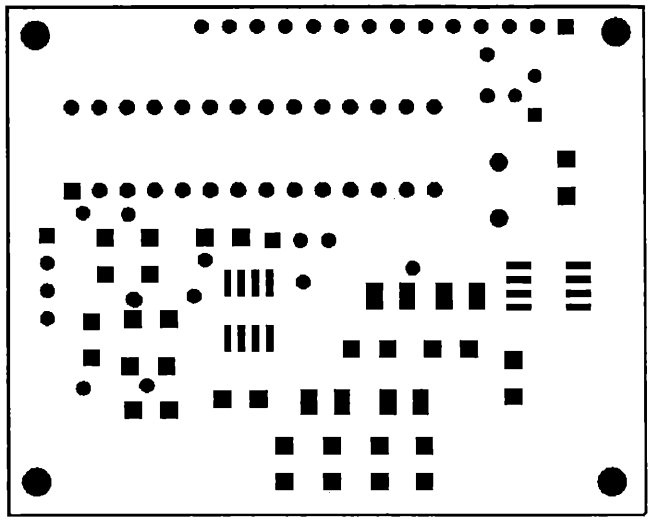
Основните електронни документи, необходими за производство на печатната платка са:

- *Печатна платка — графичен оригинал* (Top Layer, Bottom Layer — за двустранна платка). Състои се от изображения на топологията на печатната платка за всеки слой;

- *Печатна платка — отвори* (Drill). Представлява изображение на контура на печатната платка с разположение на всички отвори (присъединителни, метализирани и монтажни).



Фиг. 6.98. Печатна платка — графичен оригинал (Bottom Layer)



Фиг. 6.100. Печатна платка — защитна маска (Soldermask)

Допълнителни електронни документи, генерирани от CAD системите са:

- *принципна схема* (Schematic);

- *печатна платка — защитна маска* (Soldermask). Съдържа изображение на контура на печатната платка с контактните площадки. Защитната маска покрива цялата площ на платката без контактните площадки;

- *печатна платка — бял печат* (Silkscreen). Представлява изображение на контура на печатната платката с цветни очертания на контурите на градивните елементи и техните буквени означения. Възможно е към буквеното означение да се запише и стойността на елемента или неговия тип.

За илюстрация на посочените електронни документи е разработена двустранна печатна платка на "Преобразувател на високочестотни сигнали" с програмна система ORCAD. Платката е предназначена за монтаж на изводни и безизводни градивни елементи. Нейните електронни документи са показани на фиг.6.97 — 6.101.

6.11.2. КРИСТАЛ, ПОДЛОЖКА

Както бе отбелязано в глава 5.8.5 в основата на полупроводниковите интегрални схеми е кристалът, а на слойните и хибридните схеми — подложката. Кристалът се изработва от Si или друг полупроводников материал, а подложката- от стъкло или керамика.

Един от методите за получаване на кристал е този на Ян Чохралски - метод на израстване на единични (моно-) кристали на полупроводници (силиций, германий и др.) За получаването на силициев монокристал в разтопен силиций, който има температура близка до втвърдяването, се потапя пръчка ("зародиш") също от силиций. Понеже пръчката има по-ниска температура, силицият, който е в непосредствена близост до нея, се втвърдява и залепва за пръчката. При бавно изтегляне и въртене се образува монокристал.

Част от документацията на интегралната (вж. т. 5.8.5) схема е топологичният чертеж. Той се счита за чертеж на детайл и съдържа информация за формата и разположението на отделните слоеве на подложката (кристала). Като правило (БДС 2.426-86) той се изпълнява на няколко листа, като на първия лист се изобразяват всички слоеве, а на следващите листове – изображението на всеки слой. Последните служат за изготвяне на съответните шаблони, чрез които ще се формират слоевете.

Първи лист включва проекции, за които:

1. Подложката за хибридната интегрална схема (ИС) се изпълнява в две проекции в подходящ мащаб за увеличение (фиг. 6.102), като в главната проекция отделните слоеве се изобразяват условно (чрез щриховка, точки и др.).

За изясняване на слоевете в кристала на полупроводниковата ИС се прави стъпаловиден разрез, преминаващ през всички слоеве (фиг. 6.104). Допуска се да не се означават секундите равнини и изображението му да не е в мащаб.

2. На първия лист се означават:

- условните позиционни номера (БЦО) на елементите в съответствие с принципната електрическа схема;
- номерата на контактните площадки, съответстващи на изводите на принципната електрическа схема и сборния чертеж на ИС;
- номерата на контактните площадки за присъединяване на съответните компоненти в хибридните ИС. Таблиците в първия лист са:

а) Таблица на слоевете.

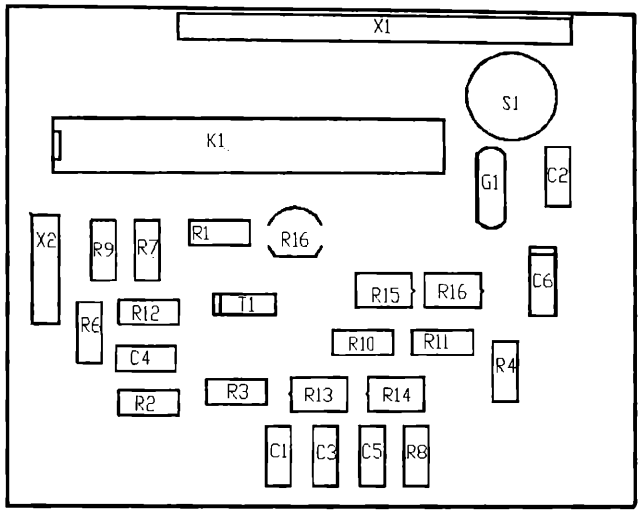
Слоевете в хибридната ИС се характеризират в таблица, която съдържа графи: "Условно означение на слоя ", "Наименование на слоя", "Материал на слоя", "Електрическа характеристика", като се допуска включването и на други графи. Съдържанието на аналогичната таблица за кристала се вижда от фиг. 6.104.

б) Таблица на параметрите. Тя съдържа:

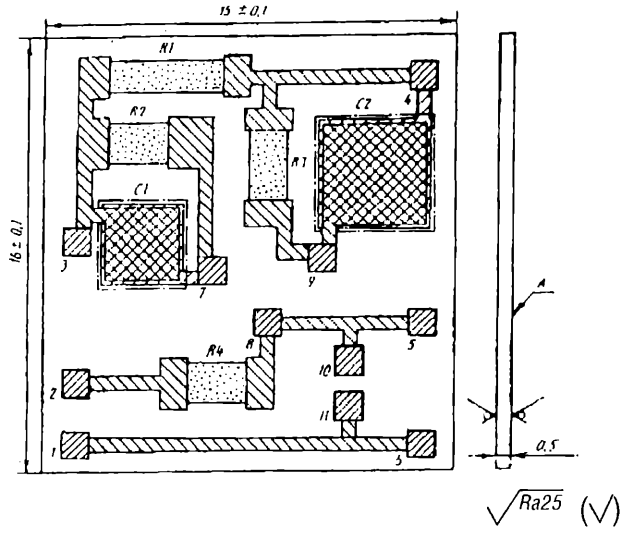
- за хибридната ИС – графите "Означение", "Номинална стойност" и "Допустимо отклонение";
- за полупроводниковата ИС – обикновено се включват графите "Наименование на параметъра", "Означение", "Стойност на параметъра" и "Режим на измерване" (на фиг. 6.105 не е показана таблица).

В таблицата се допуска включването и на други графи.

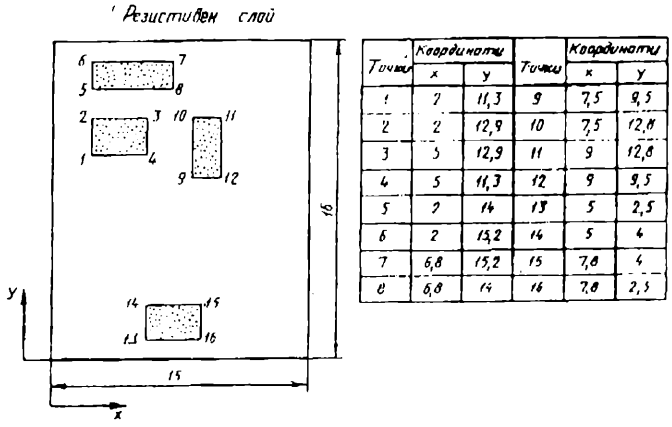
Необходимите размери и знаци за грапавост се виж-



Фиг. 6.101. Печатна платка — бял печат (Silkscreen)

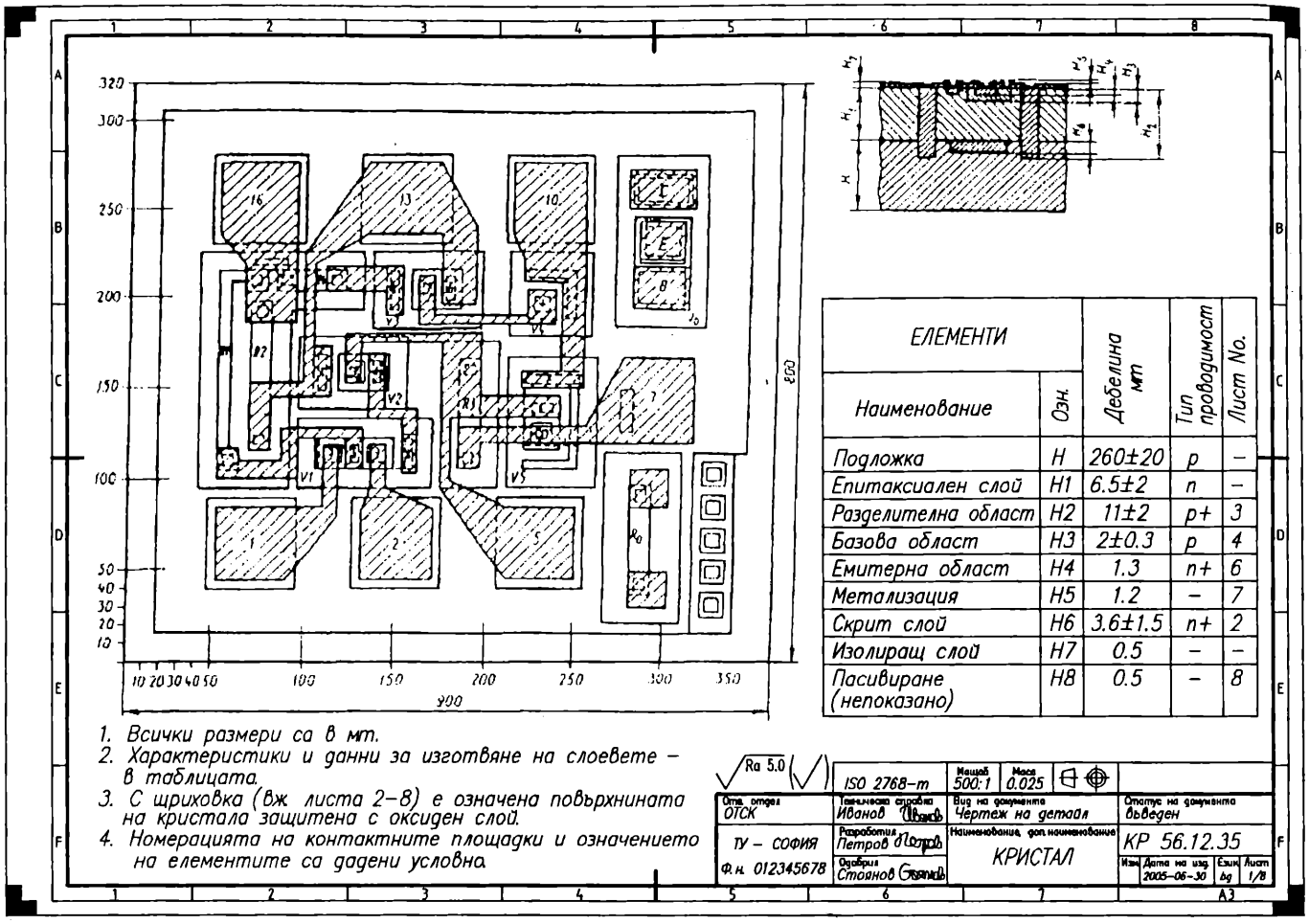


Фиг. 6.102. Подложка за хибридна интегрална схема



Точки	Координати x	Координати y	Точки	Координати x	Координати y
1	1	11,3	9	7,5	9,5
2	2	12,9	10	7,5	12,8
3	3	12,9	11	9	12,8
4	5	11,3	12	9	9,5
5	7	14	13	5	2,5
6	2	13,2	14	5	4
7	6,8	15,2	15	7,8	4
8	6,8	14	16	7,8	2,5

Фиг. 6.103. Оразмеряване на слой



Фиг. 6.104. Полупроводникова интегрална схема

дат от фиг. 6.102 и фиг.6.104. В техническите изисквания се включва и допускът за отклонение на взаимното положение на елементите (слоеве).

При изпълнението на втори и следващи листове над изображението на слоя се записва наименованието му, например "Резистивен слой" (фиг. 6.103). Оразмеряването на елементите на слоя се извършва чрез нанасяне на координатна мрежа в правоъгълна координатна система или чрез номериране върховете на елементите на слоя и задаване на координатите им в таблица (фиг. 6.104). Номерирането започва от долния ляв ъгъл, като контактните площадки, разположени вътре в контура се номерират със следващите оставащи поредни номера по посока отдолу нагоре и отляво на дясно (фиг. 6.103).

Номерирането на външните контактни площадки започва от долния ляв ъгъл и се извършва в посока, обратна на движението на часовниковата стрелка.

6.11.3. ПРУЖИНИ

Пружината е детайл, в който се акумулира за определен период от време механична енергия благодарение ва еластичната й деформация от въздействаща външна сила. При прекратяване на въздействието пружината отдава на свързаните с нея детайли акумулираната енергия и възстановява първоначалната си форма.

Пружините намират сравнително широко приложение в електромеханичните изделия, преди всичко за възвръщане в изходно положение на преместващите се детайли (фиг. 5.72) или за провеждане на електрически ток и за възвръщане в изходно положение.

По своята форма пружините се делят на: цилиндрични (фиг. 6.105*а,б,в*), конични (фиг. 6.105*г*), плоски (фиг. 6.105*д*), дискови (фиг. 6.105е) и спираловидни. Според въздействащата сила пружините работят на: натиск (фиг. 6.105*б*), опън (фиг. 6.105*а*), усукване (фиг. 6.105*в*) и огъване (фиг. 6.105*г*). Някои примерни закрепвания на пружини са дадени на фиг.6.106.

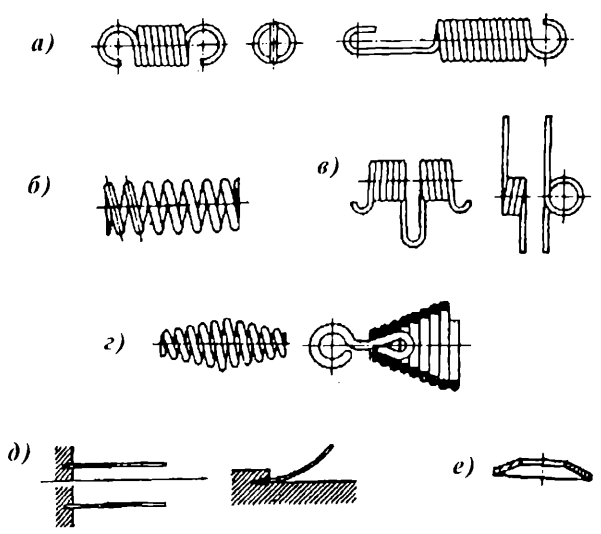
Материалът, от който се изработват пружините е най-често бронз (фосфорен, берилиев, алуминиев), месинг, пружинна стомана (манганова – *50Г, 65Г*, силициева – *50С2,55С2,60С2* и др.).

Изходният материал за повечето видове пружини е тел с кръгло сечение (фиг. 6.105), който се навива чрез специална машина (пружинонавиващ апарат). Натисковите пружини могат да бъдат получени на струг. За малки серии се използват ръчни приспособления.

Изобразяването на пружини според БДС EN ISO 2162-1 се извършва в съответствие с общите правила. В чертежите на сглобените единици обикновено те се изобразяват схематично (табл. 6.19, стълб 3).

Работният чертеж на пружина (БДС 2.405-80) съдържа изображението на пружината с необходимите размери и

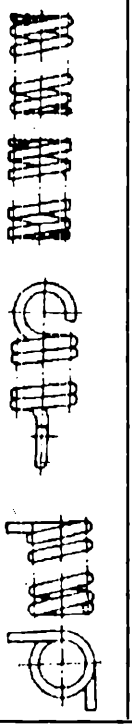
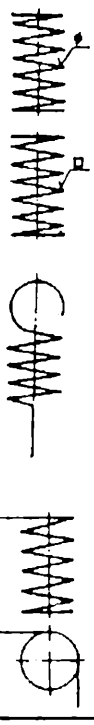
гранични отклонения, както и таблица на параметрите (вж. фиг. 6.107). Редът на попълване на таблицата се вижда от фиг. 6.107. При обосновани случаи (отговорни пружини) се дава диаграма на силовите изпитвания, както и други технически изисквания. Диаграмата от фиг. 6.107

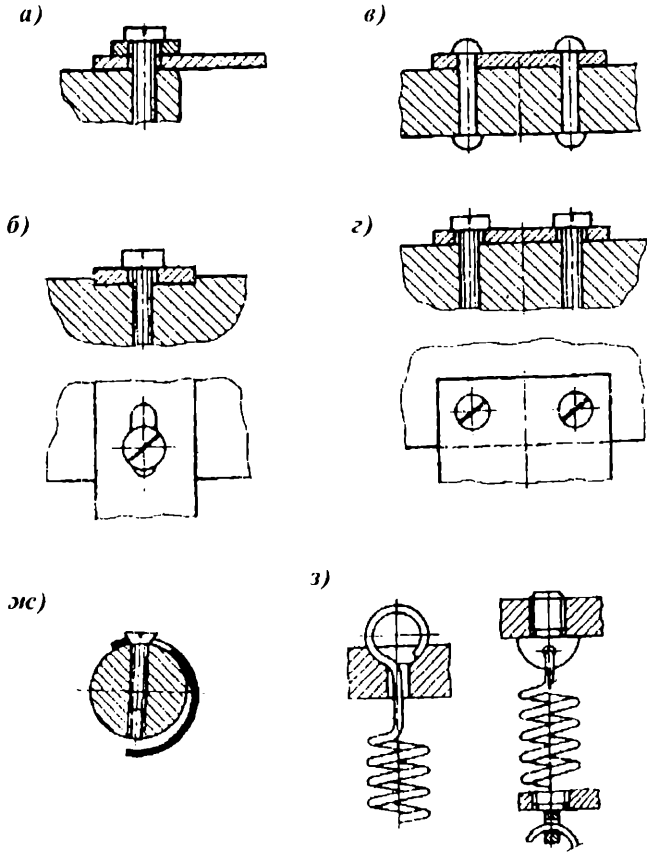


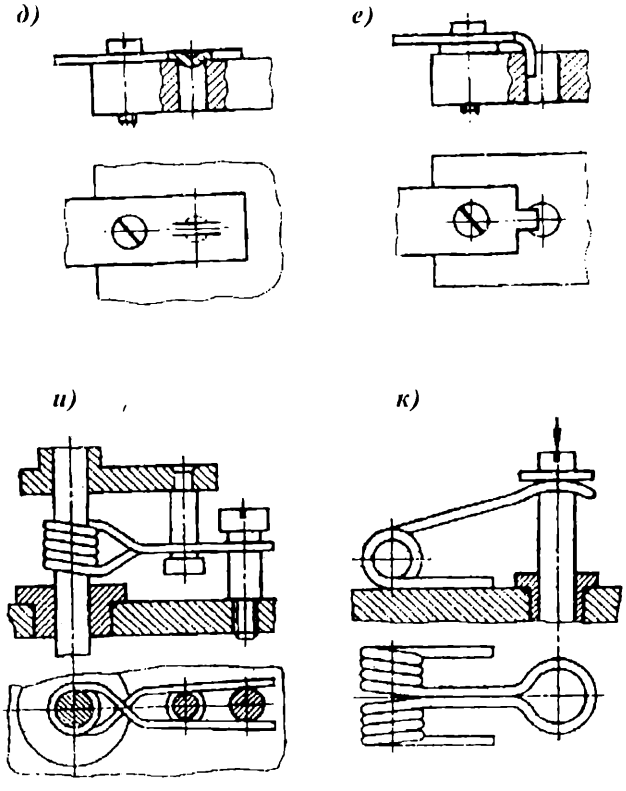
Фиг. 6.105. Видове пружини:
а) цилиндрична на опън;
б) цилиндрична на натиск; в) цилиндрична на усукване; г) конична; д) плоска; е) дискова

Таблица 6.19

Пружини

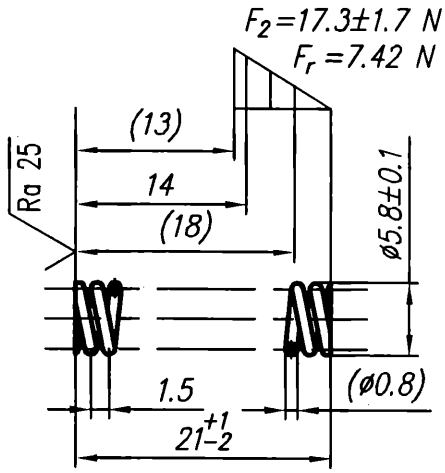
	Изображения	
в изглед	в разрез	схематично
		





Фиг. 6.106. Примерни закрепвания на пружини

Наименование на параметъра		Озн.	Стойност
Брой на работ. навивки		n	13
Брой на всички навивки		n_1	14.5±0.5
Направление на навив.			произволно
Твърдост		HRC	45...50
Покритие			el Ni12bb
Диаметър за контрол	пробка	Dn	4.0
	втулка	Db	6.1
Разгъната дължина на пружината		L	232



1. Характеристиката да се контролира след петкратно краткотрайно свиване на размер 13.
2. Останалите технически изисквания по черт. ШО 10.68.87.
3. Допуска се материала Dracht 0.8 DIN 2076–C.

	ISO 2768–m	Мащаб 2:1	Маса 0.005	Тел II–08 ГОСТ 9389–75
Отг. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Чертеж на детайл		Статус на документа въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование ПРУЖИНА НА ФИКСАТОР		ШО 11.00.02
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов			Изм. Дата на изд. 2005–06–30 Език bg Лист 1/1

A4

Фиг. 6.107. Чертеж на пружина

трябва да се разчита по следния начин: в свободно състояние (липса на товар, т.е. $F=0$) дължината на пружината l трябва да бъда $2l \pm 1$ mm; ако $F=7,42$ N то $l=18$ mm, а при $F=17,3$ N то $l=14$ mm; в максималното свито състояние $l=13$ mm.

Към пружините могат условно да бъдат прибавени и "пружиниращите" детайли, елементи от които инцидентно, в някакъв определен период от време, реализират пружиниращ ефект. Разликата между пружините и пружиниращите детайли се състои в това, че при първите пружиниращата функция е главна. На фиг. 6.108 са дадени някои пружиниращи детайли: фиг. 6.108*а* – пружинен пръстен, който се свива или разширява, за да влезне в леглото си, след което възвръща първоначалната си форма и не може да излезе от него; фиг. 6.108*б* – пружиниращa пластмасова пъпка; фиг. 6.108*в* – пружиниращ елемент.

6.11.4. АРМИРАН ДЕТАЙЛ (ДЕТАЙЛ С ВЛОЖКА)

Армираният детайл е детайл от неметален материал (най-често пластмаса), **в който по време на изготвянето му** (пресоване, отливане) **е поставен метален детайл** (арматура, вложка) **с цел повишаване на механичната якост** (фиг. 6.109) **или провеждане на електрически ток.** Всъщност армираният детайл представлява сглобена единица, състояща се от два детайла, образуващи неподвижно съединение.

За да не се наруши съединението от съществуващите сили, стремящи се да преместят постъпателно или да завъртят детайла-арматура, в последния се предвиждат подходящи противодействащи елементи – ребра, вдлъбнатини, накатка, отвори (през които преминава пластмасата), подходящи огъвания на листовия детайл-вложка и др. (6.110).

Армираните детайли намират голямо разпространение в слаботоковата техника и автоматиката.

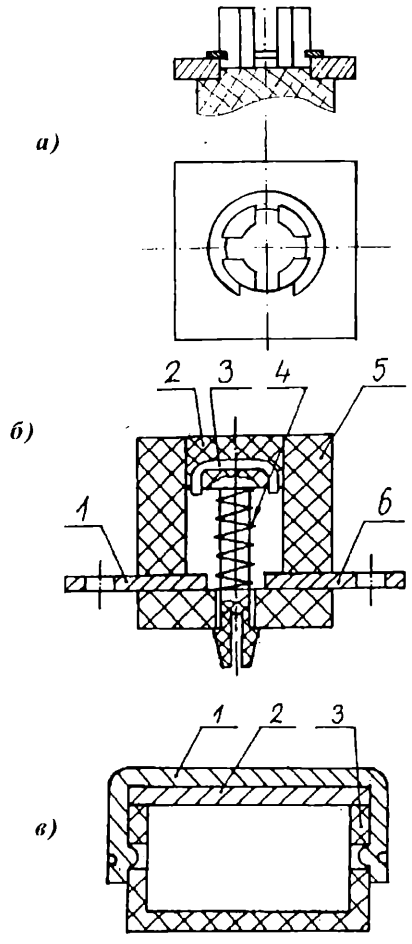
Особеностите при изпълнение на чертежа на армиран детайл следват от обстоятелството, че този чертеж се явява сборен (вж. т. 5.7.1), тъй като са налице два детайла, и едновременно с това детайлен, тъй като по него се изработва армираният детайл. По тази причина този чертеж съдържа всички данни за изработване на армирания детайл (проекции, размери, материал, грапавост, технически изисквания и др.) (фиг. 6.90), както и размери, уточняващи разположението на детайла-арматура (фиг. 6.90). Освен това в него е изнесена позиция за детайла-арматура, като тя е връзката между този чертеж и придружаващия го списък на съставните части (вж. т. 10.2.1).

Ясно е, че номерът на изделието (детайл с вложка) трябва да бъде номер за сглобената единица (за примера от фиг. 6.90 - ИН 25.71.00 ЧС). На фиг. 6.91 е даден чертежът на детайла-вложка.

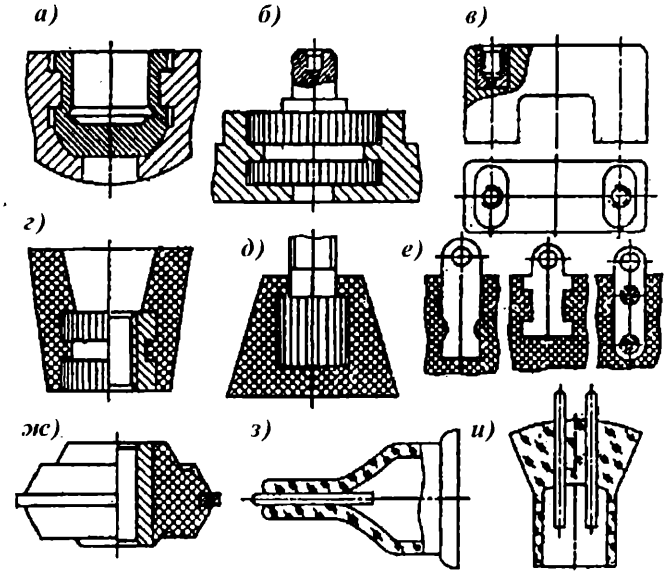
6.11.5. ЗЪБНО КОЛЕЛО

Зъбното колело представлява детайл, по периферията на който има зъби с определен профил (фиг. 6.111). Предназначението на съвместно работещи две зъбни колела е предаване на въртеливо движение от едното на другото зъбно колело чрез допиране на зъбите им (фиг. 6.112).

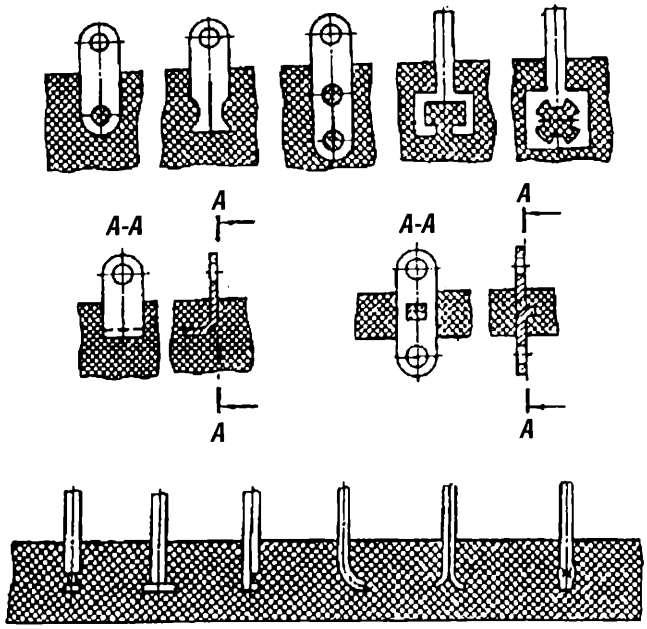
Основните характеристики на едно зъбно колело са



Фиг. 6.108. Пружиниращи детайли:
а) пружина гребен; б) пружинираща хълка; в) пружиниращ елемент



Фиг. 6.109. Армиран детайл



Фиг. 6.110. Някои начини за фиксиране на вложката

дадени на фиг. 6.113.

Най-голямо приложение в електротехниката са намерили цилиндричните зъбни колела (фиг. 6.112*а,б*), чиято върхова повърхност е цилиндър, а в някои случаи и конусни зъбни колела (фиг. 6.112*в*), с върхова повърхност конус. Профилът на зъбите най-често е еволвентен. Цилиндричните колела биват най-често с прави и наклонени зъби.

Пластмасовите зъбни колела се отливат или обработват като металните. Най-често използваните материали са: текстолит, полиамид и др.

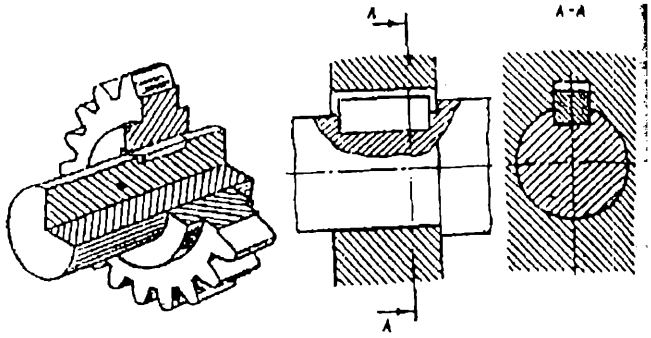
Метални зъбни колела се обработват със специален профилиран по междузъбието инструмент (дискова или палцова фреза), който "откопирва" междузъбието върху заготовката. Друг начин е чрез обхождане на инструмента (дълбач, зъбен гребен, червячна фреза) около заготовката до получаване на формата и на зъбите, и на междузъбията. Най-често използваните материали са *Ст5, Ст6,* както и стоманите *40, 45* и *50.*

Изобразяването на зъбни колела в съответствие с БДС ISO 2203 е видно от табл. 6.20.

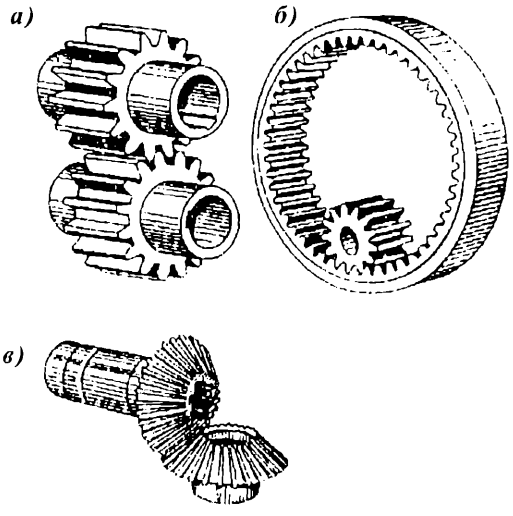
Таблица 6.20

Проекции на зъбни колела

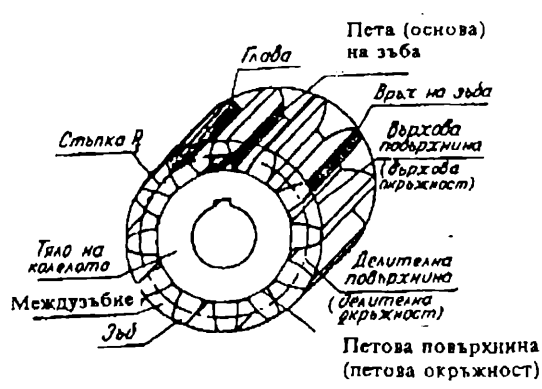
Вид проекция			
Изглед		Разрез	
надлъжен	напречен	надлъжен	напречен



Фиг. 6.111. Зъбно колело, монтирано върху вал чрез шпонка



Фиг. 6.112. Зъбни предавки
а) с цилиндрични зъбни колела с външно зацепване
б) с цилиндрични зъбни колела с вътрешно зацепване
в) с конусни зъбни колела



Фиг. 6.113. Елементи на зъбно колело

Ако разказвачът е умен и слушателят става умен (каракалпанска).

С други думи зъбно колело се изобразява условно (без показване на зъбите), тъй като профилът е стандартизиран. В противен случай трябва да се изобрази един зъб и две междузъбия (за да може зъбът да се оразмерява): с дебела линия се изобразява върховата повърхнина, с тънка прекъсвана с точка – делителната повърхнина, а петовата повърхнина се изобразява само в разрез през оста на зъбното колело. В последния случай се приема, че секущата равнина преминава през два срещуположни зъба, а те като елементи тип "ребро" не се щриховат. Цилиндрично зъбно колело напречно на оста му не се реже. Видът на зъбите се показва с три тънки непрекъснати линии в съответствие с табл. 6.21.

Таблица 6.21

Означаване на вида на зъбите

Вид на зъбите	Означение
с десен наклон	
с ляв наклон	
шевронни	
спирални	

Чертежът на зъбно колело (БДС 2.404-80) съдържа:

а) изображение (обикновено надлъжен разрез);

б) размери за зъбния венец:

- върху изображението се поставя диаметър на върховата повърхнина, широчината на зъбния венец и фаските или радиусите на закръгления на челата на зъбите;

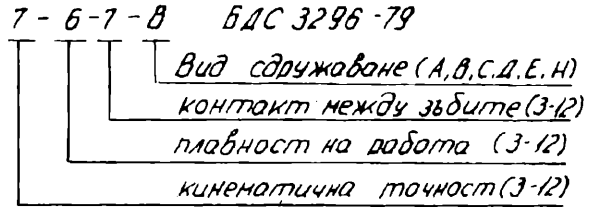
- в таблица на параметрите (фиг. 6.114)

в) размерите на останалите елементи на зъбното колело;

г) технически изисквания.

На фиг. 6.115 е показан примерен чертеж на зъбно колела Характерното във фигурата е, че е показан чертеж с нанесени конструктивни изменения (който въпрос се разглежда в гл. 8.

Основни данни	Модул	m	2
	Брой на зъбите	z	18
	Нормален изходен контур	-	БДС 1526-78
	Коефициент на изместване	x	0
	Степен на точност		7-6-7-8 БДС 3296-79
Данни за контрол дебелината на зъба	Дължина на общата нормала	W	9,376 -0,08 -0,28
Справочни данни	Делителен диаметър	d	36
	Параметър	Бележ. озн.	Колич. х-ка



Фиг. 6.114. Таблица на параметрите на зъбно колело

6.11.6. ДЕТАЙЛ С НАКАТКА

Накатката представлява набразденост на повърхнината на детайл с цел да се повиши триенето с допиращ детайл (или с ръката на работника) или за уякчаване на разглеждания детайл (фиг. 6.116, фиг. 6.117). Съгласно БДС 3154-70 браздите могат да бъдат тип *А* – прави (фиг. 6.118*а*), тип *Б* – прави решетъчни (фиг. 6.118*б*) и тип *В* – наклонени решетъчни (фиг. 6.118*в*).

Получаването на накатката се извършва при пресоването на пластмасовия детайл (т. 6.6.1) или чрез откопирване с помощта на натиск на профилирана повърхнина на инструмент върху метален детайл. Най-често използваната накатка е тип *А* със стъпка *t=0,5 mm.* Стандартизираните стъпки (БДС 3154-70) са: *t*=0,5; *0,6; 0,8; 0.9; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0 mm.*

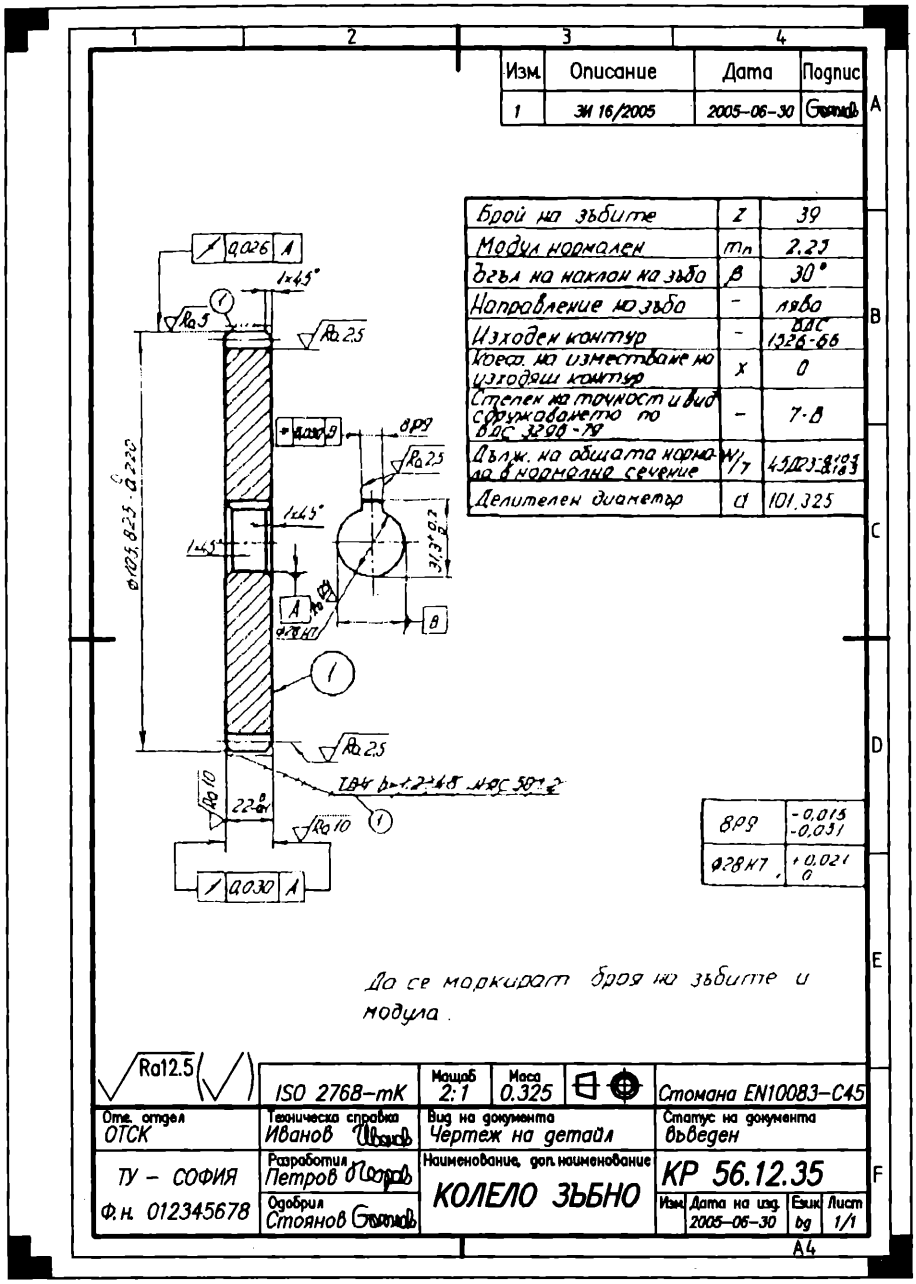
Трябва да се отбележи, че след накатяването с инструмент външният диаметър на цилиндъра (фиг. 6.118) се увеличава с *0,5 t÷t,* но в чертежа на детайла условно се дава диаметъра на заготовката *D.*

Накатката се изобразява условно с няколко тънки линии (фиг. 6.118), а означението й е ясно от фиг. 6.118*а*.

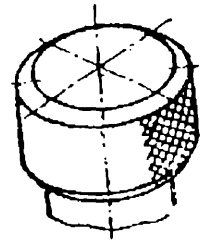
6.12. НЯКОИ КОНСТРУКТИВНИ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРЕПОРЪКИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА ДЕТАЙЛИ

Проектирането на нов детайл е винаги свързано с неговото участие в изпълнението на функцията на сглобената единица, т.е. всички повърхнини, размери и изисквания ще бъдат следствие от тази връзка.

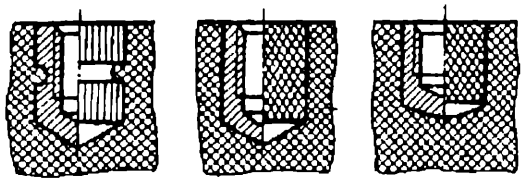
Независимо от това конструкторът проявява своя опит м знание при подбирането на повърхнините, разполагането на размерната мрежа, избора на точностни и технически изисквания и т.н. Във всеки отделен случай те



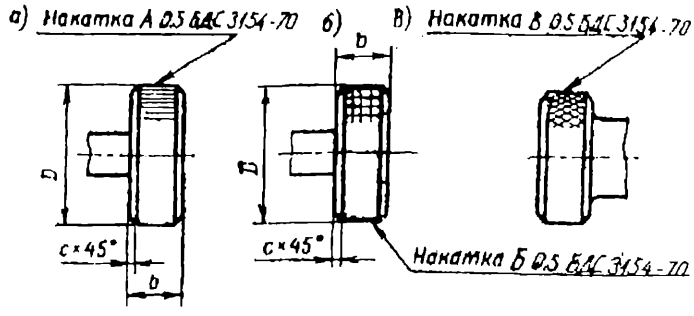
Фиг. 6.115. Чертеж на зъбно колело



Фиг. 6.116. Накатка (детайл)



Фиг. 6.117. Накатка (съединение)



Фиг. 6.118. Означаване на накатката в чертежите:
а) тип А - права; б) тип Б - права решетъчна;
в) тип В - наклонена решетъчна

Знам, че нищо не знаеш (преподавателска сентенция).

са индивидуални, но от **гледна точка на конструкторската практика** могат да бъдат дефинирани някои препоръки:

- ако повърхнините, които са свързани с функцията на детайла, имат алтернативи, то целесъобразно е да се изберат по-простите от тях (сфера, цилиндър, равнина и т.н.);
- повърхнините, ограничаващи детайла, но невлияещи на функцията му, да са измежду често срещаните прости повърхнини;
- преходите между повърхнините да са плавни, за да не бъдат места за концентрация на напрежения;
- размерите да са следствие от оптимизация на якостните качества на детайла;
- да се избягват форми на детайла, които могат да доведат до издадени части, застрашени от разрушаване;
- тънкостенните детайли да бъдат заздравявани при нужда с ребра или други усилващи елементи;
- специфични повърхнини (резби, шлицеви канали, зъбни профили и др.) да съответстват на изискванията на БДС или друг нормативен документ.

От гледна точка на тишологичността на детайла също могат да бъдат дадени определени препоръки:

- в техническите изисквания да са посочени възможни замени на материал а;
- функционалните размери да могат да бъдат лесно контролирани със стандартни измерителни средства;
- използваните форми на повърхнините да са лесни за изработване и обработване, с възможност за прилагане на съвременни технологични методи и средства;
- точностните изисквания да са рационално подбрани, за да не се оскъпява производството;
- детайлът да има конфигурация, позволяваща използването на стандартни средства за технологичен транспорт, съхранение и опаковка;
- местата за маркировка и щемпелуване да са достъпни;
- предвижданите покрития върху повърхнини на детайла да се измежду често използваните и достъпни за страната.

Разбира се, полезно е конструкторът да вземе под внимание и препоръките на свои колеги, с което ще се постигне определена оптимизация от конструктивно-технологична гледна точка.

Към детайлите от пластични материали могат да се добавят и следните изисквания:

1. Дебелините на стените трябва да бъдат приблизително еднакви и без резки преходи. При липса на тези условия отделните елементи на детайла се загряват и застиват неравномерно, а това довежда до поява на вътрешни напрежения, всмукнатини и шупли.

2. Остри ръбове и ъгли следва да се избягват, защото затрудняват протичането на материала и допълнително износват пресформата.

3. Краят на армиращия детайл, който е изцяло в армирания детайл (фиг.6.109) се разполага навътре на разстояние *0,5÷1 mm.* Причината за това е възможността за до–пълнителна обработка на армирания детайл.

4. Армиращите детайли не трябва да образуват затворени контури защото коефициентите на линейно разширение на двата вида детайли са различни, а при изстиване се получават пукнатини.

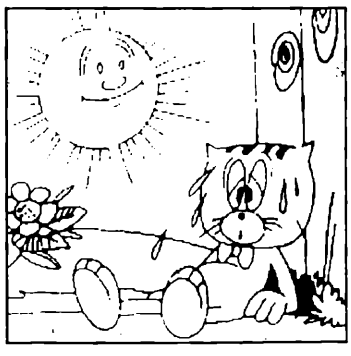
5. Минималните дебелини на стените трябва да отговарят на тези, дадени в табл.6.22.

Таблица 6.22

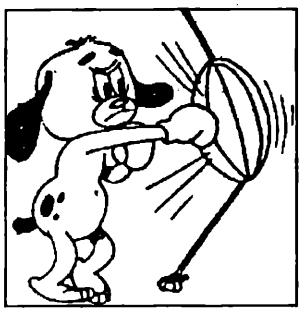
Материал	Най-голям габаритен размер на детайла, mm				
	<20	20-50	50-100	100-250	>200
Термопласти: полистерол (бустрен), полиетилен, полиамид, поликарбонат	0,4-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-3
Фенопласти	0,8-1	1-1,5	1,5-3	3-5	4-6
Аминопласти	0,5-0,8	0,8-1	1-2,5	2,5-4	4-5
Волокнит	0,4-0,5	0,5-1,5	1-3,5	3,5-6	4-8

6.13. АВТОМАТИЗАЦИЯ

За автоматизацията на проектирането и документирането на детайли вж. глава 11.



- Как си?
- Не знам и не ме интересува...



Никога не спорете с глупак - хората могат да не забележат разликата между вас двамата.

7.1. ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СХЕМИ

Базовият, най-важният документ в работата на слаботоковия инженер са електрическите схеми. Под **електрическа схема** се разбира конструкторски документ, на който с помощта на графични означения са изобразени електрическите съставни части на разглеждания обект и връзките между тях.

В процеса на проектиране електрическите схеми спомагат за разработването на останалите документи от конструкторската документация; в процеса на производството на изделието те спомагат за разработването на технологичния процес за неговото изработване; в процеса на експлоатация и ремонт чрез електрическите схеми се откриват и отстраняват повредите; електрическите схеми подпомагат обучението на експлоатационния персонал и сервизните специалисти.

Общите термини и определения са дадени в табл. 7.1.

7.1.1. КЛАСИФИКАЦИЯ

Съгласно БДС 2.701-78 са стандартизирани 10 типа схеми, обединени в 4 групи (фиг. 7.1). Групите са определени според предназначението на включените в тях схеми.

Десетте типа схеми (фиг. 7.1) притежават собствен идентифициращ шифър, който се записва след номера на изделието (вж. 7.39 - 7.41).

Съдържанието на всеки тип схема е дадено по-долу, а общите правила са дадени в т. 7.1.13-7.1.15.

7.1.2. СТРУКТУРНА СХЕМА (101)

За нея важи следното:

- **определение** — схема, определяща основните съставни части на изделието, тяхното предназначение и взаимни връзки.
- **графични означения** (за основните съставни части — правоъгълници и/или графични символи) — вж. т. 7.1.13-7.1.16.
- **текст** — наименованията на функционалните части, изобразени с правоъгълници, се дава вътре в тях (фиг. 7.2*б*) или както е показано на фиг. 7.2*а*.
- **приложение** — схемата служи за най-общо запознаване с работата на изделието и за разработване на други типове схеми (принципна и др.).

На фиг. 7.2 е дадена структурната схема на линеен радиоприемник, а на фиг. 7.3 — част от структурната схема на усилвател.

Структурните схеми се изработват в началото на процеса на проектиране и то за относително сложни изделия.

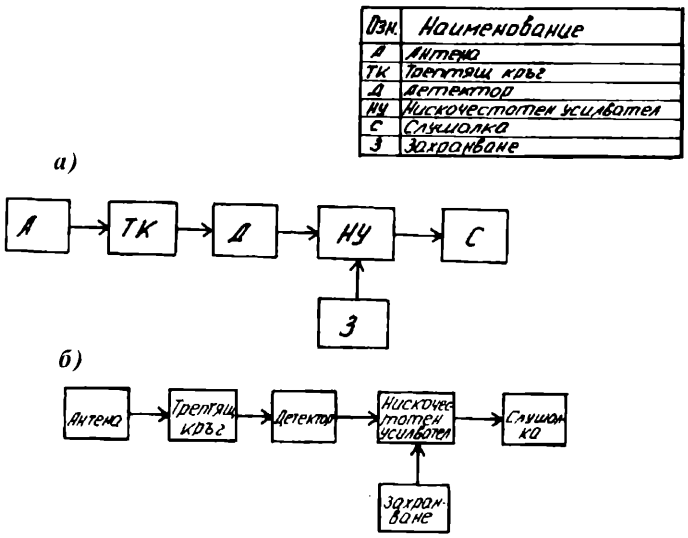
Таблица 7.1

Термини и определения в електрическите схеми

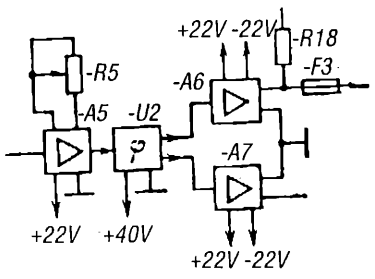
Термин	Определение
Обект	Условно наименование на изделие (устройство, уредба, съоръжение, мрежа и т.н.), използвано като общо понятие
Базов елемент	Част (или няколко части, свързани заедно), която не може да бъде разглобена, без да се наруши функцията й (напр. интегрална схема, резистор).
Функционална група (сглобена единица от по-ниско ниво)	Два или повече базови елемента, които образуват част от сглобена единица, заменяема като цяло, като някои елементи могат да са заменяеми и самостоятелно (напр. защитно устройство срещу свръхток, филтърна група, клемно табло).
Сглобена единица	Няколко базови елемента или функционални групи или комбинации от такива, свързани заедно, за да изпълняват определена специфична функция (напр. електрически генератор, нискочестотен усилвател, захранващо устройство, комплектно комутационно устройство).
Съставна част	Базов елемент, компонент, съоръжение, функционална единица и т.н., всеки от които обикновено се представя в схема чрез графичен символ (напр. резистори, релета, генератори, усилватели, захранващи устройства).



Фиг. 7.1. Типове схеми



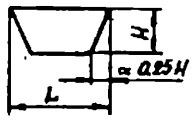
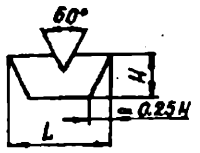
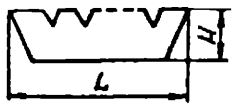
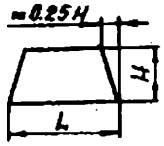
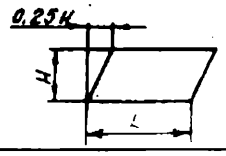
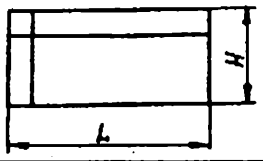
Фиг. 7.2. Структурна схема на радиоприемник



Фиг. 7.3. Част от структурна схема на усилвател

Таблица 7.2

Графични символи в цифровата техника

Наименование	Означение
Комбинационен елемент, общо означение за елементи от типа: избирателна схема, шифратор и др.	
Суматор на две числа	
Суматор на няколко числа	
Дешифратор	
Регистър на преместването	
Елемент на паметта	

Те показват всъщност основната идея за бъдещото изделие. От тях не може да се разбере конкретното реализиране на функционалните части. По принцип функционалната верига се разполага отляво надясно, а посоката на сигнала се означава със стрелка.

В литературата за този тип схема се използва терминът "блокова схема". Терминът е неточен, а неговият произход се крие в зората на схемите. В цифровата изчислителна техника се използват и графични символи, някои от които са дадени в табл. 7.2 (БДС 2.738-82). Чрез схема 101 може да се изучава принципа на работа на изделието.

7.1.3. ФУНКЦИОНАЛНА СХЕМА (102)

За нея са валидни следните определения:

- **дефиниция** — схема, разясняваща определени процеси, които възникват в отделни функционални части на изделието или в изделието като цяло.
- **графични означения** - функционални части се изобразяват чрез графични символи и/или правоъгълници.
- **текст** — буквено-цифрови означения (БЦО) - вж. т. 7.1.15 (за частите, изобразени с графични символи) и наименованията (на частите, изобразени с правоъгълници), като се дават вътре в тях или както е показано на фиг. 7.4.
- **приложение** — схемата служи за изучаване на принципите на работа на изделието и разработка на други

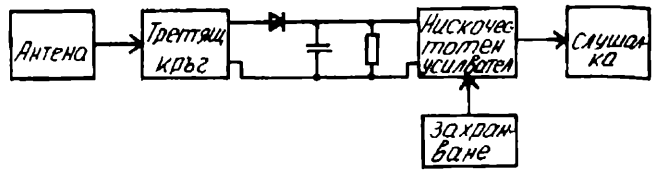
типове схеми (принципна и др.).

На фиг. 7.4 е дадена функционална схема на линейния радиоприемник със схема 101 от фиг. 7.2, като е разяснен детектора, а на фиг. 7.5 - функционална схема на усилвател.

Функционалните схеми са междинни схеми между структурните, които са доста общи, и принципните, които са много подробни (вж. схема 201). Структурната схема е окрупнена и в нея не могат да се проследят процесите, протичащи в определени функционални вериги от изделието.

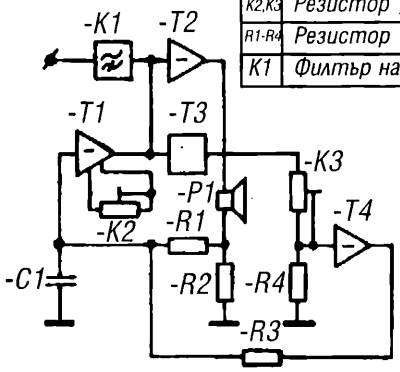
Разликата между схеми 101 и 102 е видна от фиг. 7.2 и фиг. 7.4. В последната е развита детекторната група.

Чрез функционалната схема се изучава принципа на работа на изделието във всички стадии на разработка, производство, експлоатация и ремонт. В цифровата изчислителна техника могат да бъдат използвани графични символи, дадени в табл. 7.2.



Фиг. 7.4. Функционална схема на радиоприемник

Поз. озн.	Наименование	Кол.	Забел.
T1	Усилвател инвертиращ	1	
T2	Усилвател на мощност	1	
T3	Устройство ООС	1	
T4	Усилвател инвертиращ	1	
P1	Високоговорител	1	
C1	Кондензатор	1	
K2,K3	Резистор донастройващ	2	
R1-R4	Резистор	4	
K1	Филтър на високи честоти	1	



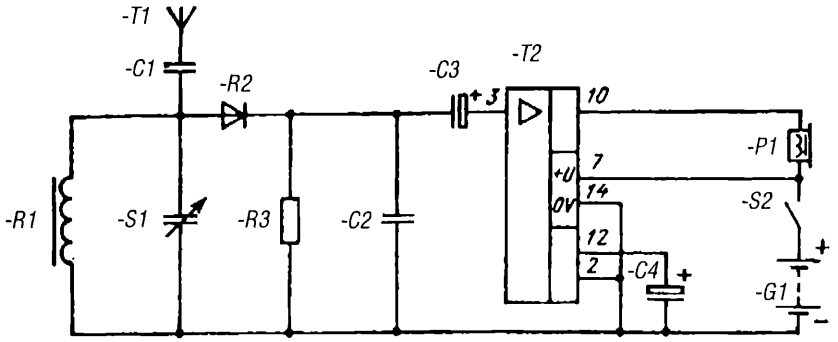
Фиг. 7.5. Функционална схема на усилвател

7.1.4. ПРИНЦИПНА СХЕМА (201)

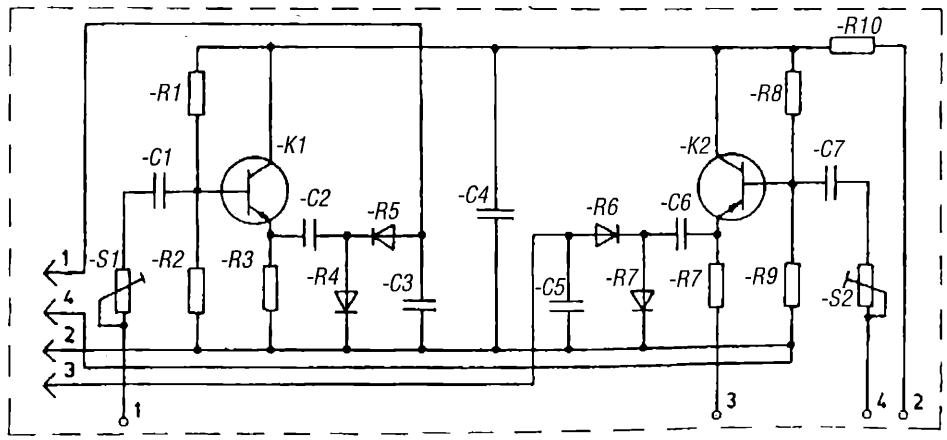
За нея важат:

- **дефиниция** - схема, определяща пълния състав на елементите и връзките между тях и даваща детайлна представа за принципа на работа на обекта;
- **графични означения** - графични символи;
- **текст** — БЦО за всеки графичен символ и списък на елементите, който се прави върху свободното поле на чертожния лист или на отделен формат;
- **приложение** — за изучаване на принципа на работа, за разработване на други схеми и чертежи, както и за експлоатация и ремонт на изделието;

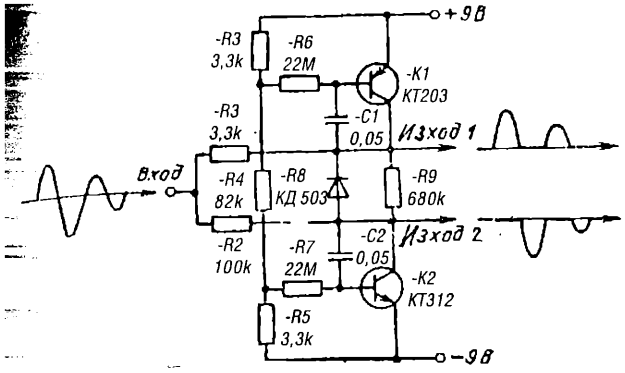
На фиг. 7.6 е дадена схема 201 за радиоприемника от фиг. 7.4, на фиг. 7.7 — за индикатор на записа и на фиг. 7.8 — на задвижването за повдигателна платформа. На фиг. 7.6 са изобразени следните елементи: *R1* — бобина; *T1* — антена; *C* — кондензатор постоянен; *S1* — кондензатор променлив; *R2* — диод; *R3* — резистор; *T2* — интегрална схема; *P1* — слушалка; *S2* — изключвател; *G1* — батерия. От схемата се вижда, че функционалните части от фиг. 7.4 са изпълнени със следните елементи: антена *T1*; трептящият кръг е съставен от индуктивна бобина



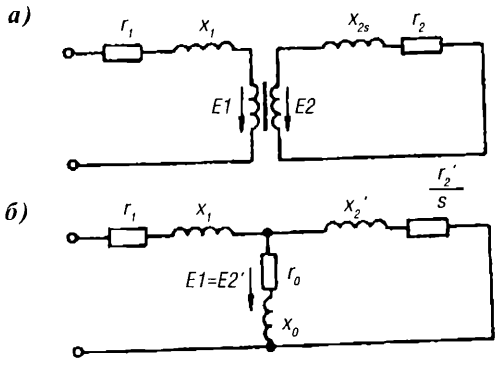
Фиг. 7.6. Принципна схема на радиоприемник



Фиг. 7.7. Принципна схема на индикатор на записа



Фиг. 7.8. Принципна схема на задвижване на повдигателна платформа

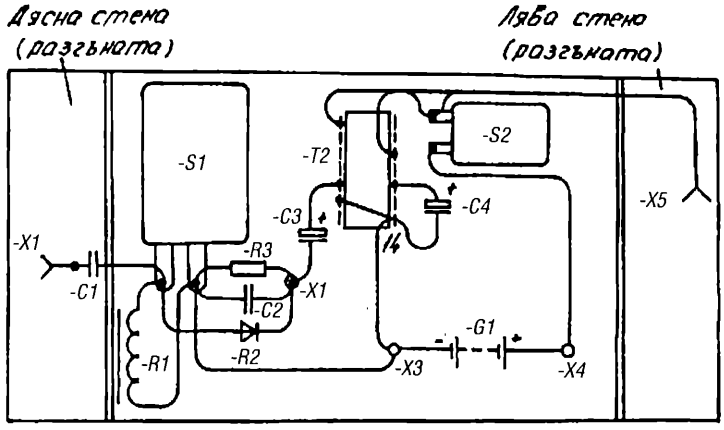


Фиг. 7.9. Схема на асинхронен двигател
а) заместваща схема; б) еквивалентна схема

R1 с феритен магнитопровод (той е показан чрез вертикалната права линия) и кондензаторът с променлив капацитет *S1*; трептящият кръг е свързан с антената чрез кондензатора *C1*; детекторът се състои от полупроводников диод *R2*, резистора *R3* и кондензатора *C2*; сигналът от детектора през кондензатора *C3* постъпва в интегралната схема *T2*, която изпълнява ролята на усилвател на звукова честота; усиленият сигнал се подава на слушалката *P1*. Кондензаторът *C4* е необходим за усил-ване на звукова честота. Захранването на интегралната схема се извършва чрез батерия *G1* при помощта на изключвателя *S2*.

Принципната схема е основната, най-важната схема в техническата документация на електротехническото изделие. Това е така, защото тя е най-подробната схема, съдържаща всички без изключение електрически елементи и връзките между тях. Често тя е единствената схема в комплекта документация. В практиката често се нарича неточно "схема".

Схеми 201 се изпълняват в посока отгоре надолу и/или отляво надясно без да се взема предвид действителното разположение на елементите и устройствата. Устройствата, които имат самостоятелни принципни схеми, се изобразяват на разглежданата схема чрез правоъгълници или чрез графични символи. На всички изобразени елементи и устройства се присвоява БЦО (вж. т. 7.1.14). Схемата се придружава от списък на елементите, който съдържа еднозначно описание (съгласно изискванията на съответните нормативни документи — стандарти, нормали) на всеки елемент. Формата на списъка не е регламентирана. Списъкът се разполага на свободното



Фиг. 7.10. Схема на съединенията на радиоприемник

поле на схемата или на друг лист. Връзката между списъка на елементите и схемата се осъществява чрез БЦО. Вместо списък данните за елементите могат да бъдат дадени до тяхното изображение в схемата.

7.1.5. ЕКВИВАЛЕНТНА СХЕМА (202)

За нея се използват следните определения:

- **дефиниция** — схема, предназначена за анализ и пресмятане на параметрите (характеристиките) на функционалните части на изделието като цяло.
- **графични означения** — графични символи на функционалните части или техните еквивалентни изображения, необходими за анализиране работата на схемата и нейното изчисляване.
- **текст** — допуска се използването на БЦО.
- **приложение** — за пресмятане на електрически вериги.

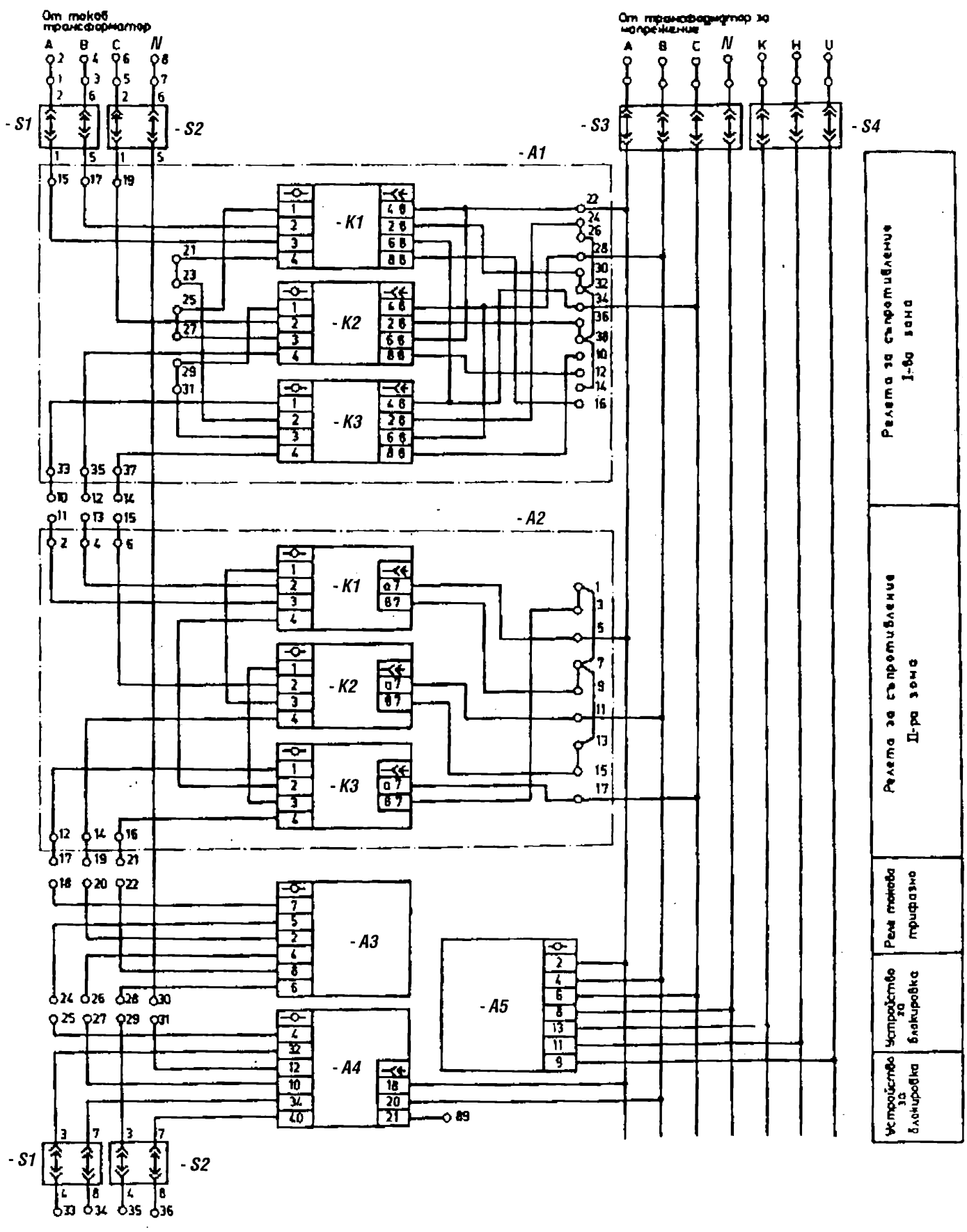
На фиг. 7.9*б* е показана еквивалентната схема на асинхронен двигател, като на фиг. 7.9*а* е дадена т.н. заместваща схема.

7.1.6. СХЕМА НА СЪЕДИНЕНИЯТА (301)

За нея са валидни следните определения:

- **дефиниция** — схема, показваща електрическите съединения на съставните части на изделието и определяща проводниците, кабелните снопове и кабелите (т. 5.8.3), с които се осъществяват тези съединения, както и местата на тяхното присъединяване и въвеждане (клеми, съединители).
- **графични означения** - правоъгълници или външни контурни очертания (за устройства); графични символи, правоъгълници или външни контурни очертания (за елементите на изделието).
- **текст** - БЦО (за устройствата и елементите); марката, сечението (за проводниците); марката, броя и сечението на жилата (за кабелите) и при необходимост други данни (тези данни могат да бъдат посочени и в таблица на съединенията).
- **приложение** - схемата се използва за изпълнение на други конструкторски документи, за монтаж, експлоатация и ремонт на изделието.

На фиг. 7.10 е дадена схема 301 на радиоприемник, реализиран чрез обемен монтаж със съединителни проводници, чиито схеми 101, 102 и 201 бяха разгледани по-горе; на фиг. 7.11 е дадена схема 301 на електрическо табло.



Фиг. 7.11. Схема на съединенията на електрическо табло

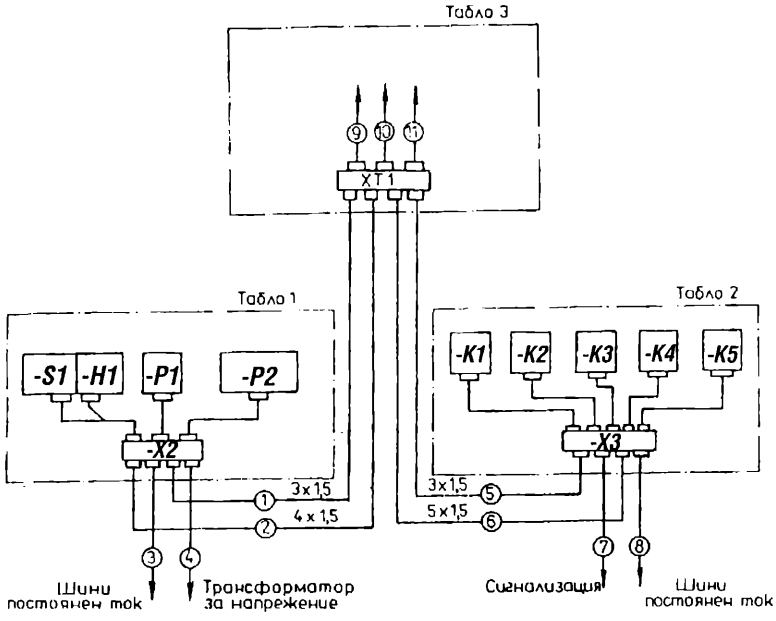
Когато ви отговаря философ, вие престават да разбирате за какво сте го питали (Жид)

На схемата се изобразяват всички елементи и устройства, които влизат в състава на изделието, техните входни и изходни елементи (съединители, платки и др.), както и съединенията между тези елементи и устройства.

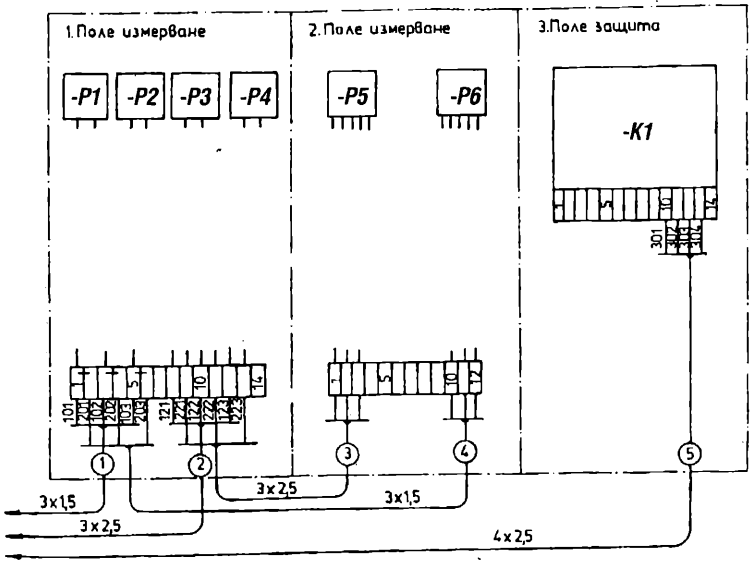
При изобразяването на устройствата и елементите чрез правоъгълници или външни контурни очертания, се допуска в тях да се вписва цялата схема или части от схемата на устройството, или графичния символ на елемента. На схемата се допуска да се посочват характеристиките на входните и изходните вериги на устройствата и елементите или други изходни данни, необходими за избор на конкретни типове проводници и кабели, ако при разработването на схемата данните за проводниците и кабелите не могат да бъдат определени предварително.

Ако на схемата не са посочени местата на свързване или намирането на местата на свързване на проводниците и жилата на кабелите е затруднено, данните за проводниците, кабелите и кабелните снопове и адресите на техните връзки се посочват в таблица на съединенията (форма на таблицата не е регламентирана) [т. 5.8.3].

Трябва да се обърне внимание върху обстоятелството, че в общия случай схема 301, макар да съдържа данни за проводниците и местата на присъединяването им, не е достатъчна за осъществяване на монтажа им. Схемата не съдържа списък на съставните части, в който да се отразява скрепителните елементи и материали (скоби, конзоли и др.) за проводниците и кабелите. По тези причини се налага използването на други конструктивни документи (т. 5.8.3).



Фиг. 7.12. Обща схема на съединенията на кабелен извод



Фиг. 7.13. Схема на включване на командно табло

7.1.7. ОБЩА СХЕМА НА СЪЕДИНЕНИЯТА (302)

Важат следните определения:

- **дефиниция** — схема, определяща съставните части на комплекса и електрическите връзки между тях на мястото на експлоатация.

- **графични означения** — графични символи (за елементи), правоъгълници или външни контурни очертания (за устройства и елементи).

- **текст** — наименование и тип или БЦО (за всяка част, изобразена чрез правоъгълник или външно контурно очертание); тип или БЦО (за всеки елемент, изобразен чрез графични символи); марка и сечението на проводниците (до тях); марката, броят и сечението на жилата на кабелите (до тях) и означението на съответен конструкторски документ за проводници, кабели и снопове, които са изработени по чертежи.

- **приложение** — изработване на други документи (чертежи на проводници, кабели, снопове), монтаж на системата и нейната експлоатация.

На фиг. 7.12 е показана схема 302 на кабелен извод.

На схемата се изобразяват устройствата и елементите, които влизат в комплекса, както и съединяващите ги проводници, кабели и снопове. При голямо насищане на схемата с графични символи се допуска на полето на схемата да се дава списък на елементите.

7.1.8. СХЕМА НА ВКЛЮЧВАНЕ (303)

Използват се определенията:

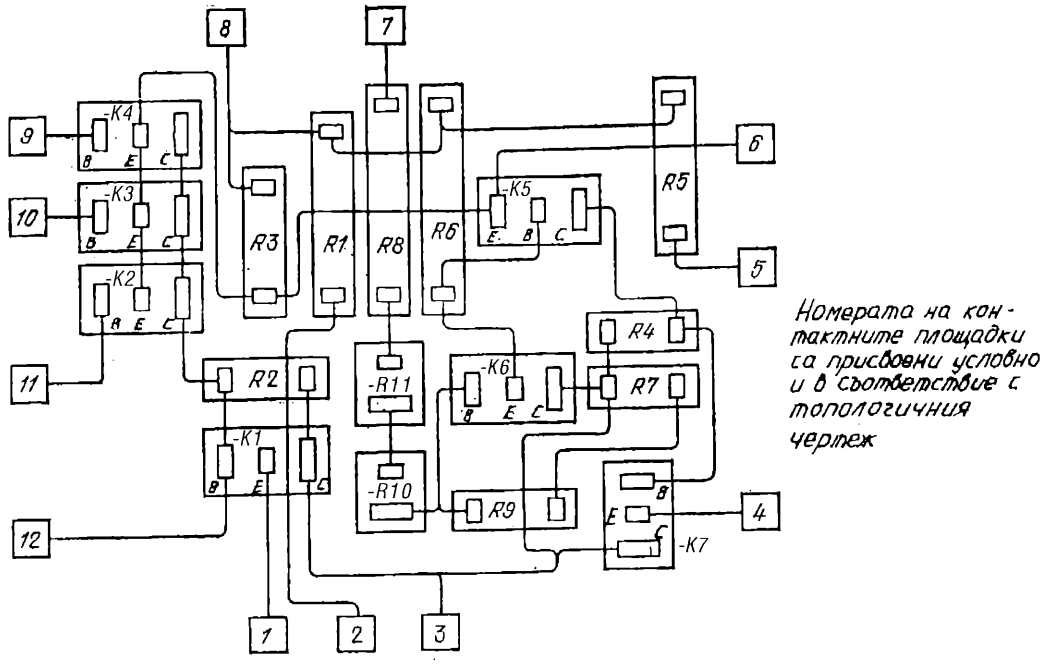
-**дефиниция** — схема, показваща външното свързване на обекта.

-**графични означения** — правоъгълник (за изделие) и графични символи (за входни и изходни елементи на изделието) или външни контурни очертания (за изделие и входни и изходни елементи).

-**текст** — БЦО (за всички елементи за включване); данни за включването на изделието (характеристики на външните вериги и/или адресите) — до краищата на проводниците и кабелите от външния монтаж.

-**предназначение** — за монтаж и експлоатация на изделието.

На фиг. 7.13 е дадена схема 303 на командно табло.



Фиг. 7.14. Схема на разположението на кристал на полупроводникова интегрална схема

На схемата се изобразяват изделието, неговите входни и изходни елементи (съединители, клеми и т.н.) и идващите към него краища на проводници и кабели от външен монтаж, до които се дават данни за включването на изделието.Когато проводниците, кабелите и кабелните снопове се изобразяват на схемата поотделно, към тях трябва да се дадат означения, определящи еднозначно мястото на включването им.

Разположението на изображенията на входните и изходните елементи в графичното изображение на изделието по принцип трябва да отговаря на тяхното действително взаимно разположение.

Разликата между схеми 302 и 303 е, че схема 302 показва съединенията вътре в системата (комплекса), докато схема 303 показва съединенията между системата и други външни за нея изделия. Разликата е относителна и понякога вместо схема 302 на конкретната система се разработват няколко схеми на включване на съставните й части.

7.1.9. СХЕМА НА РАЗПОЛОЖЕНИЕТО (401)

За нея са валидни следните определения:

- **дефиниция** — схема, определяща относителното разположение на изделията или съставните части на изделието, а при необходимост и на електрическите съединения (проводници, кабелни снопове и кабели).
- **графични означения** - външни контурни очертания на съставните части и/или графични символи.
- **текст** - тип или БЦО (за всяка част, изобразена чрез графични символи); наименование, тип или БЦО (за всяка част, изобразена чрез контурно очертание).
- **приложение** — тази схема се използва при разработка на други конструктивни документи, както и за монтаж и експлоатация на изделието.

На фиг. 7.14 е дадена схема 401 на кристал на полупроводникова интегрална схема.

Понякога схема 401се изобразява аксонометрично. Допуска се на схемата да се посочат съединенията между частите.

7.1.10. СХЕМА НА ЕЛЕКТРОСЪОРЪЖЕНИЯТА И ИНСТАЛАЦИИТЕ В ПРОЕКТИТЕ (ПЛАНОВЕТЕ) (402)

Използват се определенията:

- **дефиниция** — схема, определяща относителното разположение на съставните части на изделието в сгради и съоръжения, а при необходимост и електрическите съединения (проводници, кабелни снопове и кабели).
- **графични означения** - графични символи и/или правоъгълници и/или външни контурни очертания.
- **текст** — тип и означение, а при необходимост и наименование (до или в графичното означение) на устройствата, елементите, проводниците и кабелите.
- **приложение** —схемата се използва при монтажа на електросъоръженията, както и при тяхната експлоатация и ремонт.

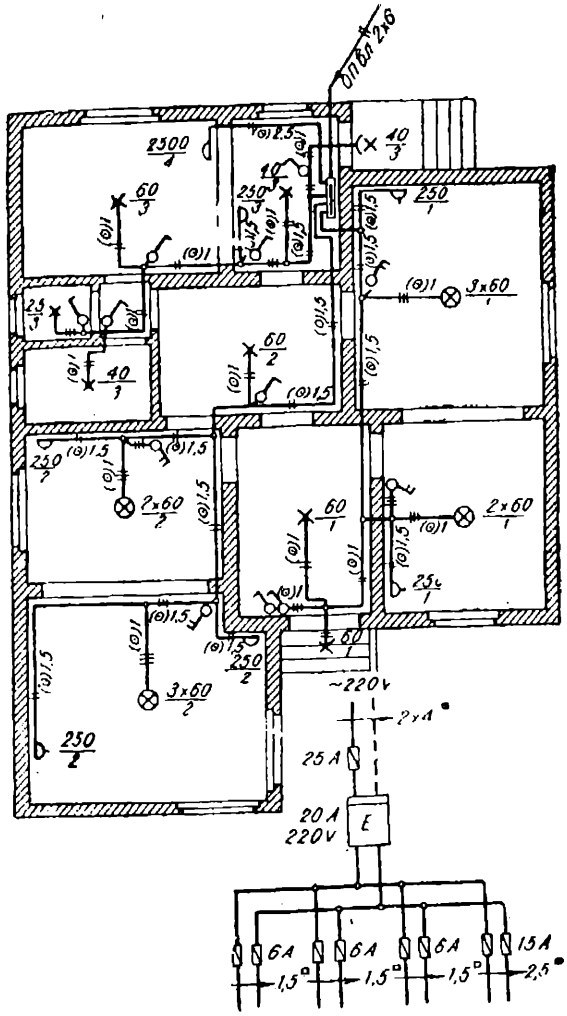
На фиг. 7.15 е дадена апартаментна инсталация. Всяка линия, която започва и завършва в електрическо табло са нарича "токов кръг". На фиг. 7.15 са изобразени 4 токови кръга.

Този вид схема са доста разпространени при силнотоковите изделия. Често (допуска се от БДС 2.720-80) тя се изпълнява върху строителните чертежи. В този случай схемата се изпълнява в мащаб.

По принцип разположението на елементите, устройствата, проводниците и кабелите трябва да отговаря на действителното им разположение в изделието или плана.

7.1.11. СХЕМИ НА ЕЛЕКТРОСНАБДЯВАНЕТО И ВРЪЗКИТЕ (403)

Определенията, използвани в този случай, са:



Токов кръг	1	2	3	4
Лампени изходи	4	9	5	
Контакти	2	3	1	1
Инст. мощ.	920	1110	455	2500

Фиг. 7.15. Схема на апартаментна инсталация

- **дефиниция** — схема, определяща относителното разположение на съставните части на изделието в местността, а при необходимост и на електрическите съединения (проводници, кабелни снопове и кабели).
- **графични означения** - графични символи и/или правоъгълници на съставните части на изделието.
- **текст** — наименование на частите, изобразени с правоъгълници.
- **приложение** —схемата служи за разработка на други конструктивни документи и при монтажа и експлоатацията на изделието на местността.

На фиг. 7.16 е показана селищна кабелна линия.

При изпълнение на схемата се допуска изпълнението й върху строителни планове и карти. В този случай се работи в мащаб и се посочват основните размери. Освен това се допуска на полето на схемата да се изобрази сечението на кабелното трасе, както и да се дадат необходимите размери на кабелите, кабелните снопове и проводниците.

7.1.12. ПРОЕКТИРАНЕ НА СХЕМИ

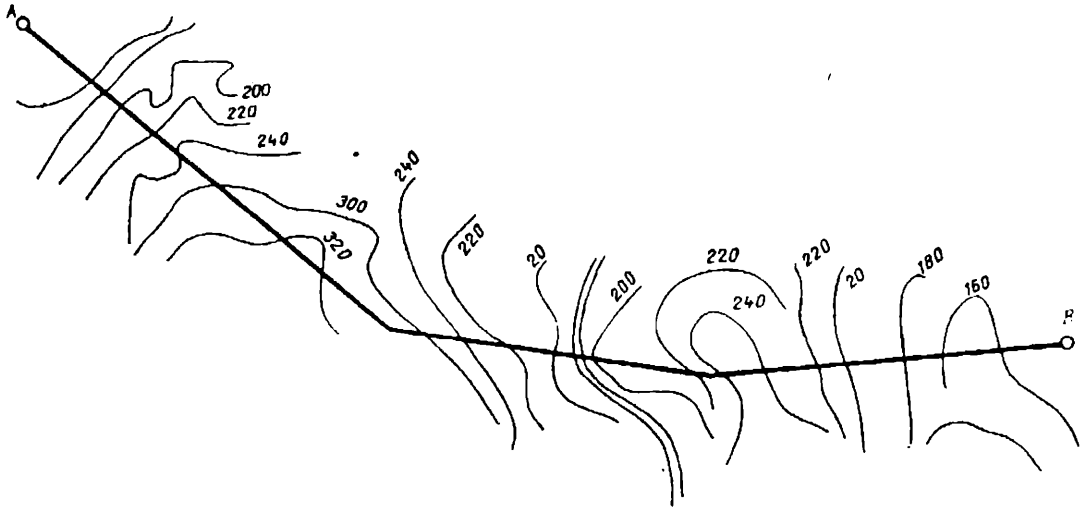
Проектирането на схеми се извършва в дисциплината „Схемотехника". Един от начините за проектиране се извършва по следния

Общ алгоритъм

1. Определяне на главната функция.
2. Декомпозиране на главната функция и определяне на основните функции $ОФ_i$.

Заб. Най- важните основни функции могат да бъдат представени чрез наименованията на реализиращите ги функционални блокове и съставляват структурната схема на проектирания ТО (т.7.2).

3. Разработване за всеки блок на схемно решение (готово или съставено).
4. Извършване на необходимите пресмятания.
5. Избор на рационален по избрани критерии вариант.
6. Извършване на компютърна симулация (тестване) на ел. процесите, протичащи в проектираното изделие и отстраняване на недостатъците, които са констатирани.



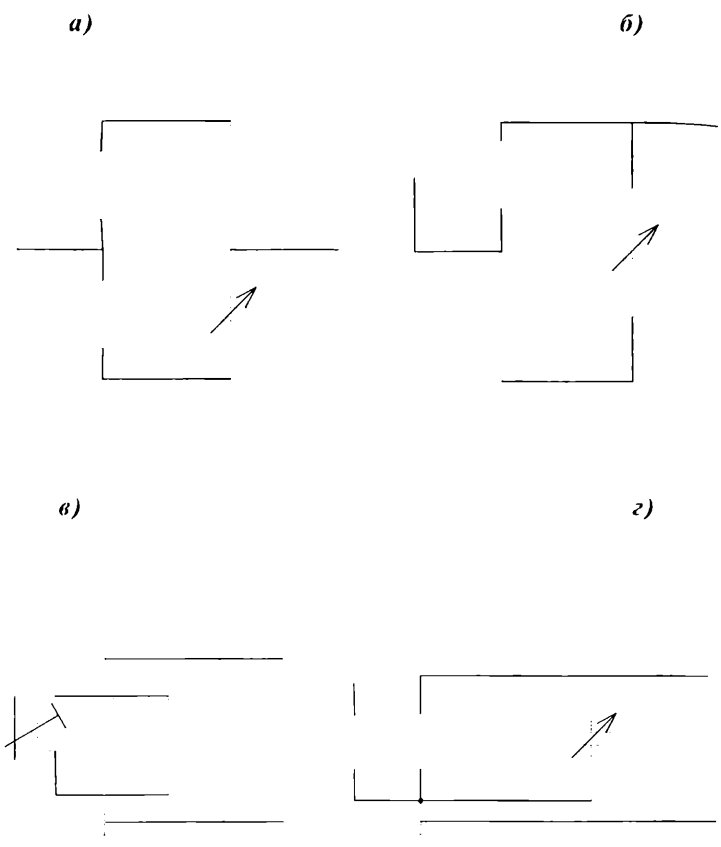
Фиг. 7.16. Схема на селищна кабелна линия

Пример

1. Нека ТО е радиоприемник. Главната функция е: възпроизвежда програма на радиостанция.

2. Най- важните $ОФ_i$ са дадени т.3.4.2. Структурната схема е представена на фиг.7.2.

3. Няколко варианта за блока"Трептящ кръг" са дадени на фиг.7.17. За пълнота към вариантите е добавена и антената.



Фиг.7.17. Примерни варианти на блок „Трептящ кръг"

7.1.13. ОБЩИ ПРАВИЛА ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ГРАФИЧНИТЕ СИМВОЛИ В СХЕМИТЕ

Една схема се състои от :

- графични символи на елементите;
- линии за електрическа връзка между тях;
- текстова информация.

В схемите се използват няколко вида графични символи — стандартизирани, във вид на контурни очертания и нестандартизирани.

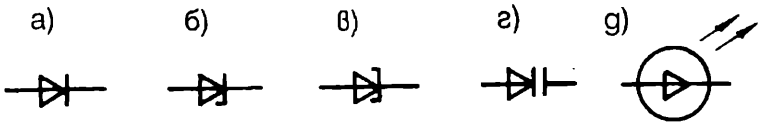
Понастоящем в електротехниката съществуват няколко хиляди **стандартизирани** графични символи. Причината за това е наличието на огромно множество от елементи. При избора на графични символи (има се предвид стандартизиращ орган) се изхожда или от приликата на графичния символ с очертанията на реалния елемент (резистор, фиг. 7.18*а*) или от неговия принцип на работа (изключвател, фиг. 7.18*б*). Обикновено за фамилия елементи се избира един общ знак, а конкретизацията за всеки член на фамилията се получава чрез до-пълнителни символи. Например общото обозначение на диод е показано на фиг. 7.19*а*, а на следващите фигури са показани някои представители на фамилията: фиг. 7.19*б* — стабилитрон (ценеров диод); фиг. 7.19*в* — тунелен диод; фиг. 7.19*г* — капацитивен диод (варикап); фиг. 7.19*д* — светодиод.



Фиг. 7.18. Графични символи, изградени на: а) прилика с реалния елемент; б) принцип на работа

В своята история графичните символи се опростяват. Промяната на графичните символи на антена през годините се вижда от фиг. 7.20.

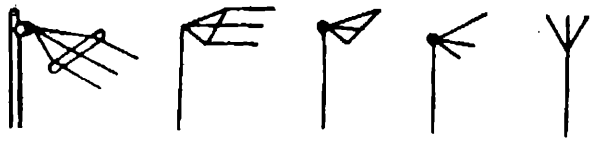
Основните графични символи, използвани в слаботоковата техника и в автоматиката са дадени в прил. П.05. Една значителна част от графичните символи с общо предназначение се използват като класифициращи (допълнителни) символи към основните графични символи. Например използването на графични символи с общо предназначение (фиг. 7.21*а*) при резистори и кондензатори довежда до графични символи съответно от фиг. 7.21*б* и фиг. 7.21*в*. Въобще композирането на символи чрез съставните им елементи, регламентирани в съответните стандарти, е характерна особеност при работа с тези стандарти.



Фиг. 7.19. Конкретизация при формирането на графичния символ на диод:
а) общо означение; б) стабилитрон; в) тунелен диод; г) капацитивен диод (варикап); д) светодиод

В някои от типовете схеми, описани по-горе, се допуска графичния символ да бъде **опростено контурно очертание** на елемента (вж. фиг. 7.10). Идентификацията на елемента се подпомага и от наличието на БЦО.

По принцип в електрическите схеми могат да се използват и **нестандартизирани** графични символи (най-често прости геометрични фигури), като същите се поясняват в свободното поле на схемите (например наиме-



Фиг. 7.20. Еволюция на графичния символ на антена

нование, тип, параметри и др. данни). При структурните схеми най-често използваните графични символи са правоъгълници.

Общите правила при изпълнение на стандартизираните графични символи (БДС 2.733-82) са:

1. В системата ЕСКД (вж. гл. 12) всички графични символи са със стандартизирани размери и те трябва да бъдат спазвани при изпълнение на схемите. Допуска се те да се намаляват с оглед увеличаване на компактността на схемата или те да се увеличават при необходимост от подчертаване на важността на елемента или поради липса на място вътре в графичния символ за нанасяне на допълнителна информация (фиг. 7.22).

В системата IEC (вж. гл. 12) размерите на графичните символи не са регламентирани.

Понастоящем част от българските стандарти са тип "ЕСКД", друга част — тип "IEC", а трета - тип "EN" (вж. глава 12).

2. Графичните символи могат да се разполагат спрямо дадените в стандартите завъртени на ъгли, кратни на 90°, както и огледално обърнати (фиг. 7.23*а*). Допуска се завъртане на ъгли, кратни на 45°, ако се постига по-ясна представа за отделните вериги (фиг. 7.23*б*).

3. Квалифициращите символи за излъчване (на светлина и др.) не се завъртат при завъртване на съответния графичен символ (фиг. 7.24).

4. Елементите и устройствата, които имат повече от едно положение на контактите, се изобразяват в схемите в положение, осигуряващо безтоково състояние.

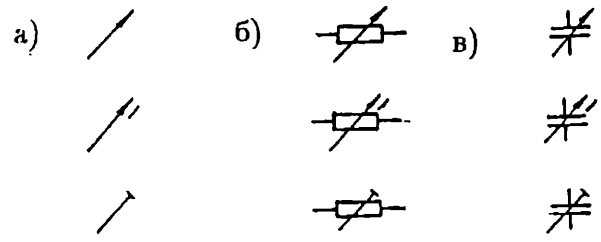
5. Елементите и устройствата, които се привеждат в действие по механичен начин, се изобразяват в нулево или изключено положение.

7.1.14. ОБЩИ ПРАВИЛА ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ЛИНИИТЕ ЗА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ВРЪЗКА В СХЕМИТЕ

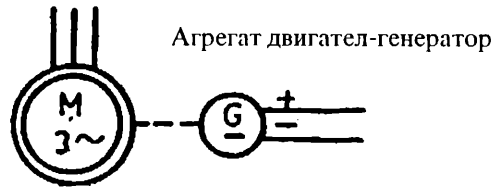
Елементите и устройствата се свързват помежду си чрез проводници (кабели, шини), по които протича електрически ток или се предава сигнал. Линиите за електрическа връзка се изобразяват условно чрез прави линии, които по принцип са хоризонтални или вертикални. Причината за такова разположение е свързана с особеностите на човешкото зрение. Като изключение тези линии са под 45° (фиг. 7.23*б*). Електрическата връзка между два проводника се изобразява чрез почернена точка (фиг. 7.25*а*). Допуска се тя да не се изобразява ако няма опасност от допускане на грешка (фиг. 7.25*б*).

За намаляване на броя на линиите, изобразявани на схемата, се препоръчва (БДС 2.733-82) условно графично сливане на отделни линии в групови. При използване на този подход трябва в местото на сливането всяка следваща линия да бъде отбелязана с условен пореден номер (фиг. 7.26*а*). Условни номера не се дават, ако сливащите се линии имат вече означения, например, номерата на проводници (фиг. 7.26*б*).

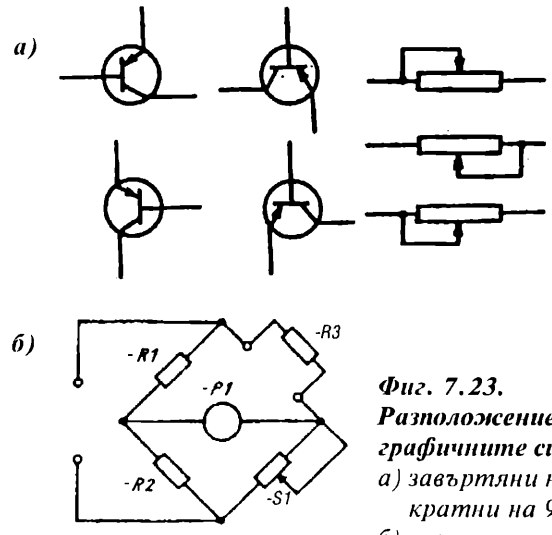
Еднаквите вериги в схемата могат да бъдат изпълнявани многолинейно (фиг. 7.27*а*) или еднолинейно (фиг. 7.27*б*).



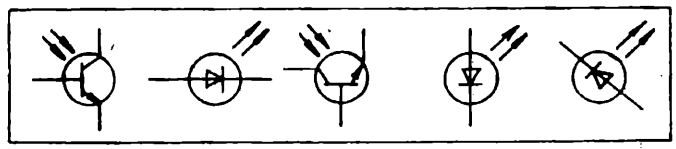
Фиг. 7.21. Допълнителни символи към графични символи: *а) графичен символ с общо предназначение; б) резистор; в) кондензатор*



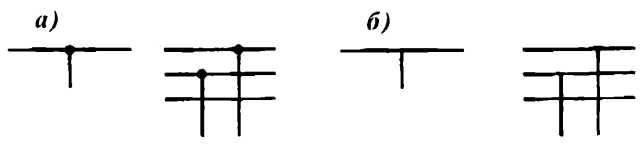
Фиг. 7.22. Графични символи тип "ЕСКД" с променени размери спрямо стандартните им размери



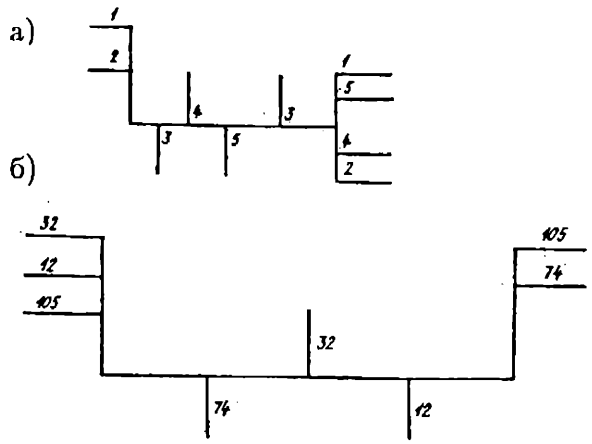
Фиг. 7.23. Разположение на графичните символи: *а) завъртяни на ъгли, кратни на 90°; б) завъртяни на ъгли, кратни на 45°.*



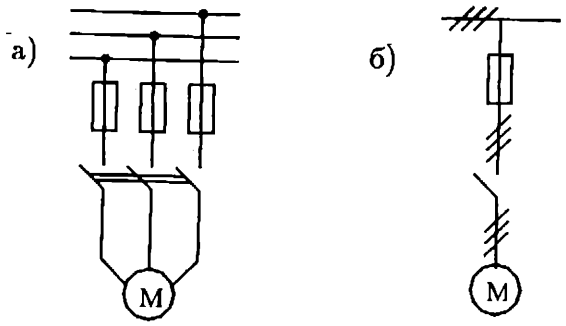
Фиг. 7.24. Квалифициращи символи, които не се разрешава да се завъртат



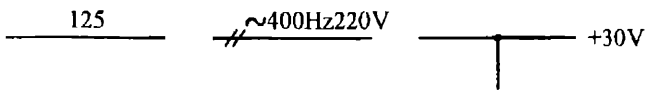
Фиг. 7.25. Електрически връзки: *а) означени графично; б) неозначени графично*



Фиг. 7.26. Сливащи се линии:
а) с условен пореден номер; б) с номера за проводници



Фиг. 7.27. Еднакви вериги:
а) многолинейно изпълнение;
б) еднолинейно изпълнение



Фиг. 7.28. Текстова информация в схемите

7.1.15. ОБЩИ ПРАВИЛА ПРИ ФОРМИРАНЕТО И НАНАСЯНЕТО НА ТЕКСТОВА ИНФОРМАЦИЯ В СХЕМИТЕ

В схемите се посочват различни категории данни в текстова форма. В зависимост от предназначението текстовите данни върху схемата могат да бъдат записани чрез:

а) условни означения, към които спадат преди всичко:
- означения на характеристики на съставна част (вж. т. 7.1.15.1);
- номера на вериги (вж. т. 7.1.15.2);
- означения на ел. контакти (вж. т. 7.1.15.3).

б) наименования (напр., наименования на сигнали, функционални групи и др.).

в) таблици — напр., списъци на елементите, данни за входове и изходи (фиг. 7.29*а*), комутационни таблици за многопозиционни превключватели (фиг. 7.29*б*) (показаната таблица съдържа в първи стълб контактите *1-1, 3-4, ..., 35-36*; в първия ред — броят на позициите, а на сеченията — програмата за състоянието на контактите в различните позиции, напр. в позиция 4 са включени контактите: *7-8, 15-16, 17-18, 19-20, 21-22, 27-28 и 31-32*; таблици, които съдържат текст и графични означения (фиг. 7.30).

г) непрекъснат текст (напр. технически изисквания, пояснения и др.) (фиг. 7.31).

7.1.15.1. Означения на характеристики на съставна част

Съгласно БДС EN 61346-1 всеки обект може да бъде разглеждан от три аспекта:

- *функционален*, който се определя от предназначението на обекта;
- *конструктивен*, който се определя от начина на образуване на обекта;
- *на разположение*, който се определя от местоположението на обекта.

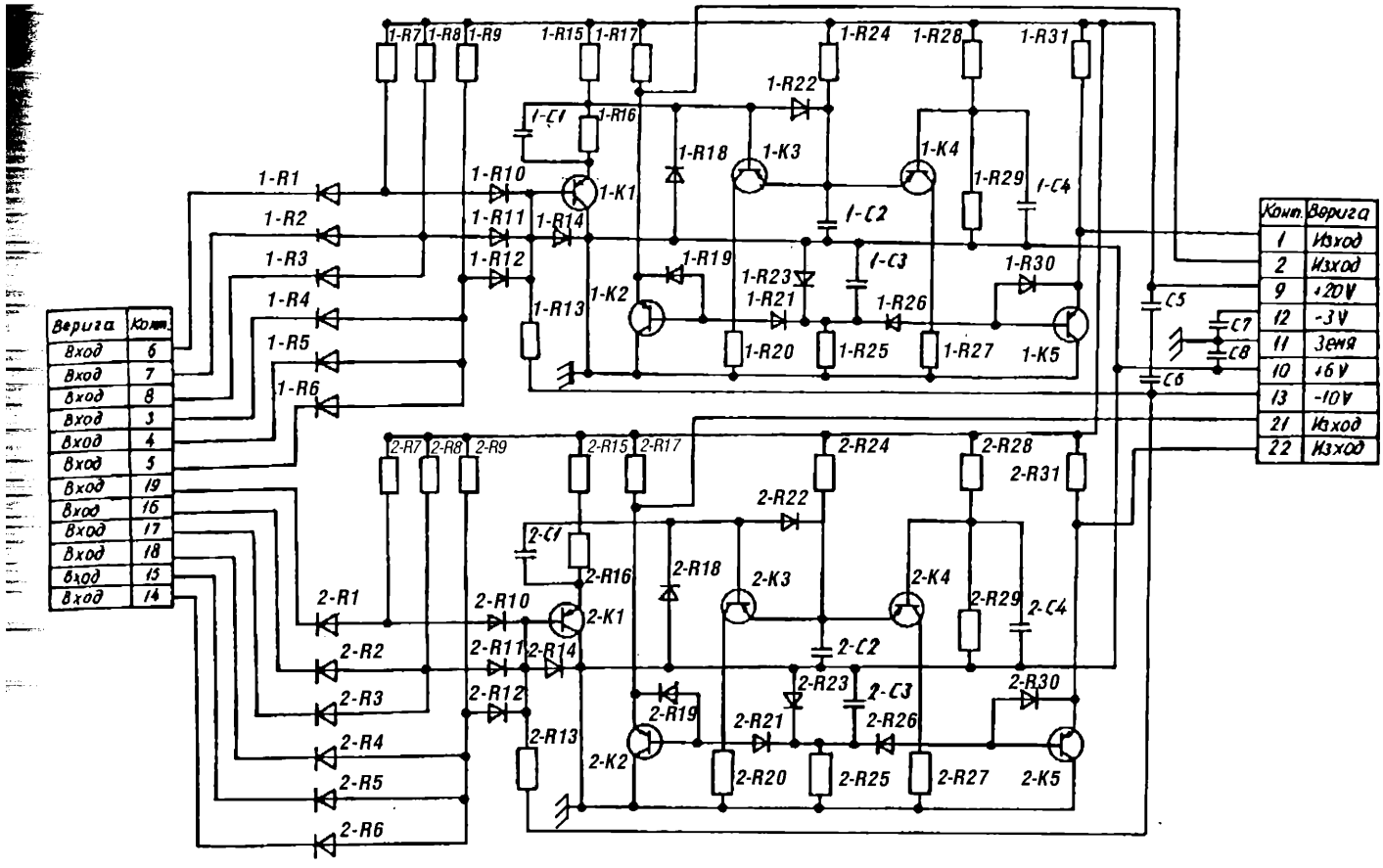
За всеки един от тези аспекти се използват съответни квалифициращи символи, дадени по-долу в кавички:

"=" — за функционален;
"—" — за конструктивен;
"+" — за разположение.

Съставните части на обектите се означават в схемите с код, който се присвоява на всеки елемент от схемата. Това означение е индивидуално за всеки елемент и служи за неговата идентификация. То се използва за: връзка между реалния елемент и този от схемата; за връзка между елемента от схемата и този от сборния чертеж на изделието; за установяване на еднаквост на елементите в различните схеми и др.

Означението на съставна част се формира от две части. Първата част е квалифициращ символ "—", който определя конструктивния аспект на обекта. Втората част е буквено-цифрово означение, което се състои от буквен код (табл.7.3) и цифра, разграничаваща обекти с еднакъв буквен код, които са съставни части на един обект. Цифровият код се образува за всеки буквен код при движение от горния ляв ъгъл на схемата надолу, а след това отляво надясно — всеки елемент с даден буквен код получава поредно цифрово означение. На фиг.7.32 са показани буквено-цифровите означения на кондензатори (С) и резистори (R), като електрическите връзки между елементите не са изобразени.

Буквените кодове на обектите се формират въз основа на класификация на обектите според БДС EN 61346-2. Принципът за класификация (фиг.7.32) се основава на разглеждането на всеки обект като част от процес с вход и изход, спрямо които обектът се характеризира по предназначение без да се отчита вътрешната му структура. Това означава, че един и същи обект може да получи различен буквен код по таблица 7.3 в зависимост от предназначението си в разглеждания процес. Например един резистор може да се класифицира по предназначение "ограничаване на поток" в клас с буквен код R. Ако същият резистор се разглежда с предназначение "нагряване", той ще получи буквен код E.



Фиг. 7.29а Таблици в схемите (данни за входове и изход)

Означението на изводи е означението за токопроводими части на устройството, предназначени за електрическа връзка с външни вериги. Означението трябва да отговаря на маркировките върху съставната част и включва главни букви и цифри. Когато изводите на съставната част не са маркирани, в схемата трябва да бъде присвоено фиктивно означение на изводите, включващо квалифициращ символ ":", пред който се поставя означението на съставната част, а след който — номера на извода, напр. - Q1:3.

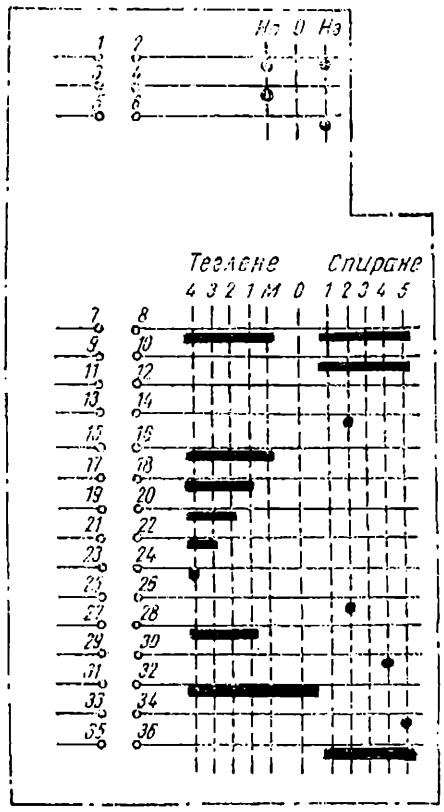
7.1.15 .2. Общи правила за означаване на веригите в схемите

При необходимост върху схемите се означават съответните им вериги. Означението е буквено-цифрово или само цифрово, като означението на проводниците за захранване е дадено в табл. 7.4. Примерното означение на захранването е показано на фиг. 7.34.

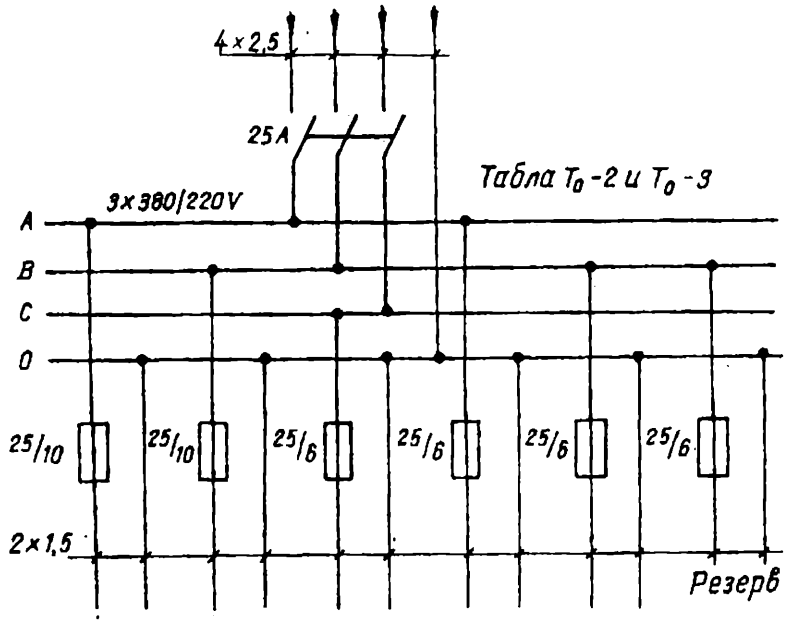
Означаването на частите от веригата служи за тяхното разпознаване и се регламентира за електрически вериги (главни, за управление, за защита, за сигнализация, за автоматика, за измерване) от БДС 2.756-88.

Основните правила са:

- при означаването се използват главни букви от латинската азбука и арабски цифри, изпълнени с еднакъв размер на шрифта;
- частите от веригата, разделени с контакти на апарати, намотки на релета, уреди, машини, резистори и други елементи, трябва да имат различно означение (фиг. 7.35а);
- частите от веригата, минаващи през неразглобяеми, разглобяеми и щепселни съединения трябва да имат еднакво означение; допуска се да се използват различни означения на частите от веригата, преминаващи през щепселни контактни съединения;
- веригите в схемата се означават независимо от номерацията на елементите, като последователността на означаване трябва да бъде по правило от входа на източника на захранване към потребителя;



Фиг. 7.29б Таблици в схемите (комутационна таблица)



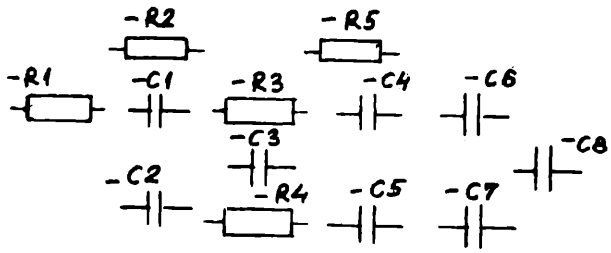
Токов кръг №	9	10	11	12	13		Общо
Контактиброя	–	–	12	12	10	–	34
Лампи, броя	6	6	–	–	–	–	12
Фасунги стенни	–	–	6	6	3	–	15
Фасунги висящи	–	–	6	6	7	–	19
Мощност, W	1500	1500	960	960	460	–	5380

Фиг. 7.30. Таблица с текст и графични означения

(Технически изисквания)

1. Означението на контактите на потенциометрите R1÷R5 е условно.
2. Точките E и F да се изведат като отделни контакти на печатната платка и да се гравират.
3. Допуска се регулиране на напрежението –27V и ~20V чрез разпояване и последващо спояване на първичната и вторичната намотки на трансформатора.
4. Кабелът 6 се включва:
– към контактите X1 и X5 – за работа със синхронни протоколи;
– към контактите X2 и X4 – за работа със асинхронни протоколи.

Фиг. 7.31. Непрекъснат текст в схемите



Фиг. 7.32. Означаване на съставна част



Фиг. 7.33. Принцип за класификация на обектите

Нетърпеливостта е главната причина за нашите глупости (Стерн, XVIII в.).

Таблица 7.3

Буквени означения на съставните части в електрически схеми съгласно EN 61346-2

Буквен код	Предназначение на обекта	Примери на термини, описващи предназначение на обекти и техните функции	Примери на типични електрически изделия
A	Две или повече предназначения или задачи ЗАБЕЛЕЖКА: Този клас се отнася само за обекти, за които не може да се определи основно предназначение или задача.		Екран, реагиращ на докосване (тъч скриин)
B	Преобразуване на входна променлива (физическо свойство, състояние или събитие) в сигнал за по-нататъшна обработка	Откриване Измерване (определяне на стойности) Мониторинг Осезател Претегляне (определяне на стойности)	Реле на Бушхолц Детектор Детектор на пожар Детектор на газ Измервателен елемент Измервателно реле Измервателен шунт Измервателен трансформатор Микрофон Детектор на движение Фотоклетка Управляващ превключвател Позиционен превключвател Прекъсвач за близост Датчик за близост Защитно реле Сензор (датчик) Датчик за дим Тахогенератор Температурен датчик Термореле Видеокамера
C	Съхраняване на материя, енергия или информация	Записване Съхраняване	Буферна памет Буферна батерия Кондензатор Записващо устройство на резултати (главно за съхраняване) Твърд диск Памет Памет с произволен достъп (RAM) Акумулаторна батерия Магнетофон (главно за съхраняване на данни) Видео магнетофон (главно за съхраняване на данни) Записващо устройство за напрежение (главно за съхраняване)
E	Осигуряване на лъчиста или топлинна енергия	Охлаждане Нагряване Осветяване Излъчване	Бойлер Флуоресцентна лампа Нагревател Лампа

			Лампа с нажежаема жичка Лазер Осветител Мазер Радиатор
F	Директна защита (автоматична) на енергиен поток, сигнали, персонал или съоръжения от опасни или нежелани състояния, включително системи и съоръжения за защита	Поглъщане Охрана Предотвратяване Предпазване Обезопасяване Защита	Анод за катодна защита Фарадеева клетка Стопяем предпазител Миниатюрен прекъсвач Защита от претоварване Гръмозащита Термична защита
G	Възбуждане на енергиен или материален поток Генериране на сигнали, използвани като информационни носители или еталонен източник Произвеждане на нов вид енергия, материя или продукт	Сглобяване Раздробяване Разглобяване Генериране Разделяне на фракции Отнемане на материал Смилане Смесване Произвеждане Разпрашаване (пулверизиране)	Суха батерия Динамо Горивна камера Генератор Електрически генератор Въртящ се генератор Генератор на сигнали Слънчев елемент Генератор на трептения
K	Обработване (приемане, обработване и предаване) на сигнали или информация (изключват се обекти за целите на защита, виж клас F)	Затваряне (управляващи вериги) Непрекъснато управление Закъснение Отваряне (управляващи вериги) Забавяне Комутация (управляващи вериги) Синхронизация	Двупозиционно реле Аналогова интегрална схема Устройство за автоматично включване в паралел Цифрова интегрална схема Контактор Централен процесор Закъснителен елемент Закъснителна линия Електронна лампа Електронна тръба Регулатор с обратна връзка Филтър Индукционен смесител Микропроцесор Обработващ компютър Програмируем контролер Синхронизиращо устройство Реле за време Транзистор
M	Осигуряване на механична енергия (ротационно или линейно механично движение) за задвижване	Задействане Задвижване	Задействащо устройство Управляваща бобина Електродвигател Линеен двигател

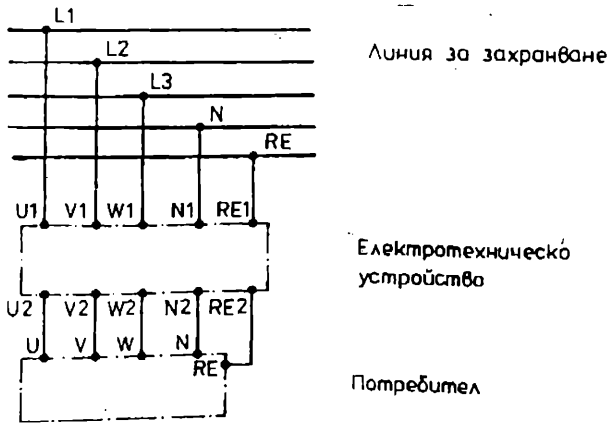
P	Представяне на информация	Подаване на алармен сигнал Комуникация Извеждане на екран Индикация Информиране Измерване (представяне на количества) Представяне Отпечатване Предупреждение	Акустично сигнално устройство Амперметър Звънец Часовник Записващо устройство с непрекъсната линия Дисплей Електромеханичен индикатор Брояч Гайгеров брояч Светодиод Високоговорител Оптично сигнално устройство Принтер Записващ волтметър Сигнална лампа Зумер Синхроноскоп Волтметър Ватметър Електромер
Q	Управлявано превключване или изменение на поток от енергия, сигнали или материя (За сигнали в управляващи вериги, виж класове K и S)	Отваряне (поток от енергия, сигнали или материя) Затваряне (поток от енергия, сигнали или материя) Превключване (поток от енергия, сигнали или материя) Зацепване	Прекъсвач Контактор (за мощност) Разединител Предпазител прекъсвач Предпазител прекъсвач-разединител Стартер на двигател Мощен транзистор Прекъсвач (чрез свързване на късо) с въртящ се контакт Прекъсвач (за мощност) Тиристор (ако основното предназначение е защита, виж клас F)
R	Ограничаване или стабилизиране на движението на поток от енергия, сигнали или материя	Блокиране Амортизиране Задържане Ограничаване Стабилизиране	Диод Индуктивност Ограничител Резистор
S	Преобразуване на ръчна операция в сигнал за по-нататъшна обработка	Въздействие Ръчно управление Избиране	Управляващ прекъсвач Изключвател при несъответствие Клавиатура Светлинна писалка Мишка Бутонен прекъсвач Селекторен превключвател Устройство за регулиране на зададена стойност
T	Преобразуване на енергия като се запазва видът на енергията Преобразуване на установен сигнал като се запазва съдържанието на информацията	Усилване Модулиране Трансформиране Отливане Компресиране Преобразуване Рязане Деформация на материал Разширение	Преобразувател на променлив в постоянен ток Усилвател Антена Демодулатор Честотен преобразувател Измервателен преобразувател Измервателен предавател Модулатор Силов трансформатор Изправител Изправителна станция

	Преобразуване на формата на материал	Коване Смилане Шлифоване Увеличаване на размер Намаляване на размер Струговане	Преобразувател на сигнали Трансформатор на сигнали Телефонен апарат Преобразувател
U	Поддържане на обекти в определено положение	Поддържане Пренасяне Държане Опора	Изолатор
V	Обработка на материали или продукти (включително подготовка и последваща обработка)	Нанасяне на покритие Почистване Дехидратиране Снемане на ръжда Сушене Филтриране Топлинна обработка Опаковане Променяне на условията Възстановяване Повторна довършителна обработка Уплътняване Разделяне Сортиране Разклащане Повърхностна обработка Овързване	Филтър
W	Направляване или пренасяне на енергия, сигнали, материали или продукти от едно място на друго	Провеждане Разпределяне Направляване Водене Позициониране Пренасяне	Шини Кабел Проводник Информационна шина Оптично влакно Преходна втулка Вълновод
X	Свързващи обекти	Свързване Сдвояване Съединяване	Съединител Щепселен съединител Клема Клемна дъска Клеморед
I, O	Да не се използва		
D, H, J, L, N, Y, Z	Запазено за бъдеща стандартизация		

- разклоняващите се части от веригата се означават отгоре надолу и в посока отляво надясно; допуска се при означаването на веригите да се оставят резервни номера, за да се осигури удобство при ползване на схемата;
- помощните вериги (за управление, защита, сигнализация, измерване) се означават с последователни числа в границите на изделията (фиг. 7.35*б*); пример за означаване на главна и помощна верига е показан съответно на фиг. 7.35*а* и 7.35*б*.

7.1.15.3. Означения на електрически контакти

Въпреки, че конструктивно приемащата част на релетата (бобините) и техните контакти образуват сглобена единица,в схемите (201 и др.) за удобство те се изобразя-

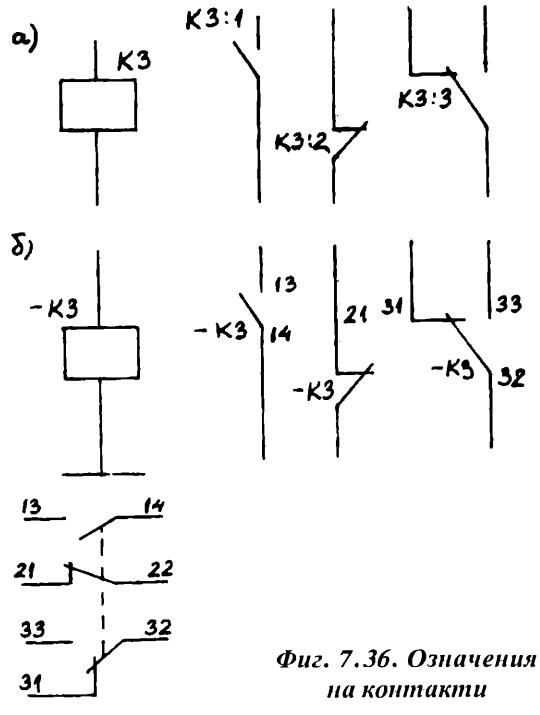


Фиг. 7.34. Примерно означение на захранване

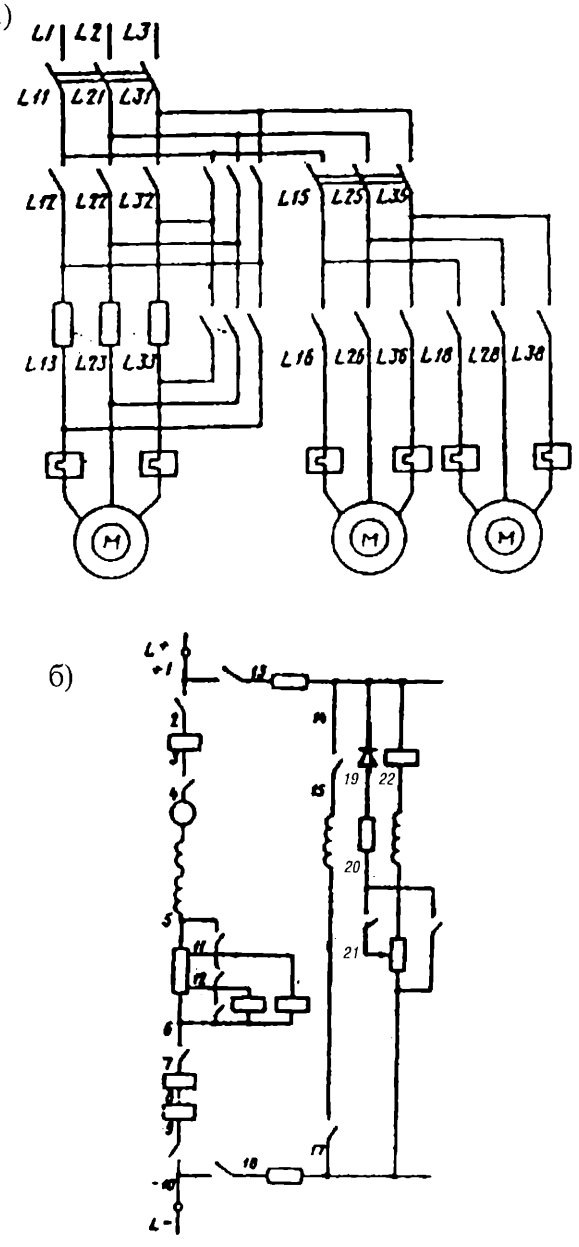
Таблица 7.4.

Означение на проводници за захранване

Наименование	Означение буквено-шифрово	Означение графично съгласно БДС2.734-82
1. Система за захранване с променлив ток		
- фазов проводник (може да бъде свързан към всяка фаза)	L	
- проводник на първа фаза	L1	
- проводник на втора фаза	L2	
- проводник на трета фаза	L3	
- неутрална (среден проводник)	N	
Присъединителна клема на електротехническо устройство:		
- първа фаза	U	
- втора фаза	V	
- трета фаза	W	
- неутрална	N	
Забележка: Допуска се присъединителните клеми да се означават с:		
- първа фаза	A	
- втора фаза	B	
- трета фаза,	C	
ако това не води до погрешно включване в системата за захранване с постоянен ток.		
2. Система за захранване с постоянен ток:		
- проводник на положителния полюс	L+	
- проводник на отрицателния полюс	L-	
- среден проводник	M	
- присъединителни клеми на електротехническо устройство:		
положителен полюс		+
отрицателет полюс		–
среден полюс	N	
3. Специални видове проводници и клеми:		
- за заземяване	E	
- защитен заземен	PE	
- защитен незаменен	PU	
- за безшумно заземяване	TE	
- нулев	PEM	



Фиг. 7.36. Означения на контакти



Фиг. 7.35. Означаване на главна (а) и помощна (б) вериги

ват разделени, тъй като участват в различни вериги.

По досега действащия БДС 2.737-82 електрическите контакти се означаваха условно с комбинация на букви и цифри. При означаване на контактите на релета и контактори се допускаха две цифрови части, отделени с двоеточие. Първата цифрова част показваше поредния номер на релето (контактора) в схемата, а втората — поредния номер на неговия контакт. Означението К 3:2 (фиг. 7.36*а*) означава втори контакт на релето 3. В новите стандарти означенията на контактите са съгласно фиг. 7.36*б*. Принадлежността на контактите към определен комутационен апарат се вижда от БЦО на апарата, записано до контактите. С цел установяване на връзка между приемащата част и контактите, под бобината и извън схемата се изобразяват всички контакти с цифрово означени изводи (фиг. 7.36*б*).

7.1.16. СПЕЦИФИЧНИ ПРАВИЛА ЗА ИЗПЪЛНЕНИЕ НА СХЕМИТЕ

Допълнително са валидни и следните правила:

а) линии

Схемите се изпълняват с тънки непрекъснати линии. Допуска се използването на дебели линии, когато е необходимо графично да се разграничат най-важните линии (напр. силова верига - фиг. 7.41). Чрез дебели линии се изпълняват и някои графични символи (вж. П 03).

б) графично отделяне на части от схемата

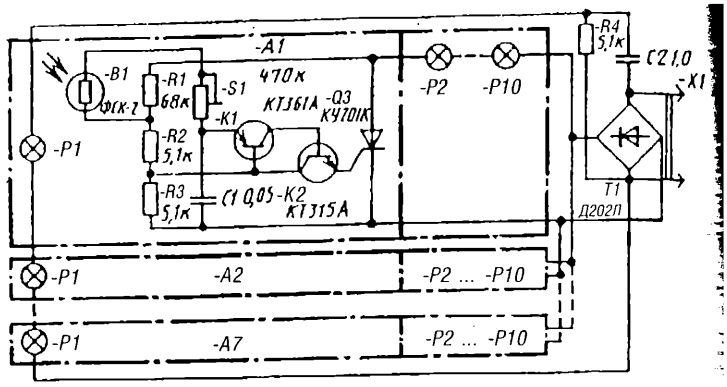
Допуска се на схемата графично да се отделят устройства, функционални групи, повтарящи се части от схемата (фиг. 7.37). Съответните части на схемата се отделят чрез дебела прекъсвана с точки линия.

в) формати

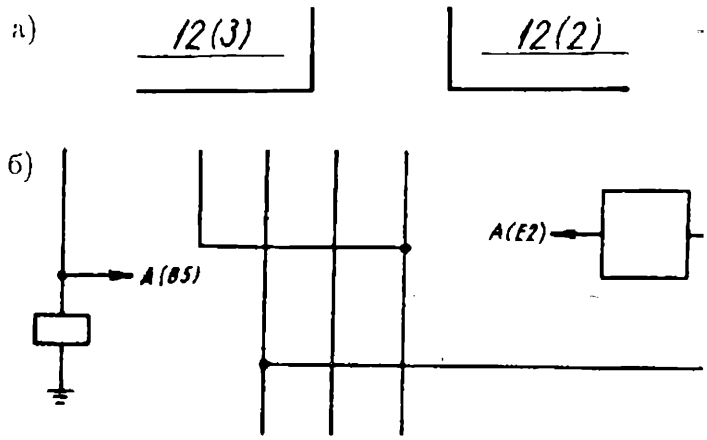
По принцип схемите се изпълняват върху стандартни формати без мащаб (тъй като размерите на графичните символи не отговарят на размерите на реалните елементи). Допуска се изпълнението на схемата на няколко формата. В този случай линиите, преминаващи от един лист на друг, трябва да се прекъсват извън границите на изображението на схемата. В мястото на прекъсването им трябва да се посочи означението или наименованието, дадено на линията (например номерът на проводника, наименованието на сигнала или неговото съкратено означение) и в кръгли скоби — номерът на листа, към който преминава (означението е в предходния лист) или от който идва (означението е в следващия лист) — фиг. 7.38*а*.

Линиите, съединяващи графичните символи върху един и същи формат, по правило трябва да бъдат показани изцяло. Допуска се прекъсване на отделни линии, пресичащи значителна част от схемата. Тези линии завършват така, както е показано на фиг. 7.38*б*.

На фиг. 7.39 - 7.41 са дадени принципни схеми на три изделия, като списък на елементите е представен само за първата схема.



Фиг. 7.37. Графично отделяне на функционални групи



Фиг. 7.38. Прекъсване на проводници:
а) начертани върху повече от един формат;
б) начертани върху един формат

7.1.17. КОМПЛЕКТНОСТ НА СХЕМИТЕ

Общият брой схеми, влизащи в комплекта конструкторска документация, трябва да бъде минимален. Необходимият брой на типовите схеми, както и броят на схемите от всеки тип, нужни за разработване на изделието, се определят от особеностите на ТО. Комплектът схеми трябва да съдържа информация в обем, достатъчен за проектиране, изработване, експлоатация и ремонт на изделието.

За изделията от слаботоковата техника често комплектът се изчерпва само с принципна електрическа схема, въз основа на която се разработва печатна платка и сборния чертеж на печатния възел (вж. т. 5.8.2). Принципната схема е достатъчна за значителна част от радиоелектронните изделия, за които съществува електромонтажна документация (вж. т. 5.8.1).

В документацията на слаботоковата техника и автоматиката се използват в отделни случаи и останалите видове схеми. Изключение правят схеми 402 и 403 и до известна степен схема 202. Последната се среща в обяснителните записки.

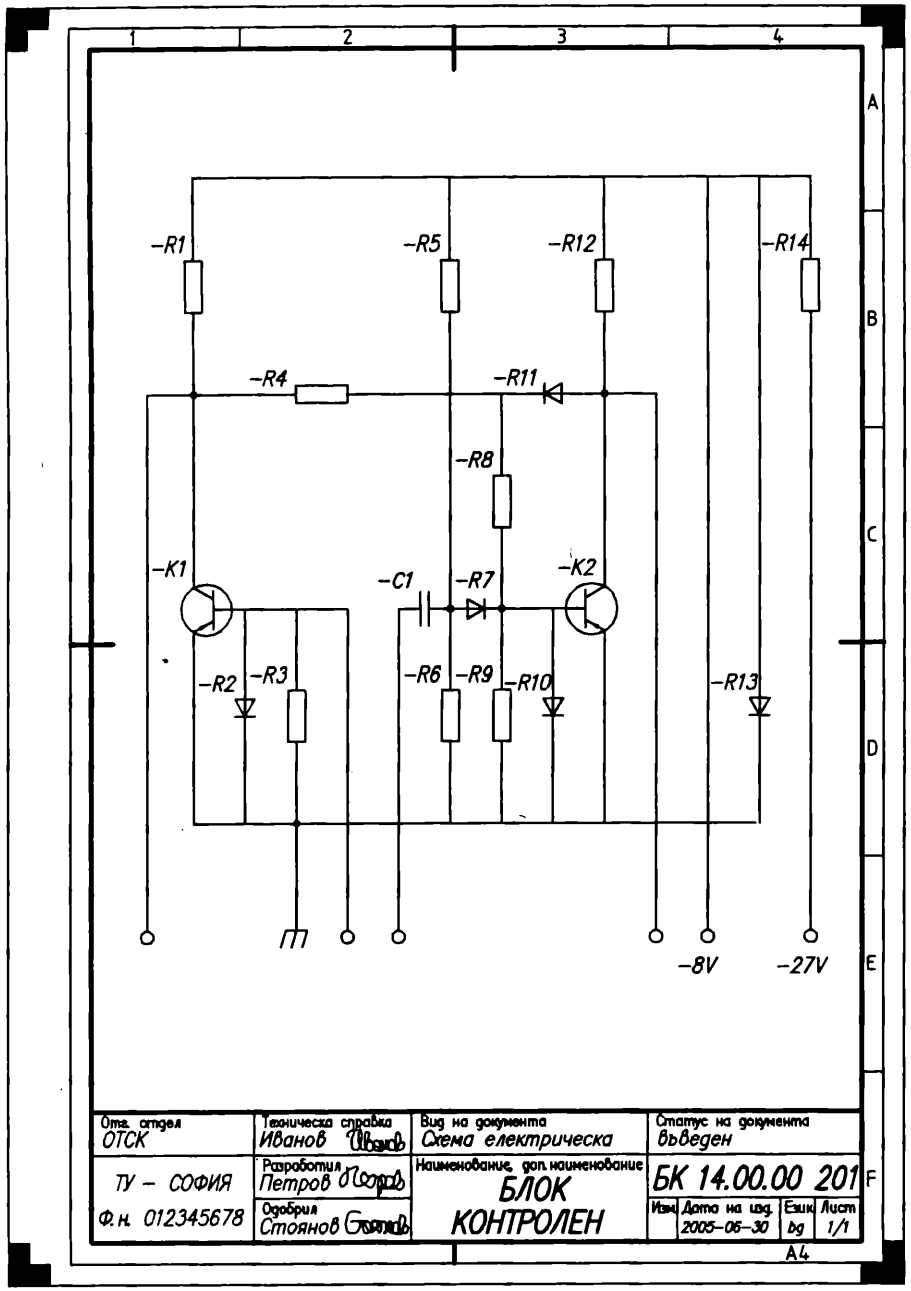
Разработването на схема 101 и 102 е оправдано, ако те служат за изпълнението на останалите конструкторски документи. Схема 302 се използва само при наличие на изделие-комплекс, което е сравнително рядко.

7.1.18. АВТОМАТИЗАЦИЯ

Някои програмни системи са:

- за начертаване: Visio, AutoCAD Electrical
- за въвеждане на схеми като елемент от проектиране на печатни платки, вкл. и за начертаване: OrCAD, CADStar, Protel, P- CAD, SmartWork
- за тестване: OrCAD, Crocodile Physics, Tina - Analog Circuit Simulation From Texas Instruments, Labview, Agilent VEE, Oregano,

Тестването бива функционално (проверява се правилността на работа) и параметрично (проверяват се параметрите на зададения обект със зададена точност). В зависимост от бързодействието се различава статично тестване (обектът се проверява при относително ниска спрямо граничната му честота; новите входни въздействия се подават след като елементите се установят в своите статични състояния) и динамично тестване (провежда се при гранични за функционирането на обекта честоти).



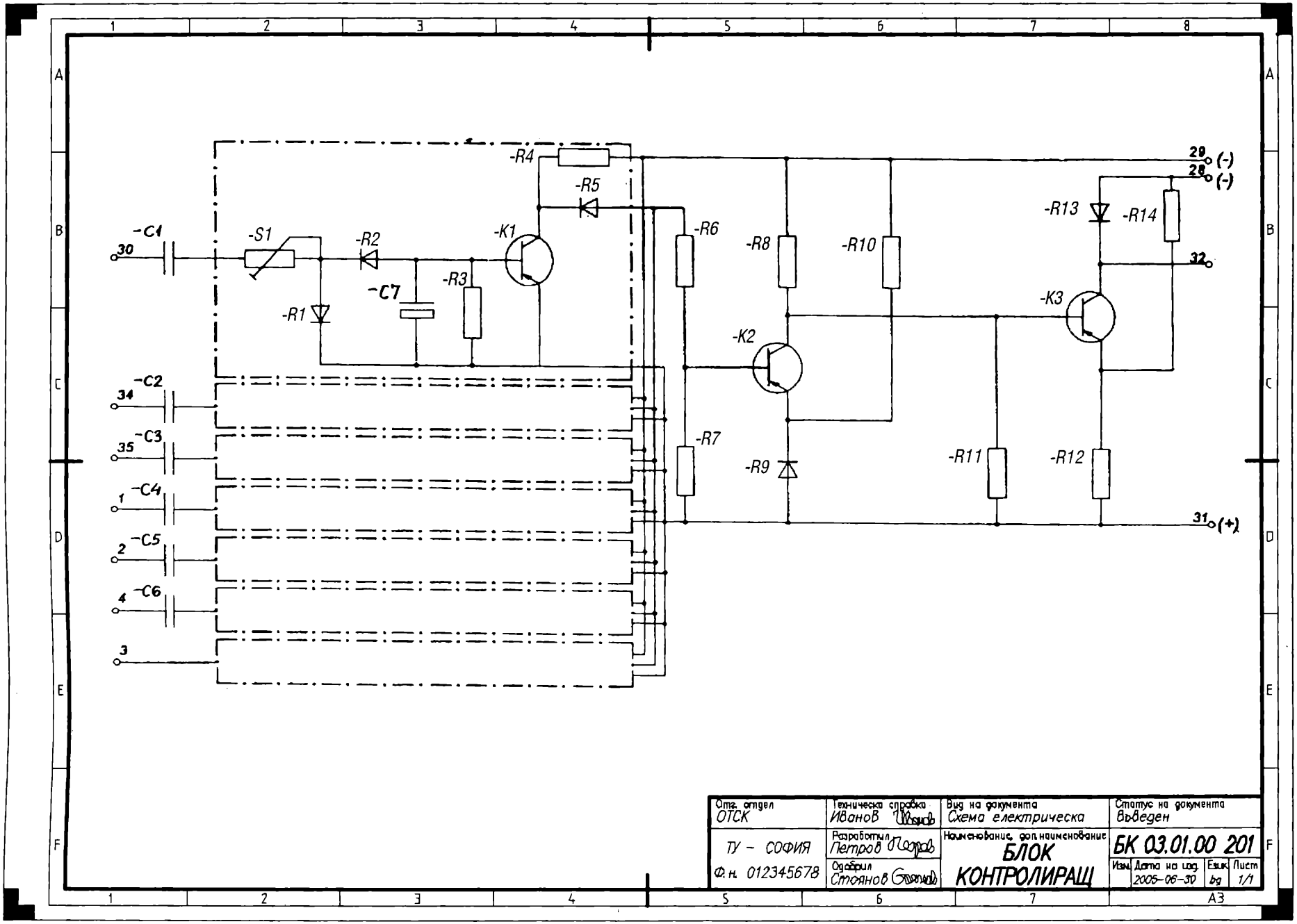
Фиг. 7.39а Принципна схема на печатен възел

Списък на елементите

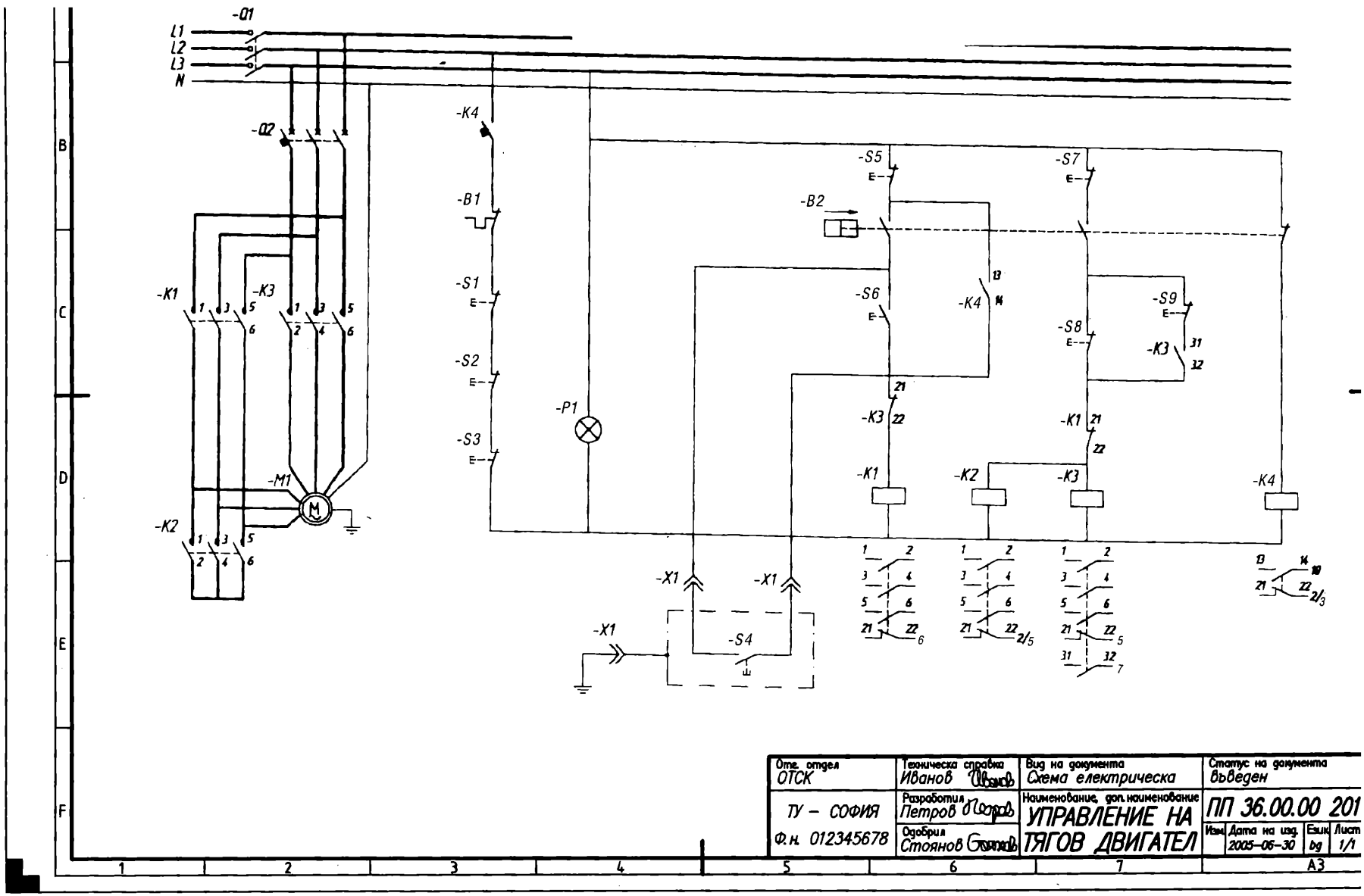
Означение в схемата	Наименование и означение	Кол.	Забележка
–C1	Кондензатор КрДа 18–N 750–220 pF±10%	1	
	500 V/555 БДС 7919–84		
	Резистор постоянен РПМ 2,		
	гр.А 60/125/21 БДС 10157–81		
–R1	2.1 kΩ±10%, 0.125 W	1	
–R3	1.8 kΩ±10%, 0.125 W	1	
–R4	5.6 kΩ±5%, 0.125 W	1	
–R5	9.1 kΩ±10%, 0.125 W	1	
–R6,–R8	3.3 kΩ±5%, 0.125 W	1	
–R9	3.0 kΩ±5%, 0.125 W	1	
–R12	1.3 kΩ±5%, 0.125 W	1	
–R14	1.3 kΩ±5%, 0.5 W	1	
–R2	Диод 2Д5607 БДС 11531–81	1	
–R7,–R10	Диод Д20 "ЕЛОРГ" Русия	3	
–R11			
–R13	Диод Д814А "ЕЛОРГ" Русия	1	
–K1,–K2	Транзистор ГТ2308 "ЕЛОРГ" Русия	2	

Отг. отдел	Техническа справка	Вид на документа	Статус на документа
ОТСК	Иванов	Списък на елементите	въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование	БК 14.00.00
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов	БЛОК КОНТРОЛЕН	Изм. / Дата на изд. 2005-06-30 / Език bg / Лист 1/1

Фиг. 7.39б Списък на елементите



Фиг. 7.40. Принципна схема на печатен възел



Отг. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Схема електрическа	Статус на документа въведен
ТУ – СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, доп. наименование УПРАВЛЕНИЕ НА ТЯГОВ ДВИГАТЕЛ	ПП 36.00.00 201
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов	Изм. Дата на изд. 2005-05-30 Език bg Лист 1/1	А3

Фиг. 7.41. Схема за управление на тягов двигател

7.2. ДРУГИ ВИДОВЕ СХЕМИ

Освен електрическите в техниката се срещат и други видове схеми (БДС 2.710-79) — оптически, кинематични, хидравлични, пневматични и др., в т.ч. и комбинирани. Това разделяне на схемите произтича от природата на входящия поток — светлина, механично движение, флуид и др. Схемите въобще са се наложили в техническата практика, поради това, че те опростено изобразяват "движението" на входящия поток, т.е. пренебрегвайки ненужните (но в голямо количество) подробности, те запазват основното в съответното изделие. Според предназначението си тези схеми биват: структурна, функционална, принципна, на съединенията и на включване. Най-разпространена е принципната схема. И тук, както при електрическите схеми за съответните елементи са предвидени графични символи, които чрез съответни линии са свързани помежду си. На фиг. 7.42 е показана принципна оптическа схема на обектив, състояща се от 3 лещи (поз. 1, 2, 3). Оптичната схема (БДС 13356-76) съдържа всички оптични детайли на изделието, които по принцип се разполагат по хода на светлинния лъч, (начертан с тънка прекъсвана с точки линия), идващ от предметната повърхнина от ляво надясно.

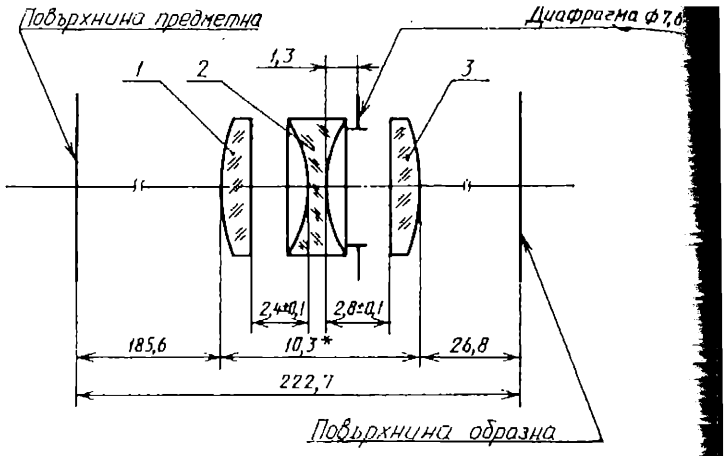
На фиг. 7. 43 е дадена принципна кинематична схема на механизъм за преместване на касети. Движението се предава по следния "път": електродвигател *1* (мощност 1,9 *W*); редуктор (намаляващ оборотите) *2*; цилиндрична зъбна предавка *3*, *4*; конусна зъбна предавка *5*, *6*; няколко цилиндрични предавки *7*, *8*; *10*, *11*; и *12*, *13*; барабан с касетки *14*.

На фиг. 7.44*а* е показано преместващо устройство, а на фиг. 7.44*б* — принципната му хидравлична схема, състояща се от резервоар *1*, помпа *2*, двойнодействащ цилиндър *3*, предпазен клапан *4* и регулируем дросел *5*.

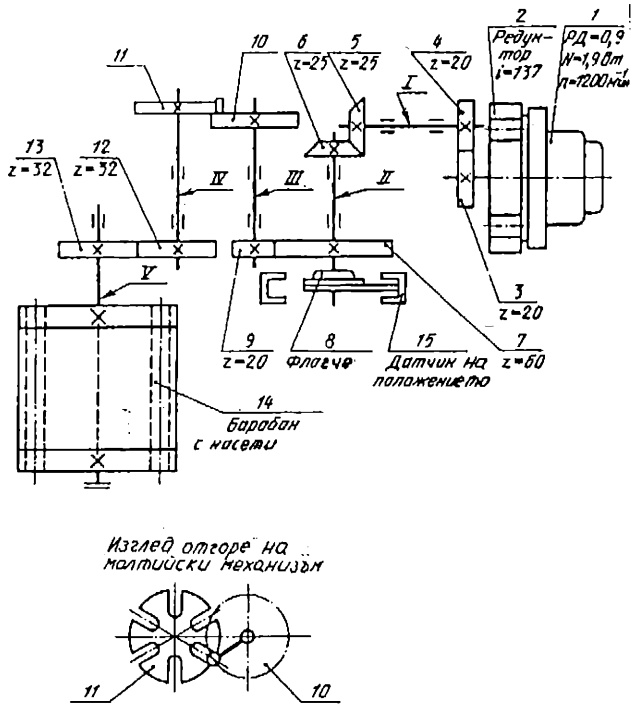
7.3. СХЕМИ С ЛОГИЧЕСКИ ЕЛЕМЕНТИ (ЛОГИЧЕСКИ СХЕМИ)

Използуваните елементи в цифровата изчислителна техника са преди всичко логически елементи, поради което съответните схеми често се наричат цифрови или логически схеми. Те не са нов тип схеми, а традиционните схеми, но с елементи от цифровата изчислителна техника. В тази техника намират приложение преди всичко структурната, функционалната и принципната схема. Подолу се имат предвид само принципните схеми.

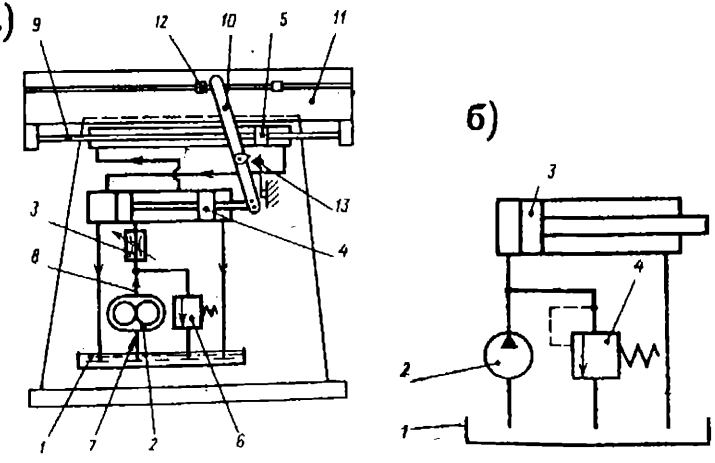
В основата на цифровата техника е заложено обработване на информация, пренасяна чрез дискретен сигнал (прекъснат сигнал за разлика от аналоговия сигнал, който е непрекъснат), който условно приема две стойности 0 и 1 (по-точно логическа 0 и логическа 1). Физическата величина, чрез която се реализира 0 и 1 може да е ниво на напрежение (по-голямо — 1, по-малко — 0), импулс и др. Използването на двоичния код (0, 1) позволява използването на Булева алгебра, в която се оперира с верни (1) и неверни (0) съждения. Елементарните логически функции, изразяващи зависимостта на изходните от входните сигнали чрез двоичен код са: И, ИЛИ и НЕ. Логическите операции се реализират чрез технически устройства - логически елементи. В табл. 7.5 са дадени елементарните логически функции (наименование и



Фиг. 7.42. Принципна оптична схема



Фиг. 7.43. Принципна кинематична схема



Фиг. 7.44. Принципна хидравлична схема:
а) преместващо устройство;
б) принципната му хидравлична схема

Собственият ум и чуждото богатство винаги силно се преувеличават (хинди).

аналитичен израз) и графични символи на реализиращите ги логически елементи.

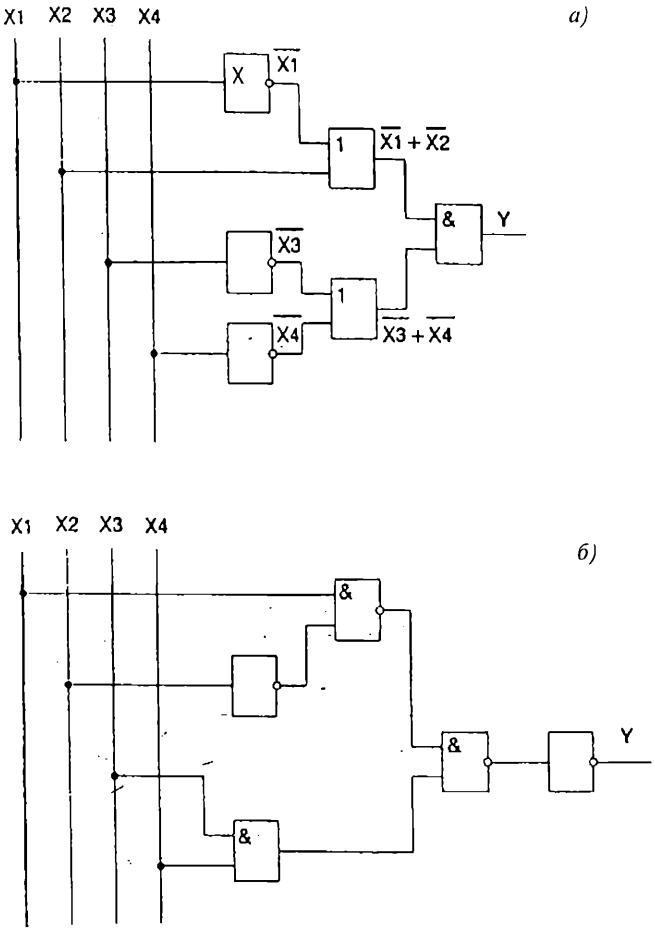
В долната част на табл. 7.5 са дадени т.н. таблици за истинност за съответните логически елементи. Така например изходът на елемента И ще бъде 1 ако всички входове са 1.

Логическите функции, които се реализират в едно изделие се представят чрез елементарните логически функции, например $Y = (\overline{X}_1 + X_2)(\overline{X}_3 + \overline{X}_4)$. Тази функция може да бъде представена в няколко варианта чрез елементарните логически функции (фиг. 7.45).

В процеса на проектиране на цифровите схеми се извършва т.н. минимизиране на логическите функции, което представлява търсенето на рационална форма на логическата функция, която да може да се реализира с минимален брой елементи. Минимизирането се извършва чрез различни методи (аналитични и графични), един от които е чрез законите на Булевата алгебра. Следващ етап в процеса на проектиране е преобразуване на минимизираните функции до форма, удобна за реализация със съществуващата елементна база на цифровата техника (обикновено интегрални схеми).

На фиг. 7.46 е показана принципната схема (201) на изделие от цифровата изчислителна техника. Принципната схема се изпълнява в съответствие с т. 7.1.

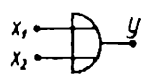
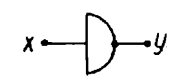
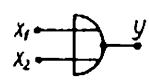
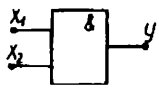
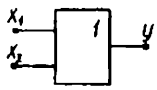
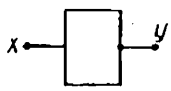
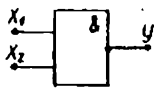
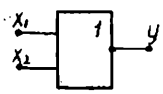
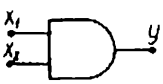
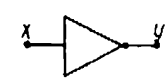
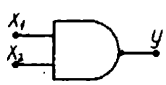
Едно от приложенията на логическите елементи е тригерът, който представлява подходяща комбинация от логически елементи. Тригерът има две устойчиви състояния, като може да преминава от едното устойчиво състояние в другото автоматично или след подаване на външни сигнали. На фиг. 7.47*а* е дадена принципната схема на т.н. *RS*- тригер, а на фиг. 7.47*б* — неговия графичен символ.



Фиг. 7.45. Представяне на логическа зависимост

Таблица 7.5

Означения на основните логически функции

Логическа функция	И (AND)	ИЛИ (OR)	НЕ	И-НЕ (NAND)	ИЛИ-НЕ (NOR)
	$y = X_1 . X_2$	$y = X_1 + X_2$	$y = \overline{X_1}$	$y = \overline{X_1 . X_2}$	$y = \overline{X_1 + X_2}$
Опростено означение					
БДС 2749-85					
ANSI/IEEE S 91-84					

Състояние	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y	X	Y	X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
3	1	0	0	1	0	1			1	0	1	1	0	0
4	1	1	1	1	1	1			1	1	0	1	1	0

Някои от изделията на цифровата техника са: шифратор и дешифратор, кодов преобразувател, мултиплексор и демултиплексор, цифров компаратор, суматор, регистър, брояч и др.

7.4. ДИАГРАМИ

Диаграмата е графично изображение, нагледно показващо съотношението между сравняваните величини.

На фиг. 7.48 е показана класификация на диаграмите, групирани по 5 признака: разположение на диаграмата; вид на координатната система; наличие на скала; вид на мащаба и вид на диаграмата (непрекъсната линия — "аналогова" или отделни стойности — "дискретна").

Някои общи правила при изпълнение на диаграмите (БДС 2.323-82) са:

1. В правоъгълна координатна система независимата променлива се нанася на хоризонталната ос (абцисата), като положителните посоки са надясно и нагоре.

2. В полярна координатна система положителната посока на ъгловите координати трябва да бъде обратна на въртенето на часовниковата стрелка.

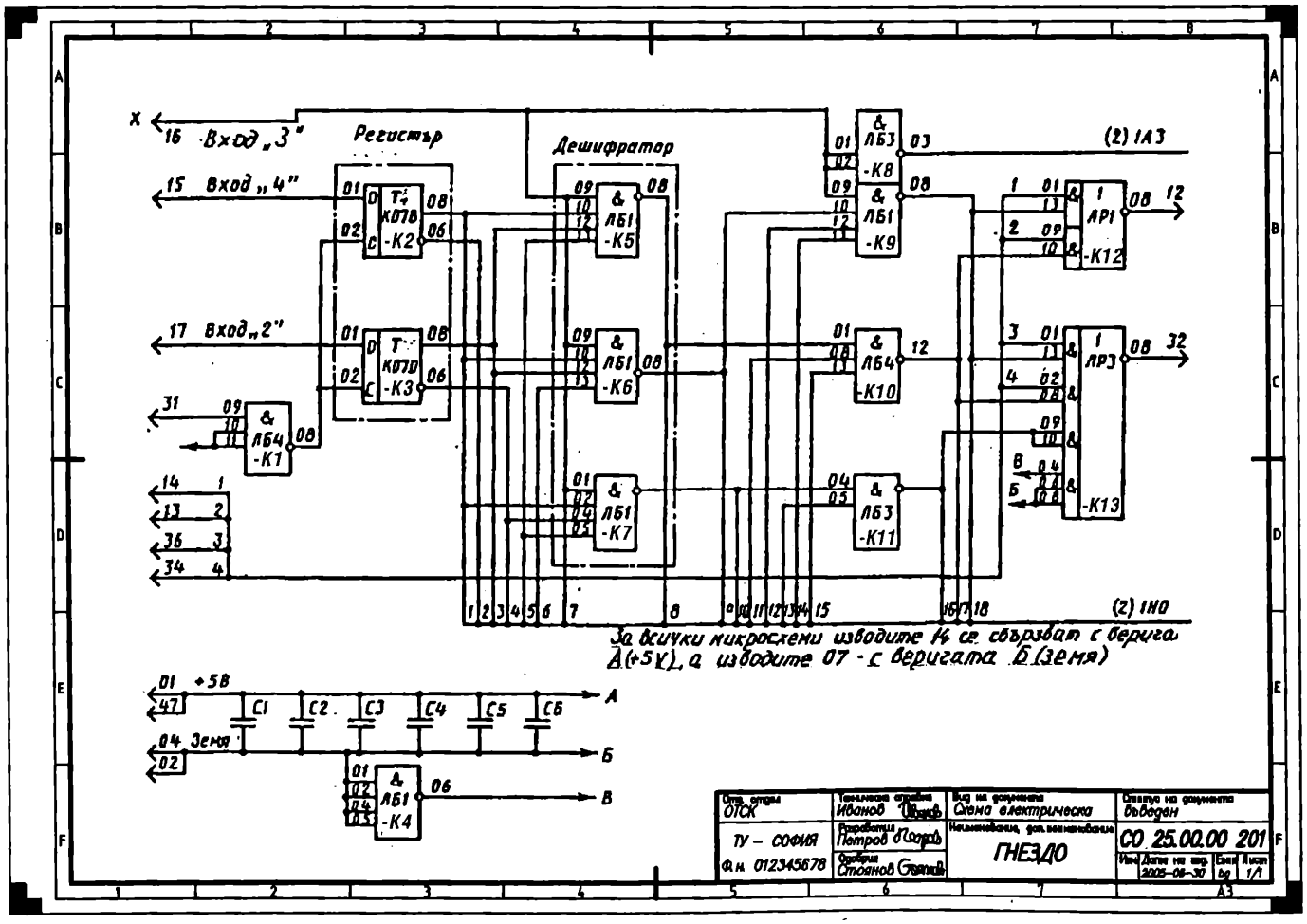
3. Диаграмите, които са без скали трябва да се изпълняват в линеен мащаб по всички координатни направления.

На примерните фигури са дадени: фиг. 7.49 — изменение на съпротивлението ΔR на меден проводник при промяна на температурата Δt; фиг. 7.50— повърхнина на двумерно нормално разпределение; фиг. 7.51 — разсейване мощността на транзисторите в зависимост от температурата; фиг. 7.52 — симетрична позиционна характеристика; фиг. 7.53— формиране на сигнали по различни признаци; фиг. 7.54 — амплитудно-импулсна модулация; фиг. 7.55 — номограма за пресмятане на квадратна печатна бобина; фиг. 7.56 — волтамперна характеристика при различни температури на диод Д226Б и фиг. 7.57 — собствен капацитет на многослойна навивка в зависимост от броя на навивките.

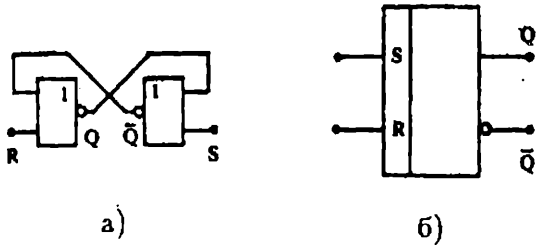
Робърт Бърнс

Ако някой срещне някой
в цъфналата ръж
и целуне този някой
някого веднъж.

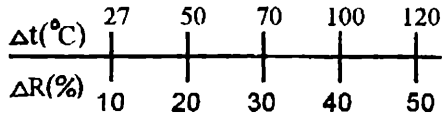
То нима ще знае всякой
де, кога веднъж
някого целунал някой
в цъфналата ръж?



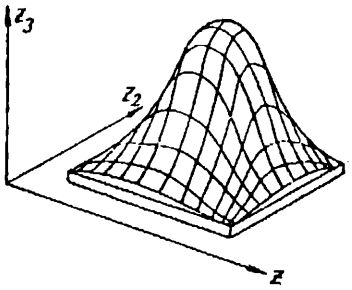
Фиг. 7.46. Принципна схема на изделие от цифровата техника



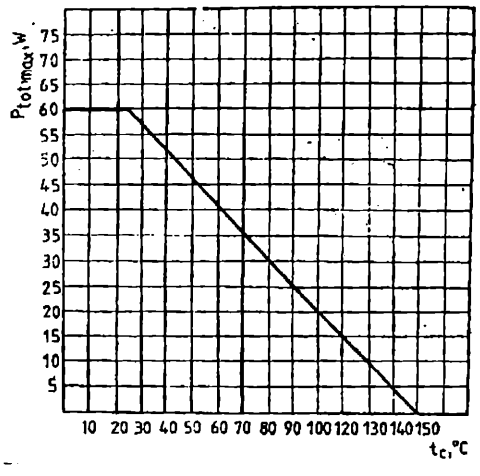
Фиг. 7.47. Тригер тип RS
а) принципна схема; б) графичен символ



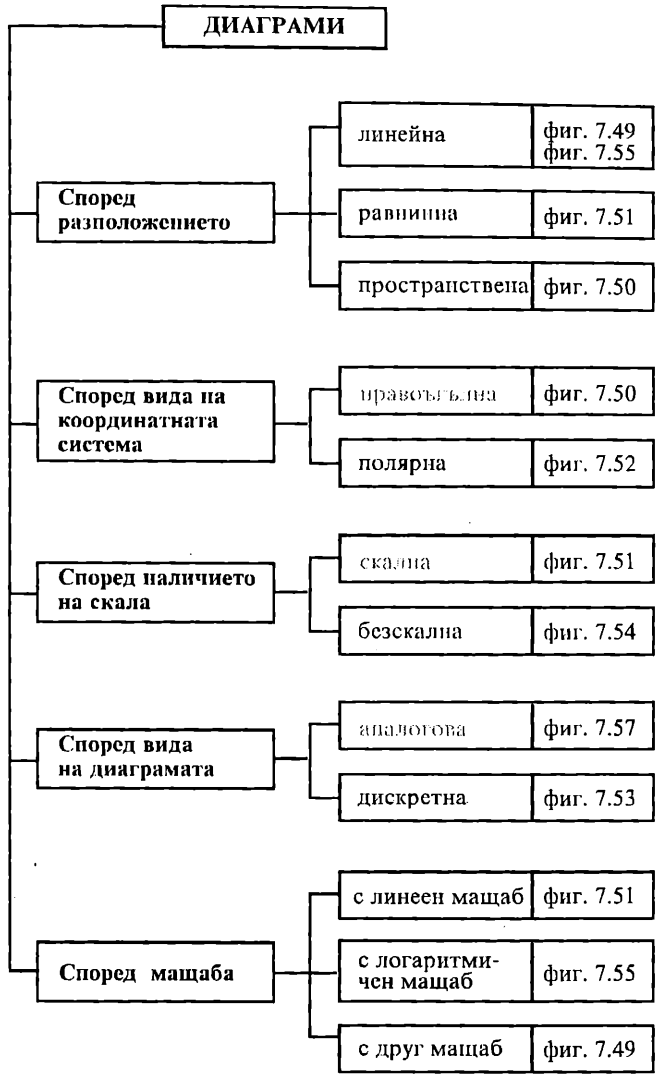
Фиг. 7.49. Линейна скала



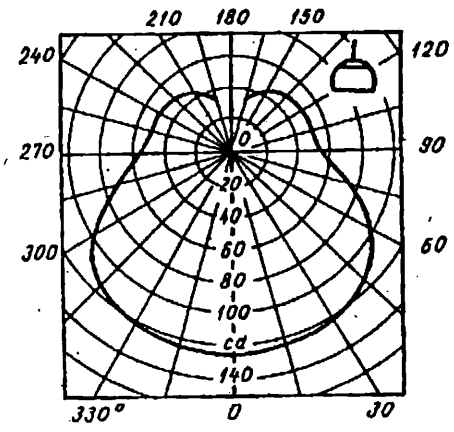
Фиг. 7.50. Пространствена диаграма



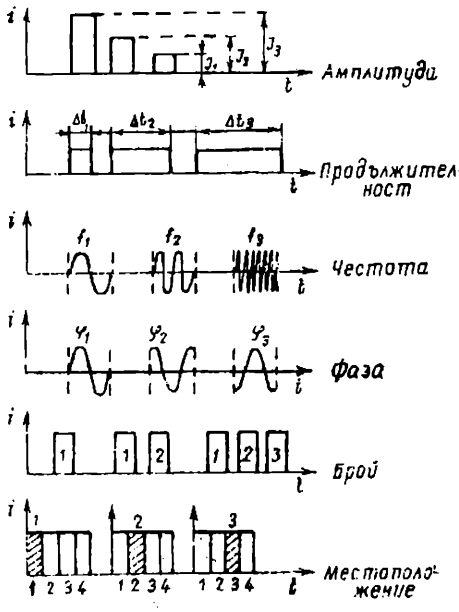
Фиг. 7.51. Линейна диаграма



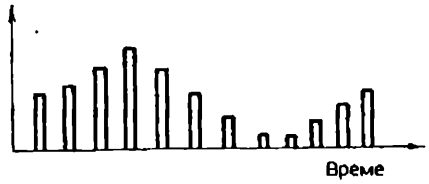
Фиг. 7.48. Класификация на диаграми



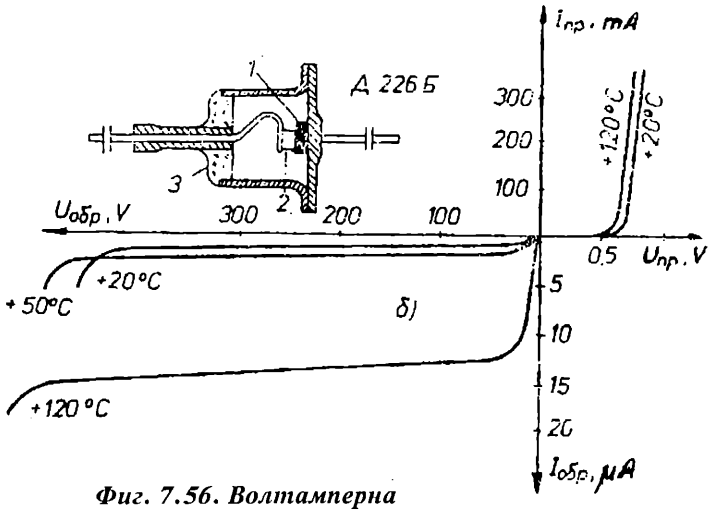
Фиг. 7.52. Полярна диаграма



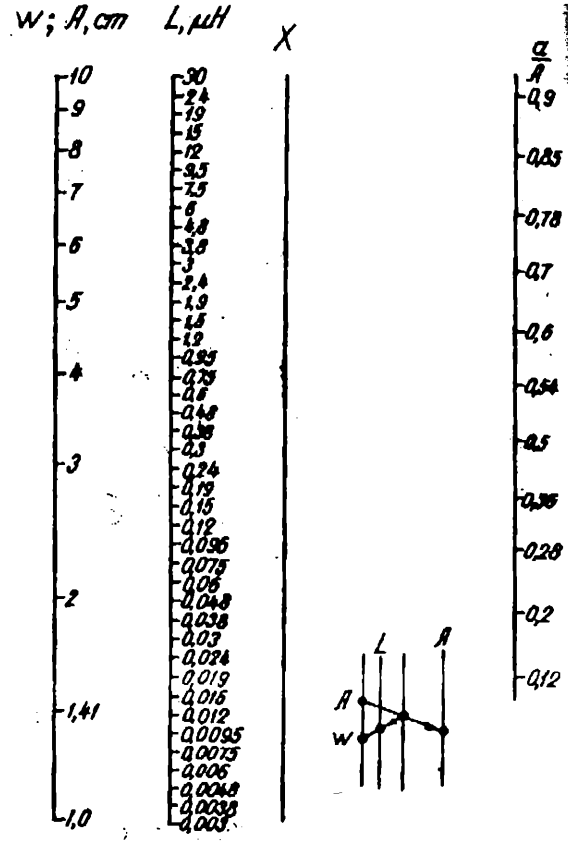
Фиг. 5.53. Дискретна диаграма



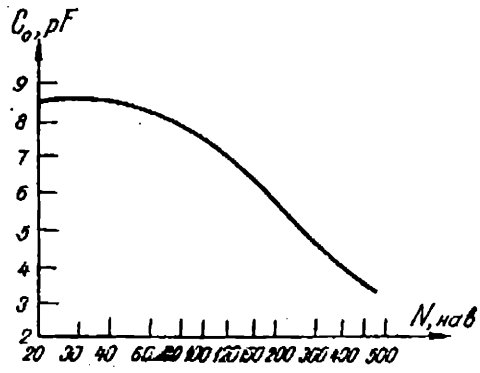
Фиг. 7.54. Безскална диаграма



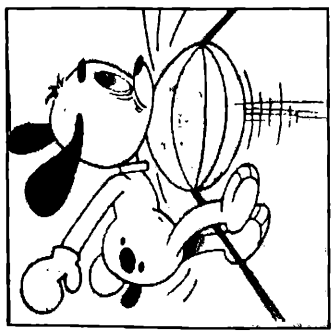
Фиг. 7.56. Волтамперна характеристика на диод



Фиг. 7.55. Номограма



Фиг. 7.57. Собствен капацитет на многослойна бобина



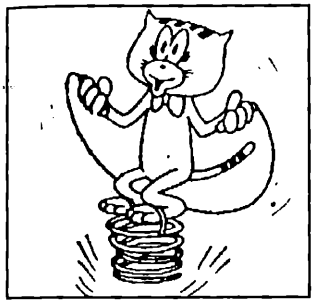
Леле, почва се! ...

Глава 8.

ИНЖЕНЕРНИ АНАЛИЗИ

или ***приказка за това защо Пепеляшка се отказа от Принца, след като прочете тази глава.***

8.1. Видове анализи
8.2. Структурен анализ
8.3. Конструктивен анализ
8.4. Функционален анализ
8.5. Функционално-стойностен анализ
8.6. Размерен анализ
8.7. Технологичен анализ
8.8. Метрологичен анализ
8.9. Евристичен анализ
8.10. Модификационен анализ
8.11. Нормоконтролен анализ
8.12. Анализ за безопасност
8.13. Ергономичен анализ
8.14. Естетичен анализ
8.15. Транспортен анализ
8.16. Експлоатационен анализ
8.17. Ремонтен анализ
8.18. Утилизационен анализ
8.19. Екологичен анализ
8.20. Коригиращ анализ



Всяко решение поражда нови проблеми. (банално)

8.1. ВИДОВЕ АНАЛИЗИ

Под инженерен анализ на технически обект се разбира дейността, чрез която се извлича заложената в обекта или в документацията информация с цел усъвършенстване на обекта или проверка за коректност от дадена гледна точка на изпълнението. Видовете анализ, които биха могли да бъдат изпълнени за конкретна конструктивна документация са систематизирани в табл. 8.1.

Трябва да се отбележи, че не е задължително провеждане на всички видове анализи в процеса на проектиране на изделието. Табл. 8.1 съдържа възможни анализи, някои от които се извършват на различни етапи от процеса на конструиране, някои от тях - съвместно, а други в зависимост от конкретни условия въобще не се провеждат.

По-долу са разглеждат последователно по-общо или по-детайлно всички видове анализи.

Таблица 8.1

Видове анализи

№	Вид	ТО/Документация
1	Структурен	Определяне на съставните части и съединенията им
2	Конструктивен	Извършване на основни конструктивни дейности (ред на сглобяване, необходими инструменти за монтаж и др.)
3	Функционален	Определяне на функциите на обекта (СЕ, детайл)
4	Функционално-стойностен	Технико- икономическо усъвършенствуване на СЕ
5	Размерен	Определяне на сглобките в СЕ и граничните отклонения на всички размери на всеки детайли
6	Технологичен	Проверка на детайлите на СЕ от гледна точка на технологичност на изработката и на СЕ от гл.т. на технологичност на сглобяването
7	Метрологичен	Същото, но от гл.т. на измерването
8	Евристичен	Търсене на идеи за усъвършенствуване на СЕ
9	Модификационен	Търсене на модификации на зададена СЕ
10	Нормоконтролен	Проверка за спазване на всички нормативни изисквания на СЕ в конструктивната й документация
11	За безопасност	Анализ на изделието от гл.т. на безопасност на човека
12	Ергономичен	Анализ на изделието от ергономична гл.т.
13	Естетичен	Оформление на СЕ от естетична гл.т.
14	Транспортен	Анализ на изделието от гл.т. на транспорт до мястото на продажба и до клиента
15	Експлоатационен	Анализ на изделието от гл.т. на неговата експлоатация
16	Ремонтен	Анализ на изделието от гл.т. на неговия ремонт
17	Утилизационен	Анализ на изделието от гл.т. на утилизацията му
18	Екологичен	Анализ на изделието от гл.т. на замърсяване на околната среда
19	Коригиращ	Корекция на СЕ и документацията й поради допуснати грешки или промяна на условията

Заб. Всеки от горните анализи може да се прави ръчно или автоматизирано. Някои от анализите могат да бъдат обединени или извършвани съвместно, както и за конкретно изделие пропуснати.

8.2. СТРУКТУРЕН АНАЛИЗ

8.2.1. СТРУКТУРЕН АНАЛИЗ НА СХЕМА

Структурният анализ на схема може да бъде наречен схемен анализ (разчитане на схема).

Под схемен анализ се разбира "разчитането" на вложената информация в съответния тип схема. Така например за една принципна схема този анализ обхваща уточняване на елементите на изделието, техните характеристики, принципа на работа на изделието и останалата

зададена информация. Трябва да се подчертае, че разучаването на принципа на работа на изделието изисква задължителни познания както по електротехника, така и по принципа на работа на отделните, съдържащи са в него елементи. За извършването на схемния анализ може да се използва следния общ алгоритъм:

1. Уточняване на типа на схемата и предназначението на изделието. Най-лесно предназначението на схемата се разбира по шифъра в основния надпис. Типът на схемата се подсказва и от условните означения на елементите и останалата поместена информация. Предназначението на изделието в някаква степен се подразбира от неговото наименование, а в подробности може да се уточни в обяснителната записка към изделието (ако има такава).

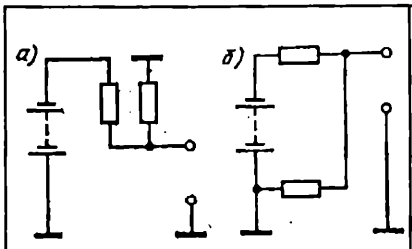
2. Разучаване на всички елементи, означения и характеристики. Запознаването с елементите става по техните условни графични и буквени означения, както и по техния списък.

3. Чрез изясняване на предназначението на всеки елемент и многократен анализ на връзките между елементите се уточнява принципа на работа на цялото устройство.

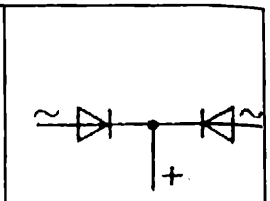
За отбелязване е, че често графичните символи са подредени във "фрагмент" с обща функция, тъй че познаването на тези функционални единици облекчава разчитането на схемата. На фиг. 8.1÷8.6 са показани типични случаи на представяне на функционални единици: на фиг. 8.1 - делител на напрежение; на фиг. 8.2 - еднофазен изправител; на фиг. 8.3 - еднофазна мостова схема; на фиг. 8.4 - диференциален усилвател; на фиг. 8.5 - *RS* тригер от елементи *2И-НЕ* в логическа схема; на фиг. 8.6 - съставен транзистор.

Един пример за схемен анализ:

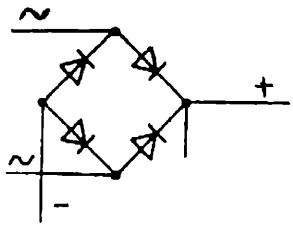
На фиг. 8.7 е дадена принципна електрическа схема (*201*) на електрическа инсталация (наименование в основния надпис). Елементите на схемата са *L1, L2, L3, N* - външно захранване (трите фази и нулата); *P1* - електромер; *S1, S2* - изключвател автоматичен; *S3÷S6* - изключватели; *E1÷E4* - лампи осветителни и *X1, X2* - гнездо от контактно съединение (контакт). Наличието на електромер и две вериги - "силова" (*P1, S2, X1, X2*) и осветителна (*P1, S1, S3÷S5, E1÷E4*) показва, че принципната схема се отнася до електрическа инсталация в помещение. Чрез силовата линия се включва допълнителни консуматори, а чрез осветителната - лампите *E1÷E4*. Двете вериги са независими. Обикновено *S1* и *S2* са включени, а при късо съединение - автоматично изключват. При включване на *S3* светва лампата *E1*, а независимо от нея при затваряне на веригата чрез *S4* се включват *E3* и *E4*, а при затваряне чрез *S5* се включва и *E2*.



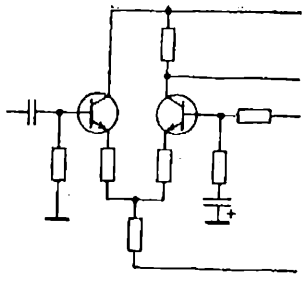
Фиг. 8.1. Делител на напрежение



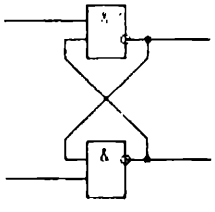
Фиг. 8.2. Еднофазен изправител



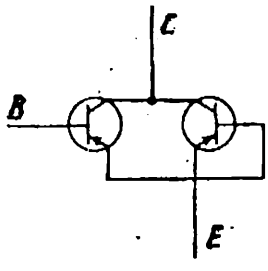
Фиг. 8.3. Еднофазна мостова схема



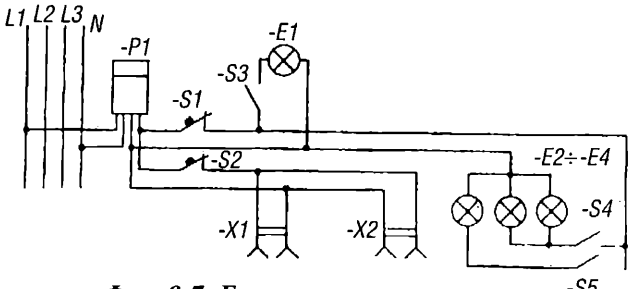
Фиг. 8.4. Диференциален усилвател



Фиг. 8.5. RS тригер 2И-НЕ в логическа схема



Фиг. 8.6. Съставен транзистор



Фиг. 8.7. Електрическа инсталация

8.2.2. СТРУКТУРЕН АНАЛИЗ НА ИЗДЕЛИЕ

Съдържанието на чертежа на общия вид всъщност формулира и основните предпоставки за безпогрешното му разчитане. За изпълнение на структурния анализ трябва отлично да се владее и познава:

а) метода и свойствата на правоъгълното проектиране;

б) видовете линии и приложението им;

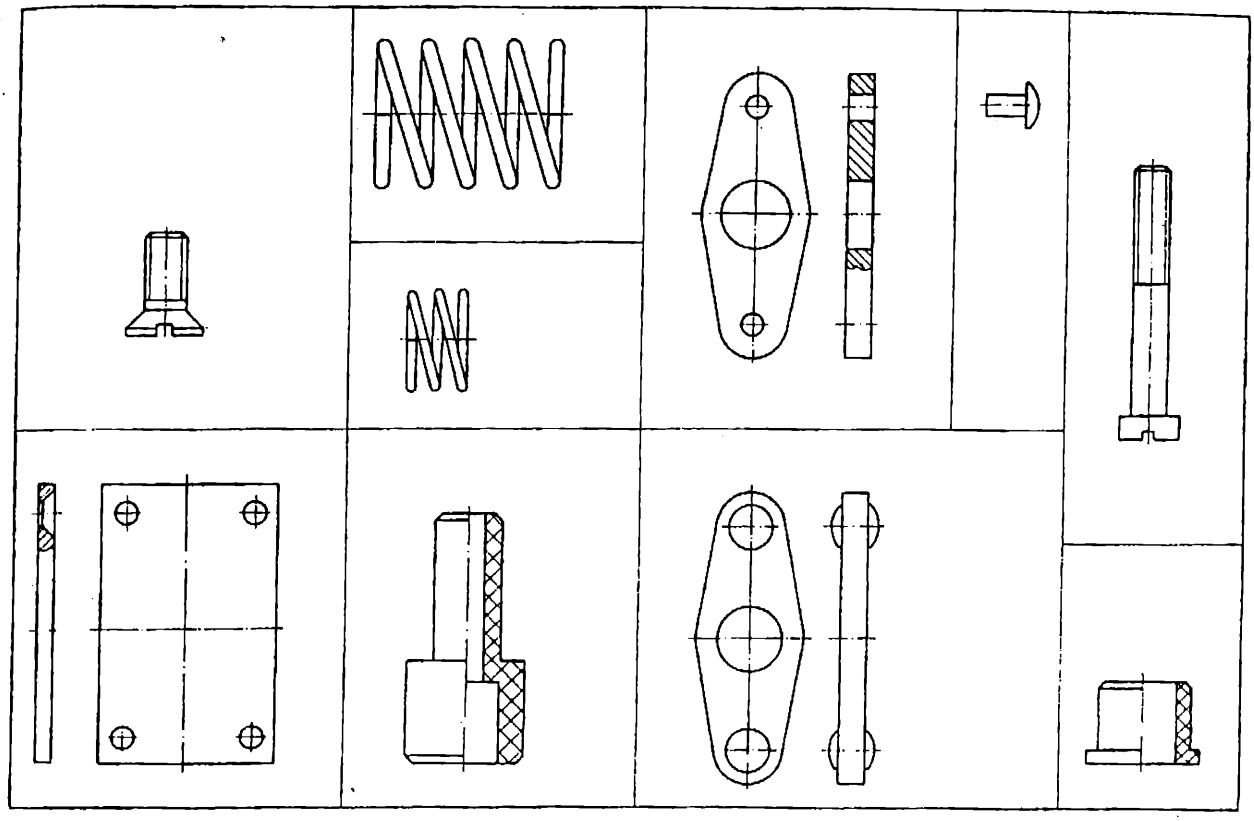
в) правоъгълните изображения на простите геометрични тела в частно и общо положение;

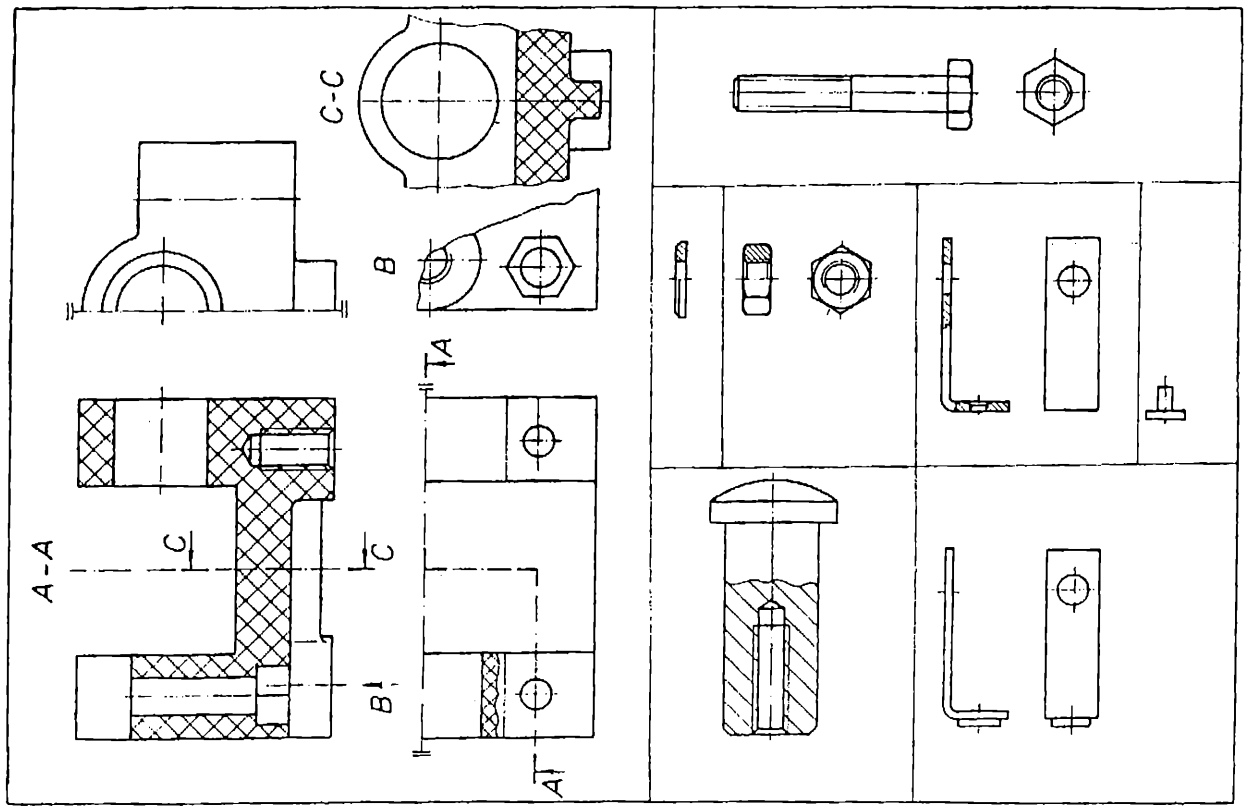
г) принципния вид на сеченията на простите геометрични тела с равнина;

д) принципния вид на линията на взаимното пресичане на простите геометрични повърхнини;

е) условностите и опростяванията при изобразяване на: стандартизираните детайли (болтове, винтове, шпилки, гайки, шайби и др.), стандартизираните елементи в детайлите (резби, технологични каналчета и др.), различните видове съединения на детайлите (гладко, резбово, шпонково, шлицево, зъбно, чрез сплояване, слепване и др.) в чертежа на общия вид;

ж) условностите и опростяванията при оразмеряване.





Фиг. 8.8. Скици на детайлите на превключвателя

Фин човек - човек или друго животно, който признава, че ООП са над всичко.

Съществена предпоставка за бързото и правилно разчитане на чертежите е наличието на предварителна, общотехническа подготовка, например познаването на:

- основните технологии за изработване и монтиране на детайлите;
- типичните конструктивни изпълнения на характерни съединения и сглобени единици;
- техническата терминология, при което асоциативната връзка "наименование-детайл" ("наименование-сглобена единица") позволява преди да се разгледа подробно чертежа да се изгради предварителна представа за общия вид и функциите единствено с прочитане на наименованието от основния надпис или от списъка на съставните части.

В резултат на изложеното за разчитане на чертежа на общия вид може да се предложи следния алгоритъм:

1. Запознаване с наименованието и техническото описание (ако има такова) на сглобената единица, както и с мащаба на изобразяването й.

2. Уточняване главното изображение в чертежа, вида на останалите изображения, както и местата на секущите равнини.

3. Разчитане на "познатите" детайли в сглобената единица, които се разпознават с отчитане на: типичните им правоъгълни изображения, еднаквостта на щриховката във всички изображения на всеки детайл, съществуващите проекционни връзки между отделните изображения, възможностите за възстановяване целостта на правоъгълното изображение, ако то е зададено в чертежа като непълно (частично).

4. Уточняване на "непознатите" детайли в сглобената единица и реда за разчитането им, като се започне от сложните (корпусните) детайли.

5. Разчитане на най-сложния "непознат" детайл.

5.1. Разчитане съгласно т. 1 и т. 2.

5.2.Разчитане на "познатите" форми от повърхнината на детайла съгласно постановката в т. 3.

5.3.Анализиране на "непознатите" форми. По две правоъгълни изображения се създава работна хипотеза за всяка форма и се търси нейното потвърждение в останалите й изображения с внасяне на необходимите корекции.

5.4.Уточняване на всички геометрични форми до добиване на ясна и пълна представа за детайла.

5.5.Преценяване функционалната пригодност на детайла с отчитане на взаимовръзките му с околната среда.

5.5.1.Ако оценката е положителна, може да се приеме, че разчитането е правилно.

5.5.2.Ако оценката е отрицателна, разчитането трябва да се повтори, за да се коригират допуснатите грешки.

6. Разчитане на всеки "непознат" детайл съгласно т. 5.

7. Преценяване възможността за монтаж и демонтаж на всеки детайл в сглобената единица съгласно т. 5.5.

8. Преценяване функционалната пригодност на сглобената единица съгласно т. 5.5.

Резултатите от структурния анализ на чертежа на общия вид от фиг. 5.72 са дадени на фиг. 8.8.

Разчитането на чертеж на детайл обхваща възстановяването по двумерните изображения на пространствения детайл, с което се разчитат неговите геометрични форми; уточняването на всичките му размери и техните точностни характеристики; определянето на грапавостта на всички негови повърхнини; разчитането на останалите изисквания към детайла, представени условно графично (например допуски на формата, ориентацията, разположението и биенето) или текстово в техническите изисквания. Основната дейност на детайлния анализ - разчитане на геометричните форми - се извършва в съответствие с алгоритъма от т. 8.2.2.

8.3. КОНСТРУКТИВЕН АНАЛИЗ

Някои възможни задачи на конструктивния анализ са:

1. Определяне на реда на сглобяване (разглобяване).

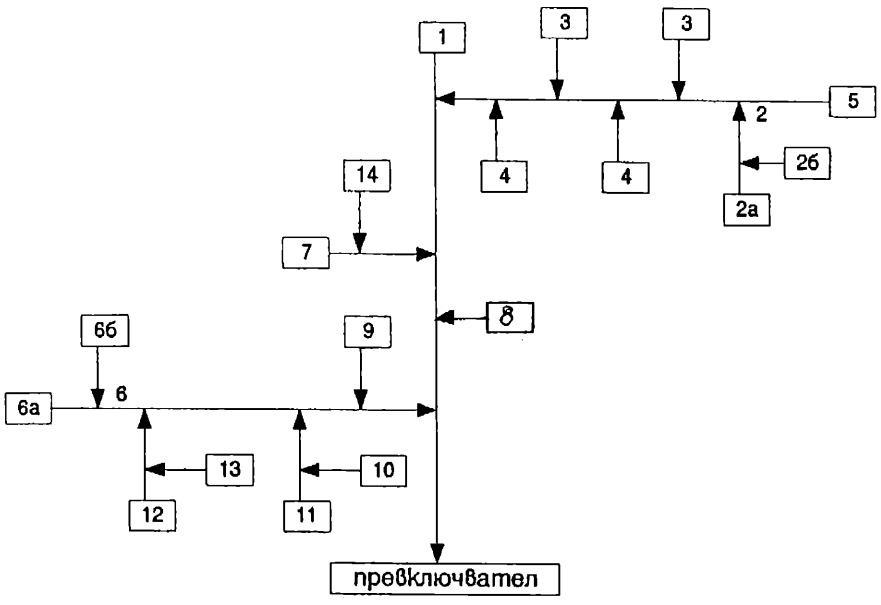
2. Определяне на инструментите, необходими за сглобяване (разглобяване).

3.Уточняване на графичен символ, с който ще се представи изделието в схема *201* (последната задача е учебна).

Един от основните въпроси, който трябва да бъде решен в процеса на проектиране на ТО е възможността за неговото сглобяване и разглобяване. Този въпрос е от значение и при определяне на сглобените единици от по-ниско йерархично ниво и при изпълнение на сборния чертеж и списъка на съставните части.

При печатните възли (т. 5.8.2) обикновено не се налага определянето на този ред в процеса на проектирането, защото най-често сглобяването на един елемент е независимо от това на друг елемент. Същото обаче не важи за електромеханичните изделия.

Редът за разглобяването е обратен на реда на сглобяване, поради което обикновено е достатъчно определянето на един от тях.



Фиг. 8.9. Схематичен ред на сглобяване на превключвателя

Редът за сглобяване се уточнява чрез логичен анализ на възможността конкретен детайл да застане на мястото си - това може да стане ако няма пречещи детайли при неговото движение. Очевидно преди да се постави детайл *9* (фиг. 5.72), трябва да се постави детайл *12*, а преди него детайл 8 и т.н.

Обикновено корпусът служи за базов детайл, към който се придвижват и сглобяват детайлите, както и сглобените единици от по-ниско йерархично ниво (съвкупност от детайли, предварително монтирани в сглобена единица).

На фиг. 8.9 е показан схематично редът за сглобяване на превключвателя от фиг. 5.72. В квадрати са оградени номерата на детайлите, а последователността на тяхното присъединяване се вижда от фигурата.

Инструменти при монтаж са необходими преди всичко при създаване на неподвижни съединения. В общия случай единият от детайлите, участващи в съединението трябва да е неподвижен, а другия детайл извършва необходимото движение или се деформира.

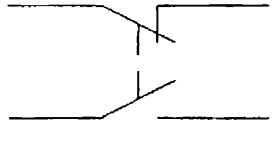
За примера от фиг. 5.72, неподвижните съединения са между детайлите: *2а* и *2б*, *4* и *5*, *6а* и *6б*, *9* и *11*, *1* и *14*. В таблица 8.2 са отразени неподвижните съединения и необходимите инструменти за всяко съединение.

Таблица 8.2

Необходими инструменти

Съединения между детайли	Инструмент
2а и 2б	нитовачен
4 и 5	гаечен ключ (гайковерт)
6а и 6б	нитовачен
9 и 11	отверка
1 и 14	отверка

Определянето на графичния символ не представлява проблем след уточняване на главата функция на изделието. Графичният символ се взема или композира в съответствие с българските държавни стандарти, регламентиращи знака на този тип изделия. Например за изделието от фиг. 5.72 главната функция е "превключване на две вериги", всяка от които е с по два извода и съгласно БДС (Прил. П.05), графичния символ ще бъде както е показан на фиг. 8.10.



Фиг. 8.10. Условно графично означение на превключвателя

8.4. ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ

Под функционален анализ се разбира определянето (описанието) на функциите на техническия обект (сглобената единица или детайл).

8.4.1. ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ НА СГЛОБЕНА ЕДИНИЦА

Най-важните функции на СЕ са главната и основните й функции. Начинът на определяне на главната функция бе разгледан в т. 3.3.2. Основните функции могат да бъдат определени по следния алгоритъм:

1. Въз основа на ФПД на техническия обект се определят потоците по вид, напр. ел. енергия, магнитна енергия, светлинна енергия, механична енергия, звукова енергия (механични трептения).

2. За всеки поток от даден вид се определя функцията:

- провеждане на ... (конкретен поток), напр. "провеждане на ел. енергия", "провеждане на магнитна енергия" и т.н. В тази функция се включва въвеждането, провеждането и извеждането на съответния поток.

Понякога са налице повече от един поток от даден вид, напр. ел. енергия за захранване на бобина от техническия обект и ел. енергия, която се комутира в техническия обект.

Ако потокът е от механична енергия, то функцията обикновено се нарича "преместване" и включва въвеждането, преместването, воденето (осигуряването на движението) и ограничаването на движението. Въвеждането може да се реализира чрез механично, пневматично, хидравлично и др. въздействие.

3. За да не си влияят потоците обикновено се отделят помежду си, поради което е налице функция:

- изолация, напр. "ел. изолация".

При потоци от "светлинна енергия", "механична енергия" и "магнитна енергия" изолация на потока като правило липсва.

4. По ФПД се определят инженерните ефекти.

За всеки ФПД се определя функцията:

- преобразуване на ... (конкретен поток), напр. "преобразуване на ел. енергия в светлинна енергия", "електромагнитна индукция", "зареждане или разреждане (натрупване или отдаване на ел. заряди)", "преобразуване на постъпателно движение във въртеливо движение" и др.

5. Въз основа на ИЕ и анализ на изделието се определят характерните положения на сглобената единица (положение, при което взаимното разположение на някои от детайлите е променено). При наличие на характерни положения се анализира начина на преместване от едно към друго положение и връщане в изходно състояние. В такъв случай се формулира функцията:

- връщане (преминаване) в ... (конкретно описание), напр. "връщане в изходно положение" и включва преместване и водене (осигуряване на движението на детайлите, предизвикващи връщането) и ограничаване на движението.

6. Анализират се изделието и околната техническа среда с оглед необходимостта от защита на изделието от околната среда (напр. защита от прах, от влага) и/или защита на околната среда и преди всичко човека от въздействието на техническия обект (напр. разсейване на светлина, защита от топлина). При положителен резултат от анализа се формулира функцията:

- защита, включваща защита на техническия обект и защита от техническия обект.

7. Обикновено някои детайли на техническия обект служат само или преди всичко за закрепване на други

детайли на техническия обект или на техническия обект към околната среда, поради което е налице функцията:

- закрепване, включваща вътрешно за техническия обект закрепване и закрепване към околната среда.

8. Проверява се участието на всички детайли на изделието в определените вече функции.

С тази дейност се цели да се обхванат всички детайли на технический обект. Ако някой детайл не участва в нито една функция, това означава, че или е допусната грешка или съществува друга функция, която трябва да се добави към вече определените.

Например за ТО от фиг. 5.72 главната функция е превключване на две вериги.

Основните функции са:

F1 - провеждане на електрическа енергия;

F2 - преместване (вкл. въвеждане на механична енергия);

F3 - връщане в изходно положение;

F4 - електрическа изолация;

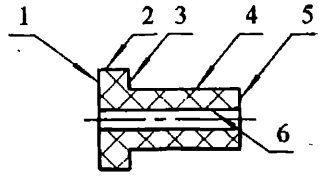
F5 - закрепване (вкл. към околната техническа среда).

8.4.2. ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ НА ДЕТАЙЛ

Той се свежда до определяне на главната функция на детайла и функциите на неговите повърхнини. Главната функция на детайл следва от основната функция на СЕ, в която детайлът участва. Така например детайл *1* от фиг. 5.72 участва в основната функция на превключвателя *F2* и следователно неговата главна функция ще бъде "осигурява преместване".

Функциите на повърхнините следват от функционалното предназначение на всяка повърхнина. Трябва да се има предвид, че някои от тях нямат специално функционално предназначение, а те просто ограничават детайла (все някъде той трябва да завърши).

Например, за детайла на фиг. 8.11 в табл. 8.3 са посочени функциите на отделните повърхнини, като в последния стълб е дадена и задължителността на формата на повърхнината. Тази информация може да се използва при необходимост от промяна на формите на детайла.



Фиг. 8.11. Повърхнини на детайл

Таблица 8.3

Функции на повърхнините на детайл

Повърхнина	Функция	Форма	Задължителност на формата
1	осигурява контакт	кръг	не
2	ограничава детайла	цилиндър	не
3	осигурява контакт	кръг	не
4	осигурява водене	цилиндър	да*
5	осигурява контакт	кръг	да*
6	осигурява водене	цилиндър	да*

*зависи от конфигурацията на съседни детайли

8.5. ФУНКЦИОНАЛНО-СТОЙНОСТЕН АНАЛИЗ

Основен метод за усъвършенстване на съществуващите изделия е т.н. функционално-стойностен анализ (ФСА), който в западните страни е популярен под наименованието инженерно-стойностен анализ (ISA). Той е стандартизиран в редица развити страни. Основните положения и терминологията на метода са регламентирани от БДС 17294-92. Важната роля на ФСА се потвърждава и от факта, че мнозинството от изделията за военното ведомство на САЩ преминават през такъв анализ. Основната идея, залегнала в метода е **относителната част на участието (относителната значимост) З(Fi) на всяка функция за изпълнение на предназначението на изделието трябва да е приблизително равна на относителната част на разходите за нейното материализиране** С(Fi), т.е.

$$З(F_i) \cong C(F_i). \qquad (8.1)$$

Един пример за илюстриране на зависимост (8.1):

Ако функцията "изолиране" (*F4*) на ТО "Прекъсвач" има *20%* участие в изпълнението на предназначението на ТО (включване и изключване на електрическа верига), то около 20% трябва да бъдат относителните разходи за нейното материализиране (разходи за детайлите, чрез които се осъществява функцията, вкл. разходите за тяхното сглобяване).

Възприетата терминология съгласно БДС 17294-92 е дадена в табл. 8.4.

Таблица 8.4

Термини при функционално-стойностния анализ

Термин	Определение
1. Системен подход	Обектът се разглежда едновременно като система от взаимосвързани елементи и като елемент от система, принадлежаща към външна за обекта среда
2. Функционално мислене	Обектът се разглежда като набор от функции
3. Стойностно мислене	Разглеждане на всяка функция като носител на стойност, която може да бъде определена
4. Творческо мислене	Специфичен подход за определяне и анализ на слабоструктурирани задачи, осигуряващ намиране на оригинални идеи за решаване на поставените задачи

Етапите, през които преминава ФСА са:

I. Организационно подготвителен:

1) избор на обект за анализ;

2) определяне на целите;

3) определяне на задачите;

4) създаване на експертна работна група;

5) съставяне на график на работа.

II. Информационен:

1) събиране на необходимата информация;

2) уточняване на задачите по функционално-стойностен анализ, в резултат на направените изводи след проучване на информационния материал.

III. Аналитичен:

1) формулиране на основните функции на обекта;

2) определяне на относителната значимост на функциите;

3) определяне на относителните разходи за осъщест-

вяване на отделните функции;

4) идентифициране на критичните функции.

IV. Творчески - прилагане на творчески (евристични) методи с цел търсене на нови идеи за решение на критичните функции.

V. Изследователски:

1) оценяване на идеите;

2) определяне на работоспособните идеи;

3) разработване на варианти на технически решения въз основа на работоспособните идеи;

4) остойностяване (определяне на разходите) на вариантните решения;

5) оценка на вариантните решения;

6) избор на окончателно решение.

VI. Заключителен - създаване на необходимите предпоставки (организационни и др.) за осигуряване на реални условия за внедряване в производството на приетите решения.

VII. Внедряване в производството.

Основен етап от описаните е аналитичният етап. Ето защо по-надолу той ще бъде разгледан по-подробно.

8.5.1. ФОРМУЛИРАНЕ НА ОСНОВНИТЕ ФУНКЦИИ НА ОБЕКТА

Този въпрос бе разгледан в т. 8.4. Трябва да се отбележи, че както всички етапи така и този етап се провежда на експертно ниво, т.е. от специалисти, които много добре познават разглеждания ТО и функционалния анализ.

За ТО "Предпазител със стопяема вложка" (фиг. 3.3) основните функции са:

F1 - провеждане на електрическа енергия;

F2 - прекъсване на провеждането на енергия;

F3 - изолация (вътрешна);

F4 - закрепване.

8.5.2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОТНОСИТЕЛНАТА ЗНАЧИМОСТ НА ФУНКЦИИТЕ

Най-напред се извършва експертно (т.е. субективно, но от специалист) ранжиране по важност на всички функции *Fi* ($i = 1, 2, ..., p$).

Някои най-общи препоръки са:

- тази основна функция, която е много близо (почти съвпада) с главната функция, ще бъде на първо място;
- ако се сравняват две функции *F1* и *F2* и изделието може да функционира без *F1* ("незадължителна" функция), очевидно *F2* ще бъде преди *F1* в ранжирания списък от функции;
- ако се сравняват две "задължителни" функции, по-важна е функцията за преобразуване в сравнение с функцията за въвеждане или извеждане;
- ако се сравняват две "незадължителни" функции, критерий може да бъде тежестта на вредата (отрицателния ефект) от липсата на едната или другата функция.

В резултат на ранжирането се получава списък от подредени функции Fi, $i = 1, 2, ..., p$.

Относителната тежест на всяка *Fi* в първо приближение може да се определи, като се приеме, че коефициентите на тежест α_i се отнасят помежду си както следва:

$$\alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3 : ... : \alpha_p = p : (p - 1) : (p - 2) : ... : 3 : 2 : 1$$

Стойността на α (*Fi*) се пресмята по формулата:

$$\alpha_i = (p - i + 1) / (1 + 2 + 3 + ... + p).100\% \quad (8.2)$$

Напр., нека списъкът от ранжирани функции е *F1*, *F2*, *F3* и *F4*, т.е. $p = 4$. Тогава

$$\alpha_1 = (4 - 1 + 1) / (1 + 2 + 3 + 4).100 = 10.4 = 40\%$$
$$\alpha_2 = (4 - 2 + 1).10 = 30\%; \alpha_3 = 20\%; \alpha_4 = 10\%$$

За разглеждания пример от фиг. 3.3 на първо място ще бъде функцията *F2*. Йерархично следва *F1*. Функциите *F3* и *F4* не могат да бъдат разграничени и следователно могат да бъдат на едно и също ниво. Ако се приеме, че условно тежестта на *F3* и *F4* е *1*, на *F1* - *2*, а на *F2* - *4*, т.е.

$$\alpha_2 : \alpha_1 : \alpha_3 : \alpha_4 : = 4 : 2 : 1 : 1$$

Ранжираните по важност функции и тяхната значимост са дадени в табл. 8.5.

Таблица 8.5

Списък на ранжираните функции

№	Функции	α
1.	F2	50%
2.	F1	25%
3.	F3, F4	12,5%, 12,5%

8.5.3. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОТНОСИТЕЛНИТЕ РАЗХОДИ НА ФУНКЦИИТЕ

В "цената" на функцията се включват разходите по производството на детайлите, чрез които тя се реализира, включително и съответстващата част от разходите за тяхното сглобяване в ТО като цяло. Намирането на относителните разходи преминава през следните стъпки:

- определят се за всеки детайл, който участва в повече от една функция, коефициенти на участие кі във всяка функция; очевидно е, че сумата от тези коефициенти за детайла е единица;
- като се знае цената на един детайл, разпределя се същата, като се отчитат коефициентите на участие;
- сумират се цените на детайлите, които участват в дадена функция *Fi* и се получава цената на функцията Σi, лв;
- отнася се тази цена към общата цена на ТО и се получават относителните разходи на функцията.

Резултатите от тази дейност за примера от фиг. 3.3 са дадени в табл. 8.6

Таблица 8.6

Относителни разходи на функциите

Детайл №	Функции				Цена, ст.
	F1	F2	F3	F4	
1л	$\frac{k1=0,9}{45}$			$\frac{k2=0,1}{5}$	50
1д	$\frac{k1=0,9}{45}$			$\frac{k2=0,1}{5}$	50
2	$\frac{k1=0,4}{12}$	$\frac{k2=0,4}{12}$		$\frac{k3=0,2}{6}$	30
3			$\frac{k1=0,9}{63}$	$\frac{k2=0,1}{7}$	70
Σi ст.	102	12	63	23	200
%	51	6	31,5	11,5	100%

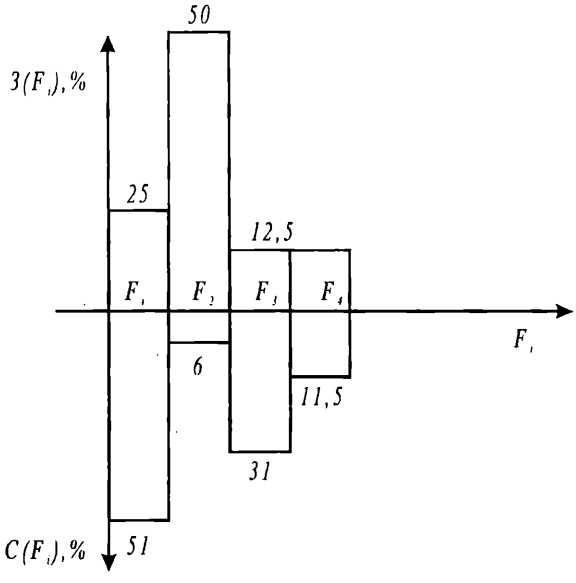
8.5.4. ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА КРИТИЧНИТЕ ФУНКЦИИ

Критични за тези основни функции на ТО, за които има значителна разлика между относителната значимост и относителните разходи. (При това обикновено се приема, че относителните разходи са по-големи от относителната значимост). Като ориентировъчен критерий за тази разлика може да се приеме стойност над 10%. Критичните функции са тези с най-големи стойности на относителни разходи (значимост).

За определяне на критичните функции се построява функционално-стойностна диаграма.

Тази диаграма съдържа като хоризонтална ос функциите, като вертикална нагоре - относителната значимост в % и като вертикална надолу - относителните разходи в %.

Функционално-стойностната диаграма за примера от фиг. 3.3 е показана на фиг. 8.12.



Фиг. 8.12. Функционално-стойностна диаграма

8.5.5. АНАЛИЗ НА ДИАГРАМАТА И ИЗВОДИ ОТ НЕЯ

Като идеална диаграма следва да се счита диаграмата, която е разделена от хоризонталната ос на две огледални половини, т.е. когато относителната значимост на всяка функция е равна на относителните разходи на функцията. На практика това равенство никога не се достига, като са възможни два случая:

а) *Ci* > *3i* - което означава, че са изразходвани повече средства, отколкото дадената функция заслужава; тогава възниква задачата да се търси ново конструктивно решение, чрез което разликата между *Ci* и *3i* да се намали;

б) *Ci* < *3i* - което означава, че са изразходвани помалко средства, отколкото функцията заслужава; в този случай са възможни три ситуации:

- може да се постави задачата да се търси ново конструктивно решение, при което ще се намали разликата между *Ci* и *3i* и ще се увеличи качеството на изделието;
- може да се запази решението и се въведе нова несъществуваща до този момент в ТО функция;
- може функцията да не се смята за критична.

Анализът на диаграмата трябва да се съсредоточи във функциите с по-големи стойности за *Ci* и *3i* и по-големи разлики между тях (критичните функции).

За разглеждания пример (фиг. 8.12) критични са функциите *F1* и *F2*.

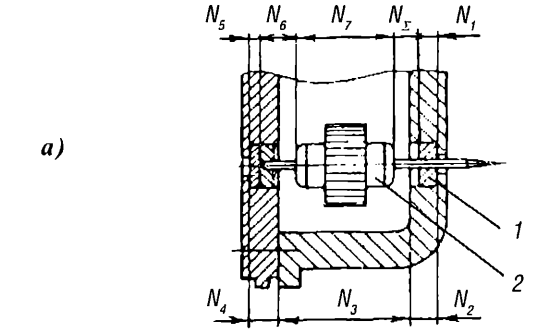
8.6. РАЗМЕРЕН АНАЛИЗ

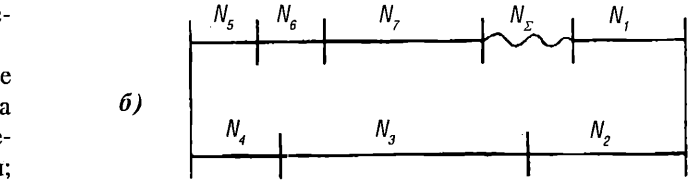
8.6.1. ВЪВЕДЕНИЕ

Както бе отбелязано (т. 8.1) размерният анализ обхваща определянето на сглобките и пресмятането на размерните вериги, чрез които се осигурява сглобяването и функционирането от геометрична гледна точка на разглежданото изделие. Въпросът с избора на сглобки бе разгледан в т. 5.7.5, поради което по-нататък ще бъдат анализирани само размерните вериги (РВ).

Под РВ се разбира затворен контур от *n+1* на брой взаимносвързани размери, като точността на n от тях (наречени съставни звена на *РВ*) влияят върху точността на (*n+1*) - то (наречено крайно звено на *РВ*).

За да може да функционира изделието от фиг. 8.13*а*, трябва да има хлабина между детайли *1* и *2*. Разстоянието между тях, отбелязано с N_Σ представлява крайното звено, а размерите които влияят върху него са отбелязани с N_i, $i = 1, 2, ..., 7$ и представляват съставните звена. Всички звена образуват затворена верига. За да се провери дали точността на някой от размерите влияе върху точността на крайното звено се процедира така: задава се нарастване на размера на звеното и се проверява дали при запазването на останалите размери ще се промени стойността на крайното звено. От фигурата се вижда, че ако нарасне N_1 при постоянство на останалите, N_Σ ще намалее, т.е. N_1 влияе върху N_Σ.





Фиг. 8.13. Размерна верига

Ако веригата се начертае встрани от чертежа на сглобената единица (фиг. 8.13*б*), се говори за схема на *РВ*.

От фиг. 8.13*а* се вижда, че:

- съставните звена са размери на детайли на сглобената единица, при това всеки размер е между две съединения на детайл;
- крайното звено е размер между два детайла (обик-

новено хлабина) и се получава при сглобяването на изделието.

Най-разпространени в конструкциите на слаботоковата техника и автоматика са линейните *РВ*, съставени само от линейни размери, напр. *25 mm*, *14 mm* и т.н.), поради което само те са обект на разглеждане.

Решаването на *РВ* протича в следния ред:

а) уточняване на крайните звена на изделието;

б) за всяко крайно звено разкриване на съответната *РВ*;

в) пресмятане на всяка *РВ*.

8.6.2. КРАЙНИ ЗВЕНА

Най-важният момент от решаването на *РВ* е определянето на крайните звена. Те биват:

- **функционални** (хлабини, имащи значение при функционирането на изделието). Например: междина (въздушна и др.) в магнитна верига; разстоянието между кондензаторните плочи; разстоянието между контактните пъпки при отворена верига на комутационни устройства (разтворена контактна система) и др.; определянето на този вид крайни звена (качествено и количествено) се извършва чрез преглед на нормативни материали, монографии и др. за проектираното изделие.

- **за сглобяване** (хлабини между повърхнини на два детайла, близо разположени една до друга); напр. разстоянието между челата на сглобена единица *6* и детайл *8* от фиг. 5.72.

Обикновено функционалните крайни звена са с гранични отклонения, регламентирани от нормативни документи или пресметнати по функционални зависимости (напр. $1 \pm 0,1$), докато за крайните звена за сглобяване е достатъчно да има хлабина по-голяма от *0*. В първия случай са ограничени и двете стойности на хлабината (минимална и максимална), докато във втория - само едната.

Трябва да се отбележи, че в редица случаи в изделията няма крайни звена на *РВ* и следователно няма нужда от решаване на *РВ*.

Пример.

Крайните звена на превключвателя от фиг. 8.14 са разстоянията между контактните пъпки, чиято минимална стойност $\Delta min = 4,2.10^{-5}.U.I^{1/2}$, където U е напрежението, а I - ел. ток. Ако се приеме $U = 220V$, а $I = 1A$, то $\Delta min = 4,2.\ 10^{-5}.220.1^{1/2} = 10\ mm$.

И така превключвателят има две крайни звена $А_{\Sigma}$ и $Б_{\Sigma}$ (вж. фиг. 8.14), чиято минимална стойност е *10 mm*.

8.6.3. РАЗКРИВАНЕ НА РВ

Под разкриване на *РВ* се разбира процесът на намиране на съставните звена на *РВ*, крайният резултат от който е получаване на схема на *РВ*.

Разкриването се извършва по два начина: формализирано и неформализирано. При първия начин разкриването става въз основа на построяване на модел на размерните връзки на изделието и оперирането по точно регламентирани правила с модела. При него не е толкова видима физическата страна на процеса, но той се поддава на автоматизирано изпълнение. Неформализираното разкриване се основава на най-общи правила и опит на разкриващия *РВ*. По-долу ще бъдат разгледани двата метода.

Съществуват няколко начина за **формализирано разкриване**, от които тук се разглежда само един алгоритъм:

1. Определя се направлението на крайното звено (определя се направлението на линейния размер между ограничаващите крайното звено повърхнини) - вж. фиг. 8.14*а*.

2. Определят се всички непълни съединения C_i на сглобената единица, които са перпендикулярни на $А_{\Sigma}$, както и тези повърхнини, които ограничават крайното звено.

За примера от фиг. 8.14 те са: $1' \div 9'$.

Забележка 1. Изделията, означени в списъка на съставните части на СЕ като сглобени единици от по-ниско йерархическо ниво се считат за един детайл, т.е. не се означават общите повърхнини между детайлите на тези съединения. За фиг. 8.14 такива сглобени единици са №2 и №6.

Забележка 2. Детайлите, които са нитовани по време на монтажа на СЕ се разглеждат с тези форми, които са имали преди монтажа. Например повърхнина №3 от фиг. 8.16 не трябва да се отбелязва.

Забележка 3. Пружините, които ограничават относително неподвижни детайли се изключват от разглеждане. Естествено неразглеждането на пружините означава неразглеждане и на техните съединения. За примера от фиг. 8.14 отпадат детайли 10 и 13.

3. Отпадат непълните съединения на тези детайли, които притежават само една функционална повърхнина (под функционална повърхнина се разбира непълно съединение на детайла или негова повърхнина, ограничаваща крайно звено).

Дейността по тази точка се повтаря няколкократно (докато е възможно), тъй като отпадане на съединение на детайл *Дi*, може да доведе съседния негов детайл *Дj* да отговаря на горното условие и вече единствената функционална повърхнина на последния също да отпадне и т.н.

За примера от фиг. 8.14 по тази причина отпадат повърхнини: 9, 8 и 7.

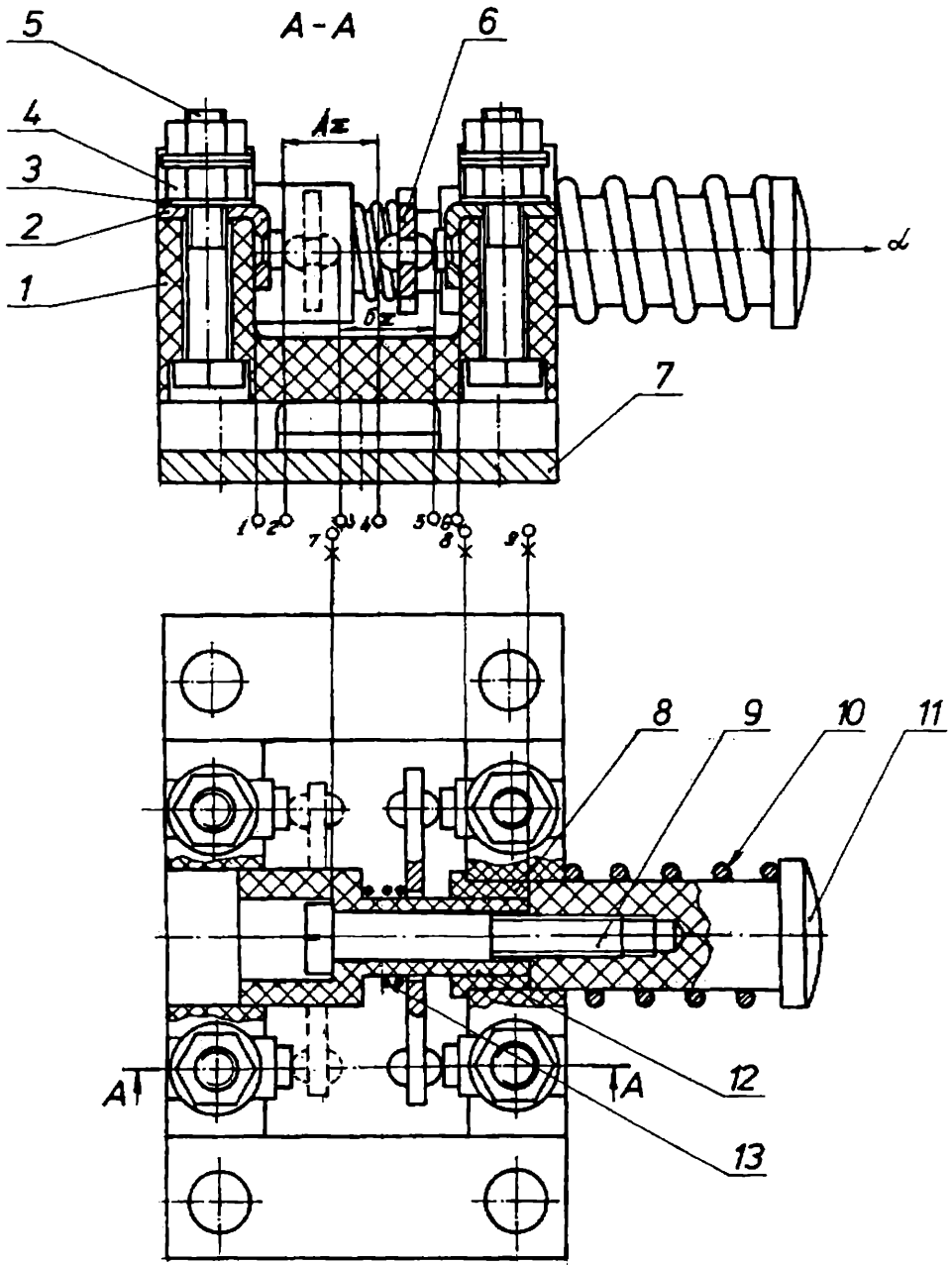
4. От списъка на всички детайли (СЕ) отпадат тези детайли, които нямат поне *2* функционални повърхнини. За примера от фиг. 8.14 това са детайли 3, *4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.*

5. Съставя се диаграма с първи стълб - номерата на неотпадналите позиции от т. 4, и първи ред - - номерата всички неотпаднали в т. 3 повърхнини и повърхнините, ограничаващи крайните звена. Диаграмата се попълва като се определя принадлежността на всяка повърхнина към съответните детайли или СЕ (напр. за фиг. 8.15 пов. *1'* принадлежи на детайли *1* и *2л* (ляво), пов. *2'* - на детайли *2л* и *6* и т.н.). Всяка двойка еднакви числа (окръжности, лежащи в един стълб) в диаграмата се свързват с вертикална линия, а всички числа (окръжности, лежащи в един ред), които са в един ред - с хоризонтална линия.

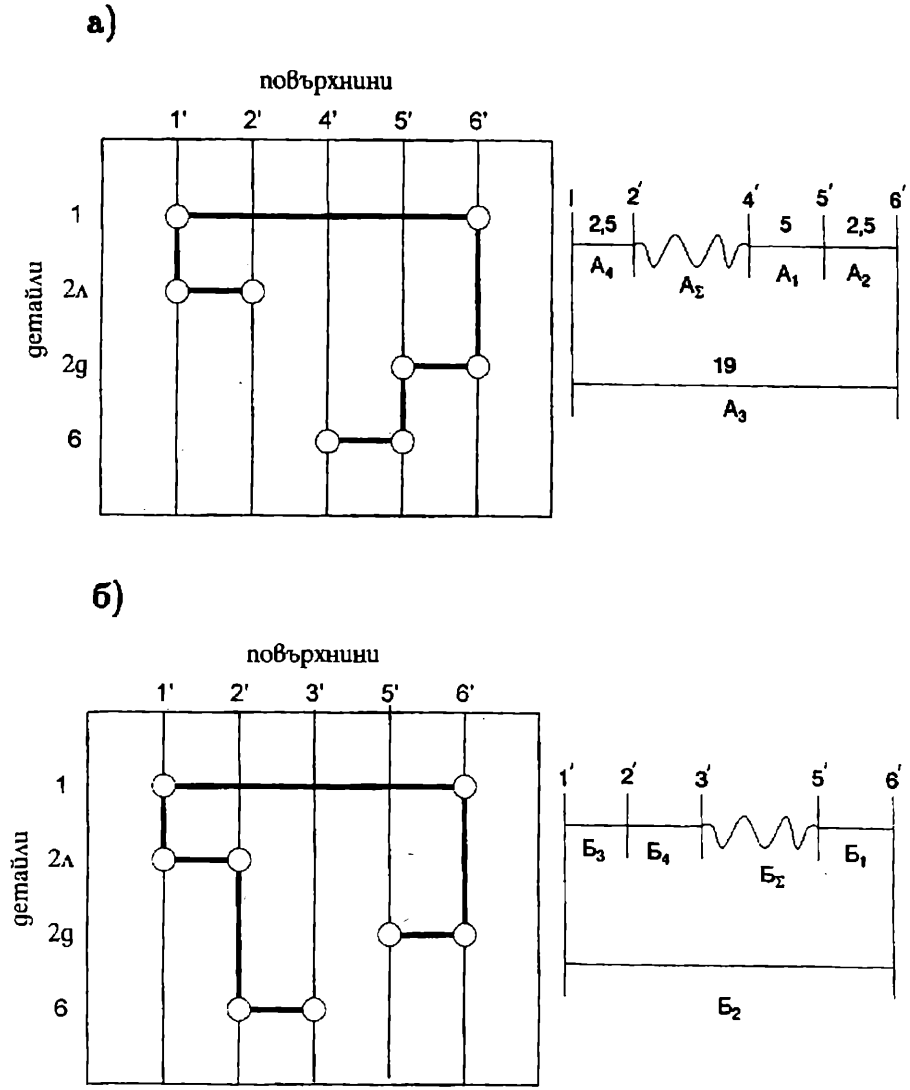
На фиг. 8.15 са показани диаграмите за примера от фиг. 8.14 - за крайно дясно положение (фиг. 8.15*а*) и крайно ляво положение (фиг. 8.15*б*) на контактната пластина *6*.

6. По диаграмата се търси път между повърхнините, ограничаващи крайното звено, като ако пътят преминава за даден ред от диаграмата през повече от две повърхнини, то се взема само първата и последната за реда повърхнина (по този начин се гарантира един детайл да не участва с повече от един размер в една *РВ*).

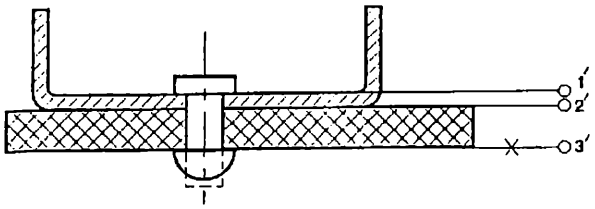
За разглеждания пример от фиг. 8.14 пътят е:



Фиг. 8.14. Кодиране на повърхнините в ЧС на превключвателя



Фиг. 8.15. Разкриване на размерната верига



Фиг. 8.16. Кодиране на повърхнини на нитово съединение

- $А_{\Sigma}(2'/4'):2'/1';1'/6';6'/5';5'/4'$ (фиг. 8.15*а*);
- $Б_{\Sigma}(3'/5'):3'/2';2'/1';1'/6';6'/5'$ (фиг. 8.15*б*).

За улесняване схемата на *РВ* се съставя под диаграмата, като хоризонталните линии изобразяват размерите, а вертикалните - ограничаващите ги повърхнини. Крайното звено се изобразява с вълнообразна линия (фиг. 8.15), а останалите звена - с прави линии. По възможност всяко съставно звено се чертае като продължение на съседното му звено.

На фиг. 8.15 са показани и схемите на *РВ* с крайни звена $А_{\Sigma}$ и $Б_{\Sigma}$.

Неформализираното разкриване на *РВ* има следния алгоритъм:

1. Нека двете повърхнини, ограничаващи крайното звено са *П1* и *П2*, като *П1* принадлежи на детайла *Д1*, а *П2* на детайла *Дп*. Нека крайното звено е размер по ос х. Започва се от *П1*. Търси се размер на *Д1*, който е успореден на *х* и е между *П1* и съединение на детайла *Д1* с друг детайл *Д2*. Нека това съединение е *С1*.

Полученият размер е първото съставно звено на *РВ*.

2. Търси се размер на *Д2*, който е успореден на х и е между *С1* и друго съединение на *Д2* с детайл *Д3*.

Полученият размер е второто съставно звено на *РВ*.

3. Проверява се дали *Д3* съвпада с *Дп*, т.е. дали е достигната втората повърхнина *П2*, ограничаваща крайното звено. При положителен резултат от тази дейност се преустановява търсенето, а при отрицателен се преминава към точка 4.

4. Тази дейност продължава, докато се достигне *П2*.

5. Построява се схемата на размерната верига на *РВ*.

Получената по този начин схема на *РВ* с крайно звено $В_{\Sigma}$ (фиг. 8.17*а*) е показана на фиг. 8.17*б*.

8.6.4. ПРЕСМЯТАНЕ НА РВ

Последният етап от решаването на *РВ* е нейното пресмятане. Основните зависимости за пресмятане са:

$$N_{\Sigma} = \Sigma\beta_i N_i \tag{8.3}$$

$$T_{\Sigma} = \Sigma T_i \tag{8.4}$$

$$EM_{\Sigma} = \Sigma\beta_i EM_i,\ i = 1, 2, \ldots, n, \tag{8.5}$$

Където N е номинална стойност, T - допускът, а EM - средното отклонение, Σ - индекс за крайно звено, n - брой на съставните звена на веригата, β - предавателно отношение.

Съставните звена, които са на един ред и през ред с крайното звено се наричат намаляващи е за тях $\beta = -1$, а съставните звена, които са на съседен ред с крайното се наричат увеличаващи и за тях $\beta = +1$. За примера от фиг. 8.15б намаляващи са звената $А_1$, $А_2$, $А_4$, $Б_1$, $Б_3$ и $Б_4$, а увеличаващи - звената $А_3$ и $Б_2$.

Съществуват две задачи при пресмятането на *РВ*.

1. Проверочна задача - зададени са характеристиките на съставните звена N_i, T_i, EM_i; търсят се характеристиките на крайното звено N_{Σ}, T_{Σ}, EM_{Σ}.

Стандартизираните гранични отклонения са показани в таблица 8.7 (за отвори) и таблица 8.8 (за валове).

2. Проектна задача - зададени са характеристиките на крайното звено N_{Σ}, T_{Σ}, EM_{Σ} и номиналните стойности на съставните звена N_i; проверява се спазването на равенство (8.3) и се търсят характеристиките на съставните звена T_i и EM_i.

Трябва да се отбележи, че T_i и EM_i се използват за простота на формулите (8.4) и (8.5). В действителност зад тях трябва да се виждат горното ES_i и долното EI_i отклонение на всеки размер. Връзката между двете групи величини е (фиг. 8.18).

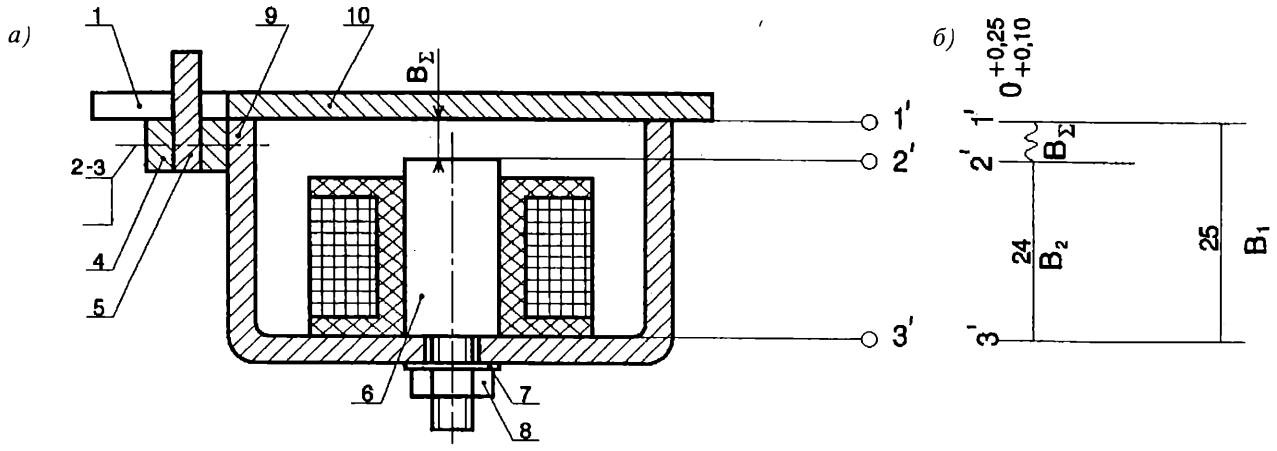
$$ES_i = EM_i + T_i/2 \tag{8.6}$$

$$EI_i = EM_i - T_i/2 \tag{8.7}$$

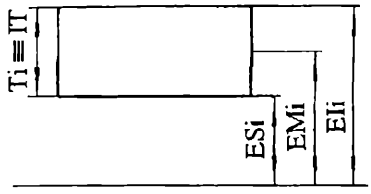
$$EM_i = (ES_i + EI_i)/2 \tag{8.8}$$

По-долу ще бъде разгледано пресмятането на двата вида задачи.

Пресмятането на **проверочната задача** се извършва по формули (8.3) ÷ (8.8).



Фиг. 8.17. Неформализирано разкриване на РВ



Фиг. 8.18. Точностни характеристики на размери

От чертежа на фиг. 5.72 се отчитат номиналните стойности на съставните звена: $N_1 = 5$; $N_2 = 2{,}5$; $N_3 = 19$; и $N_4 = 2{,}5$, а от фиг. 12.15 се вижда, че $\beta_1 = \beta_2 = \beta_4 = -1$, а $\beta_3 = +1$. Нека всички размери на детайлите са получени по 10-та степен на точност и имат $EM_i = 0$. От таблица 12.9 се отчита за 10-та степен и съответно N_i: $T_1 = 0{,}048$ mm; $T_2 = T_4 = 0{,}04$ mm; $T_3 = 0{,}084$ mm.

След заместване във формули (8.3)-(8.5) се получава:

$N_\Sigma = -5 - 2{,}5 + 19 - 2{,}5 = 9$ mm

$T_\Sigma = 0{,}048 + 0{,}04 + 0{,}084 + 0{,}04 = 0{,}212$ mm

$EM_\Sigma = 0$ mm

В съответствие с формули (8.6) и (8.7):

$ES_\Sigma = EM_\Sigma + T_\Sigma / 2 = 0 + 0{,}212 / 2 = +0{,}106$ mm

$EI_\Sigma = EM_\Sigma - T_\Sigma / 2 = 0 - 0{,}212 / 2 = -0{,}106$ mm

т.е. крайното звено е $A_\Sigma = 9 \pm 0{,}106$, което означава, че хлабината между двете контактни пъпки се движи в границите на $8{,}894$ и $9{,}106$. Минималната хлабина се получава $8{,}894$, а съгласно т. 8.6.2, крайното звено трябваше да бъде $min\ 10$ mm. От това следва, че A_Σ не е спазено и следва да се направи корекция. Ако N_3 се коригира на $20{,}5$, то тогава по (8.3)

$N_\Sigma = -5 - 2{,}5 + 20{,}5 - 2{,}5 = 10{,}5$ mm

В останалите пресмятания няма промяна, поради което новите стойности на хлабината A_Σ ще бъдат $10{,}394$ и $10{,}606$, които са в рамките на допустимото.

Проектната задача се решава по следния алгоритъм:

1. Проверява се спазването на равенство (8.3). Ако то не е спазено - коригира се едно от звената (обикновено това с най-голям размер), наречено коригиращо звено, с оглед реализирането на (8.3).

$$N_k = (N_\Sigma - \Sigma N_i) / \beta_k \qquad (8.9)$$

2. Пресмята се ориентировъчна степен на точност на всички звена по формулата

$$\theta' = 5 + 5.lg\,[(T_\Sigma - \Sigma T_{ci}) / 7\Sigma I_j],\ i = 1, 2, ..., l;\ j = 1, 2, ..., (n - l), \qquad (8.10)$$

където T_{ci} са известните допуски на звената в *PB* (ако има такива); I - допускова единица (табл. 8.9); l - брой на звената с известни допуски.

Определената стойност на θ' се закръгля до цяло число θ, тъй като степента трябва да бъде цяло число.

3. По N_i и θ се определят допуските на всички съставни звена с неизвестни допуски IT (табл. 8.9), с изключение на допуска на коригиращото звено, който се пресмята. Броят на тези звена е $n - l - 1$.

4. Пресмята се допуска на коригиращото звено

$$T_k = T_\Sigma - \Sigma T_{ci} - \Sigma IT_j,\ i = 1, 2, ..., l;\ j = 1, 2, ..., n - l - l; \qquad (8.11)$$

5. Приемат се средните отклонения EM_i' за всички звена с неизвестни средни отклонения, с изключение на коригиращото звено. Обикновено $EM_i' = 0$.

6. Пресмята се средното отклонение EM_k на коригиращото звено

$$EM_k = (EM_\Sigma - \Sigma\beta_i EM_{ci} - \Sigma\beta_j EM_j') / \beta_k, \qquad (8.12)$$
$$i = 1, 2, ..., l;\ j = 1, 2, ..., n - l - 1;$$

7. Определят се граничните отклонения на съставните звена ES_i и EI_i - формули (8.5) и (8.6).

На фиг. 8.17*а* е показана част от реле. Крайното звено B_Σ е разстоянието между котвата *9* (показана при включена намотка) и ядрото *6* - $B_\Sigma = 0$. Разкритата по неформализирания метод *PB* е показана на фиг. 8.17*б*.

1. $N = 0$; $N1 - N2 = 25 - 24 = 1$ mm

За да бъде спазено равенството се коригира N1 =24.

2. $\theta' = 5 + 5.lg\,[150/7.(1{,}3 + 1{,}3)] = 9{,}6$; $\theta = 10$

Стойностите на $I1 = I2 = 1{,}3$ се отчитат от табл. 8.9.

Таблица 8.7

Гранични отклонения в система основен отвор, μm

Означение		EI											J_s	ES		
		A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H		J		
Степен на точност		Всички степени на точност												6	7	8
	До 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Гранични отклонения = ± IT/2	+2	+4	+6
Номинални размери, mm	>3 до 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10
	>6 до 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12
	>10 до 18	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0		+6	+10	+15
	>18 до 30	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0		+8	+12	+20
	>30 до 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0		+10	+14	+24
	>40 до 50	+320	+180	+130												
	>50 до 65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0		+13	+18	+28
	>65 до 80	+360	+200	+150												
	>80 до 100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0		+16	+22	+34
	>100 до 120	+410	+240	+180												
	>120 до 140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0		+18	+26	+41
	>140 до 160	+520	+280	+210												
	>160 до 180	+580	+310	+230												

Таблица 8.8

Гранични отклонения в система основен вал, μm

Означение	*es*												*ei*									
	a	*b*	*c*	*cd*	*d*	*e*	*ef*	*f*	*f$_g$*	*g*	*h*	*js*	*j*			*k*		*m*	*n*	*p*	*r*	*s*
Степен на точност	Всички степени на точност												5 и 6	7	8	от 4 до 7	I3 >7	Всички степени				
Номинални размери, mm												Отклонения = ± *IT*/2										
До 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	2	0		-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14
>3 - 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19
>6 - 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23
>10 - 18	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0		-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28
>18 - 30	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0		-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35
>30 - 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0		-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43
>40 - 50	-320	-180	-130																			
>50 - 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	30	-	-10	0		-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53
>65 - 80	-360	-200	-150																		+43	+59
>80 - 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0		-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71
>100 - 120	-410	-240	-180																		+54	+79
>120 - 140	-460	-260	-200	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0		-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92
>140 - 160	-520	-280	-210																		+65	+100
>160 - 180	-580	-310	-230																		+68	+108

3. Коригиращо звено *B1*.

За 10-та степен на точност *T2 = 0,084 mm* (табл. 8.9)

4. *T1 = Tк = 0,15 - 0,084 = 0,066 mm*

5. Приема се EM2 = 0

6. *EM1 = EMк = [(+ 0,25 + 0,1)/2 - 0]/1 = + 0,175 mm*

7. *ES1 = + 0,175 + 0,066/2 = + 0,208mm; EI1 = + 0,175 - 0,066/2 = + 0,142mm т.е. B1 = 24* $^{+0,208}_{+0,208}$ *mm*

ES2 = + T2/2 = + 0,042 mm; EI2 = - T2/2 = - 0,042 mm, т.е. B2 = 24 ± 0,042 mm

Таблица 8.9

Допуски, μm и допускова единица

Интервали размер, mm	Степен на точност											Допускова единица
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
до 3	4	5	10	14	25	40	60	100	140	250	400	0,55
Над 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	0,73
" 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	0,90
" 10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1,08
" 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1,30
" 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	630	1000	1,56
" 50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1,86
" 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2,17

8.6.5. СИСТЕМИ ОТ РАЗМЕРНИ ВЕРИГИ

Изложената методика за проектно пресмятане на размерни вериги се отнася за независимото им решаване. Оказва се, че практически в реални изделия може да се случи размерните вериги да съдържат общи съставни звена, т.е. тези вериги са взаимосвързани. Това означава, че пресмятането им не може да се извърши независимо и се прибягва до решаването им като система.

8.6.5.1. РАЗКРИВАНЕ НА РАЗМЕРНИ ВЕРИГИ

За да се изследват цялостно размерните зависимости, възникващи в едно изделие, и по-точно - да се отчете влиянието на едни размери върху други, така че да се гарантират изискванията за точност на крайните звена (функционални и за сглобяване), се пристъпва към моделиране на размерните връзки в изделието.

Моделът е абстрактно представяне на съществени, от гледна точка на даден проблем, свойства и характеристики на реален обект. В инженерните дисциплини моделът най-често се описва чрез математически структури и служи за решаване на приложни задачи. Като най-подходящ структурен модел за описание на размерните връзки в електромеханични изделия се използват графите.

Граф представлява множество от **върхове**, свързани помежду си с **ребра**. Може да се представи графично чрез кръгчета за върховете и линии за ребрата или да се представи чрез **матрица на инциденции**, в която стълбовете съответстват на върховете, а редовете - на ребрата. Върховете са структурните елементи на модела, а ребрата - връзките (отношенията) между тях. Структурни елементи са съединенията на детайлите в изделието или единичните повърхнини, които ограничават крайно звено. Наричат се "**функционални елементи**", тъй като тяхното пространствено положение е от значение за правилното функциониране на изделието. За линейните размерни вериги, обект на настоящето изложение, функционалните елементи са челни повърхнини, съединения или оси, които са перпендикулярни на изследваното координатно направление. (Крайните звена са успоредни на координатната ос.) Ребрата в структурния модел на размерните връзки са размери-дължини на детайли.

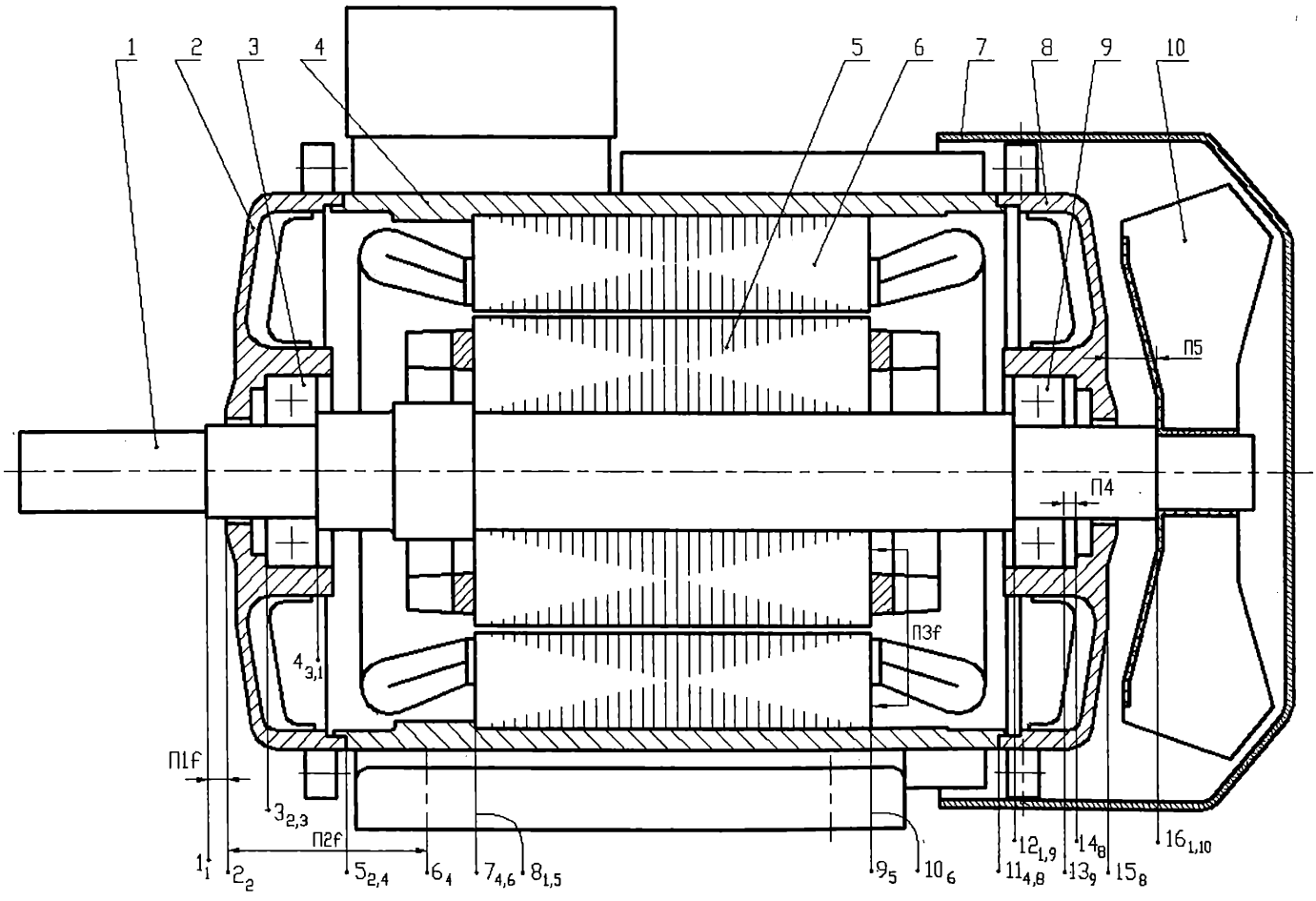
Моделът може да се построи по два начина: като се използва графичното представяне на граф или чрез схема на размерните връзки.

8.6.5.1.1. КОДИРАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ

За да се построи моделът на размерните връзки, е необходимо върху проекцията на изследваното изделие да се означат функционалните елементи. За целта на всеки функционален елемент се присвоява **код**, образуван от **номер** на елемента и **индекси за принадлежност**, които представляват: позиционните номера на детайли, участващи в съединението (когато функционалният елемент е съединение) или позиционен номер на детайл, на който принадлежи повърхнината (когато функционалният елемент е повърхнина, ограничаваща крайно звено). В случай, че изделието съдържа еднакви детайли (в чертежа се означават с един позиционен номер), е необходимо допълнителното им номериране, така че всеки детайл да има свой собствен номер. Допълнителните позиционни номера служат за разграничаване на еднаквите детайли в модела на размерните връзки. Кодирането може да се опрости като не се разглеждат тези детайли на сглобената единица, чиито размери не влияят върху взаимното разположение на останалите. Например от кодиране могат да отпаднат скрепителни детайли (болтове, гайки и др.), които не ограничават крайно звено; щифтове в отвори, пробити след сглобяване; пружини, фиксиращи детайли в крайно положение. На фиг. 8.19 е показана проекция-разрез на електродвигател. С тънки прави линии перпендикулярно на изследваното направление - оста на двигателя, са означени кодираните функционални елементи. Кодирането се осъществява чрез последователно номериране на елементите в изследваното направление.

8.6.5.1.2. ПОСТРОЯВАНЕ НА СТРУКТУРЕН МОДЕЛ НА РАЗМЕРНИТЕ ВРЪЗКИ

Първоначално се построява модел на размерните връзки само между съединения, след което към него се добавят и тези между повърхнини, ограничаващи крайни звена и съединения. Всеки функционален елемент се представя графично с кръг, в който се записва кода му. Препоръчва се да се започне с функционален елемент, в чиито код се съдържат три индекса за принадлежност или в който участва основен детайл (вал, корпус) на изделието. След това се добавят функционални елементи с кодове, които съдържат общ индекс с кода на вече изобразения елемент. Свързването на елементите с ребра се извършва по правилото на общия индекс за принадлежност: два функционални елемента, които имат общ индекс в кода си, се свързват помежду си с права линия. Реброто изобразява наличието на връзка-размер между двата елемента. Този размер принадлежи на детайл с позиционен номер общия индекс за принадлежност в кодовете на двата елемента. За да се избегне пресичането на ребра в модела, последователно се добавят елементи с кодове, които имат общи индекси с вече поставени



Фиг. 8.19. Проекция на електродвигател с означени функционални елементи

елементи. На фиг. 8.20 е изобразен модел на размерните връзки между съединенията на електродвигател по кодираните функционални елементи от фиг. 8.19.

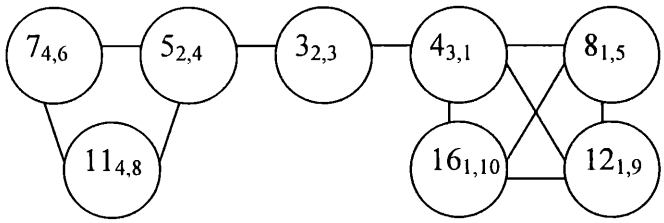
За да бъде коректно описанието на размерните връзки, моделът трябва да удовлетворява следните изисквания:

1) Свързаност. Всички елементи трябва да бъдат свързани. Липсата на връзка означава, че при кодирането има изпуснати съединения.

2) Затворен контур е допустим само между съединения на един и същи детайл. Моделът от фиг. 8.20 съдържа два затворени контура: между елементи 5, 7, 11 и 4, 8, 12, 16; с общ индекс за принадлежност съответно: 4 за първия контур и 1 за втория. И двата контура изобразяват размери на един и същи детайл. Недопустим е затворен контур между съединения, чиито кодове не съдържат едновременно един и същи общ индекс за принадлежност.

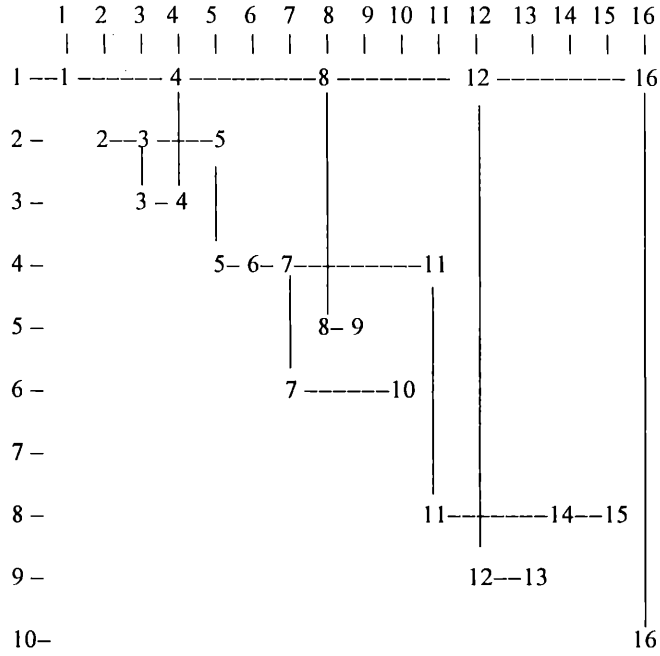
Наличието на недопустим затворен контур в модела означава, че кодирането е неправилно.

След проверката за коректност, към модела на размерните връзки между съединенията се присъединяват функционалните елементи, които са повърхнини, ограничаващи крайните звена. Свързват се само със съединенията, които имат техния индекс за принадлежност. Не се допуска свързване на повърхнините помежду си. По този начин се построява пълният модел на структурата на размерните връзки (фиг. 8.21).

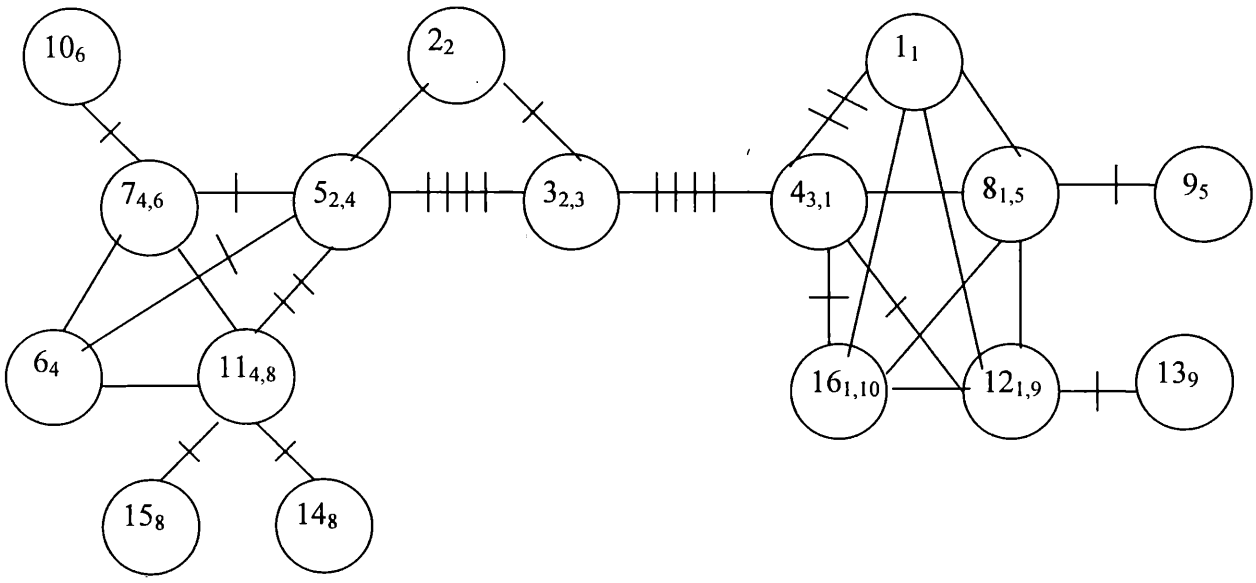


Фиг. 8.20. Модел на размерните връзки между съединенията на сглобена единица

Схемата на размерните връзки може да се построи чрез матрица, в която броят на редовете съответства на броя на детайлите, а броят на стълбовете - на броя на елементите (виж т.8.6.3). Номерират се последователно редовете и стълбовете на матрицата съответно с номерата на детайлите и на елементите. В клетка от матрицата, определена от стълб - номер на елемент и ред - позиционен номер на детайл, който участва като индекс за принадлежност в кода на елемента, се записва номерът на елемента. Например за код $4_{3,1}$ в стълб 4 на редове 1 и 3 се записва число 4. Номерата на елементите от всеки хоризонтален и вертикален ред се свързват с права линия. На фиг. 8.22 е показана схема на размерните връзки на същия електродвигател с кодиране по фиг. 8.19.



Фиг. 8.22. Схема на размерните връзки

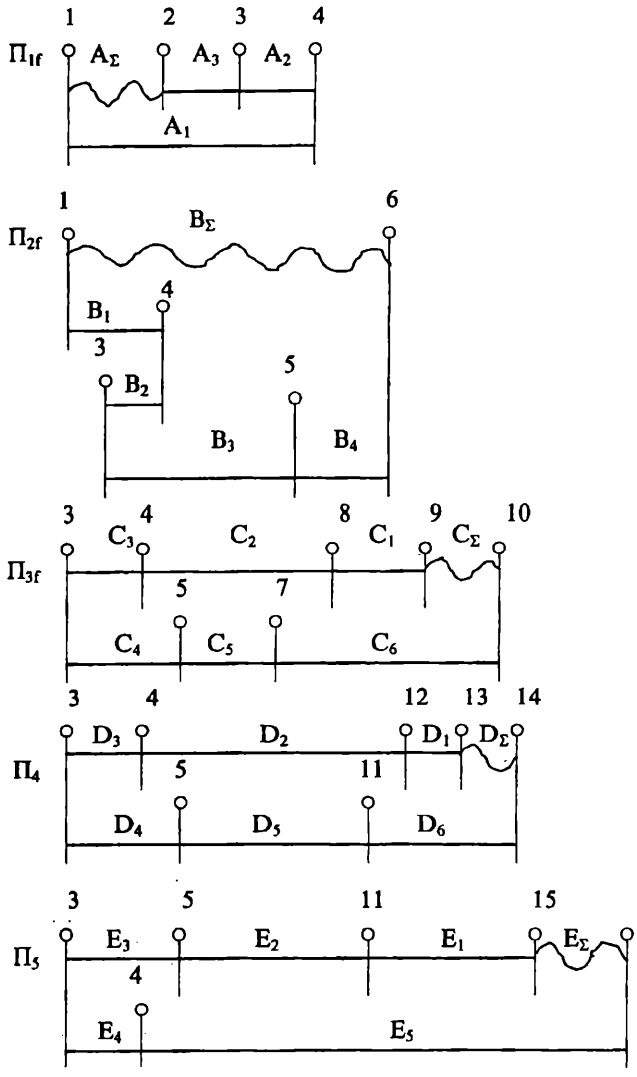


Фиг. 8.21. Модел на размерните връзки между всички функционални елементи на сглобена единица

8.6.5.2. ФОРМАЛИЗИРАНО РАЗКРИВАНЕ НА РАЗМЕРНИ ВЕРИГИ

Чрез структурния модел на размерните връзки в сглобената единица може да се извърши формализирано разкриване на размерните вериги като се приложи *правилото*: на всяко крайно звено в модела отговаря единствена най-къса верига от ребра, която свързва двата ограничителни елемента на звеното.

Размерните вериги се разкриват последователно за отделните крайни звена. Определят се ограничителните елементи на звеното. В модела се проследява най-късият път, свързващ двата елемента (виж т.8.6.3). Например за крайно функционално звено $П_{1г}$ от модела на фиг. 8.21, възможни пътища между елементи 1 и 2 са: 1-4-3-2; 1-8-4-3-2; 1-16-4-3-2; 1-12-16-8-4-3-2; 1-8-16-4-3-2; 1-4-3-5-2; 1-16-8-4-3-5-2 и т.н. От тях най-късият път е: 1-4-3-2.



Фиг. 8.23. Схеми на размерни вериги на крайни звена на електродвигател

Размерната верига се разкрива като се започва от предния (който заема по-предно положение в сглобената единица при избраната положителна посока на изследване) ограничителен елемент. При формализирано разкриване размерните вериги се описват чрез **условно уравнение**, което представлява алгебрична сума от размери (ребра в модела), получени при проследяване на веригата в модела Всеки член на уравнението се представя чрез отношение на номерата на елементите, които ограничават ребро, а знакът на отношението е предавателното отношение β_i на съответното съставно звено. За определяне на знака се отчита посоката на обхождане в модела и разположението на елементите в сглобената единица при избраната посока на изследване. Когато се преминава от по-преден към по-заден елемент (например 1-4 за крайно звено $П_{1г}$), знакът е "+", в обратния случай (например 4-3; 3-2) $\beta_i = -1$.

Крайният резултат от разкриването на размерните вериги е записване на условните им уравнения, които за модела на фиг.8.21 и крайните звена, означени на фиг.8.19, имат следния вид:

$П_{1г}(1/2) = 1/4\text{-}4/3\text{-}3/2;$
$П_{2г}(1/6) = 1/4\text{-}4/3+3/5+5/6;$
$П_{3г}(9/10) = -9/8\text{-}8/4\text{-}4/3+3/5+5/7+7/10;$
$П_4(13/14) = -13/12\text{-}12/4\text{-}4/3+3/5+5/11+11/14;$
$П_5(15/16) = -15/11\text{-}11/5\text{-}5/3+3/4+4/16.$

При проследяване на размерните вериги в модела се отбелязват съставните им звена. От модела (фиг.8.21) и от съставените условни уравнения се вижда, че ребрата, които в модела са отбелязани само веднъж, участват само в една размерна верига. Наричат се **"собствени" звена**. Такива в примера са: 8/4; 4/16; 12/4; 5/7. Ребрата, които са отбелязани повече от един път, участват в няколко размерни вериги. Наричат се **общи съставни звена**. Например: 4/3; 3/5; 5/11; 1/4.

Размерните вериги на групата крайни звена на изследваната сглобена единица (фиг.8.19) имат общи съставни звена и образуват система размерни вериги. На фиг. 12.23 са построени схемите на размерните вериги на крайните звена на електродвигателя от фиг.8.19.

Разкриването на размерни вериги при използване на *схемата на размерните връзки* се извършва по следния начин:

- При обхождане на веригата между предния и задния ограничителни елементи на крайното звено, в условното уравнение се записват номерата на елементите само от редовете на матрицата. Например за $П_{1г}$ (фиг.8.22) проследяването на веригата е от елемент 1 до елемент 4 в ред 1 на матрицата; от 4 до 3 в ред 3 и от 3 до 2 в ред 2.

- Ако в един ред между ограничителните елементи на съставно звено от веригата има други междинни елементи, то те не се записват в условното уравнение. Например за $П_4$ (фиг.8.22) между елементи 12 и 4 в ред 1 присъства елемент 8, който се прескача.

- Ако при обхождане на размерната верига по модела (фиг.8.22), дадено съставно звено е записано при движение надясно, то получава знак "+", а при движение наляво - знак "-". Например за $П_2$ съставно звено 4/3 е със знак "-", а звено 3/5 е със знак "+".

8.6.5.3. ПРЕСМЯТАНЕ НА СИСТЕМА РАЗМЕРНИ ВЕРИГИ

Размерните вериги, чрез които се получават крайните звена на анализираното изделие (примера на електродвигател от фиг.8.19), в общия случай са взаимосвързани чрез общи съставни звена в система. Това налага в проектните пресмятания точностните характеристики на общите звена да се определят така, че да удовлетворяват крайните звена на всички вериги, в които участват.

Първоначално системата се разделя на две подсистеми. Първата, нарича се функционална, включва размерните вериги с функционални крайни звена ($П_{iг}$). Втората подсистема включва останалите вериги на крайните звена за сглобяване.

Първо се пресмята функционалната подсистема според принципите на последователните точностни класации и на коригиращите звена. Методиката се основава на намиране на окончателна степен на точност, която да отговаря на взаимосвързаното пресмятане на веригите. За целта за всяка функционална верига се изчислява степен на точност, след което веригите се класират точностно. Първа е веригата с най-малка (висока) степен на точност. Тази верига се пресмята независимо. За всяка от останалите вериги се проверява за общи звена с вече решената. Ако има такива, се пресмята нова степен на точност за следващата точностна класация. Пресмятането продължава докато се изредят всички вериги на функционалната подсистема и се намерят допуските на съставните звена.

Нефункционалната система се пресмята по-просто. Допуските на съставните звена се определят независимо за всяка размерна верига по еднаква степен на точност. Ако дадена верига има общи съставни звена с функционални вериги, за тези звена се предписват допуски, еднакви с тези на звената от функционалната верига.

8.6.5.4. СЪСТАВЯНЕ НА ФУНКЦИОНАЛНИ МРЕЖИ ОТ РАЗМЕРИ-ДЪЛЖИНИ НА ДЕТАЙЛИТЕ

Функционалната размерна мрежа от линейни размери на всички детайли на сглобената единица се образува от получените решения на системата размерни вериги и се състои от размери - съставни звена на системата. С решаването на системата тези размери получават подходящи допуски, които осигуряват точността на крайните звена. Резултатите от решаването на система могат да се подредят така, че да се улесни образуването на функционалните мрежи. Най-често се оформят във вид на таблица, където на всеки ред се записват последователно: позиционен номер на детайл; ограничителните елементи, между които е размера и които представляват кодовете на функционалните елементи, записани върху изображението на сглобената единица; номинална стойност на размера; горно отклонение ES; долно отклонение EI. За примера на електродвигател на фиг.8.19, резултатите от пресмятане на система размерни вериги са представени в таблица 8.10.

Функционалната размерна мрежа за детайл позиция 1 (вал на електродвигателя) се състои от 4 функционални размера, всеки от които е разположен между два ограничителни елемента E1 и E2 (с кодове по фиг.8.19) съответно 1 и 4; 4 и 8; 4 и 12; 4 и 16, има определена номинална стойност N, горно (ES) и долно (EI) отклонения. Функционалната мрежа се построява на проекцията на детайла (скица или чертеж), където са означени неговите функционални елементи с кодове, образувани при моделирането на различните връзки в сглобената единица. На фиг.8.24 са показани частични проекции на детайли 1 и 2 на електродвигателя (фиг.8.19) с означени функционални елементи и нанесени функционални размери (от табл.8.10).

Таблица 8.10

Функционални размери-дължини

№ на детайл	E1	E2	N	ES	EI
1	1	4	34	0.05	-0.05
1	4	8	53	0.15	-0.15
1	4	12	227	-0.071	-1.048
1	4	16	272	1.84	0.65
2	2	3	13	-0.05	-0.13
2	3	5	27	0.105	-0.105
3	3	4	16	0	-0.12
4	5	6	25	0.025	-0.145
4	5	7	42	0.125	-0.125
4	5	11	212	0.23	-0.23
8	11	14	23	0.105	-0.105
8	11	15	33	0.195	-0.195
9	12	13	17	0	-0.12

8.6.6. ПРЕДСТАВЯНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ РАЗМЕРНИЯ АНАЛИЗ В КОНСТРУКТОРСКАТА ДОКУМЕНТАЦИЯ

Получените резултати от размерния анализ и функционалното оразмеряване на изделието се записват в три основни вида конструкторски документи - в работните чертежи на детайлите, в чертежите на сглобените единици и в изчислителната записка.

Изчислителната записка за функционално оразмеряване е текстов документ, който се изработва съгласно БДС 15399-81 и е част от конструкторската документация. Основните й компоненти са:

1) Списък на крайните звена ($П_i$) на изделието заедно с описанието на техните данни.

2) Кодиране на функционалните елементи върху скица (изображение) на сглобената единица (фиг.8.19).

3) Моделиране на структурата на размерните връзки (фиг.8.21).

4) Схеми на размерните вериги, като всяка схема се оформя на самостоятелен чертожен лист, обикновено формат А4 (фиг.8.25).

В схемата се включва и таблица, която съдържа:

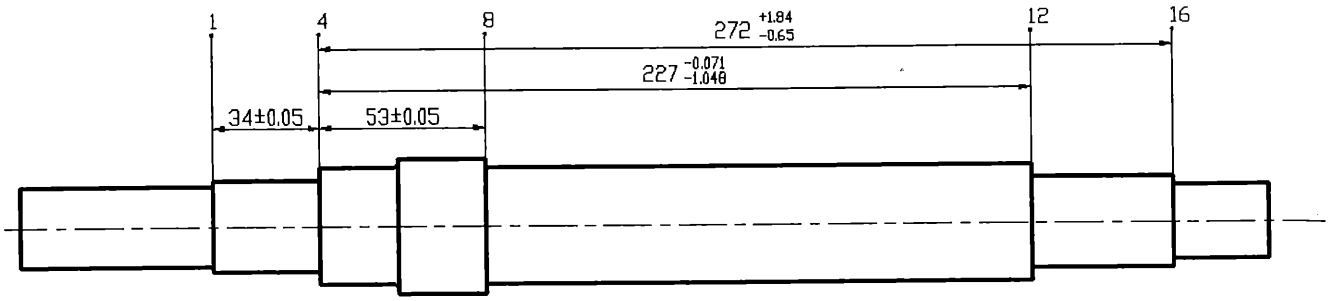
- номиналните стойности и граничните отклонения на звената;

- означение на чертежите на детайлите, където са записани тези стойности или означението на стандартите - за стандартните звена.

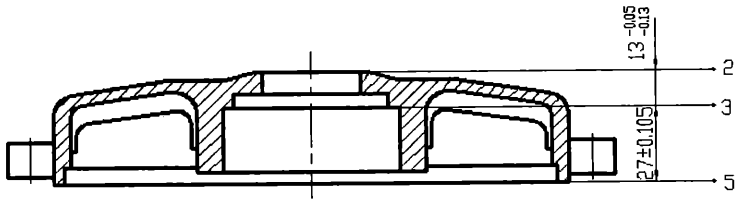
5) Скици на детайлите с функционалните размери.

В чертежа на сглобената единица (сборен чертеж или чертеж на общия вид) се записват точностните характеристики на функционалните ($П_{iF}$) крайни звена и тези за сглобяване ($П_i$).

В работните чертежи на оригиналните детайли задължително се записват всички функционални размери.

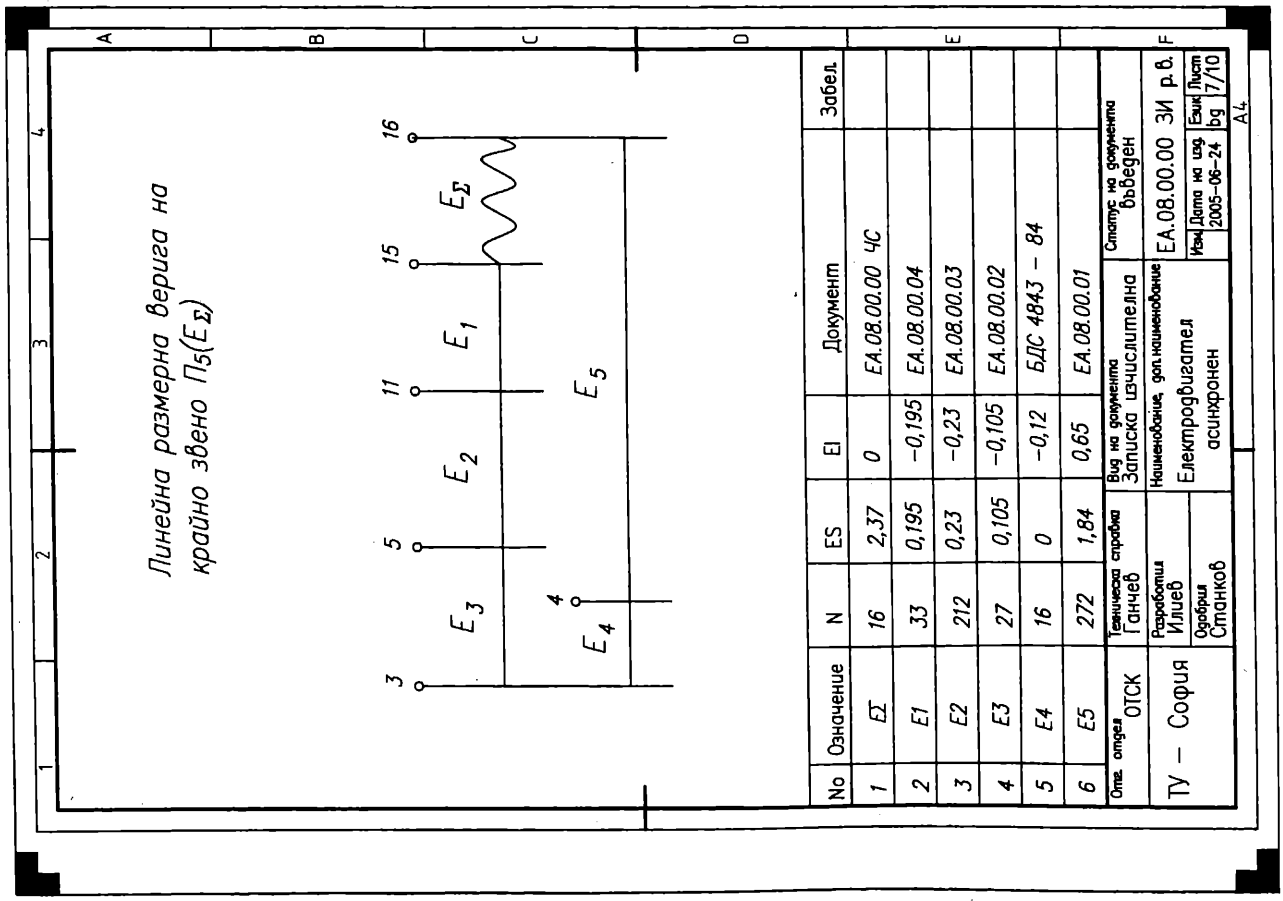


Детайл поз. № 1



Детайл поз. № 2

Фиг. 8.24. Функционални мрежи от размери - дължини на оригинални детайли поз. 1 и поз. 2 с означени кодове на функционалните елементи



Фиг. 8.25 Схема на размерна верига от изчислителна записка за размерни вериги

8.7. ТЕХНОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ

Технологичният анализ е задължителен (в практиката се нарича технологичен контрол на конструкторската документация) и с него се цели (БДС 2.121-77):

- спазване в разработваните изделия на установените технологични норми, като се има предвид съвременното ниво на развитие на даден отрасъл, на техниката и начинът на изработване, експлоатация и ремонт на изделието;
- разкриване на най-рационалните начини за изработване на изделията, като се има предвид обемът на серията (броят на произвежданите изделия) и изискванията, отразени в конструкторската документация.

Технологичният контрол се извършва от специално лице със съответна квалификация (технолог) и обхваща:

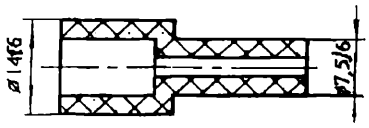
- възможност за сглобяване и контрол на изделието и неговите съставни части независимо и едновременно;
- удобство и достъп до мястото на сглобяване;
- възможност за изключване или довеждане до минимум механичната обработка при сглобяването;
- възможност за прилагане на стандартизирани методи за изработване и контрол;
- технологичност на детайлите в зависимост от технологичността на сглобените единици и др.

Например, технологичният анализ на детайл *12* от фиг. 5.72, проведен по чертежа на фиг. 8.26, включва:

а) липсва фаска за сглобяване на челото на 7,5j6;

б) липсва фаска за сглобяване на двете чела на 14f6;

в) дебелината на стената в десния край е много малка.



Фиг. 8.26. Втулка (част от работен чертеж)

8.8. МЕТРОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ

Чрез метрологичния анализ, популярен като метрологична експертиза, се проверява коректността на чертежа на детайла (или СЕ) по отношение на:

а) терминологията на текстов запис (ако има такъв) на норми на точност;

б) взаимовръзка между предписаните допуски и

в) възможност за контрол на предписаните норми на точност.

Чрез метрологичната експертиза (БДС 8.103-77) се цели осигуряване на:

- достоверност и ефективност на измерванията;
- единство при регламентиране на метрологичните правила, изисквания и норми.

Трябва да се отбележи, че задължителното или незадължителното провеждане на метрологичната експертиза за конкретна конструкторска документация се определя от наличието на текст в съответна отраслова нормала, регламентиращ провеждането на експертизата.

Пример за илюстрация на метрологичния анализ за детайл *12* от фиг. 5.72, даден на фиг. 8.26:

а) текстов запис липсва;

б) между максималната стойност на грапавостта и допуска на размера на средната цилиндрична повърхнина съществува зависимостта, според която

$Ra \le 0{,}0625.IT$

За *14f6* $IT = 11$ μm, а за *7,5j6* $IT = 9$ μm. (табл. 8.9).

За тези два случая следва

$Ra \le 0{,}0625.11 \approx 0{,}7;\ Ra \le 0{,}0625.9 \approx 0{,}6,$

т.е. това изискване не е спазено, поради което е необходима корекция.

Забележка. По отношение на връзките между максималната грапавост и различни видове допуски на формата, на ориентацията, на разположението и биенето, както и между различните упоменати допуски помежду им съществуват ограничения, които не са показани в учебника.

в) контролът на размера 14f6 може да се изпълни с универсални измервателни средства, поради което корекции в точностните норми не се налагат.

8.9. ЕВРИСТИЧЕН АНАЛИЗ

Под евристичен анализ на СЕ се разбира анализ на единицата с цел нейната промяна (усъвършенстване) чрез евристични средства. Евристичният анализ се основава на следното основно твърдение:

Всяко решение на ТО може да се направи по-добро.

За евристичните методи вж. глава 2.

8.10. МОДИФИКАЦИОНЕН АНАЛИЗ

Под модификация на зададена (изходна) СЕ се разбира друга СЕ, която изглежда различно от изходната СЕ (напр. други детайли, други съединения, други форми на детайли и/или съединения), но изпълнява същата главна функция.

Модификационният анализ се явява частен случай на евристичния анализ. Същевременно той може да се разглежда и като самостоятелен анализ, тъй като търсенето на модификации на изходната СЕ е важна дейност в процеса на нейното проектиране. При наличието на варианти на СЕ (изходната СЕ и нейните модификации) може да се избере по определени критерии рационалната конструкция.

По-долу ще бъде изложен един елементарен начин за приложение на тмодификационен анализ.

ЗАМЯНА НА ФОРМИТЕ НА ДЕТАЙЛИТЕ

Алгоритъм

1. За всеки детайл:

1.1.Заменя се формата му с тази на друг детайл от изходната СЕ.

1.2.Проверява се възможността за сглобяване и функциониране на новополученото изделие. Ако няма проблем - налице е модификация на СЕ. Ако има проблем - видоизменя се новополученото изделие с оглед разрешаването на проблема.

1.3.Както в т. 1.1., вместо "заменя се формата" се въвежда "добавя се формата".

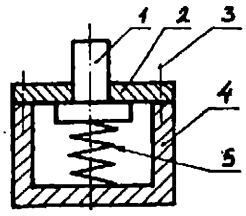
1.4. Както т. 1.2.

1.5. Комбинират се новите елементи на модифика-

циите на СЕ.

1.6. Тт. 1 и 2 се повтарят, като вместо "друг детайл от изходната СЕ" се използва "произволен детайл".

Част от резултатите от приложението на т.1 от алгоритъма за изделието от фиг. 8.27 са дадени на фиг. 8.28: а, б, в, - форма от детайл *1* е заменена с форма съответно от дет. *2, 3, 4; г, д,* е - форма от детайл *2* е заменена с форма съответно от дет. 1, 3, 4, 4 (завъртяна форма); ж, з, и - форма от детайл 4 е заменена с форма съответно от дет. 1, 2, 3; к, л, м - към формата на дет. 1 е добавена форма съответно от дет. 2, 3, 4.



Фиг. 8.27. Изходна СЕ - прекъсвач

За други методи за търсене на модификации вж. т. 5.6.

8.11. НОРМОКОНТРОЛЕН АНАЛИЗ

Говорейки за качеството на бъдещото изделие, не трябва да се забравя, че качествена следва да бъде и разработената документация.

Всеки конструктор и проектант се самоконтролира при изготвянето на конструкторски документи, стараейки се те да отговарят напълно на изискванията на стандартите. Но тъй като не винаги това е резултатно (поради претовареност, неинформираност, а понякога и пренебрежение), нормативно е предвиден контрол на конструкторската документация.

Нормоконтролният анализ (БДС 2.114-85) има две задачи:

- проверка на съответствието на проверяваната конструкторска документация (КД) на съответните нормативни материали (стандарти, нормали и др.);
- проверка прилагането на ограничителни номенклатури на суровини, материали, детайли, сглобени единици, закупени изделия и др. в разглежданата КД.

Обикновено нормоконтролният анализ (в практиката наричан нормоконтрол) се извършва:

а) задължително;

б) след изработване на КД;

в) от специално назначено лице.

Нормоконтролният анализ предхожда подписването на КД от съответните длъжностни лица, като последното се извършва след отстраняване на забелязаните от нормоконтролния орган пропуски.

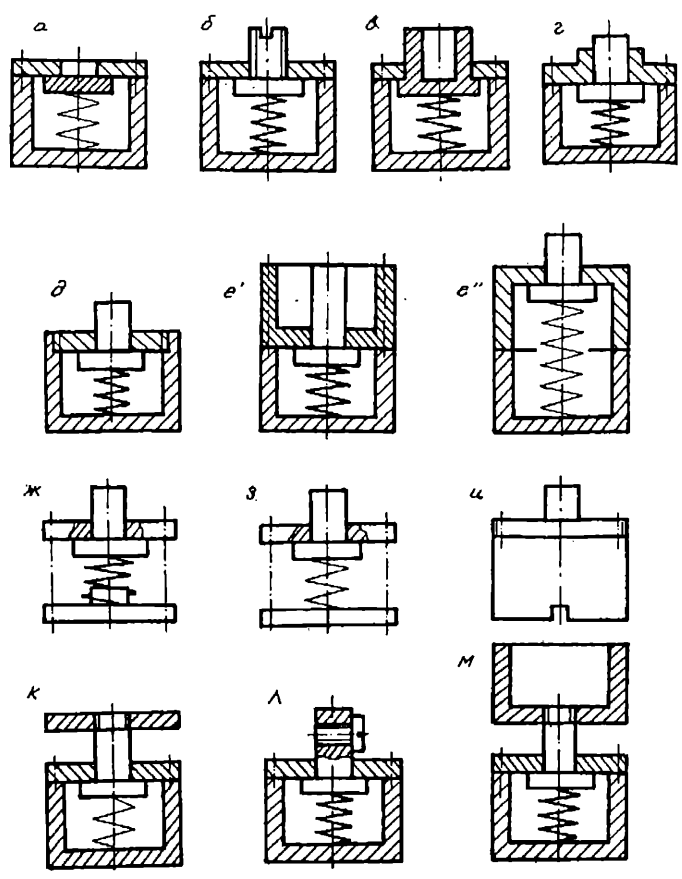
На фиг. 8.29 е даден част от чертежа на детайл 8 от фиг. 5.72. Нормоконтролният анализ съдържа следните забележки:

а) неспазен мащаб;

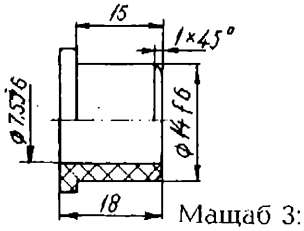
б) неправилно записан материал;

в) липсват гранични отклонения;

г) степените на точност за *∅7,5j6* и *∅14f6* са много малки за пластмасов детайл.



Фиг. 8.28. Модифицирани СЕ, получени чрез замяна на формите на детайлите



Фиг. 8.29. Примерен нормоконтролен анализ

8.12. АНАЛИЗ ЗА БЕЗОПАСНОСТ

Този анализ е изключително важен, тъй като главното изискване на купувача е безопасност на продукта. Анализът обхваща:

- установяване на съществуващите норми на безопасност, които се отнасят за проектираното изделие и съответствие на изделието на тези норми;
- анализ на последствията за безопасността при предизвикано от случайни причини на:
  - увеличаване или намаляване на стойности на параметри на работните потоци
  - нерегламентирано смесване на работни потоци
  - нерегламентирана липса на работни потоци
  - нерегламентирана експлоатация на изделието

За по- големи подробности вж. т.5.5.

8.13. ЕРГОНОМИЧЕН АНАЛИЗ

Ергономията е наука за човешкия фактор и изучава техническите аспекти на връзката работник - трудова среда.

Ергономичният анализ включва:

- установяването на ергономичните изисквания с цел адаптивност на ТО към възможностите на човека-антропометрични размери на човешкото тяло, механични и силови характеристики на човека, параметри на човешките сетива (зрение, слух, допир и др.) и надеждност на човешките действия; тези изисквания се отнасят до работна поза, организацията на работното място, ритъма на движенията, равномерно разпределение на натоварването, зрителен контрол на работните движения, изпълнение на движенията в границите на работните зони др.;
- осигуряване на съответствие на изделието на тези изисквания.

8.14. ЕСТЕТИЧЕН АНАЛИЗ

Ако някой не ме намира
за много красива значи е сляп.
(Чут в трамвай разговор между две жаби.)

Естетичната функция се реализира от специалисти, наречени дизайнери. На нея може да се погледне и от друг ъгъл.

На пръв поглед съчетанието "естетичен анализ" е некоректно, тъй като красивите обекти предизвикват естетически чувства на наблюдаващия ги, т.е. няма какво да се анализира, а трябва да се съзерцава. Това е гледната точка на "консумиращия" красота. От друга страна красотата се създава, твори (колкото и помпозна да е думата) и от гледна точка на твореца, т.е. конструкторския анализ на изделието си заслужава да бъде направен с оглед постигането на красота. Всъщност конструкторът се явява и творец и консуматор (боже, каква дума!) на красота.

Какво представлява красотата в един чертеж?

Тя може да бъде открита във финитe прави размерни линии, облечени в официални черни рокли; в чудния контраст между тънки и дебели линии; в хармоничното разположение на проекциите върху бляскавото поле на формата; в математичното прецизно изпълнение на еднаквите, повтарящи се елементи; в главозамайващо "закованите" на точно определено място елементи; в плавно преливащите романтично меки форми или в сякаш с един удар получена сурова осанка на изделието.

8.15. ТРАНСПОРТЕН АНАЛИЗ

Начинът на транспортиране на ТО от мястото на производство до мястото на продажба и от мястото на продажба до мястото на монтаж (експлоатация), вкл. неговото опаковане и закрепване е обект на този анализ.

8.16. ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН АНАЛИЗ

При този анализ се решават следните основни задачи:

- установяване на границите, в които могат да се движат стойностите на параметрите, характеризиращи изделието;
- правилно използуване, съхранение и техническо обслужване с цел поддържане на изделието в изправност;
- възможни причини за нефункциониране на изделието;
- изготвяне на необходимата експлоатационна документация (вж. т.10.5.2)

8.17. РЕМОНТЕН АНАЛИЗ

Ремонтният анализ включва:

- стойностите на изменящите се при експлоатацията размери, параметри и характеристики на ТО;
- определяне на методите и начините за извършване на ремонт;
- изготвяне на необходимата ремонтна документация (вж. т.10.5.3).

8.18. УТИЛИЗАЦИОНЕН АНАЛИЗ

Утилизацията (рециклиране) представлява използуване на полезните свойства на обекта. Тя включва:

- включване на отпадъците от технологичната обработка на обектите в нов производствен процес;
- използуване на бракувани обекти за нови функции, напр. използуване на автомобилните гуми като фендер (буфер) на лодки;
- извличане на материали от негодни за употреба обекти.

След утилизация остатъците от ТО заминават в склада за депониране на отпадъци.

Утилизационният анализ се свежда до уточняване на възможностите за извличане на материалите и използуването на ТО или част от него за други функции.

8.19. ЕКОЛОГИЧЕН АНАЛИЗ

Екологията е наука, която изучава условията за съществуване на организмите в тяхната естествена околна среда.

Екологичният анализ съдържа:

- уточняване на вредното влияние на всички потоци на ТО върху околната среда (въздух, води, почви, храни, селскостопанска и промишлена продукция);
- определяне на вредното влияние върху околната среда на ТО при неговото депониране във вид на отпадък в края на жизнения му цикъл;
- уточняване дали включването на материали и енергийни източници не изчерпва природни ресурси; подмяната на материали, намаляване на технологичните отпадъци при тяхното обработване или тяхното рециклиране е едно възможно решение при наличие на проблем от този характер.

Екологичният анализ често се включва в анализа за безопасност.

8.20. КОРИГИРАЩ АНАЛИЗ

Този анализ представлява всъщност внасяне на изменения в конструктивен документ. Въпреки множеството проверки, които претърпява конструкторската документация, голямото количество информация, която се съдържа в пълната документация на едно изделие оправдава наличие на невидяни грешки. Е, човешко е. От друга страна, влияе промяната на изходни условия (напр.

преустановена доставка на предвидения материал или липса на подходящо технологично оборудване и др.). И в двата случая е необходимо внасяне на изменения в конструкторската документация. Тази дейност е отговорна и неслучайно е регламентирана (БДС 2.503-85).

Под **изменение** на конструкторската документация се разбира всяко поправяне, изключване или добавяне на данни в документите без промяна на означението им в основния надпис. Внасянето на изменения се извършва само въз основа на заповед за изменение (ЗИ), издадена от фирмата-притежател на оригиналите. Измененията на всеки документ се оформя в отделна заповед.

На фиг. 8.30÷8.33 са показани някои примери за внасяне на изменения, които отразяват начина, по който последните се извършват, а именно:

1. Изменена част от изображение се означава като изнесен елемент и се зачертава кръстообразно с две тънки непрекъснати линии, а близо до него се разполага новото изображение (фиг. 8.30), като над него се поставя надписа "заменя зачертаното".

Допуска се нанасяне на измененията върху изображения чрез зачертаване с къси щрихи на изменения контур със съответните размери (фиг. 8.31).

Изменените размери, думи, знаци и т.н. се зачертават с тънка непрекъсната линия така, че зачертаното да може да се разчита и в непосредствена близост се нанасят новите данни (фиг. 8.32).

Допуска се внасяне на изменения и чрез изтриване.

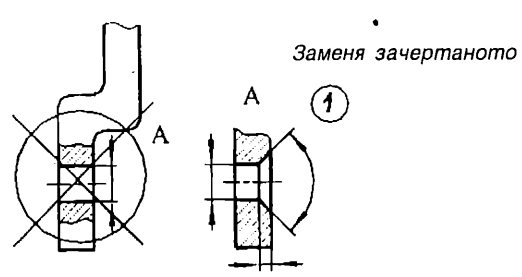
2. Около всяко изменение се нанася поредния номер на изменението, взето от ЗИ. Същият се загражда в окръжност (тънка непрекъсната линия), която се съединява чрез тънка непрекъсната линия с изменения участък (фиг. 8.30). Съединителната линия се изпуска, ако номерът и изменението са в непосредствена близост (фиг. 8.32).

3. Внесените изменения се регистрират в таблицата за изменения, която се разполага в горния десен ъгъл на чертожното поле или на друго подходящо място и която обикновено съдържа: номер на изменението; описание на изменението, включващо заповедта за изменение; датата и подпис на лицето, направило изменението.

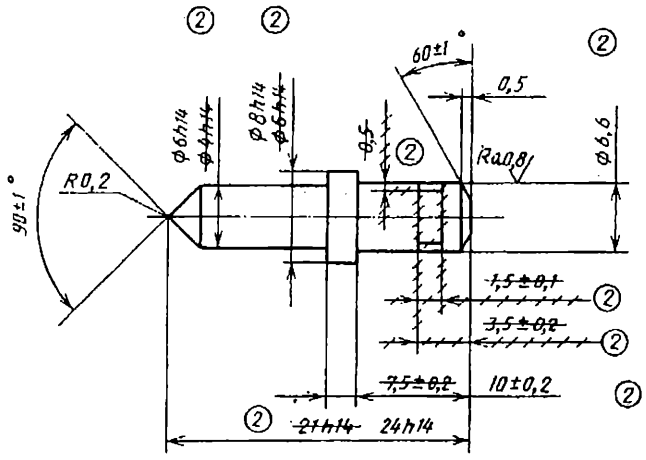
При следващо издание на документа той се коригира с направените до този момент изменения. В графа "Изменения" на основния надпис (Приложение П01) се поставя поредна буква, която показва, че в тази редакция на документа са отразени измененията.

Казаното по-горе се отнася до оригинала на документа. Измененията в копията се внасят чрез замяна на старите копия с нови, снети от коригирания оригинал.

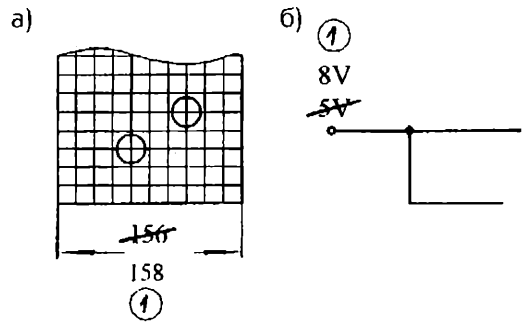
Работен чертеж с нанесени изменения е показан на фиг. 8.33.



Фиг. 8.30. Изменение на изображение (като изнесен елемент)



Фиг. 8.31. Изменения в изображение (вариант)



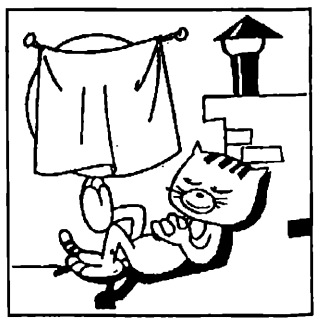
Фиг. 8.32. Изменения в текстова информация в чертежа

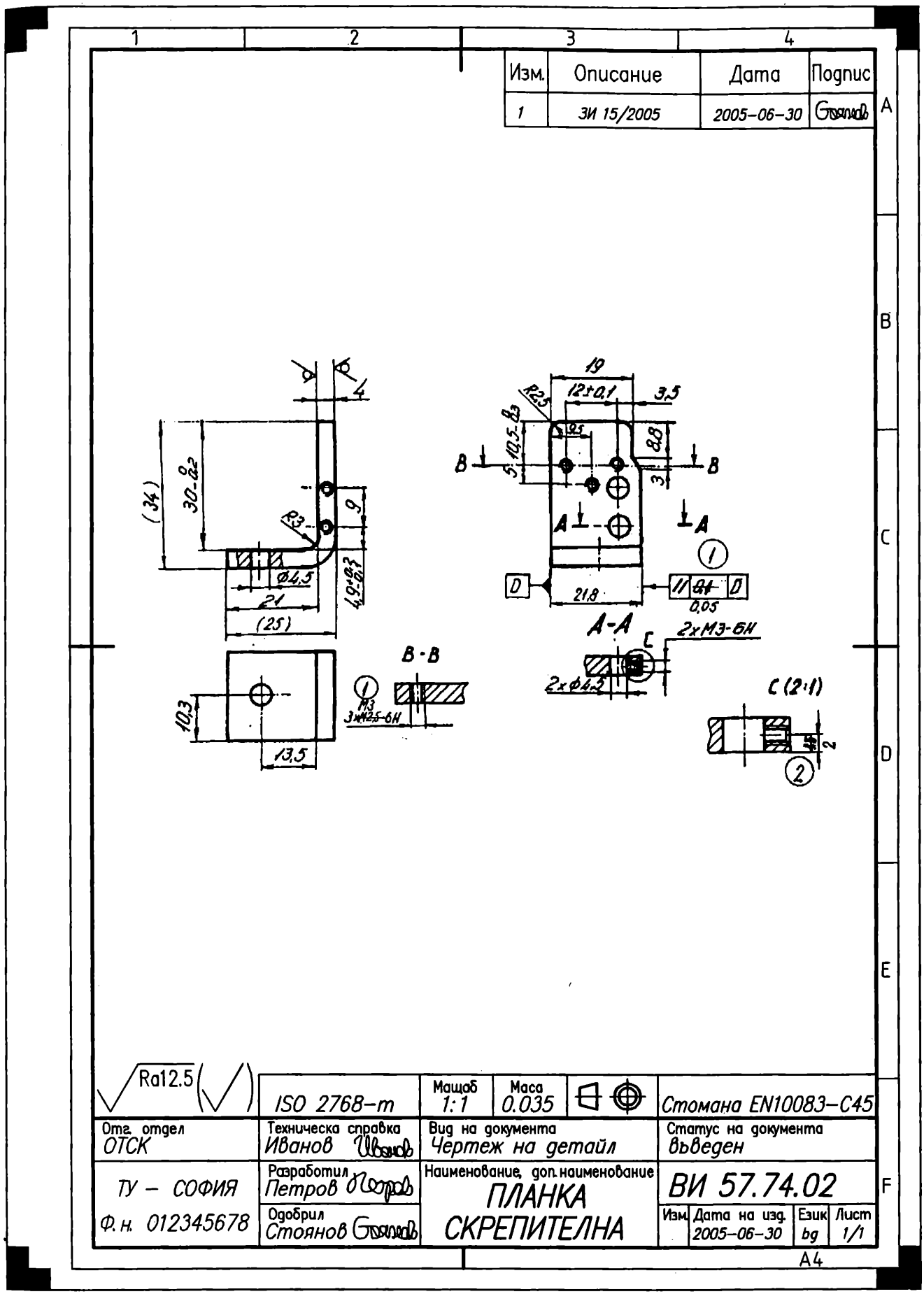
Църква

В дъното на улицата - църква.
Отдалеко изглежда
нарисувана. Отблизо - истинска.
Каква да я запомня?

Палми Ранчев

Сън сънувах -
странници безкрайни...
Сън сънувах -
термини незнайни...
(по Яворов)





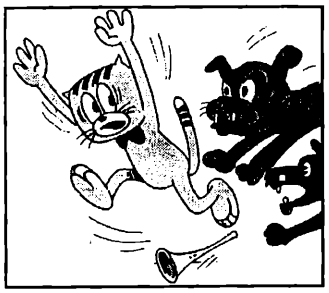
Фиг. 8.33. Работен чертеж с нанесени изменения

Глава 9.

ОЦЕНКА НА ИДЕИ И РЕШЕНИЯ

или ***приказка за това, как принцът се сетил да открие Пепеляшка***

9.1. Класификация
9.2. Критерии
9.3. Скали
9.4. Методи
9.5. Автоматизация



Прави каквото можеш, да става каквото ще...
Л. Толстой

ТВЪРДЕНИЕ

Степента на отдалеченост от традиционното е критерий за оригиналност на идея.

9.1. КЛАСИФИКАЦИЯ

Множеството варианти, които се получават непрекъснато в процеса на проектиране на ТО се нуждае от оценяване. Съществуват голям брой методи за оценка на варианти. В настоящата глава ще бъдат разгледани само основните от тях.

Едва възможна класификация на методите за оценяване е дадена в табл.9.1. Според начина на оценяване на идея или решение може да се говори за случайно и системно оценяване. При първото е налице случаен избор от множеството решения, които с нещо привличат вниманието на оценяващия. На пръв поглед този начин изглежда несериозен, но често изборът точно така се извършва. Системното оценяване предполага разглеждането на всяко решение и поставяне на оценка-интуитивно или на базата на предварително уточнени критерии.

По признак „сравняване на вариантите" съществува „ранжиране", което представлява подреждане на вариантите, „двоично сравнение", при което вариантите се сравняват по двойки и „многокритериална оценка", при която всеки вариант се оценява самостоятелно по предварително приети съществени критерии.

Броят на експертите, даващи оценката, е последният класификационен признак от табл.9.1. Експерт е човек, който е специалист в областта на разглежданите решения (професионална компетентност) и в областта на методите за оценка (методологична компетентност).

Счита се, че всеки експерт трябва да притежава качествата:

- да дава точни и надеждни професионални преценки (надеждност);
- да притежава устойчиво мнение, което се променя само при поява на нова и съществена информация (устойчивост);
- да е в състояние да променя мнението си в правилната посока при поява на нова и съществена информация (гъвкавост).

При използването на група експерти се извършва:

- избор на експерти;
- оценка на тяхната компетентност (при необходимост);
- организация на подготовката и извършването на експертната оценка;
- обобщаване на експертните оценки.

До създаване на експертна група се стига при необходимост от вземане на важни решения. В процеса на проектиране ролята на експерти обикновено се изпълнява от екипа, проектиращ изделието.

Таблица 9.1

Видове оценяване

Класификационен признак	Видове
1. Начин на оценяване	1.1.Случаен 1.2. Системен 1.2.1. Интуитивен (харесва ми, не ми харесва) 1.2.2. Критериален
2. Сравняване на вариантите	2.1. Ранжиране 2.2. Двоично сравнение 2.3. Многокритериална оценка 2.4....
3. Ниво на сравняване	3.1. Качествено 3.2. Количествено
4. Брой експерти	4.1. Един експерт 4.2. Група експерти

Чрез комбинацията на възможностите от табл.9.1 се получават множество видове оценяване.

За оценяването на вариантите може да се препоръча следния

Алгоритъм

1. Уточняване на сравняваните варианти.
2. Избор на метод за оценяване.
3. Определяне на критериите, чрез които ще се извършва оценката.

При изискване от метода:

4. Уточняване на коефициента на тежест на всеки

критерий.

5. Определяне (пресмятане) на стойността на всеки критерий за всеки сравняван вариант.

6. Съставяне на обща (балова) оценка.

7. Ранжиране (подреждане) на вариантите.

8. Вземане на решение за оптимален вариант.

Трябва да се отбележи, че оценката на идеи и решения е експертна, което означава, че различни експерти могат да стигнат до различни оценки.

9.2. КРИТЕРИИ

9.2.1. ИДЕИ

Някои показатели за оценяване на идеи и критерии, чрез които могат да се представят тези показатели са дадени в табл.9.2.

Таблица 9.2

Показатели и критерии за оценяване на идеи

Показател	Критерий за оценяване
1. Новост	Наличие вече на такова решение
2. Прогресивност	Положителни и отрицателни свойства в сравнение с други (известни) решения
3. Техническо решение	Възможност за материализиране при съществуващите условия
4. Оригиналност	Отдалеченост от областта, от която е взаимствувана идеята, в сравнение с областта, в които е възникнала задачата
5. Остроумност („елегантност")	Степен на промяна на аналога
6. Изпълнение на условията на задачата	Степен на изпълнение на условията на задачата
7. Преизпълнение на условията на задачата	Степен на преизпълнение на условията на задачата
8. Необходими средства за внедряване	Ресурси, необходими за изпълнение на решението на задачата
9. Налични средства за внедряване	Наличие на средства, необходими за изпълнение на решението на задачата
10. Проблеми	Възникващи проблеми, изискващи решения на нови задачи

Мария Донева

Така е просто, просто е така -
между неясното и очевидното
един човек те хваща за ръка
и заедно нанякъде отивате.
Пристигате ли? Светло ли е там?
Или пък се загубвате? А после,
без видима причина, пак си сам,
и просто е така. Така е просто.

9.2.2. ТЕХНИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ

Техническите решения се характеризират с материализация на идеята. При тях обикновено се говори за показатели на качеството и критерии, чрез които тези показатели могат да бъдат измерени (оценени). В табл.9.3 са показани някои от често срещаните показатели и критерии.

Таблица 9.3

Показатели и критерии за оценяване на технически решения

Показатели	Някои критерии за оценяване
1. Показатели за предназначение 1.1. Класификационни основни 1.2. Класификационни допълнителни	- мощност - напрежение - предавателно отношение - съпротивление - честота - маса - удароустойчивост - бързодействие - диапазон на честотите - коефициент на усилване - влагоустойчивост - точност - производителност - скорост - габаритни размери - биене - въртящ момент - допуски на размерите - инерционен момент - обороти - полезен обем - присъединителни размери - спирачен път - спирачно закъснение - топлопроводимост - ускорение - ъглова скорост - ъгъл на завъртане
2. Показатели за надеждност 2.1. Показатели за безотказност 2.2. Показатели за дълготрайност 2.3. Показатели за съхраняемост 2.4. Показатели за ремонтопригодност	- безотказност - бързоизносващи се части - гаранционен срок - дълготрайност - среден ресурс
3. Ергономични показатели 3.1. Хигиенни показатели 3.2. Антропометрични показатели 3.3. Физиологични и психофизиологични показатели 3.4. Психологични показатели	- виброустойчивост - газопропускливост - ниво на вибрациите - ниво на шума - размери на работното място - размери до органите за управление - леко управление
4. Технологични показатели 4.1. Основни показатели 4.2. Допълнителни технико-икономически показатели 4.2.1. Трудопоглъщаемост 4.2.2. Себестойност 4.3. Допълнителни технически 4.3.1. Унификация на конструкцията 4.3.2. Унификация на използуваните технологични процеси 4.3.3. Разход на материали 4.3.4. Обработване 4.3.5. Състав на конструкцията	- асортимент на материала - брой на допълнителните обработки - брой на настройките - брой на размерните вериги - брой на сглобките - взаимозаменяемост на частите - ремонтопригодност

Таблица 9.3 (продължение)

5. Показатели за транспортопригодност 5.1. Време за подготовка за транспортиране 5.2. Трудопоглъщаемост за транспортиране 5.3. Време за товарене 5.4. Време за разтоварване 5.5. Коефициент на използуване на обема на транспортното средство 5.6. Енергоемкост на транспортиране и др.	- брой на опаковките - време за подготовка - време за натоварване - време за разтоварване - разполагане в палети - размери в транспортно състояние
6. Показатели за стандартизация и унификация 6.1. Показатели за наситеност на изделието със стандартни, унифицирани и оригинални части 6.2. Показатели за степен на унификация спрямо други изделия	- брой на заимстваните изделия - брой на стандартизираните изделия - възможност за агрегатиране - възможност за замени
7. Патентно-правни показатели 7.1. Показатели за патентна защита 7.2. Показатели за патентна чистота	- влияние върху околната среда - патентна чистота - честота на приложимост
8. Показатели за безопасност 8.1. Вероятност за безопасна работа 8.2. Защита от различни видове въздействия 8.3. Време за задействуване на защитните съоръжения и др.	- максимално тегло - защитеност от попадане на чужди тела - максимални сили - липса на ръбове - взаимно разположение на командните органи - време за задействане на защитата - безопасни разстояния - взривозащита - негорими материали
9. Показатели за естетичност 9.1. Показатели за информационна изразителност 9.2. Показатели за рационалност на формата 9.3. Показатели за цялостност на композицията 9.4. Показатели за съвършенство на изпълнението и стабилност на търговския вид	- колорит - декоративност - компановка на командните органи - пластичност на формите - цвят
10. Икономически показатели 10.1. Показатели за ефективност при разработване на конструктивната документация 10.2. Показатели за ефективност при производство 10.3. Показатели за ефективност при обръщение 10.4. Показатели за ефективност при експлоатация	- възвръщаемост - валутна ефективност - енергоемкост - експлоатационни разходи - трудоемкост - разход на гориво - рентабилност - себестойност - материалоемкост - технологична себестойност
11. Експлоатационни показатели	- загуби на време - температурни условия - зареждане, смяна на елементи и др. - честота и сложност на регламентирани проверки
12. Екологични показатели 12.1. Допустимо съдържание на вредни примеси, изхвърляни в околната среда 12.2. Вероятност за изхвърляне в околната среда на вредни частици, газове или излъчвания по време на съхранение, транспортиране или експлоатация	- изхвърляне на вредни примеси - възможност за утилизация - време за разпадане - токсичност - радиосмущения - минимално ниво на вибрации

За отбелязване е, че освен тези показатели, които изразяват някакви свойства на изделията, в литературата се срещат и огромно количество от други такива. Всъщност всички изисквания към ТО могат да се превърнат в критерии за оценка на степента на тяхното реализиране. Ако искаш евтино изделие, „разходите" са критерий, ако търсиш красиво изделие — „дизайнът" е критерий и т.н.

Едни от най- често използуваните показатели са:

- безопасност
- разходи за изработване
- разходи за експлоатация
- време за поява на пазара
- надеждност
- ергономичност
- размери
- изработване
- сглобяване
- контролиране
- транспорт
- експлоатация
- ремонт
- рециклиране

9.3. СКАЛИ

За да бъдат сравними оценките по различни критерии е необходимо да се използува една и съща скала. Тя съответствува на граничните стойности на критерия. Съществуват най- различни скали- номинална, рангова, интервална, относителна и др. Примери за номинални скали са дадени в табл.9.4:

9.4. МЕТОДИ

9.4.1. ДА - НЕ

Методът се свежда до оценка на всяко решение по даден критерий с „да" или „не", т.е. „харесва ми", „не ми харесва". Вариантът с най- много „да" ще бъде най- добрият.

Методът е доста елементарен и не се изисква никаква обосновка за предпочитанията. Същевременно той не отчита тежестите на показателите, както и не сравнява скалите за тяхното измерване, поради което в някои случаи довежда до големи грешки. Модификация на метода може да се получи чрез въвеждане на коефициенти на тежест на показателите (вж. т.9.4.4).

Пример

В табл.9.5 е развит пример за оценяване на 5 решения (Р1-Р5) по 4 критерия (К1- К4). Най- добро е решението Р4.

Най- често p= : 0-4; 0-10; 0-100

Таблица 9.4

Примери за номинална скала

Двупараметрична скала		Многопараметрична скала		
Степен на изпълнение	Оценка p	Степен на изпълнение	Бал	Оценка p
Изпълнява се	1 (да, +)	Много добре	1	4
Не се изпълнява	2 (не, -)	Добре	2	3
		Достатъчно	3	2
		Удовлетворително	4	1
		Неудовлетворително	5	0

9.4.2. ПОДРЕЖДАНЕ

При този метод всички варианти се ранжират самостоятелно по всеки критерий, след което за всеки вариант се сумират всички получени рангове. Решението с най- малък бал получава окончателен ранг I и ще е на първо място, а това с най- голям бал-на последно място.

Пример

Примерно приложение на метода е дадено в табл.9.6, включваща 5 варианта на сравнявани решения, като се използуват 4 критерия. На първо място е решение Р4.

Таблица 9.5

Оценка с „да" и „не"

Критерии	*Решения*				
	P1	*P2*	*P3*	*P4*	*P5*
K1	*да*	*не*	*не*	*не*	*да*
K2	*да*	*да*	*не*	*да*	*да*
K3	*не*	*да*	*да*	*да*	*не*
K4	*не*	*не*	*не*	*да*	*не*
Сума	*2 да*	*2 да*	*1 да*	*3 да*	*2 да*
Ранг	***II***	***II***	***III***	***I***	***II***

9.4.3. ДВОИЧНО СРАВНЕНИЕ

- на всички решения

При този вид оценка се сравнява всяко решение с всяко друго такова. Поставена оценка „1" означава, че второто решение е по- добро от първото, а оценка „0"- обратното. Сумата от всички оценки за дадено решение образува неговия бал, а подреждането по бал в низходящ ред позволява определянето на ранга на решенията- решението с най- висок бал получава I ранг, т.е. най- добро решение.

Пример

Примерно решение е показано чрез табл.9.7 Броят на сравняваните варианти е 5. Оценката „1", поставена на сечението на ред Р1 и стълб Р2, означава, че решението Р2 е по- добро от решението Р1. По тази причина на сечението на ред Р2 и стълб Р1 е поставена оценка „0" (триъгълна матрица би спестила това действие). Най- добро решение е Р4.

Таблица 9.6

Ранжиране по критерии

Критерии	*Решения*				
	P1	*P2*	*P3*	*P4*	*P5*
K1	*V*	*IV*	*III*		*II*
K2	*III*	*V*	*I*	*IV*	*II*
K3	*III*	*II*	*IV*	*I*	*V*
K4	*I*	*IV*	*II*	*III*	*V*
Сума от рангове	*12*	*16*	*10*	*9*	*14*
Ранг на решение	***III***	***V***	***II***	***I***	***IV***

- на част от решенията

Този метод е модификация на метода „Двоично сравнение на всички решения". Тук не се сравняват всяко с останалите решения, а се сравнява първото и второто решение. Решението „победител" се сравнява с третото решение, новият „победител" - с четвъртото решение и т.н. Работейки само с „победителите" оценката значително се опростява.

Пример

Табл. 9.8 илюстрира приложението на разглеждания метод. Таблицата се попълва последователно по редове, а всеки ред - отляво надясно. Във втория стълб се записва „победителя" от сравнението между решенията, дадени в първи стълб, след което той се посочва на първо място в първи стълб на следващия ред. След него и тире се записва следващото сравнявано решение. Краен „победител" за примера е Р3.

Таблица 9.7

Сравнение по двойки решения

Решения	*P1*	*P2*	*P3*	*P4*	*P5*
P1	-	*1*	*1*	*0*	*1*
P2	*0*	-	*1*	*0*	*0*
P3	*0*	*0*	-	*0*	*0*
P4	*1*	*1*	*1*	-	*0*
P5	*0*	*1*	*1*	*1*	-
Сума	*1*	*3*	*4*	*1*	*1*
Ранг	***III***	***II***	***I***	***III***	***III***

Табл.9.8

Сравняване на „победител" със следващо решение

Сравнявани решения	*По- добро решение*
P1 – P2	*P2*
P2 – P3	*P3*
P3 – P4	*P3*
P3 – P5	***P3***

9.4.4. МНОГОКРИТЕРИАЛНА ОЦЕНКА

Съществуват много модификации на този вид оценка. Една от тях е показана на табл.9.9. Означения: V_i - вариант i, i = 1,2,..., m; Kj — критерий j, j = 1,2,..., n; g_j- коефициент на тежест на Kj критерий и p_{ij} — количествена оценка на вариант V_i по критерий Kj. Най- често g_j = 0-1, като $\Sigma g_i = 1$.

Таблица 9.9

Многокритериална оценка

Критерии		Варианти					
Наименование	Тежест g	V_1	V_2	...	V_i	...	V_m
K1	g_1	p_{11}	p_{21}	...	p_{i1}	...	p_{m1}
K2	g_2	p_{12}	p_{22}	...	p_{i2}	...	p_{m2}
.	.	.	.		.		.
.	.	.	.		.		.
.	.	.	.		.		.
Kj	g_j	p_{1j}	p_{2j}	...	p_{ij}	...	p_{mj}
.	.	.	.		.		.
.	.	.	.		.		.
.	.	.	.		.		.
Kn	g_n	p_{1n}	p_{2n}	...	p_{in}	...	p_{mn}
Сума	$\sum g_i$	$\sum g_j p_{1j}$	$\sum g_j p_{2j}$	...	$\sum g_j p_{ij}$	...	$\sum g_j p_{mj}$
Обща оценка		x_1	x_2	...	x_i	...	x_m

Общата оценка x_i се пресмята по зависимостите

$$x_i = \Sigma g_j p_{ij} / p_{max} \Sigma g_j \qquad (9.1)$$

$$x_i = p_{min} \Sigma g_j / \Sigma g_j p_{ij} \qquad (9.2)$$

Формула (9.1) се използува за този критерий, при който увеличаването на стойността p_{ij} води до нарастване на ранга на решение, а формула (9.2) — за този критерий, при който увеличаването на стойността pij води до намаляване на ранга на решение. Например за критерий „разходи" трябва да се ползува форм. (9.2), тъй като увеличаването на разходите е неблагоприятно за ранга на даден вариант.

Формули (9.1) и (9.2) се опростяват ако $\Sigma g_j = 1$, което е често срещано явление.

$$S_i^* = S_i / S_{max},\ C_i^* = C_{min} / C_i,\ \lambda_i^* = \lambda_{min} / \lambda_i,\ \delta_i^* = \delta_{min} / \delta_i$$

Резултатите от приложението на многокритериалната оценка са дадени в последния стълб на табл. 9.10. Прието е всички коефициенти на тежест да са равни. Същите са изпуснати, тъй като не влияят на относителните характеристики на вариантите.

За оценка на основни функции вж. т.8.5.

9.5. АВТОМАТИЗАЦИЯ

Някои програми, които могат да се използуват за експертни оценки са Excel, Gnumeric, MATLAB и др.

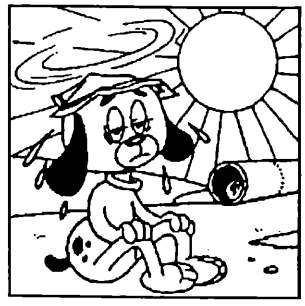
Таблица 9.10

Пример за многокритериална оценка [18]

Решения	*Абсолютни характеристики*				*Относителни характеристики*				*Сума*	*Ранг*
	S_i, A/K	C_i, лв	λ_i, 1/ час	δ_i, %	S_i^*	C_i^*	λ_i^*	δ_i^*		
Датчик 1	*2,8*	*11*	2.10^{-6}	*20*	4.10^{-5}	*0,54*	*1*	*0,5*	*2,04*	***3***
Датчик 2	7.10^{-4}	*12*	$2,1.10^{-6}$	*25*	*1*	*0,5*	*0,95*	*0,4*	*2,85*	***1***
Датчик 3	5.10^{-5}	*6*	$1,1.10^{-6}$	*10*	7.10^{-10}	*1*	*0,2*	*1*	*2,2*	***2***

Пример

Нека са разработени 3 датчика да измерване на температура. Възможни критерии за оценка са: S_i — коефициент на преобразуване, C_i — цена, λ_i — интензивност на отказите (надеждност), δ_i — грешка на устройството. Конкретните стойности на критериите, получени чрез експертни оценки и пресмятанията са дадени в табл. 9.10. Относителните характеристики на вариантите са получени по формулите



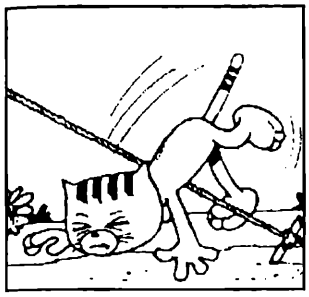
Това и за пищов не става ...

Глава 10.

ПРОЕКТИРАНЕ ЗА НУЖДИТЕ НА ЖИЗНЕНИЯ ЦИКЪЛ

или ***приказка за това, че една лястовица пролет не прави и с един проект инженер не се става***

10.1. Нормативни изисквания
10.2. Текстови документи
10.3. Групови документи
10.4. Технологични процеси
10.5. Процеси на експлоатация и ремонт



Две неща движат света — инатът и шубето.
(изстрадано)

10.1. НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ

В предидущите раздели последователно и подробно бе разгледано съставянето на различни конструкторски документи. Тук се разглеждат изискванията на БДС 2.109-80 към необходимия набор от тях, разработван през различните стадии като удовлетворяване на необходимостта от информация за проектираното изделие. Видовете конструкторски документи, са дадени на фиг. 10.1, като е посочено кои конструкторски документи в кои стадии се разработват.

При определяне на комплектността на конструкторската документация се различават:

а) **основен конструкторски документ**, който за детайл е неговия чертеж, а за всички останали изделия – списъка на съставните части (спецификацията им);

б) **основен комплект конструкторски документи**, включващи документите за цялото изделие (напр. принципна схема, сборен чертеж, текстови документи и т.н.);

в) **пълен комплект конструкторски документи**, включващ основните комплекти конструкторски документи както на самото изделие, така и на всички негови съставни части.

Когато се определя кои конструкторски документи трябва да се разработват в даден стадий на създаване на ново изделие, трябва да се има предвид две основни предпоставки:

а) съдържащата се в тях информация да отразява пълно и точно извършеното в стадия и да дава необходимите сведения за продължаване на работата в следващия стадий;

б) един и същи документ, съставен в различните стадии, ще носи информация различна по обем, пълнота и конкретизация.

От второто следва, че веднъж разработен документ (напр. обяснителна записка) не може да преминава в същия си вид през всички стадии.

За да се избегнат излишната рутинна работа и споровете с нормоконтрольорите, трябва в ТИЗ да се определя и набора от конструкторски документи за всеки стадий.

От табл. 10.1 се вижда, че задължителни във всички случаи се явяват сборния чертеж и неговия списък на съставните части и чертежите на детайлите. За изделията от слаботоковата техника и автоматика практически задължителна се явява и принципната електрическа схема.

Разработването на конструкторската документация за ново изделие не е самоцел – тя трябва да осигури изработката и експлоатацията му. Ето защо към схемите и чертежите трябва да се добавят и други документи, които са следствие от изискванията на етапите на жизнения цикъл към проектирането.

10.2. ТЕКСТОВИ ДОКУМЕНТИ

Текстовите конструкторски документи допълват графичните с информация, която има следните три главни задачи:

- да обоснове изборът на структурата на изделието, функционалните му и геометрични параметри и техните стойности;

- да даде сведения, въз основа на които да се подготвят документи, необходими в другите етапи на жизнения цикъл – за проектиране на технологичните процеси, за ограниченията при експлоатацията на изделието, за дейностите по обслужването и ремонта му и т.н.

За да се избегне разностилието при разработката на текстовите документи, изискванията към тях са стандартизирани. Нужно е конструкторът да се запознае със съответните нормативни изисквания преди да започне изготвянето на документите. В звената за технически и качествен контрол или за нормоконтрол се пазят всички необходими нормативни документи (наши и чужди), с които е необходимо да се работи.

БДС 2.105-77 формулира някои общи изисквания към текстовите документи:

а) изработват се върху стандартни формати А4;

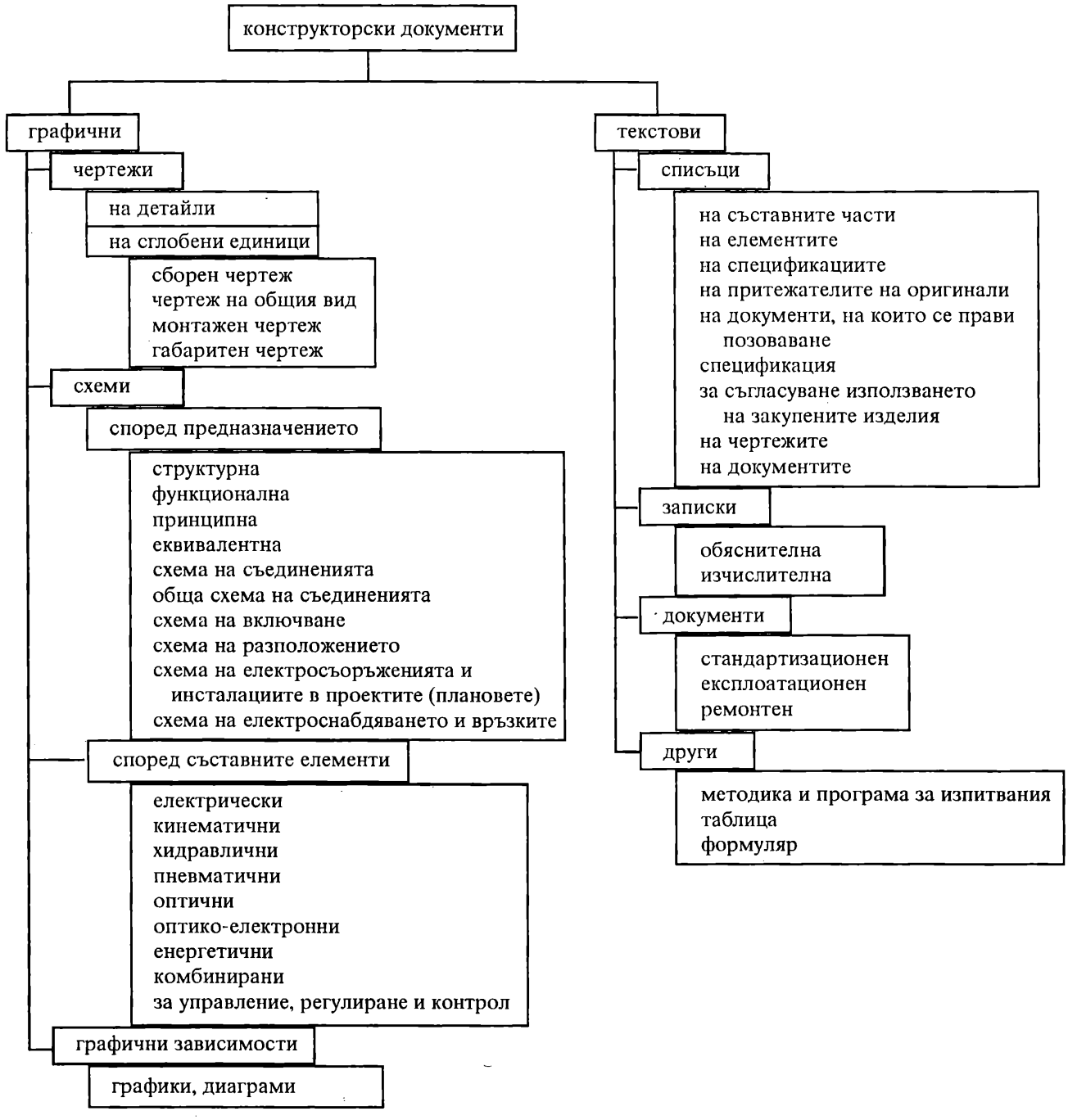
б) да осигуряват репрографическа обработка;

в) текстът се пише на пишеща машина, ръкописно или с печатащи устройства;

г) допуска се отстраняване на неточности и грешки, но при добре заличен предишен текст, без повреждане на листата;

д) ако документът е с голям обем, допуска се разделянето му на части;

е) върху титулния лист и при първото посочване трябва да се пише пълното наименование на обекта; допуска се по-нататък да се използва съкращение;



Фиг. 10.1. Видове конструкторски документи

ж) текстът трябва да е кратък, ясен и недвусмислен, с използване на утвърдени научно-технически термини, определения и означения;

з) всички формули се номерират с арабски цифри – общо за целия документ или поотделно за всеки раздел;

и) използваните рисунки, диаграми, схеми и фотографии да изясняват текста напълно; поставят се около текста, който илюстрират или, по изключение – като приложения.

Освен посочените, в стандарти се описват и конкретни изисквания към различните текстови документи.

10.2.1. СПИСЪЦИ

Измежду списъците най-често прилаган е списъкът на съставните части (БДС ISO 7573). Този списък е в две разновидности – когато се оформя като самостоятелен документ (фиг. 10.2*а*) и когато се записва в чертежа на сглобената единица (фиг. 10.2*б*). Обикновено втората разновидност се използва в чертежите на общия вид, както и в чертежи на изделия от единичното и спомагателното производство.

В стандарта е посочен примерен ред на графите:

- означение;

Таблица 10.1.

Комплектност на конструкторските документи в зависимост от стадия на разработката

№	съкратено означение	Наименование на документа	Документи според стадия на разработка							
			техническо задание	проектно задание	идеен проект	работен проект	работна документация			
							детайли	сглобени единици	комплекси	комплекти
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-	Чертеж на детайл	-	-	-	○	●	-	-	-
2	ЧС	Чертеж сборен	-	-	-	-	-	●	-	-
3	ЧВ	Чертеж от общия вид	-	○	○	○	-	-	-	-
4	ЧГ	Чертеж габаритен	-	○	○	○	○	○	○	-
5	ЧМ	Чертеж монтажен	-	-	-	-	-	○	○	-
6	-	Схема	-	○	○	○	-	○	○	○
7	-	Списък на съставните части на изделието	-	-	-	○	-	●	●	●
8	ЗО	Записка обяснителна	-	○	○	○	○	○	○	○
9	ЗИ	Записка изчислителна	-	○	○	○	○	○	○	○
10	-	Документ стандартизационен	-	-	-	○	○	○	○	○
11	МП	Методика и програма за изпитванията	-	-	○	○	○	○	○	○
12	ТБ	Таблица	-	○	○	○	○	○	○	○
13	ФП	Формуляр патентен	-	○	○	○	○	○	○	○
14	-	Документ експлоатационен	-	-	-	-	○	○	○	○
15	-	Документ ремонтен	-	-	-	-	○	○	○	○
16	СС	Списък на спецификациите	-	-	-	-	-	○	○	○
17	СО	Списък на притежателите на оригиналите	-	-	-	-	○	○	○	○
18	СП	Списък на документите, на които се прави позоваване	-	-	-	-	-	○	○	○
19	-	Спецификация*	-	-	-	-	-	○	○	○
20	ССЧ	Списък за съгласуване използването на закупените изделия	-	-	○	○	-	○	○	○
21	СЧ	Списък на чертежите	-	-	-	-	○	○	○	○
22	-	Списък на документите	○	○	○	○	○	○	○	○

Условни означения: ● - съставянето на документа е задължително.
○ - задължителността на съставяне на документа се определя в техническото задание.
– - документът не се съставя.
* - терминът не е стандартизиран

- наименование;
- количество;
- идентификатор;
- материал.

Под означение се разбира позиционното означаване на съставна част (вж. т. 5.7). Под идентификатор се разбира номера на чертежа или друг подобен код (напр., каталожен номер).

Към стандарта е дадено национално приложение, в което е посочен примерен вид на списъка на съставните части. Това приложение е дадено на фиг. 10.1.

Както бе отбелязано в т. 5.7.1 редът на означенията в сборния чертеж може да бъде:

- според възможния ред на сглобяване;
- според важността на съставните части;
- според друга важна логическа последователност.

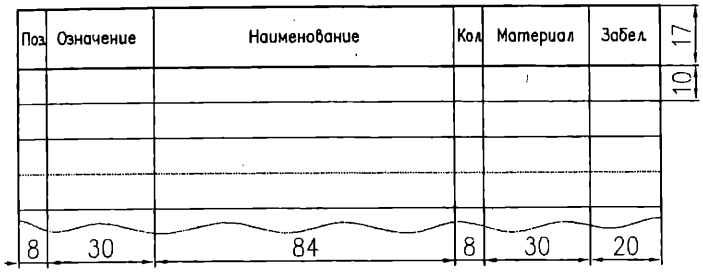
В практиката е възприет преди всичко втория начин. В резултат на това списъкът на съставните части съдържа съставните части, подредени в три групи:

- сглобени единици;
- детайли;
- стандартизирани изделия (вкл. доставените по каталози, проспекти или ценоразписи).

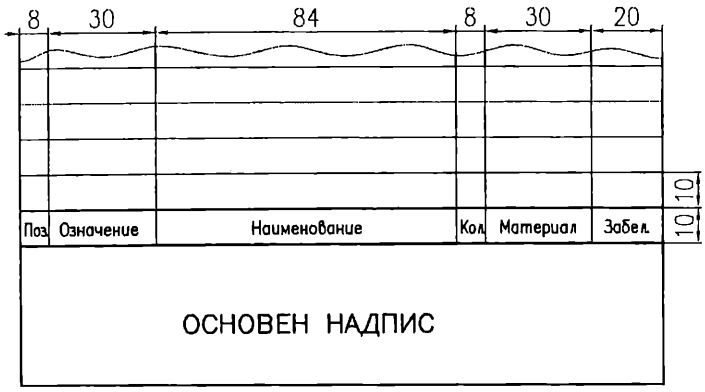
Означенията на съставните части от първите две групи се записват последователно, като се препоръчва да се започва от най-долната вляво позиция и се върви по или срещу часовниковата стрелка. **При първото преместване се записват означенията на сглобените единици, а при второто – на детайлите. Означенията на съставните части от третата група се нанасят след описанието им в графа "Наименование"** при следната последователност:

- препоръчително се подреждат по азбучен ред на наименованието;

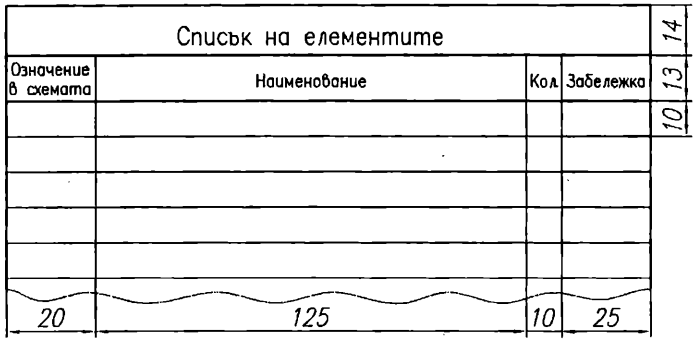
а)



б)



Фиг. 10.2.1. Списък на съставните части
а) като самостоятелен документ;
б) в чертежа на СЕ



Фиг. 10.2.2 Списък на елементите

- за всяко наименование се подреждат по възходящ ред на нормативния документ;
- за всеки нормативен документ – по възходящ ред на основния параметър на изделието;
- за всеки основен параметър - по възходящ ред на допълнителен параметър.

В резултат, подреждането на означенията в сборния чертеж (т. 5.7.1) няма да бъде последователно.

Описаното се отнася до попълването на списъка на съставните части, когато той е върху самостоятелни формати (фиг. 10.2*а*), който списък съпровожда сборния чертеж.

При нанасянето на списъка в чертежа на общия вид се използва обикновено друга последователност на формиране на означенията – **те се записват последователно с едно преминаване** (по или срещу часовниковата стрелка), без съставните части да се делят на групи (вж. фиг. 5.72).

При оформянето на списъка на съставните части трябва да се изпълнят и следните изисквания:

- попълването става отгоре надолу (по фиг. 10.2*а*) и отдолу нагоре (по фиг. 10.2*б*);
- основният надпис върху първия лист е по фиг. 3.15, а на следващите – по фиг. 3.16;
- допуска се форматът да е по-голям от А4;
- попълването на списъка от фиг. 10.2*а* се извършва по раздели, като заглавието на всеки раздел се записва в графата "Наименование" и се подчертава;
- между заглавието и попълнените редове и между разделите се оставя по един празен ред;
- допуска се за детайли без чертеж (детайли с проста форма, информация за изработването на които може еднозначно да бъде описана, напр. *∅20 х 60,* т.е. цилиндър с *∅20* и височина *60 mm)* графата "означение" да не се попълва;
- не се попълва графата "Означение" за раздел "Стандартизирани изделия";
- в графата "Забележка" могат да се попълват и данни, необходими за машинна обработка; за изделия с електрическа принципна схема в тази графа обикновено се посочва БЦО на съответните елементи;
- в полето на основния надпис, където се поставя чертожния номер, се записва и "Списък на съставните части".

На фиг. 5.78 и 5.79 са показани списъци на съставните части на различни изделия.

Друг характерен документ е **списъкът на елементите**. Съгласно нормативните изисквания той съпровожда принципните схеми, както и някои други схеми (вж. гл. 7). На фиг. 7.39*б* е показано примерно изпълнение (БДС не регламентира този въпрос), от което се виждат следните особености:

- графите на списъка на елементите не са идентични с тези на списъка на съставните части;
- в графа "Позиция по схемата" се записват буквено-цифровите означения на елементите, като подреждането е по азбучен ред на латинската азбука и възходящ ред на цифровото означение;
- в графата "Наименование и означение" се записва цялата информация за елемента; допуска се общо наименование за еднаквите елементи, но последващото подреждане е пак по цифровото означение.

В основния надпис след идентификационния номер на изделието се записва шифъра на принципната схема, която списъкът съпровожда (фиг. 7.40).

Една често срещана грешка е смесването на изискванията към списъка на елементите с тези към списъка на съставните части, което не е трудно да се избегне при внимателна проверка на коректността на конструкторските документи.

Когато в изделието има няколко съставни части, представляващи самостоятелни сглобени единици, се съставя **списък на спецификациите** (фиг. 10.3). Попълва се в два раздела – "Сглобени единици" и "Комплекти". Стандартът (БДС 2.113-82) предвижда:

- в раздела "Комплекти" се записват и списъците на експлоатационните документи;
- в графа "Принадлежи на (означение)" се посочват означенията на други сглобени единици, в които влиза

описаната съставна част; ако тя принадлежи непосредствено на изделието, за което се прави списъка, тази и следващата графи не се попълват.

Списъкът на притежателите на оригинали (фиг. 10.4) съдържа два раздела: документи на съставните части на изделието и документи, на които се прави позоваване. Списъкът се разработва съгласно БДС 11415-73 и подпомага конструктора и нормоконтрольора да правят необходимите справки, ако описаните документи липсват, са повредени или в тях не са отразени настъпили изменения.

В БДС 2.113-82 се описва съставянето на **списъка на документите, на която се прави позоваване** (фиг. 10.5). Разделите са: държавни документи, отраслови документи, документи на фирмата-изпълнител. Вътре в разделите подреждането е: стандарти, ръководни технически материали, инструкции, други. Записването е по възходящ ред на означението на документа.

В същия стандарт се описват изискванията и към **списъка на съставните части** (фиг. 10.6). Разделите са: стандартизирани изделия, заимствани изделия, закупени изделия.

С въвеждането на БДС ISO 7573, разглеждащ списъка на съставните части като документ, съпровождащ чертежа на сглобени единици, третираният списък (фиг. 10.6) ще бъде наричан **спецификация**.

Допуска се записването на информацията да става на два реда. За стандартизираните изделия не се попълват графите "Доставки по", "Производител" и "Мярка". Вътре в разделите изделията се подреждат по еднородни групи, а в групите – по азбучен ред на наименованията. Допуска се в "Забележка" да се посочва доставчика.

Списъкът за съгласуване използването на закупени изделия (фиг. 10.7) се прави, за да се гарантира, че закупените изделия ще бъдат с предварително договорено качество за определен, по-дълъг период на доставка. Това внася стабилност във връзките между производителите, а на конструктора осигурява информация за изделия, на чиито функционални качества може да се довери.

Подробните изисквания при изготвянето на този списък са обект на БДС 2.112-82.

За улеснение при работата с комплекта чертежи в техническия архив и проектоконструкторската фирма се изготвя **списък на чертежите** (фиг. 10.8). Той се изготвя върху формат А3. В него не се включват чертежите на заимстваните (разработени вече или взети от други фирми) изделия.

Записването се извършва по възходящ ред на форматите. Ако един чертеж е върху няколко листа с различен формат, чертежът се причислява към най-големия, а в графата "Забележка" се посочва какви и колко са всичките формати.

БДС 2.113-82 третира изискванията към този списък, както и към **списъка на документите** (фиг. 10.9). В него се описват документите от комплекта конструкторска документация, разработени при стадиите "Проектно задание", "Идеен проект" и "Работен проект". За всеки стадий се описват два раздела – обща документация и документация на сглобените единици, а за всеки раздел – новоразработена и заимствана документация.

10.2.2. ЗАПИСКИ

В разработваните от конструктора записки се описват текстово действията по създаването на новото изделие. Целта е да се посочи последователността на взимане на решения, мотивите за тях, ограничителните условия за решаването им и оценката на резултатите. Създаването на записките се налага, тъй като не всички решения, представени графично като схеми и чертежи, могат да бъдат възприети безалтернативно. Конструкторът трябва да обясни анализа на технико-икономическото задание и взетите решения за рационалното му удовлетворяване. От обосновката се нуждаят решенията, които се вземат след анализ и оценка на алтернативни ограничения, мотиви, предпоставки, варианти, предположения и др.

В записките се дава в синтезиран вид натрупания от конструктора опит при създаването на новото изделие. Ето защо колкото по-подробни, логични и обосновани са твърденията в тях, толкова по-висока би била оценката за положените усилия. Съхраняването на знания и опит в записките подпомага по-нататъшното издигане на нивото на квалификацията както на самия конструктор, така и на неговите колеги. А като се има предвид постулата, че науката е преосмислен човешки опит, става ясно, че от анализа на съхраняваните конструкторски документи може да се обогати инженерната практика.

Най-често срещаните записки са обяснителната и изчислителната.

Съгласно БДС 2.113-82 в **обяснителната записка** (разработвана на различни стадии) се дава описание на устройството и принципа на действие на проектираното изделие и вземаните технико-икономически решения. В нея могат да се прилагат различни схеми, таблици и чертежи, които са необходими за изясняване на текста. Те могат да се изпълняват на всякакви стандартни формати.

Обяснителната записка в общия случай съдържа следните раздели:

а) увод – основанията за разработването на новото изделие;

б) предназначение и област на приложение – какви функции ще изпълнява изделието и къде може да бъде използвано;

в) техническа характеристика – данни за показатели и параметри на изделието;

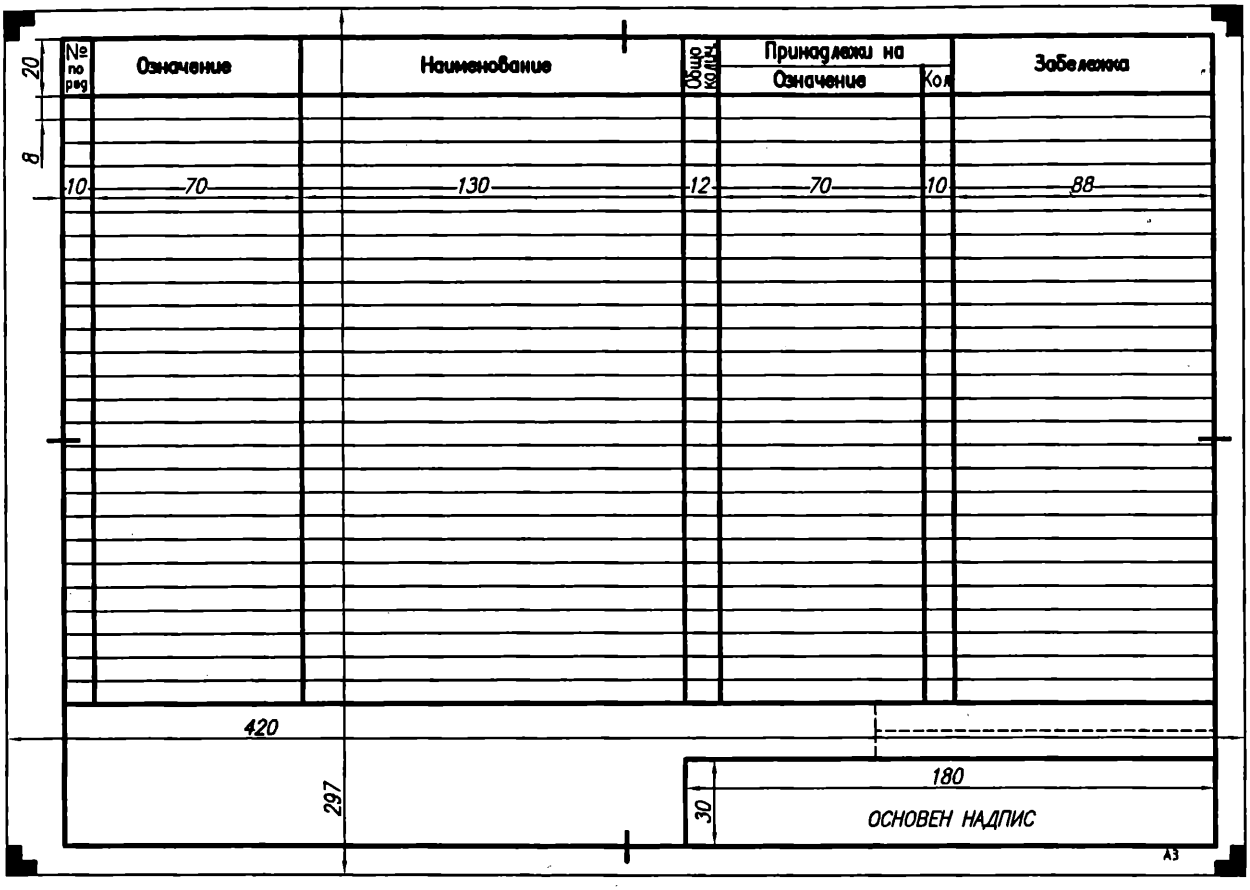
г) описание и обосновка на избраната конструкция на изделието – алтернативните предварителни решения, анализа им и приетите окончателни решения за изделието и съставните му части;

д) изчисления – пресмятания за стойностите на показателите и параметрите, които пресмятания потвърждават работоспособността и надеждността на изделието;

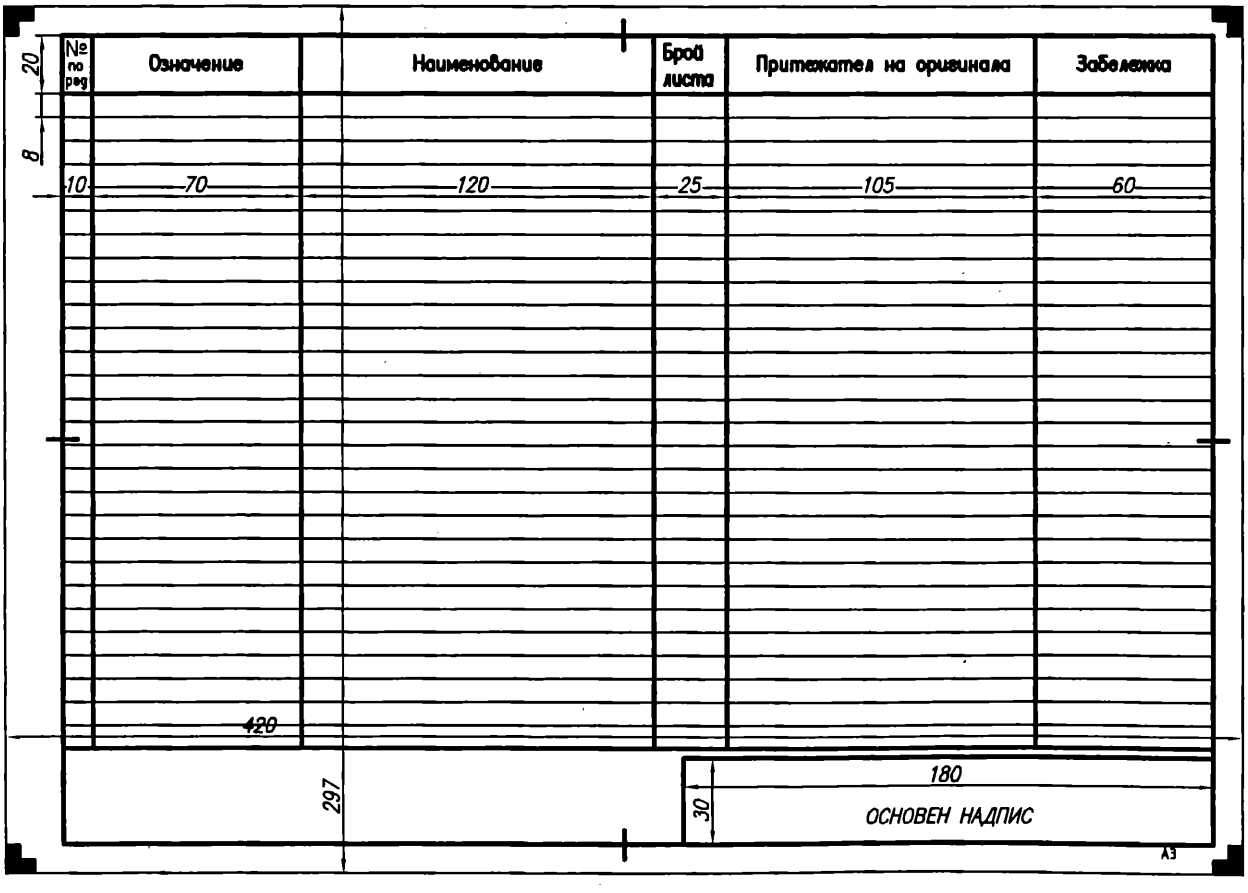
е) степен на стандартизация и унификация – коефициент, който илюстрира използването на готови, доказали качествата си технически решения.

Допуска се в приложение към обяснителната записка да се дадат:

- копие от технико-икономическото задание;
- списък на работите, които предстоят в следващия стадий;
- материали от дизайнерски разработки (скици, рисунки);

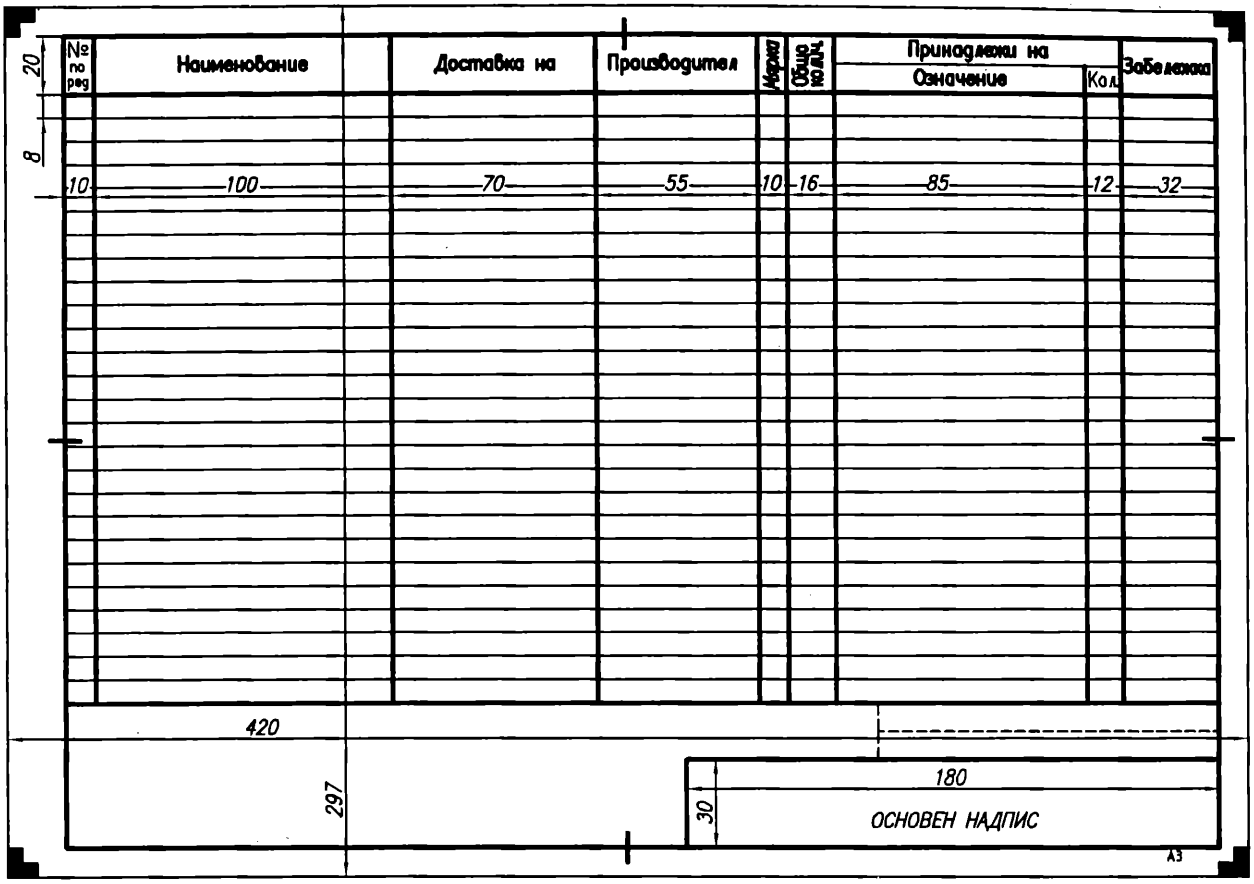


Фиг. 10.3. Списък на спецификациите

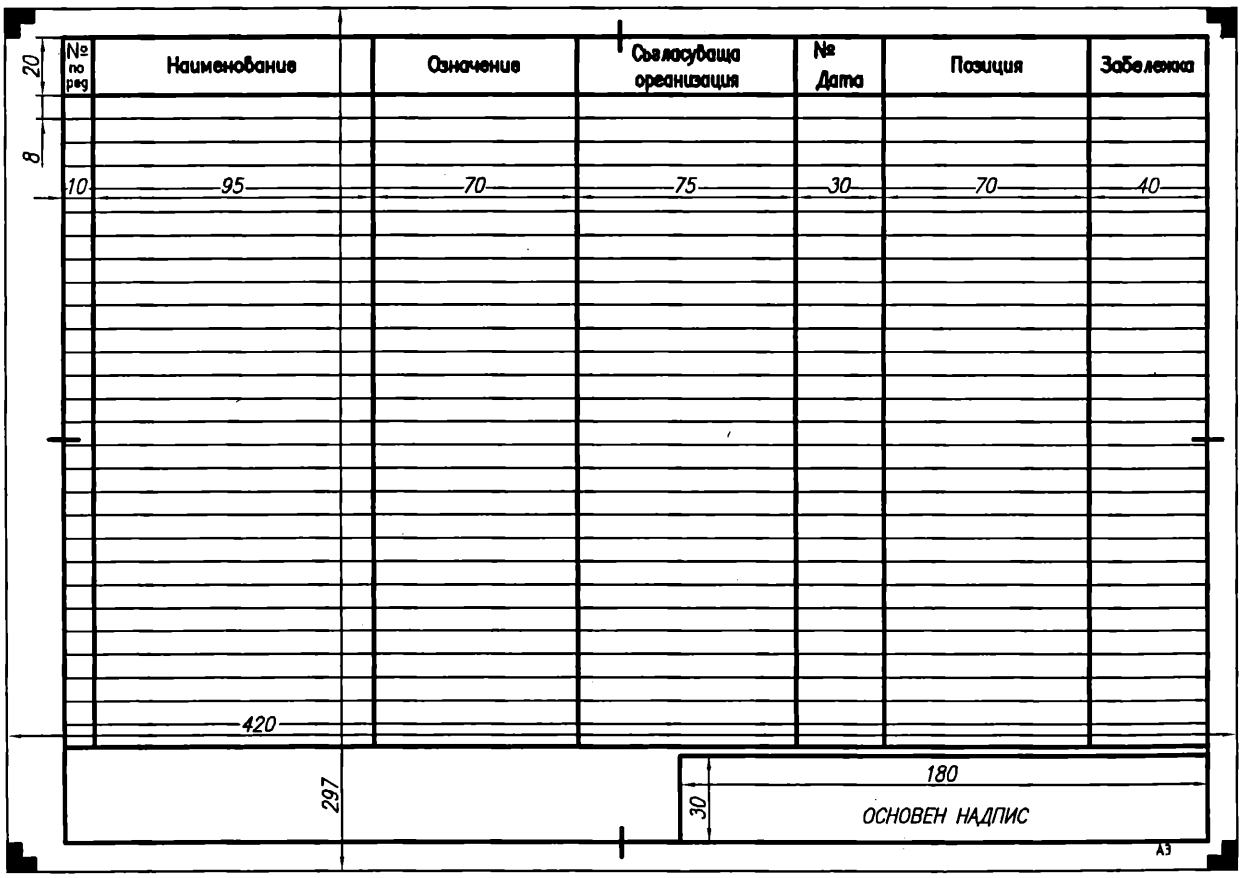


Фиг. 10.4. Списък на притежателите на оригинали

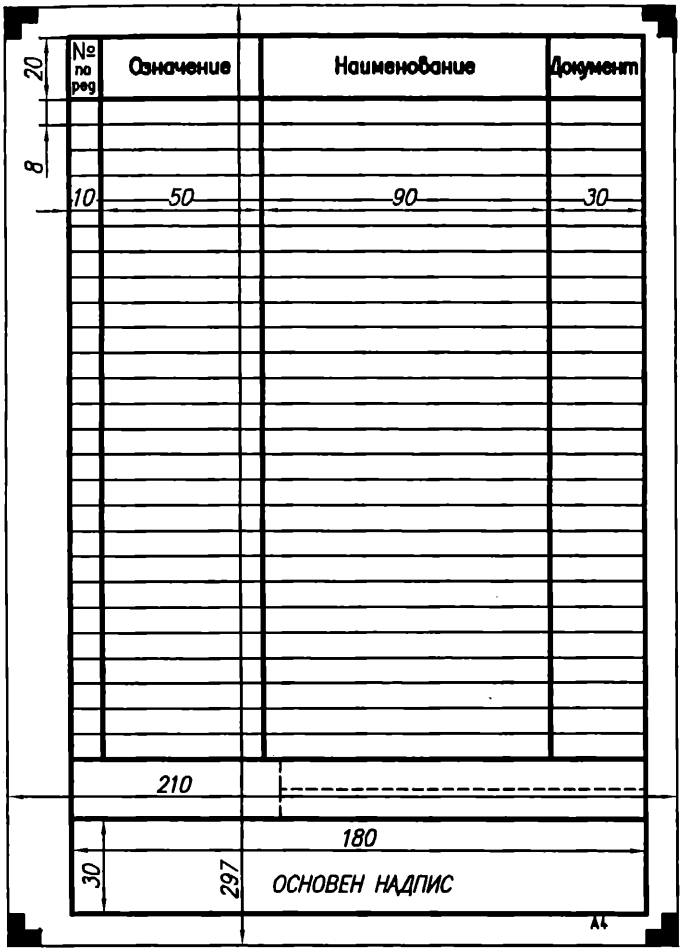
Съвестта му е чиста. Не е употребявана.



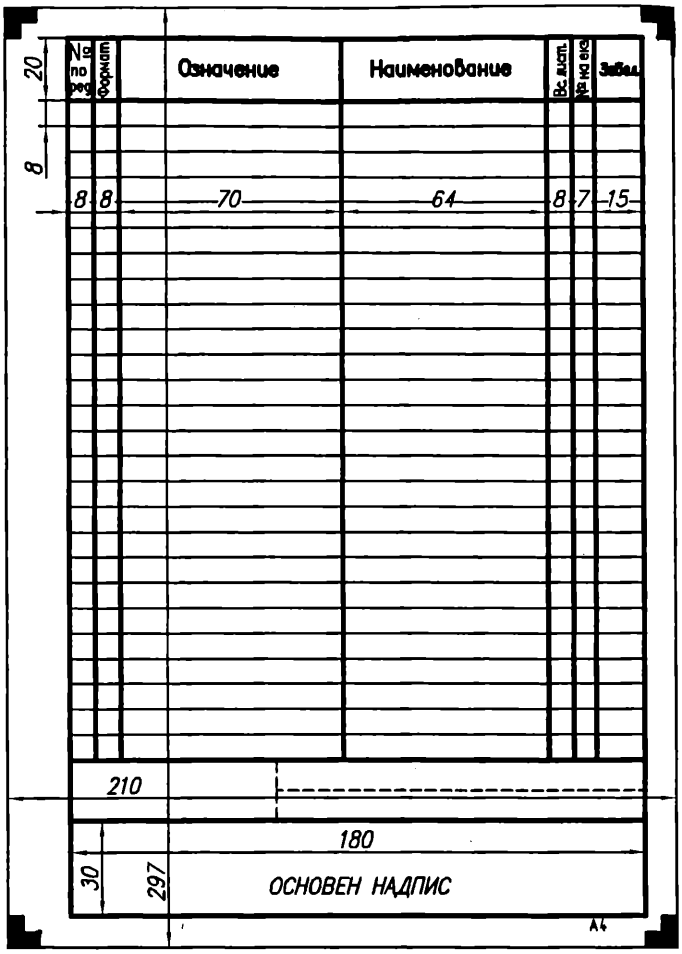
Фиг. 10.6. Спецификация (списък на съставните части)



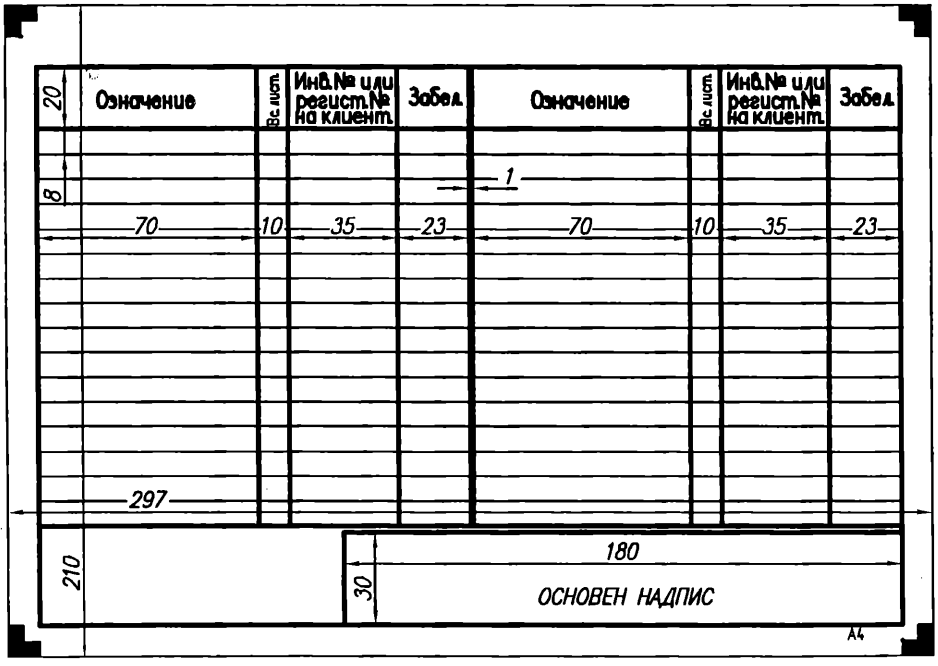
Фиг. 10.7. Списък за съгласуване използването на закупени изделия



Фиг. 10.5. Списък на документите, на които се прави позоваване



Фиг. 10.9. Списък на документите



Фиг. 10.8. Списък на чертежите

- списък на използваната литература;
- списък на използваните документи, получени от други организации.

В прил. П.06 е дадено примерно разширено съдържание на обяснителна записка. Посочените точки към разделите могат да се разделят, модифицират или да отпаднат.

При необходимост в отделен конструкторски документ – **изчислителна записка** (също по БДС 2.113-82) – се дават всички изчисления, направени за доказване на функционалните и якостни качества на изделието и съставните му части. Тук се включва и записката за размерните вериги на изделието и частите, изготвена съгласно БДС 15399-81.

Изчислителната записка съдържа:

- скици и схеми на изчис-

ляваното изделие;
- постановка на изчисляваните задачи;
- данни за изчисленията;
- изчисления;
- заключения.

В прил. П.07 е дадено примерно разширено съдържание на изчислителна записка.

10.2.3. СПЕЦИФИЧНИ ДОКУМЕНТИ

Съгласно БДС 2.109-80 при необходимост се изготвят и специфични текстови конструкторски документи, които служат за основа при разработването на документация за поведението на изделието в другите етапи на жизнения цикъл.

Стандартизационният документ съдържа всички изисквания, които са формулирани към изделието. Те се разделят на две части: произтичащи от ТИЗ и произтичащи от действащите нормативни документи. Например, от ТИЗ може да следва изискването за възможна експлоатация в атмосфера с висока влажност, а от нормативни документи се извлича информация за регламентираните граници на тази влажност.

Втората част е изключително трудна, тъй като в страната действат много на брой нормативни документи, съставяни и утвърждавани по различно време, при различни обществено-икономически ограничения и от различни специалисти и фирми. Това внася противоречивост в изискванията и конструкторът трудно би се справил без помощта на специалист по стандартизация.

Създаваният **експлоатационен документ** е основа за следваща разработка на експлоатационната документация на изделието (вж. т. 10.5.2). В този документ конструкторът, като познаващ най-добре "нрава" на рожбата си, описва как следва да става запознаването с изделието, функционирането в различни експлоатационни условия и правилата за експлоатация, транспорт, съхранение и техническо обслужване.

С подобна задача се разработва и **ремонтния документ**. При пресмятанията и избора на технически решения конструкторът винаги има предвид, че изделието ще има определен ресурс от безотказна работа. Нарушаването на някое от функционалните качества на изделието е сигнал, че трябва да се пристъпи към неговата регенерация (възстановяване). Обхватът на тази регенерация е известен като **ремонт** на изделието и специалистите в тази област ползват ремонтния документ като основа за документиране на необходимите възстановителни работи (вж. т. 10.5.3).

10.2.4. ДРУГИ ТЕКСТОВИ ДОКУМЕНТИ

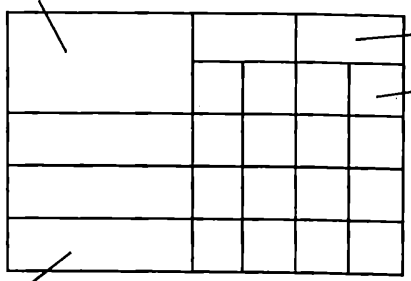
За да се гарантира ефективността както на производството, така и на потреблението на новото изделие, конструкторът трябва да даде необходимите сведения на всички, които ще имат досег с него.

Характерен документ е **методиката и програмата за изпитване**. Съгласно БДС 2.113-82 тя трябва да съдържа необходимите сведения за методите за изпитване на изделието, с което да се докаже неговата функционална годност.

За основа служи **стандартизационният документ**, в който са описани всички изисквания към изделието. В същата последователност, т.е. за да се гарантира изпълнението на всяко едно от тях, се описват методите за изпитване по отделните показатели на изделието. Описва се методиката, т.е. последователността от действия по изпитването, средствата за контрол и допустимите отклонения. В програмата за изпитване не се посочва продължителността на отделните проверки, времето за обобщението и начина за представяне на резултатите.

При описанието на обяснителната записка бе казано, че текстът се илюстрира с допълнителни средства; едно от тях е **таблицата** (фиг. 10.10). В таблици се подреждат различни цифрови данни, получени като резултат от анализи и изследвания както при маркетинга, така и при проектирането, производството и експлоатацията. Почесто таблиците се срещат като илюстрация към аналитичен текст, но все повече са случаите, когато те са самостоятелен документ. Това е възможно, тъй като огромно количество данни, необходими както на конструктора, така и на другите инженери, трябва да се поднесе в синтезиран вид. Освен това следва да се има предвид, че е по-целесъобразно да се предостави на инженера систематизирана информация, отколкото да му се натрапват готови изводи.

а) Заглавие на таблицата



б) **Основни характеристики**

Наименование на параметъра	Типоразмери			
	Р-25	Р-75	Р-150	Р-300
1	2	3	4	5
1. Пропускателна способност, d, m^3/s, не по-малка от	25	75	150	300
2. Маса, kg, не повече от	10	30	60	200

Фиг. 10.10. Таблица
а) структура; б) пример

Широката номенклатура от човешки потребности е основната предпоставка за широката номенклатура от изделия, машини, съоръжения и системи. Нещо повече, всяка отделна потребност може да бъде задоволена по много и различни начини, т.е. с помощта на различни изделия. И обратно, признак за добра инженерна работа е ако изделието може да задоволява голям кръг от потребности.

Конструкторът е заинтересован създаденото от него изделие да е уникално, патентноспособно и патентно чисто. За да докаже това, той разработва **патентен фор-**

муляр, в който последователно дава сведения за:

- използваните в конструкцията наши и чужди патенти;
- използването на качествено нови технически решения, които могат да бъдат основа за бъдещ патент;
- техническите решения в изделието, които могат да бъдат патентно атакувани, и мотивите за невъзможността да бъде направено това;
- предложение за осигуряване на патентна защита, ако изделието има нужда от нея.

Всички посочени документи се разработват със свободен текст, спазвайки общите изисквания, споменати в началото. Тяхната пълнота и убедителност са част от оценката за качествата на конструктора и възможностите му да създава нови изделия.

10.3. ГРУПОВИ ДОКУМЕНТИ

Нормативните изисквания налагат разработването, утвърждаването, тиражирането и съхраняването на огромен брой конструкторски документи. Техният нарастващ брой е подтикнал инженерите да търсят методи и средства за рационализиране на процеса на документиране с цел да се освободи повече време за нерутинна дейност.

Анализът на създадените вече документи е показал, че твърде често един и същи конструкторски документ (и като форма, и като съдържание) трябва да участва в документацията на различни изделия (напр. вариантите на едно реле). В други случаи разликата между два единични документа е незначителна – в различни размери на подобни повърхнини и в необходимостта от добавяне или изтриване на части от изображението.

Това е довело до идеята за разработването на т.н. **групови документи**, информацията в които е валидна за повече от един обект. Както и в други подобни случаи, крайният резултат е появата на нормативен документ, който да регламентира изготвянето на такива документи.

В страната действа БДС 2.110-80, който определя, че групови конструкторски документи се разработват за две и повече изделия с общи конструктивни принципи при:

- единство на конструкцията при различни стойности на параметри, невлияещи на изображението;
- сходство на конструкцията при различия във формата на някои съставни части или конструктивни елементи.

Груповите документи съдържат две групи данни:

- постоянни – общите за всички изпълнения;
- променливи – характерни за различните изпълнения.

Счита се, че променливи данни могат да бъдат изображения или части от тях, размери, точностни изисквания, наличие или отсъствие на съставни части. В резултат на казаното в груповия документ има информация за определен брой невзаимозаменяеми (различаващи се по нещо) изделия.

Груповите документи са два вида – основни и неосновни. Основните са изработват за изделия, които имат еднаква квалификационна характеристика по единния класификатор на продукцията.

Стандартът разглежда изискванията към двата основни групови документа – групови чертежи и групова спецификация.

10.3.1. ГРУПОВИ ЧЕРТЕЖИ

На груповия чертеж (фиг. 10.11а) едно от изпълнението, прието за основно, се изобразява цялостно. Изображенията на това изпълнение носят и постоянните данни (размери, точностни изисквания и т.н.).

Изпълненията, различни от основното, се изобразяват в същия чертеж, като се начертават частично или изцяло само тези изображения, които показват различията с основното изпълнение. Променливите изображения се номерират с арабски цифри в рамките на целия документ, записани над изображенията. Под номера на изображението се записва "Останалото вж. черт. 1".

При изобразяване на груповия чертеж се спазват следните изисквания:

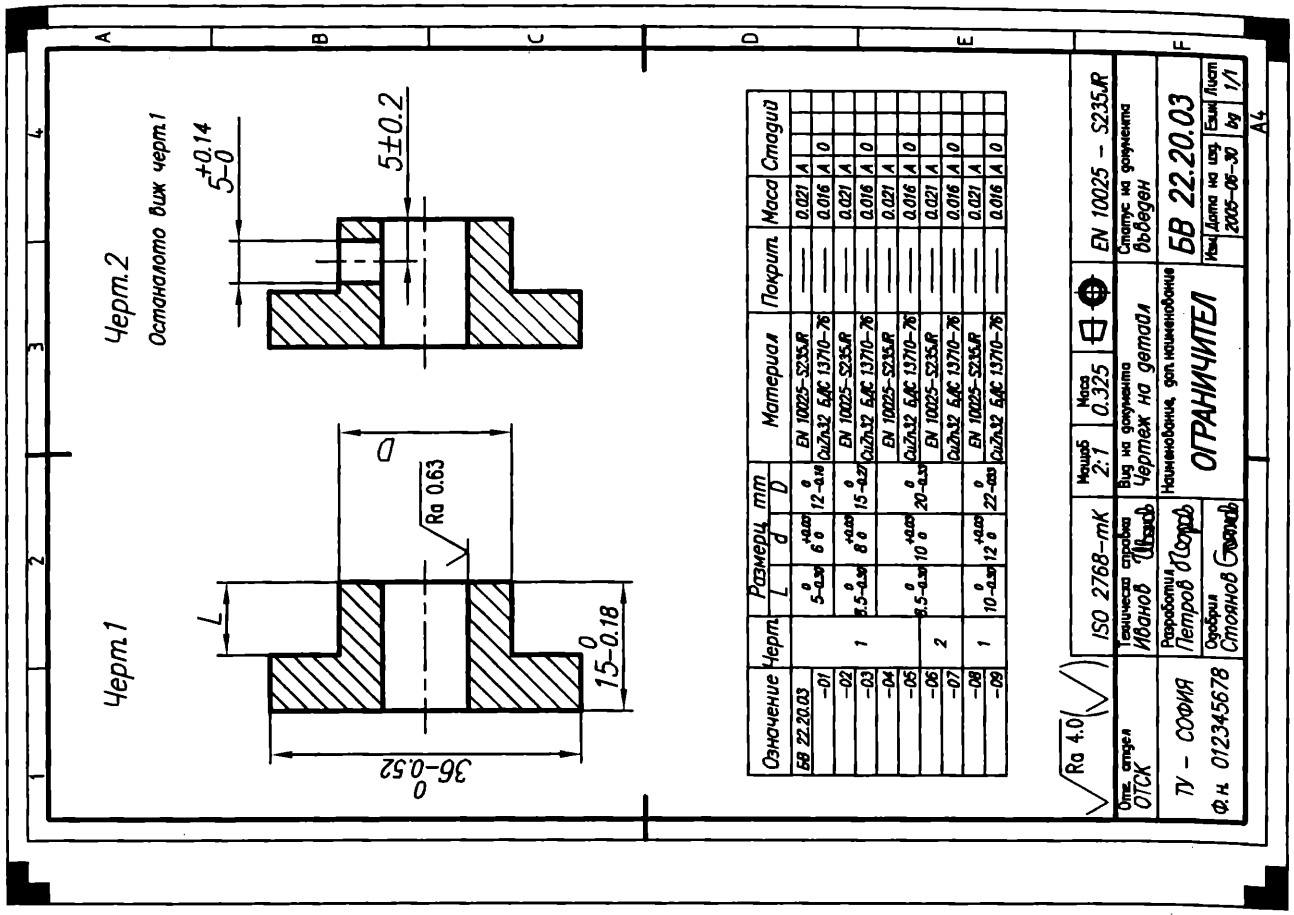
1. Променливите параметри се нанасят на чертежа с латински букви.
2. Сведенията за променливите данни се нанасят в таблица за изпълненията, която се разполага по правило на първия лист; допуска се разполагане на втори или следващ лист при целесъобразност.
3. Наименованията на изделията се дават в единствено число и нечленувани.
4. Означение се дава на всяко изпълнение – за основното се формира като за отделно изделие, а за останалите след тире се записва двуцифрен номер.
5. Номерът на позицията (в групови чертежи на сглобени единици) трябва да е един и същ за всички изпълнения.
6. Номерата на позициите се нанасят на основното изпълнение. На изображенията на останалите изпълнения се поставят номера само на позициите на съставните части, непоказани в основното изпълнение, и на части с различаващо се изображение.

10.3.2. ГРУПОВИ СПИСЪЦИ НА СЪСТАВНИТЕ ЧАСТИ

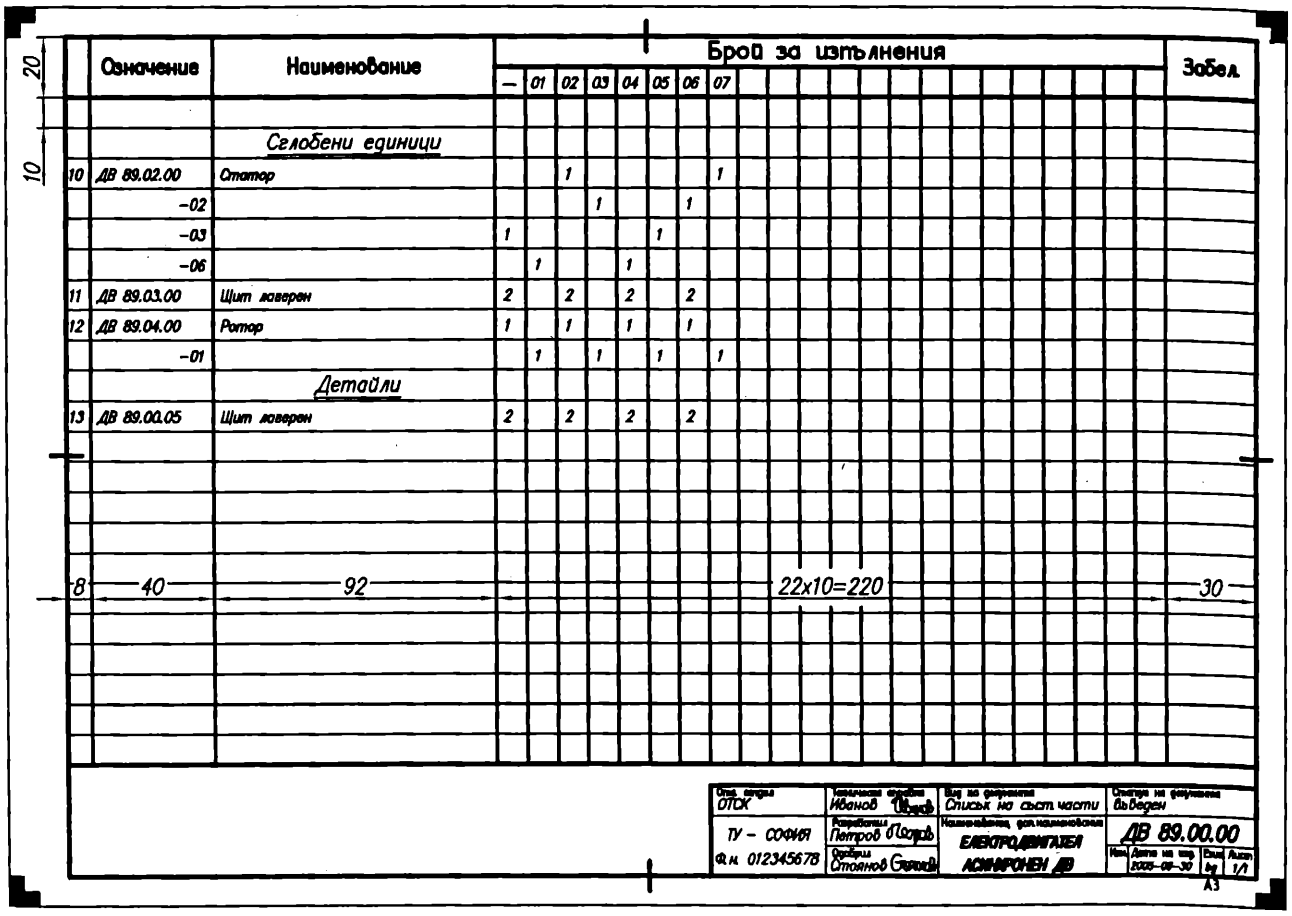
Груповата спецификация (която в съответствие с терминологията на БДС ISO 7573 трябва да бъде наречена групов списък на съставните части) се съставя по изискванията, за които става дума в т. 10.2.1 (БДС 2.110-80), като едновременно с това се вземат под внимание следните особености:

1. Постоянните документи и съставни части се записват съгласно БДС 2.110-80.
2. Променливите се записват под общо заглавие "Променливи данни за изпълненията", поставено в графа "Наименование".
3. При голям брой променливи документи и съставни части спецификацията се съставя върху формат А3 съгласно фиг. 10.11б.
4. Ако броя на изпълненията е повече от 22, прави се лист 2.
5. Съставните части на основното изпълнение се записват по възходящ ред на техните означения, а на следващите изпълнения – по реда на номера на позицията.

Стандартът допуска разработването на други групови текстови документи, които се считат за неосновни. Ако текстът е в графи, в началото се записват постоянните, а след това променливите данни. Ако текстът е непрекъснат, променливите данни се групират в таблици към съответния раздел на текстовия документ.



Означение	Черт.	Размер mm L	d	D	Материал	Покрит.	Маса	Стадий
БВ 22.20.03					EN 10025-S235JR		0.021	A
-01		5-0.30	6 +0.05	12-0.18	Ø12 БДС 13710-76		0.016	A 0
-02					EN 10025-S235JR		0.021	A
-03	1	8.5-0.36	8 +0.05	15-0.21	Ø12 БДС 13710-76		0.016	A 0
-04					EN 10025-S235JR		0.021	A
-05		8.5-0.36	10 +0.05	20-0.33	Ø12 БДС 13710-76		0.016	A 0
-06	2				EN 10025-S235JR		0.021	A
-07					Ø12 БДС 13710-76		0.016	A 0
-08	1	10-0.36	12 +0.05	22-0.33	EN 10025-S235JR		0.021	A
-09					Ø12 БДС 13710-76		0.016	A 0



	Означение	Наименование	Брой за изпълнения —	01	02	03	04	05	06	07	Забел.
		Сглобени единици									
10	ДВ 89.02.00	Статор			1					1	
	-02					1			1		
	-03		1					1			
	-06			1			1				
11	ДВ 89.03.00	Щит аверен	2		2		2		2		
12	ДВ 89.04.00	Ротор	1		1		1		1		
	-01			1		1		1		1	
		Детайли									
13	ДВ 89.00.05	Щит аверен	2		2		2		2		

8 — 40 — 92 — 22x10=220 — 30

Отд. отдел ОТСК	Техническа справка Иванов	Вид на документа Списък на съст. части	Статус на документа Въведен
ТУ - СОФИЯ	Разработил Петров	Наименование, фол. наименование ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛ АСИНХРОНЕН ДВ	ДВ 89.00.00
Ф.н. 012345678	Одобрил Стоянов		Изм. Дата на изд. 2005-06-30 Език bg Лист 1/1

A3

Фиг. 10.11а. Примерен групов чертеж

Фиг. 10.11б. Примерен групов списък на съставните части

В съвременните условия на интензивно увеличение на броя и вида на произвежданите технически обекти вероятно ще възникне необходимостта и от други конструкторски документи. Те трябва да бъдат създавани и стандартизирани само ако подпомагат конструктора в неговата дейност.

При разглеждането на структурата на жизнения цикъл на изделията (т. 1.2.4.) бяха показани взаимните връзки между етапа на проектиране и останалите етапи. Тези взаимни връзки са многостранни и за да бъде производството ефективно, трябва да бъдат регламентирани.

10.4. ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ

10.4.1. ОСОБЕНОСТИ НА ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ

Процесът на документиране на конструкторското решение е неразривно свързан с цялостния процес на проектиране. Именно по тази причина, основните аспекти на процеса на проектиране, макар и бегло, бяха разгледани в настоящия учебник.

Един от тези аспекти, е технологията на производството, като тя може да се разграничи на технология за изработване на детайли и технология за получаване на съединения.

След конструирането си всеки ТО преминава в следващия етап от своя жизнен цикъл — изработването на неговите съставни части и сглобяването му. Последните се извършват чрез определени технологични процеси, а документацията, по която става това, се нарича технологична документация. Изходна за нейното разработване е конструкторската документация на изделието. Трябва да се отбележи, че в процеса на създаване на технологичната документация и усвояване на производството на изделието обикновено се налагат корекции в конструкторската документация. Причините за това са най-разнообразни — от открити грешки до конкретни изисквания на технологичния процес.

За да бъдат създадени самите изделия, се прилагат процеси по преработка на материал. При това тази преработка (от материал да се достигне до детайл) може да преминава през няколко самостоятелни технологични процеси, всеки от които е съвкупност от свързани действия. Характерното е, че тази свързаност се предопределя от създадената конструкторска документация, но последователността от действия може да бъде многовариантна.

Ето защо разработката на технологични процеси е самостоятелна инженерна дейност и като всяка дейност се нуждае от описание, т.е. документиране. Наличието на технологичната документация гарантира изпълнението на изискванията на конструктора и получаването в крайна сметка на полезно изделие.

Особеното в технологичната документация е и това, че в технологичните процеси има обект (материала) и средства за обработката му (инструменти, машини и съоръжения). Това придава на технологичната дейност комплексен и нелек характер, което е и доказателство за важността на труда на инженерите-технолози.

10.4.2. ДОКУМЕНТИРАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ

Изпълнението на технологичните процеси трябва да бъде регламентирано, за да се гарантира коректната реализация на конструкторското решение. Това налага и технологичната документация (подобно на конструкторската) да отговаря на определени нормативни изисквания – преди всичко да гарантира еднозначност при разчитането ѝ и задължителност на изпълняваните технологични процеси.

Това е и причината технологичната документация да е обект на нормативни документи, определящи правила за реда на разработване, оформяне и комплектоване.

Основните документи за технологичния процес са технологичните карти: маршрутна карта, карта на технологичния процес и операционна карта.

Маршрутната карта (фиг. 10.12) е технологичен документ, който определя последователността на технологичния процес за изработване на изделието и съдържа описание на операциите в технологична последователност, като посочва данните за машините и съоръженията, екипировката, материалите и трудовите нормативи.

Картата на технологичния процес е технологичен документ, който определя всички операции от един вид работа при обработване на детайла или сглобената единица, изпълнявани в един и същи цех в тяхната технологична последователност.

Операционната карта (фиг. 10.13) е технологичен документ, който съдържа пълно описание на технологичната операция и посочва преходите, режима за обработване и данните за средствата на технологичната екипировка.

Освен тези карти съществуват и други технологични документи като карта за скици, технологична инструкция, **комплектовъчна карта** (фиг. 10.14), списъци на операциите по цехове, списъци на екипировката, спецификации на материалите, списъци на комплектовъчните детайли и др.

Унификацията и типизацията получиха голямо разпространение и в технологичните процеси. Старанието формите на детайлите да са прости дава възможност да се проектират типови технологични процеси, които се прилагат многократно. А когато е необходимо да се обработват детайли с параметризирани повърхнини (т.е. по групов детайлен чертеж), рационално е да се създаде и групов технологичен процес. Такъв процес е подходящ и при обработката на детайли, които имат подобни конфигурации.

Груповата технология намира приложение и при изработването на сглобените единици. На фиг. 10.15 е показана групова технологична карта за монтаж на кабелни снопове.

Целта на настоящото изложение не е навлизане в проблематиката на технологичната документация, а само обявяване на нейната наличност.

Изготвянето и разчитането на технологични документи ще стане по-ефикасно, когато са познати подробностите от технологията на съответното производство – въпрос, който се третира в други учебни дисциплини.

БДС 3.1105-76 - форма 2 ном.№ 6

Инв. № на ориг.	Подпис и дата	Зам. инв. №	Инв. № на дубл.	Подпис и дата

Означение 01388.00001

ТКЕР "6" IX" София

МАРШРУТНА КАРТА

Чертеж № 717.33.10 09.07.00

Озн. док.

Наименование Сноп проводници

Стадий Б

Материал			Заготовка							
Наименование, марка	Код	Код на единицата мярка	Маса на детайла	Код и вид	Профил и размери	Брой детайли	Маса	Един. за нормиране	Норма за разход	Коеф. за изп. на материала

Номер			ОПЕРАЦИЯ (наименование, съдържание)	Оборудване (код, наименование)	Приспособление, инструмент (код, наименование)	Коефициент на единичното време		Брой раб.	Брой ед. обраб. детайли	Тарифна мрежа	Обем на производствената партида	$T_{пз}$
Цех	Участък	Операция				Професия		Степен	Единица за нормиране	Вид норма		$T_{ед}$
800		005	Рязане на проводници					1				
								3				
800		010	Рязане на тръби винилитови					1				
								3				
800		015	Маркиране на проводници					1				
								3				
800		020	Формиране на снопа проводници					1				
								6				

											Разработил	Чонкова		92.10.16	Лист
											Проверил	Календерова		92.10.26	1
						1	1	ЗИ 135/94		94.10.31	Съглас.	Димитрова		92.10.26	Вс. л.
						-	-	ЗИ 401/92		92.10.16					
Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата	Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата		Н. контрол	Куртева		92.10.16	3

Фиг. 10.12. Маршрутна карта

БДС 3.1105-76 - форма 2а ном.№ 7

Инв. № на ориг.	Подпис и дата	Зам. инв. №	Инв. № на дубл.	Подпис и дата

Означение 01388.00001

Ел. инсталация

Чертеж №

Озн. док.

Номер			ОПЕРАЦИЯ (наименование, съдържание)	Оборудване (код, наименование)	Приспособление, инструмент (код, наименование)	Коефициент на единичното време		Брой раб.	Брой ед. обраб. детайли	Тарифна мрежа	Обем на производствената партида	$T_{пз}$
Цех	Участък	Операция				Професия		Разряд	Единица за нормиране	Вид норма		$T_{ед}$
800		025	Зачистване краищата на проводник					1				
								3				
800		030	Калайдисване на проводници					1				
								4				
800		015	Маркиране на проводници					1				
								3				
800		020	Формиране на снопа проводници					1				
								6				
800		025	Зачистване краищата на проводник					1				
								3				
800		030	Калайдисване на проводници					1				
								4				
800		035	Поставяне на изолац. обувки и запресоване					1				
			на накр. тип АМР					5				

											1	1	ЗИ 135/94		94.10.31
											-	-	ЗИ 401/92		92.10.16
Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата	Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата		Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата

Лист 2

Фиг. 10.12. Маршрутна карта (продължение)

БДС 3.1105-76 - форма 2а ном.№ 7

Инв. № на ориг.	Подпис и дата	Зам. инв. №	Инв. № на дубл.	Подпис и дата

Означение 01388.00001

Ел. инсталация | Чертеж № | Озн. док.

Номер: Цех	Участък	Операция	ОПЕРАЦИЯ (наименование, съдържание)	Оборудване (код, наименование)	Приспособление, инструмент (код, наименование)	Професия	Разряд	Коефициент на единичното време	Брой раб.	Брой един. сборни детайли	Единица за нормиране	Тарифна мрежа	Вид норма	Обем на производствената партида	$T_{пз}$	$T_{ед}$
800		036	Демонтаж на щепс. Съединение				1									
800		039	Калайдисване на накр. НКМЩ по БДС 496-86				4									
800		040	Запресоване на накрайници тип НКМЩ				1									
							5									
800		045	Запресоване на накрайници (към куплунг)				1									
							6									
800		050	Монтаж и маркиране на куплунзи				1									
							6									
800		055	Монтаж на щепселно съединение с проводници				1									
							6									

												1	1	ЗИ 135/94		94.10.31	Лист
						2	1	ЗИ 135/94		94.10.31		-	-	ЗИ 401/92		92.10.16	3
Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата		Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата		Озн	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата	

Фиг. 10.12. Маршрутна карта (продължение)

БДС 3.1407-76 - форма 1 ном.№ 112

Инв. № на ориг.	Подпис и дата	Зам. инв. №	Инв. № на дубл.	Подпис и дата

Означение 01388.00001

ТКЕР "6™ IX" София

ОПЕРАЦИОННА КАРТА ЗА ШЛОСЕРСКИ, ШЛОСЕРОСГЛОБЯВАЩИ И ЕЛЕКТРОМОНТАЖНИ РАБОТИ

Чертеж № 717.33.10 09.07.00 | Озн. док. 60388.00180

Наименование Сноп проводници

Цех №	Участ. №	Раб. м. №	Опер. №	Операция	Оборудване
800		МВ	040	Запресоване на накрайници тип НКМЩ	

Номер на прехода	Преход (съдържание)	Технологичен режим	Приспособление (код, наименование)	Инструмент (код, наименование)	T_o
1	Поставя се изолационно винилитова тръба върху проводника				
3	Краят на проводника се поставя в присъединителната				
	тръбичка на НКМЩ				
5	Запресоване			комбинирани клещи	
7	Пренасяне на проводниците до работно място за калайдисване.				
	Калайдисва се с ПОК-60 БДС 3005-78				
9	Издърпва се винилитовата тръба върху запресования край				

											Разработил	Чонков		92.10.16	Лист	
					2	1	ЗИ 135/94		94.10.31	Проверил	Календеров		92.10.26	1		
					1	1	ЗИ 18/94		94.02.09	Съгласувал	Димитров		92.10.26	Вс. л.		
					-	-	ЗИ 401/92		92.10.16	Н. контрол	Калчев		92.10.16	1		
Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата	Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата							

Фиг. 10.13. Операционна карта

Извинението на людоеда е, че „човекът е животно".

БДС 3.1105-76 - форма 7 ном.№ 18

Инв. № на ориг.	Подпис и дата	Зам. инв. №	Инв. № на дубл.	Подпис и дата

ТКЕР "6" IX"
София

КОМПЛЕКТОВЪЧНА КАРТА

Чертеж № 717.33.10 09.02.00
Наименование Командоконтролер
Означение
Озн. док.
Стадий 0, А Б

Номер: Цех	Участък	Работно място	Операция	Позиция	Детайл, сглобяема единица, покупно изделие, материал: Означение	Наименование	Постъпват от	Код на единицата мярка	Единица за нормиране	Норма за разход	Брой: Еднократ. подаване	Общо подаване на смяна	Такт на подаване
1	26	МВ	005	1	717.33.8 09.24.01 270463	Проводник	скл.84	бр.	5		5		
				2	717.33.8 09.24.01.01 189811	Проводник	скл.84	бр.	2		2		
				3	717.33.8 09.24.01.02 189813	Проводник	скл.84	бр.	2		2		
				4	КТЕ 140-01 189816	Командоконтролер крачен	скл.84	бр.	1		1		
						ТИП 5730 с 503							
					717.33.72 09.05.00 ТВ7-2	Сноп проводници	уч.426	бр.	1		1		

						А	-	ЗИ 403/02		02.06.09	Разработил	Календерова		01.06.18	Лист
						Б	-	ЗИ 415/01		01.08.05	Р-л гр.	Георгиев		01.06.18	1
						А	-	ЗИ 388/01		01.07.04	Н-к бюро	Георгиев		01.06.18	Вс. л.
						O_1	-	ЗИ 350/01		01.06.15	Н-к отд.	Нонински		01.06.18	
Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата	Озн.	Брой	№ на докум.	Подпис	Дата		Н. контрол	Куртева		01.06.20	6

Фиг. 10.14. Комплектовъчна карта

Групова технология за монтаж на проводник по черт. 788.33.2 09.01.00.00

Карта за скици и схеми

Групова технология 45388.00180

Ел. инсталация

Варианти	Операции 005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	Забележка
788.33.2	ВДС 4305-89 ПВ-Ав черен	ВДС 4284-75 ТВС-черна ø14,0+0,6	7007		1бр.пров.			2бр. ТВС 1-50			
09.01.00.00	50 mm²	L-50	00.09		общо 2бр.			2бр. ВДС 4284-86			
	L-2270	2бр.	пръстен 2бр.		краища на р-р 20 mm			НКМЦ 50-8			
	1бр.		№132								
788.33.2	ВДС 4305-89 ПВ-Ав черен	ВДС 4284-75 ТВС-черна ø12,0+0,6	7007		1бр.пров.			2бр. ТВС 1-50			
09.01.00.00-01	35 mm²	L-50	00.09		общо 2бр.			2бр. ВДС 4284-86			
	L-2830	2бр.	пръстен 2бр.		краища на р-р 20 mm			НКМЦ 35-8			
	1бр.		№139								
788.33.2	ВДС 4305-89 ПВ-Ав черен	ВДС 4284-75 ТВС-черна ø12,0+0,6	7007		1бр.пров.			2бр. ТВС 1-50			
09.01.00.00-02	35 mm²	L-50	00.09		общо 2бр.			2бр. ВДС 4284-86			
	L-2600	2бр.	пръстен 2бр.		краища на р-р 16 mm			НКМЦ 35-8			
	1бр.		№140								
788.33.2	ВДС 4305-89 ПВ-Ав черен	ВДС 4284-75 ТВС-черна ø12,0+0,6	7007		1бр.пров.			2бр. ТВС 1-50			
09.01.00.00-03	35 mm²	L-50	00.09		общо 2бр.			2бр. ВДС 4284-86			
	L-2500	2бр.	пръстен 2бр.		краища на р-р 16 mm			НКМЦ 35-8			
	1бр.		№141								
788.33.2	ВДС 4305-89 ПВ-Ав черен	ВДС 4284-75 ТВС-черна ø12,0+0,6	7007		1бр.пров.			2бр. ТВС 1-50			
09.01.00.00-04	35 mm²	L-50	00.09		общо 2бр.			2бр. ВДС 4284-86			
	L-2600	2бр.	пръстен 2бр.		краища на р-р 16 mm			НКМЦ 35-8			
	1бр.		№142								

Операция	Съдържание
005	Отрязване на проводник на определен размер
010	Отрязване на шлаух на определен размер
015	Поставяне на пръстен обозначителен
025	Зачистване краищата на проводник
040	Спояване на проводник към накрайник кабелен и изолиране мястото на спояване

| | | | | | | | | | | | | | |

10.4.3. ТЕХНОЛОГИЧНА ЕКИПИРОВКА И ТЕХНОЛОГИЧНО ОБЗАВЕЖДАНЕ

Необходимостта от инструменти, машини и съоръжения за изработката и сглобяването налага тези изделия да бъдат самостоятелен обект на инженерно внимание. В случая става дума за самостоятелен кръг от дейности по проектирането и производството им, което на практика означава, че самите те се нуждаят от конструкторско и технологично документиране. Ето защо към фирмите, които се занимават с технологии, съществуват конструкторски отдели, проектиращи технологична екипировка и технологично обзавеждане. А като се имат предвид високите изисквания към ефективността на производството, става ясно, че проектирането на екипировка и обзавеждане ще става все по-важна и икономически ефективна инженерна дейност.

10.5. ПРОЦЕСИ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ И РЕМОНТ

Крайната цел на мъките по проектирането и производството на новото изделие е ефективната му експлоатация. Независимо, че функционалните му качества са предварително регламентирани в ТИЗ, участващите специалисти работят така, че тези качества да се реализират в практиката.

Ето защо в процеса на проектирането на новото изделие конструкторът следва да помисли и за осигуряването на етапа "потребление" от жизнения цикъл на изделието.

Документацията е необходима и за този етап. Това са експлоатационните и работните документи, сведенията които подпомагат инженерите, занимаващи се с експлоатацията и ремонта на изделието.

10.5.1. ОСОБЕНОСТИ НА ПРОЦЕСИТЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ И РЕМОНТ

Тези процеси са обект на други технически дисциплини, поради което тук се акцентира само върху някои от особеностите им:

а) в процеса на експлоатация стойностите на параметрите, характеризиращи изделието, могат да се влошат; нужно е да се има прѐдвид в какви граници може да се допусне такова влошаване;

б) периодичността при използването на някои ТО налага да се организира съхраняването им както преди началото на експлоатацията, така и през време на прекъсванията в използването на ТО;

в) ремонтът представлява регенерация (възстановяване) на нарушени функционални качества на изделието, следователно той се нуждае от самостоятелно организиране;

г) тъй като е специфична технологичната дейност, ремонтът се нуждае от описание на дейностите и средствата за ремонт;

д) сложността на ремонтните процеси ги превърна в самостоятелен отрасъл на икономиката на всяка страна.

10.5.2. ЕКСПЛОАТАЦИОННИ ДОКУМЕНТИ

Те, съгласно БДС 2.601-82, са предназначени за запознаване с изделието и правилата за неговата експлоатация (използване, обслужване, транспорт и съхранение). Разработват се за изделието като цяло, независимо от наличието на експлоатационни документи на съставните части. Допуска се да не се съставят експлоатационни документи, ако обемът на сведенията и указанията е малък и те могат да се поместят върху самото изделие.

В комплекта експлоатационни документи влизат:

а) **техническо описание** – описание на устройството, принципа на действие, техническите характеристики и т.н.;

б) **инструкция за експлоатация** – съдържа сведения за правилното използване, транспорт, съхранение и техническо обслужване на изделието;

в) **инструкция за техническото обслужване** – разработва се при необходимост и представлява отделен документ от инструкцията за експлоатация;

г) **инструкция за монтаж, пускане, регулиране и разработка на изделието** – съдържа правила за посочените дейности, разработва се при необходимост и представлява отделен документ от инструкцията за експлоатация;

д) **формуляр** – в който се води отчет за техническото състояние и данни за експлоатацията; често в практиката набора от формуляри се нарича експлоатационен дневник;

е) **паспорт** – списък на техническите данни, гарантирани от производителя;

ж) **етикет** – съставя се вместо паспорт, ако техническите данни са за два-три показателя;

з) **списък на резервните части, инструменти и принадлежности** – описание на тяхната номенклатура;

и) **списък на експлоатационните документи** – документ, който установява комплекта и местата на поставяне на експлоатационните документи.

Потребителят се интересува най-вече от инструкцията за експлоатация и списъка на резервните части. Твърде често този списък се съпровожда с подходящи схеми и аксонометрични изображения.

Стандартът допуска:

а) за опитни образци и изделия от единичното производство като експлоатационни документи да се използват и конструкторски документи;

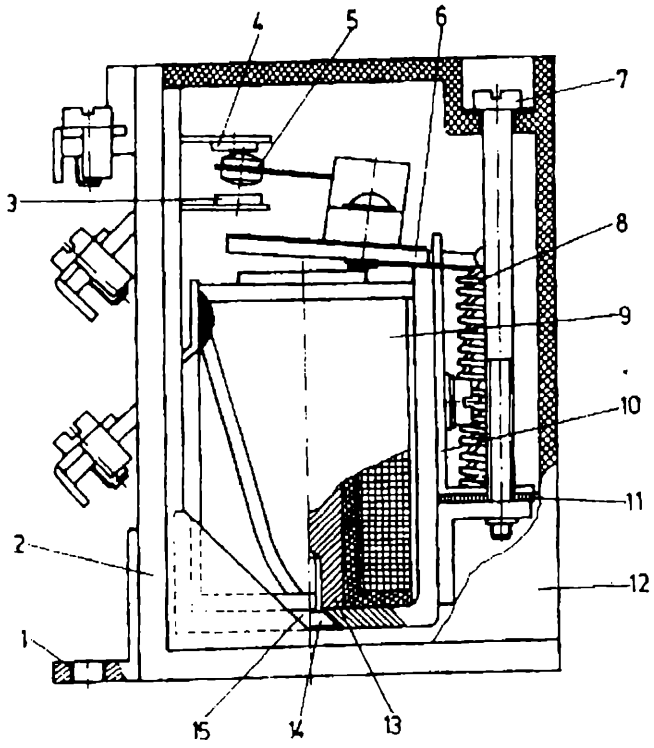
б) да се обединят експлоатационни документи, ако обема на информацията не е голям.

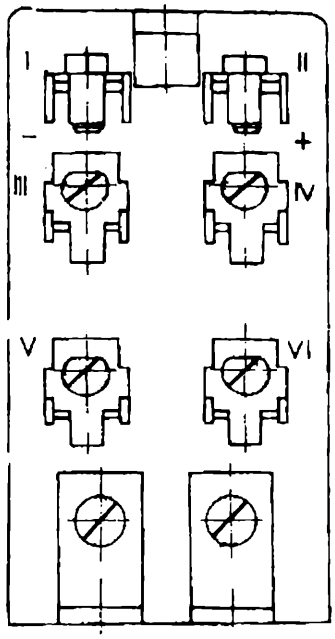
На фиг. 10.16 е показана фигура и част от текст към инструкцията за експлоатация за "Реле спомагателно", придружаваща експортирани електрокари на фирма "Балканкар".

10.5.3. РЕМОНТНИ ДОКУМЕНТИ

Ремонтът е необходим, когато е технически възможно и икономически целесъобразно да се възстановят изменените вследствие експлоатацията технически параметри и характеристики. За да се осигурят възстановителните дейности, се разработват съвкупност от работни, експлоатационни и ремонтни документи. Тази съвкупност е различна за провеждането на текущ, среден и основен ремонт на изделието. Ремонтни документи се разработват за изделия от серийното и масовото производство.

Ремонтните документи на изделието включват ремонтните документи на съставните части. Допуска се да не се правят ремонтни документи на изделието, ако





42

Фиг. 42. Вспомогательное реле

1 – скоба; *2* – основание; *3* и *4* – неподвижные контакты; *5* – подвижный контакт; *6* – якорь; *7* – специальный болт; *8* – пружина; *9* – катушка; *10* – несущий элемент якоря; *11* – регулирующая шайба; *12* – крышка; *13* – сердечник; *14* – винт; *15* – ярмо

При протекании электрического тока через катушку *9* создается магнитное поле и под действием создавшейся электромагнитной силы притягивается подвижная система, состоящая из якоря *6* и подвижного контакта *5*.

Последний отходит от неподвижного контакта *4* (нормально закрытого), теряющего питание и упирается в неподвижный контакт *3*. При прекращении тока подвижная система возвращается в исходное положение.

Необходимым условием для нормальной работы реле является соблюдение полярности клемм *I* и *II* и клемм *I* и *IV*

Реверсор *10* (фиг. 34) типа ПРЕ 010 имеет два коммутационных положения: вперед и назад. Служит для реверсирования тяговых электродвигателей (перемены направления движения электропогрузчика). Монтирован на командном щите.

Переключатель поворотов *14* (фиг. 34) состоит из двух переключателей Schaltbau типа S800a, кулачкового вала и вала с шестерней. Монтирован к основанию рулевой колонки. При повороте механически приводятся в действие переключатели *Л* для выключения *ДТ1* при левом повороте или *Д* при выключении *ДТ2* при повороте вправо. Таким образом, выключением внутреннего к повороту тягового электродвигателя осуществляется минимальный радиус поворота.

Переключатели (малые блокировочные ключи *9*, *11* и *12*, фиг. 34) монтированы к гидравлическому распределителю, ручному тормозу и ножному тормозу. Переключатель *9* включает вспомогательную цепь для насосного электродвигателя.

Переключатель к ручному тормозу *12* и переключатель к ножному тормозу *11* прерывают вспомогательную цепь, причем последний включает стоп-сигналы *16*.

С левой стороны щита управления электропогрузчика монтирована кнопка для движения по наклону *13*, с справа кнопка для звукового сигнала *17*.

Указатель емкости *7* (фиг. 34) типа ЗМ 32-К для напряжения 24 *в*. Монтирован на щите управления перед водителем. Указывает в процентах степень заряженности или разряженности батареи. При показании указателя емкости ниже 20% (красная шкала) необходимо немедленно зарядить аккумуляторную батарею.

Звуковой сигнал *18* типа А24. Он включается кнопкой сигнала управления *17*.

Контрольная лампа *15* — для напряжения 24 *в* и мощности 3 *вт* с цоколем ВА9 S. Монтирована на щите управления.

Фиг. 10.16. Извадки от инструкция за експлоатация

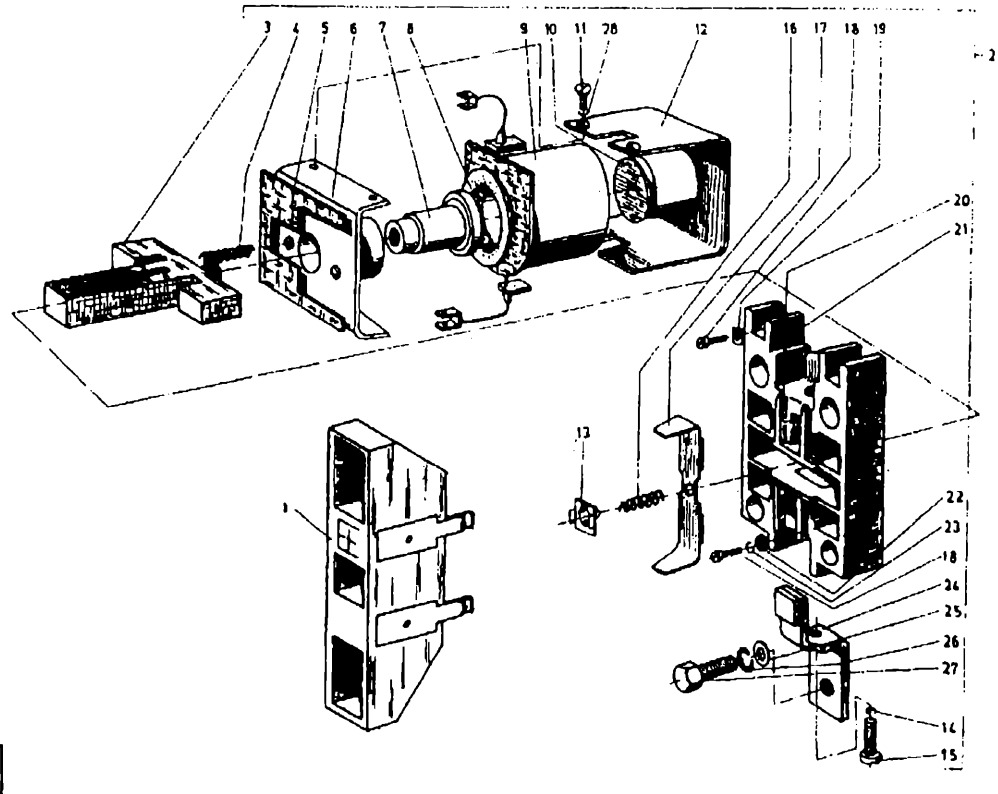
УРЕДБА ЕЛЕКТРИЧЕСКА

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ
ELEKTRISCHE ANLAGE
ELECTRIC EQUIPMENT
EQUIPEMENT ELECTRIQUE
EQUIPO ELECTRICO

Контактор КПЕ-5 (ЕВ 654.25.12, ЕВ 654.28.12, ЕВ 654.28.13, ЕВ 654.33.12, ЕВ 654.33.13, ЕВ 654.45.12, ЕВ 654.45.13)
Контактор
Stykač
Schütz
Contactor
Contacteur
Contactor

Фиг. / Поз. / Каталожен № / Наименование	Брой / Штук / Počet / Stück / Pieces / Plèces / Piezas	Маса / Масса / Hmota / Masse / Weight / Poids / Peso kg
Фиг. / Поз. / № по каталогу / Наименование		
Obr. / Ozn. / Katalogové číslo / Název		
Abb. / Pos. / Katalog-Nr. / Benennung		
Fig. / Pos. / Catalogue No. / Denomination		
Fig. / Pos. / No. de catalogue / Dénomination		
Fig. / Pos. / No. de catálogo / Denominación		
1 / 2 / 3 / 4	5	6
41 — 4235501 Контактор КПЕ-5 160 А, 24 V - Контактор - Stykač - Schütz - Contactor - Contacteur - Contactor	1	2,250
1 42353 09.00 Камера дъгогасителна - Камера дугогасительная - Hasicí komora - Funkenlöschkammer - Spark extinguisher - Chambre d'extinction d'arc - Cámara de extinción	1	
2 42355 07.00 Основна група - Основная группа - Základní skupina - Hauptgruppe - Basic group - Groupe de base - Grupo básico	1	
3 42355 03.00 Контактоносач - Контактодержатель - Držák doteků - Kontaktträger - Contact holder - Porte-contact - Soporte de contacto	1	
4 49917 00.02 Пружина възвратна - Пружина возвратная - Vratná pružina - Rückstellfeder - Retracting spring - Ressort de rappel - Muelle de retroceso	2	

204



41

Фиг. 10.17. Фрагмент от каталог на резервните части на "Уредба електрическа на електрокар"

аналогичните документи на съставните части обхващат всички необходими възстановителни работи.

Ако възстановяването се обособи като самостоятелна дейност (т.н. ремонтно производство), то документи се създават за опитния ремонт, за пробната ремонтна серия и за редовното ремонтно производство.

БДС 2.602-82 регламентира, че в ремонтните документи трябва да се дадат стойностите на изменящи се от експлоатацията размери, параметри и характеристики за следните четири случая:

- стойностите съгласно работната документация;
- стойностите, при които детайлите и сглобените единици могат да работят без ремонт;
- стойностите, при достигане на които детайлите и сглобените единици се бракуват;
- стойностите, с които детайлите, сглобените единици и изделието могат да излязат от ремонт. Ремонтните документи трябва да съдържат:
- изискванията, на които трябва да отговаря ремонтираното изделие и/или неговите съставни части;
- методите и начините на извършване на ремонта;
- вида на съоръженията, инструментите, стендовете и уредите, необходими за ремонта.

Комплектът ремонтни документи включва:

а) ръководство за ремонт;

б) технически изисквания за ремонт;

в) ремонтни чертежи;

г) каталог на детайлите и сглобените единици;

д) норми за разход на материали;

е) норми за разход на запасни части;

ж) списък на документите за ремонт.

Ремонтните чертежи се изработват съгласно изискванията на БДС 2.603-84. Те могат да бъдат чертежи на новоизработените детайли и чертежи на детайли с ремонтни размери. Ремонтните чертежи се изпълняват съгласно изискванията на стандартите, по които се изработват работните чертежи. Поради специфичността им, за тяхното създаване има и специални изисквания, които са описани в стандарта. Например:

а) начертават се само тези изображения и се нанасят само тези данни, които са необходими за извършване на ремонта;

б) повърхнините, обработвани при ремонта, се чертаят с дебела непрекъсната линия, а останалата част от изображението - с тънка;

в) допуска се на ремонтните чертежи да се нанасят технологични указания, ако това е единственият начин за възстановяване на качеството на детайла или изделието;

г) когато монолитен детайл се заменя с детайл от няколко съставни части, ремонтният чертеж се изпълнява като сборен.

В ремонтните чертежи най-често е използването на каталог на детайлите и сглобените единици, наричан още каталог на резервните части. Той съдържа:

- списък и изображения (предимно аксонометрични) на всички детайли и сглобени единици;
- сведения за разположението на съставните части в изделието;
- сведения за количествата на съставните части;
- сведения за материалите;
- сведения за взаимозаменяемостта на съставните части.

Каталогът е предназначен за съставяне на заявки за резервни части, необходими за обслужването и ремонта. На фиг. 10.17 е показан фрагмент от каталог – страница с текстови сведения и аксонометрични изображения на изделието.

В прил. П.09 са дадени извадки от ръководство за ремонт – сборни чертежи на изделия и описание на ремонтни дейности.

С внедряването на научно-техническите достижения се създадоха условия за усъвършенстване на експлоатацията и ремонтното производство. Това се отразява и върху документирането им – понякога се налага преработка на експлоатационни или ремонтни документи. Изискванията към дейностите при тази преработка са обект на БДС 2.604-85.

Николай Лилиев

Тихият пролетен дъжд
звънна над моята стряха,
с тихия пролетен дъжд
колко надежди изгряха!

Тихият пролетен дъжд
слуша земята и тръпне,
тихият пролетен дъжд
пролетни приказки шъпне.

В тихия пролетен дъжд
сълзи, възторг и уплаха,
с тихия пролетен дъжд
колко искрици изтляха!

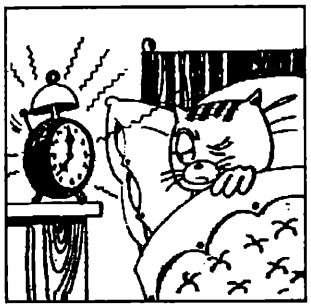


- Майчице,
още ли има?!...

Глава 11.
АВТОМАТИЗАЦИЯ

или **приказка за Алиса в учебника на чудесата**

11.1. Въведение
11.2. Компютърна графика
11.3. Базови технически и програмни средства в автоматизацията на инженерния труд
11.4. Приложни CAD системи
11.5. Създаване на принципни електрически схеми и проектиране на печатни платки с CADstar
11.6. Създаване на чертежи с AutoCAD
11.7. Моделиране на обектите и създаване на чертежи със SolidWorks
11.8. Обмен на информацията между програмните системи AutoCAD, Cadstar, SolidWorks и др.



Нищо компютърно не ми е чуждо!...
(хакерски девиз)

11.1. ВЪВЕДЕНИЕ

Навлизането на компютърната техника като помощно средство във всички сфери на интелектуалната дейност обособи направление в инженерната практика, наречено **"Автоматизация на инженерния труд"** (АИТ), с предмет съвременните средства и методи за разработка и реализация на технически обект.

В съвременната си интерпретация АИТ е приложение на компютърните системи в инженерната практика. Предмет на такова приложение може да бъде отделен етап или група етапи от разработването и реализацията на ново изделие или процес, например:

- Проектиране на ново изделие. Средствата за такова проектиране са познати като **CAD** (Computer Aided Design - конструиране с помощта на компютър). Това предполага наличието на идеен проект и концептуални решения относно проектираното изделие.

- Подготовка на чертожна документация за проектираното изделие. Исторически първите средства за АИТ са имали именно това ограничено предназначение. Съвременните CAD системи включват подсистеми за документиране, което понякога се изтъква чрез съкращението CADD (Computer Aided Design and Drafting, второто D от drafting - чертане). Наред с това, съществуват множество самостоятелни програмни продукти, ориентирани към изработването на чертожни документи. Това са чертожни системи с общо предназначение.

- Проектиране и изработване на ново изделие. Наличието на компютърно управлявани технологични комплекси прави възможно резултатът от проектирането да се преобразува непосредствено в програми за управление на производствените процеси. Традиционната конструкторска документация в такъв случай остава само едно удобно за човека средство за съхранение на информацията за изделието. Организираното по подобен начин производство се нарича CIM (Computer Integrated Manufacturing - Компютърно интегрирано производство).

Приведените примери показват големия обхват на АИТ - от средства за чертане до автоматизирани производствени системи. В дисциплината "Техническо документиране" е уместно разглеждането на средства на АИТ, не изискващи специални инженерни познания, т.е. отнасящи се само за документирането. Средствата, подпомагащи автоматизираното изпълнение на технически документи, се базират съществено на компютърната графика.

Компютърната графика (Computer Graphics) е дял на информатиката, който се занимава с генериране на изображения на обекти въз основа на създадени за тези обекти подходящи описания - компютърни модели.

Обработката на изображения (Image Processing) изучава обратния процес - анализ на образи и създаване на модел на обект по съществуващи негови графични изображения. Към обработката на изображения се числят дисциплини като **Разпознаване на образи**, **Анализ на сцени**, **Реконструиране на обекти**, **Компютърно зрение** и др. Например, при сканиране на чертеж се въвежда цифровото му изображение в компютъра, което чрез подходяща обработка се преобразува в информация за отсечки, дъги от окръжности или буквено-цифрови символи. Понататък полученото изображение се анализира най-често чрез намесата на потребителя, за да се разпознаят и категоризират отделни фрагменти на чертежа. Крайният резултат е създаване на компютърен (цифров) модел, който може да се обработва и визуализира.

Методите за създаване и обработване на моделите и техните графични изображения в компютърната графика понастоящем са предимно **интерактивни**, което означава, че потребителят динамично управлява вида и начина на изобразяване на обектите като същевременно наблюдава резултата от действията си, използвайки средствата на графичния диалог. Под **графичен диалог** се разбира взаимодействието между потребителя и програмния продукт с графични средства.

По-важните дялове на компютърната графика са: растерна графика, графично взаимодействие, геометрично моделиране, визуализация на образи и фотореализъм и др. Нейните приложения са разнообразни и обхващат различни сфери на човешката дейност като: илюстра-

тивна графика, компютърно рисуване, реклама и анимация, геодезия и картография, автоматизирано проектиране и производство, управление на процеси, компютърни развлекателни игри и др.

11.2. КОМПЮТЪРНА ГРАФИКА

Компютърната графика представлява съвкупност от методи и средства за генериране, преобразуване и възпроизвеждане на данни в или от графично изображение.

1. Видове

Според принципа на формиране на изображението компютърната графика се класифицира като векторна, растерна и фрактална.

При **векторната графика** обектът се задава чрез аналитични зависимости и координатите на контролни точки. Например окръжност се задава чрез уравнението $(x- x_0)^2 + (y- y_0)^2 = r^2$, където (x_0, y_0) са координатите на центъра на окръжността, а r е нейният радиус; ако началото на координатната система съвпада с центъра на окръжността уравнението се свежда до $x^2 + y^2 = r^2$.

При **растерната графика** обектът се задава чрез последователност от точки (пиксели), подредени в правоъгълен масив. Докато в основата на векторната графика стои линията (права, крива от втора степен и крива от трета степен) в основата на растерната графика е поставена точката. Линията тук се представя като съвкупност от наредени една до друга точки.

Растерната графика се характеризира с разделителна способност, която представлява брой точки за инч (dpi). Колкото е по-голяма разделителната способност на устройството (напр. принтер) толкова повече точки има на единица дължина и изображението е по- контрастно.

В сравнение с векторната растерната графика позволява получаването на повече ефекти. Алгоритмите тук са по- прости и изискват по- малко изчислителна работа на компютъра. При увеличаване на изображението (Zoom) качеството на изображението се влошава, а при продължително увеличаване точките стават видими (т.н. пикселизация на изображението). При намаляване на изображението няколко съседни пиксела се преобразуват в един и изображението също се влошава. Явлението е известно като немащабируемост (векторната графика е мащабируема, тъй като качеството на изображението не се променя при неговото увеличаване или намаляване). Освен това файловете, които съдържат растерна графика, са доста по- обемни. Като илюстрация на казаното по-долу е даден необходимия размер на файла, включващ снимка с размери 100/ 150 mm в зависимост от приетата разделителна способност.

Разделителна способност, dpi	72	150	300	600
Размер на файла, MB	**0,4**	**1,5**	**6**	**24**

Предимствата на растерната графика се явяват недостатъци на векторната графика и обратното. Сравнението на двата вида графики е показано в табл.1.11.

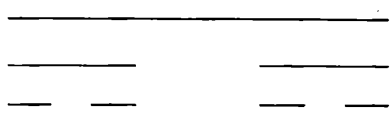
Таблица 11.1

Предимства (+) и недостатъци (-) на векторната и растерната графика

Векторна графика	Растерна графика
+ Мащабируемост	- Немащабируемост
+ Малък размер на файла	- Голям размер на файла
- По- малък брой ефекти	+ По- голям брой ефекти
- По- сложни алгоритми	+ По- прости алгоритми

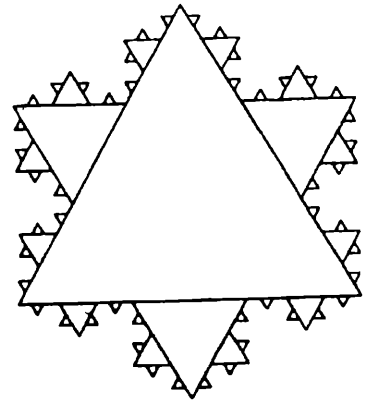
Фракталната графика е графика, която се базира на фрактал, който е такава форма, при увеличаването на малка част от която, се получава подобна или идентична форма на цялата форма (при по- простите фрактали формата е идентична, а при по- сложните- подобна).

Пример за прост фрактал е множеството но Кантор (фиг.11.1). Ако отсечка с дължина 1 се раздели на три части и от нея се махне средната част ще се получат две отсечки с дължина 1/3. Ако всяка от новите отсечки се раздели на три части и от тях се махне средната отсечка ще се получат 4 отсечки с дължина 1/9. Ако този процес се извършва чрез компютър той може да продължи безкрайно като всеки път се получават пак фигури к изходната форма- отсечки.



Фиг. 11.1. Множество на Кантор

Популярен пример за фрактал е снежинката на Кох (фиг.11.2). Тук изходната форма е равностранен триъгълник, всяка страна на който се разделя на три части. С основа средната отсечка се строи навън нов равностранен триъгълник. Отново всяка отсечка от получената фигура се разделя на три части и с основа средната отсечка се строи навън нов равностранен триъгълник. И т.н.



Фиг. 11.2. Снежинка на Кох

Фракталът на Манделброт се получава по елементарната зависимост

$Z = Z^2 + C$, където Z и C са комплексни числа, C= const

След първоначален избор стойностите на **Z** и **C** се заместват в уравнението, а получената след пресмятането стойност заедно със C отново се замества в него и т.н. (рекурсия). Получената геометрична форма като съвкупност от точките с пресметнатите координати е неочаквано атрактивна.

С появата на книгата на Манделброт (Фрактална геометрия на природата, 1982 г.) се заговори за нова геометрия, която позволява да се изучават облаци, брегова линия, обекти на живата природа. Фракталите са част от математиката, наричана „динамични системи", или „теория на хаоса".

Свойствата на фрактала са себеподобие и неограниченост. Неговата дименсия не е цяло число. Популярното приложение на фракталите са занимателни фигури и текстури.

За любопитните- вж. www.ultrafractal.com.

11.3. БАЗОВИ ТЕХНИЧЕСКИ И ПРОГРАМНИ СРЕДСТВА В АВТОМАТИЗАЦИЯТА НА ИНЖЕНЕРНИЯ ТРУД

11.3.1. ТЕХНИЧЕСКИ СРЕДСТВА

Техническите средства за автоматизация на инженерния труд се състоят от компютри и периферни устройства, които изграждат различни по състав и възможности конфигурации за работа на потребителя. Изборът на конкретна конфигурация се определя от вида на решаваните задачи и наличната техника. Разнотипните конфигурации могат да се обобщят в следните категории: графични системи с главен компютър и няколко интерактивни подсистеми; графични работни станции в мрежа; графични системи на персонални компютри. Напоследък като основен метод за обработка на информацията се налага разпределената обработка, поради което предимно се използват последните два типа конфигурации. Съвременните конфигурации се доставят с базово програмно осигуряване, включващо операционна система (известна в компютърната терминология като "платформа") и програмно осигуряване към всяко периферно устройство, необходимо за неговото управление (така наречените драйвери). Една перспективна технология за конфигуриране на периферните устройства е системата PnP (Plug and Play - Постави и работи), която осигурява при включване на устройство неговото автоматично разпознаване и управление от компютъра.

Съвременното базово програмно осигуряване (операционна система Windows) включва графично ядро, което осигурява обслужването на диалога и изобразяването на графичните обекти. Използваните масови изчислителни устройства (компютри) са 32-разрядни процесори с оперативна памет (RAM) над 128 MB, която в последните години достига 1 GB, производителност над 10 MIPS (милиони инструкции в секунда) и тактова честота 1 GHz.

В качеството на външна памет се използват твърди магнитни и оптични дискове, магнитни ленти. Най-общо периферните устройства се разграничават на входни (клавиатура, скенер, дигитайзер и др.) и изходни (принтер, плотер, дисплей и др.). В зависимост от типа на информацията, която обработват, са графични и неграфични, а според режима на работа с програмния продукт входните устройства са диалогови (интерактивни) и недиалогови.

В съответствие с метода за създаване на графичното изображение в графичните устройства се различават векторна и растерна графика.

При **векторната графика** изображението се създава като последователност от линии (вектори).

При **растерната графика** изображението представлява последователност от изобразени точки (пиксели), подредени в редове и колони. Създава се при последователно обхождане (сканиране) на редовете като се управлява интензитета и цвета на всяка точка. Основно предимство на растерната графика е постигането на реалистично изображение на пространствени обекти чрез цветно изображение със светлосенки.

Устройства за графичен изход

Графични дисплеи. Според начина на получаване на графичното изображение са векторни и растерни.

Устройства за изход върху постоянен носител (хартия, фотофилм, фолио и др.). Служат за създаване на технически чертежи, илюстрации, компютърни картини и др. Подобно на дисплеите са векторни и растерни.

Плотерите най-често са векторни устройства. Използват пишещ уред, който може да се придвижва върху носителя по произволна линейна траектория като чертае точки и линии. Разграничават се барабанни, при които хартията се придвижва по барабан в една посока, а пишещият уред - постъпателно в посока, перпендикулярна на движението на хартията, и плоски, при които хартията е закрепена върху плот, а пишещият уред се движи постъпателно по рамо, чието движение е перпендикулярно на това на уреда.

Принтерите са изключително растерни устройства, които построяват изображение чрез последователно сканиране и отбелязване на точки с определена интензивност и цвят. Различават се матрични, мастилено-струйни, лазерни, електростатични и др.

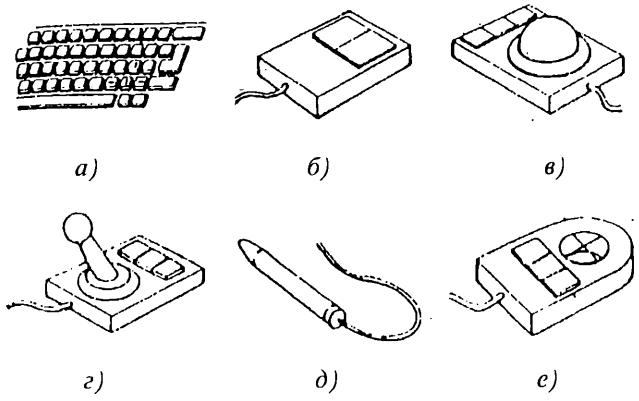
Устройства за графичен вход

Дигитайзери. Служат за преобразуване в цифров вид на координатите на характерни точки от готов хартиен чертеж, закрепен неподвижно върху плота на дигитайзера. При придвижване на указващия уред върху работната повърхност на устройството и натискане на бутон се заснемат и предават в цифров вид координатите на указващия уред спрямо координатната система, неподвижно свързана с работната повърхност.

Скенери. Представляват устройства, чрез които се обхожда (сканира) готово изображение и се превръща в растерен образ като се използват методите за обработка на изображения.

Интерактивни входни устройства

Тези устройства изпълняват интерактивни дейности като задаване на координати и местоположение на обект в някаква координатна система, посочване на елемент от екранно изображение, въвеждане на команди и данни и др. Върху екрана винаги се изобразява графичен символ, наречен курсор или маркер, чиято позиция се определя от интерактивните действия. Движението му може да се управлява от следните устройства (фиг. 11.3): клавиатура



Фиг. 11.3. Устройства за интерактивни действия

(фиг. 11.3а); мишка (фиг. 11.3б); координатна топка (фиг. 11.3в); координатна ръчка (фиг. 11.3г); светлинно перо (фиг. 11.3д); указващ уред на таблет (фиг. 11.3е - визьор). Повечето интерактивни устройства дават двойка координати, съответстваща на преместването.

Независимо от многообразието си интерактивните устройства изпълняват функции, които могат да бъдат класифицирани в няколко групи според характера на входното въздействие. За всяка група се дефинира виртуално "логическо" устройство, което реализира определена интерактивна дейност:

- **Локатор** (locator - устройство за позициониране). Въвежда координати или местоположение на обект в някаква координатна система. При придвижване на показалец върху работната повърхност на устройството и натискане на бутон се заснемат и предават в цифров вид координатите на показалеца спрямо координатната система.Типични физически устройства са: мишка, координатна ръчка и топка, таблет.

- **Валюатор** (valuator - устройство за въвеждане на стойности). Въвежда стойност от непрекъснат интервал от реални числа. Типично устройство е потенциометърът. Чрез придвижване на работния орган на устройството се променя плавно стойността на някаква величина. Тази стойност се преобразува в цифров вид и се предава към компютъра. Въвежданата цифрова стойност обикновено се визуализира. Мишката също може да изпълнява функциите на валюатор. Клавиатурата се използва за задаване на числа чрез цифровите си клавиши.

- **Селектор** (choice - устройство за избор). Определя една от ограничен брой възможности. Типично устройство е функционалната клавиатура. В условията на конкретна програма натискането на даден функционален клавиш активира определена избрана от потребителя функция. Разширяване на функционалната клавиатура се постига чрез използуване на клавишни комбинации, включващи регистровите клавиши Alt, Ctrl и Shift. Неудобството на функционалната клавиатура като селектор се състои в необходимостта от запомняне на предназначението на отделните клавиши и клавишни комбинации, което е различно за всяка диалогова програма. По тази причина в графичния диалог, наред с функционалните клавиши широко се използува "натискането" (посредством позициониране на курсора на мишката и натискане на бутон) на именовани диалогови компоненти, изображения на надписани бутони, редове от менюта, редове от изобразени списъци и пр.

- **Указател** (pick - устройство за посочване). Посочва се един от множество изобразени графични обекти. Пример за такова устройство е светлинното перо. В съвременния графичен диалог разпознаването на графичен обект чрез посочване на екранния му образ се осъществява с програмни средства.

- **Устройство за въвеждане на текст** (string). Типично устройство е буквено-цифровата клавиатура. За въвеждането на символи, които отсъствуват от клавиатурата, е възможно временно изобразяване върху екрана на таблица с необходимите символи и избор от нея чрез мишката.

11.3.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЕЛЕМЕНТИ НА ГРАФИЧНИЯ ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙС

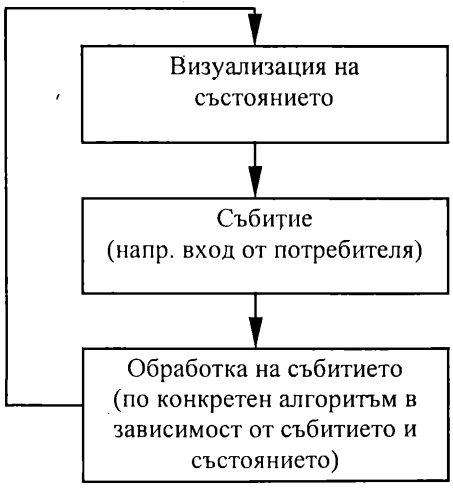
Графичен потребителски интерфейс (ГПИ) означава начин на взаимодействие между потребителя и програмния продукт (ПП), при който потребителят осъществява своите входни въздействия (въвежда данни) чрез графични входни устройства и вижда резултатите в графичен вид. Тъй като ГПИ е обща характеристика на всички съвременни ПП, с настоящето изложение се прави опит да се изясни обобщено начинът на ползуване на повечето масово разпространени програмни продукти.

11.3.2.1. Характеристики на графичния потребителски интерфейс

Най-общите характеристики на интерфейса са интерактивност, подпомагане на потребителя и отворена архитектура.

Интерактивност на ГПИ. Интерактивност означава работа във взаимодействие. Взаимодействието е между потребителя и програмния продукт и се осъществява непрекъснато в течение на целия сеанс на работа. Програмни продукти с графичен потребителски интерфейс се управляват от събития по схемата изобразена на фиг.11.4.

Визуализацията представлява графично изображение на текущото състояние, включващо образ на създа-



Фиг. 11.4. Схема на взаимодействие потребител - програмен продукт

дените обекти, образ на средата (напр. налична памет, време, отворени файлове, режими на работа и пр.) и подсещане за възможни следващи действия. Събитието най-често е входно въздействие от потребителя, но може да бъде и друго, напр. изтичане на предварително зададен интервал от време, завършване на паралелно протичащ процес на обработка и пр. Обработката на събитието във всички случаи зависи от текущото състояние, напр. наличните в момента обекти, активните в момента режими на работа и др. Едно възможно събитие е заявката за прекратяване на работата по обработка - прекратяване с или без запазване на текущия резултат. Изпълнението на схемата от фиг.11.4 всъщност е реализация на диалог между потребителя и програмния продукт. Важно условие за осъществяване на диалога е наличието на обратна връзка между програма и потребител. На всяко входно въздействие на потребителя трябва да се получи отклик в приемливо време - не повече от няколко десетки секунди.

Подпомагане на потребителя. Разпространението на един програмен продукт зависи не само от неговите функционални показатели определени от предназначението му, но и от това, доколко потребителите са улеснени при усвояването и ползуването на продукта. Тези улеснения включват различни по обхват и начин на достъп помощни текстове, текущи подсещания, обучаващи програми, печатна документация върху хартиен или електронен носител. Характерна е възможността едни и същи функции на програмата да се активират по различен начин (по-бавно и с повече подсещане или обратно) в зависимост от подготовката на потребителя. Друго улеснение, повишаващо производителността, е изпреварващото действие на програмата. В конкретно текущо състояние програмата прогнозира възможните следващи действия на потребителя и прави съответна предварителна подготовка, напр. създава спомагателни обекти за манипулиране и достъп до създадените от потребителя.

Отворена архитектура. Както функционалната структура, така и интерфейсът на един интерактивен програмен продукт се проектират с цел удовлетворяване на конкретни потребности. При това, интерфейсът е относително независим, различните потребители имат различни предпочитания относно начините на осъществяване на техните входни въздействия за получаване на конкретен резултат. Уместно е програмният продукт да дава възможност на потребителя да подрежда, оформя и пренастройва наличните диалогови компоненти според собствените си схващания за удобство, ефективност и естетичност. Отворената архитектура на интерфейса предполага също така и наличието на средства за надстройка над готовия програмен продукт.

11.3.2.2. Елементи на графичния потребителски интерфейс

Най-разпространената форма на диалог човек-компютър е тази на воден от програмата диалог чрез директивен език. Входните въздействия на потребителя представляват въвеждане на команди за изпълнение на определени функции и параметри за тези функции. Програмата определя допустимостта и последователността на въвеждане на входните въздействия, като визуализира непрекъснато текущото си състояние. В процеса на диалога както визуализацията на състоянието, така и входните въздействия на потребителя може да бъдат структурирани по различен начин. Тук ще бъдат изложени различните форми на организация на диалога.

При последователния диалог всяко входно въздействие се обработва от програмата, която визуализира новото състояние и извежда съобщение за очаквани нови входни въздействия. Така организираният диалог се нуждае от три интерфейсни компоненти обичайно обособени върху екранното поле:

1) *Работно поле* (фиг.11.5-1). Това е полето, върху което се изобразява резултатът от работата на диалоговия продукт, например създадените по команди на потребителя графични обекти. Обичайно работното поле заема по-голямата част от екрана.

2) *Поле за подсещане* (фиг.11.5-2). Състои се от един или няколко реда от екрана, върху които се извежда в текстов вид съобщенията (подсещанията) на програмата към потребителя.

3) *Поле за въвеждане* (фиг.11.5-3). Ред от екрана, върху който се извежда във вид на текст резултатът от входните въздействия на потребителя (текстово ехо).

Допълнително към тези три диалогови компоненти системите с последователен диалог ползуват:

4) *Меню от възможности*. Списък от думи, изведен в един ред (хоризонтално меню) или колона. Всяка дума описва команда към програмата или наименование на друго меню. Използват се няколко вида менюта:

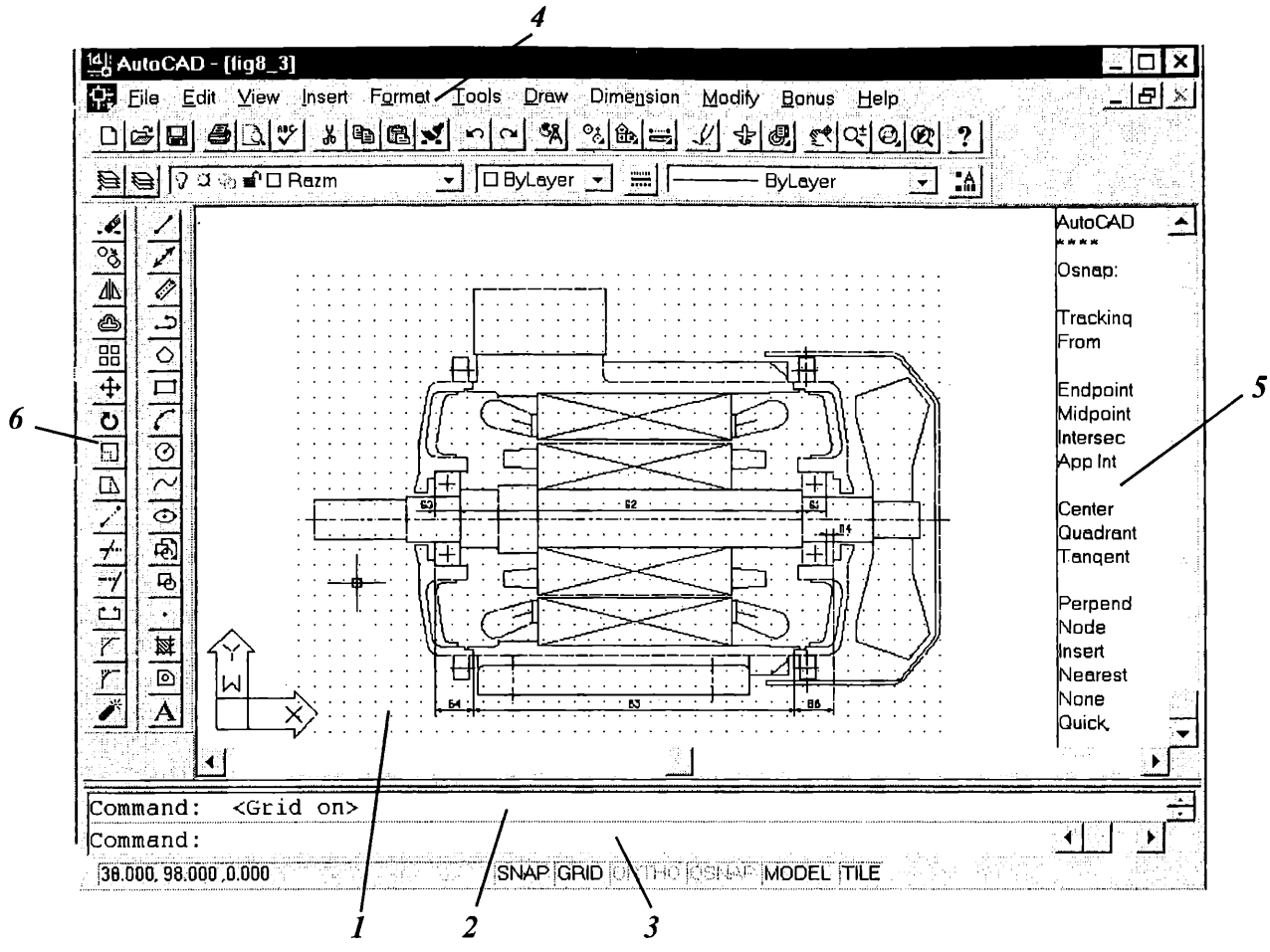
- *падащо*. Появява се при попадане на графичния показалец върху полето с неговото име и натискане на бутон на мишката. Най-често имената на падащите менюта са разположени върху лента в горната част на екрана (фиг. 11.5-4). Някои менюта са структурирани на няколко нива и образуват така нареченото *каскадно меню*, отделните нива на което са отместени едно от друго (фиг. 11.6). Това позволява на потребителя да проследява пътя, по който е стигнал до текущото ниво в йерархията. В падащите менюта се използват стандартни и общоприети имена на команди и общоприето подреждане на командите.

- *екранно* (фиг. 11.5-5). Разполага се в специално отделена област на екрана, която не се използва за чертане. Посочването с мишка върху част от тази област и натискане на бутон води до избор на разположеното там име на команда или друго меню. Екранното меню е структурирано йерархично, така че изборът на име води до изобразяване на ново меню. Намира сравнително ограничено приложение, тъй като заема полезна екранна площ.

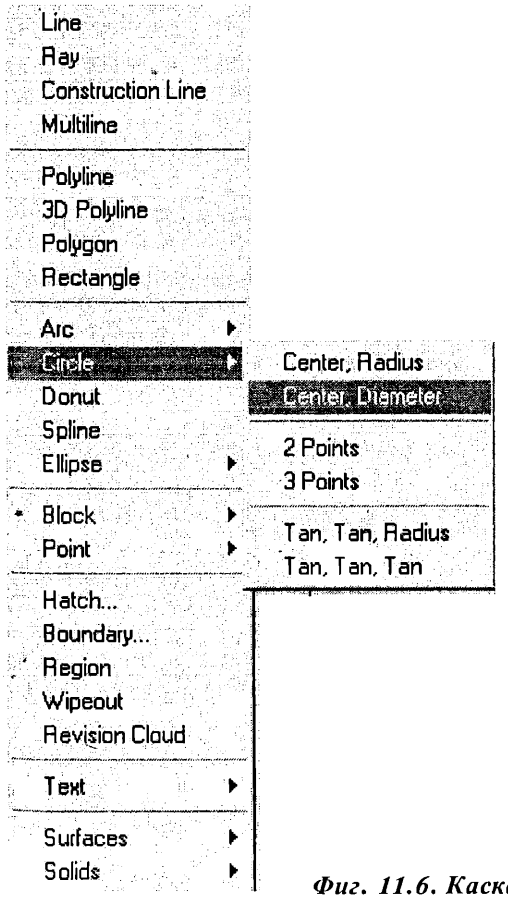
- *меню от графични бутони (икони)* (фиг. 11.5-6). Текстът в означението на елемент от меню може да бъде заменен с графично изображение, подсещащо за изпълняваната функция. Вместо меню от икони е възприет терминът "лента с инструменти (Toolbar)".

- *контекстно меню*. Използва се за бързо избиране на команди в зависимост от положението на курсора върху екрана и наличието на други условия като избран обект или активирана команда.

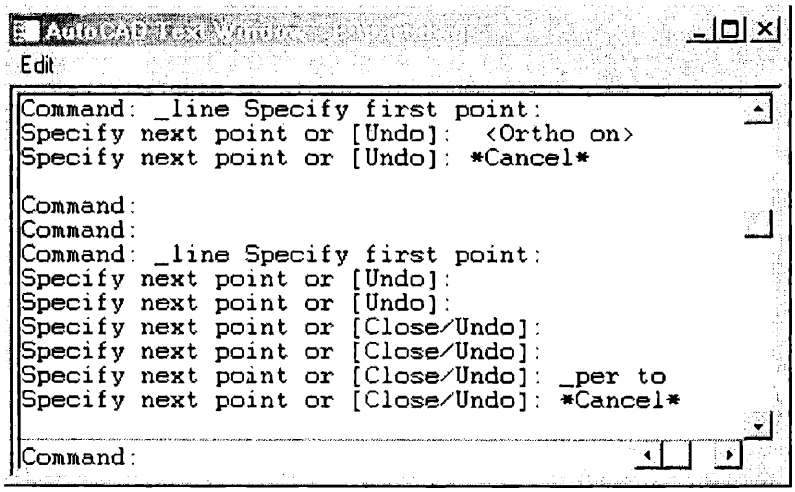
5) *Текстов екран* (фиг.11.7). Обработването на ситуации, изискващи извеждането на значителен по обем текст, налага прекъсването на графичния диалог и изобразяването на текст върху целия екран. Такива ситуации са



Фиг. 11.5. Елементи на потребителски интерфейс на AutoCAD



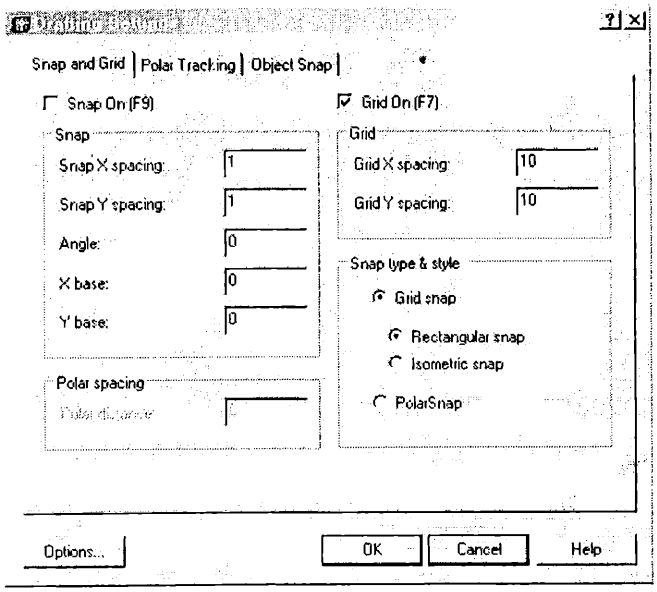
Фиг. 11.6. Каскадно меню



Фиг. 11.7. Текстов екран

например извеждането на протокол от текущия сеанс на работа, протокол от диагностика на аварийно състояние, извеждане на помощен текст.

При диалоговите програми предаването на структурирана информация вместо на единични данни би повишило значително производителността. Характерно е, че подготовката на такава структура данни от потребителя става под управлението на самата програма чрез



Фиг. 11.8. Диалогов прозорец

така наречените диалогови прозорци.

6) *Диалогов прозорец* (фиг.11.8). Диалоговият прозорец (dialog box) е средство за едновременно остойностяване на група функционално свързани разнотипни величини. Екранното й изображение се създава динамично (временно припокривайки другите изобразени обекти) и представлява озаглавена правоъгълна рамка, в която, са разположени означени с надписи полета със стойности на отделните величини. Обичайно всяка величина има предварително зададена и изобразена стойност (стойност по подразбиране), която се предава в пакета данни, ако не е изменена чрез достъп до полето. Всяка от величините може да бъде остойностявана съобразно спецификата си по различен начин - чрез локатор, валюатор, селектор или въвеждане на текст при използуване на подходящи диалогови компоненти. Потребителят може да задава стойности в отделни избрани полета и в произволен ред. При взаимна зависимост между величините (напр. при определена стойност на една величина се за остойностяването на друга) е възможно достъпът до някои полета да е забранен. Преминаване от едно поле от прозореца към друго става с натискане на управляващ клавиш (напр. Tab или интервалния) или бутон на мишката в границите на полето. При достигане на желаното съчетание от стойности на отделните величини потребителят може да предаде целия пакет от данни към програмата чрез натискане на бутон за потвърждение, след което диалоговият прозорец се премахва от екрана. Натискането на бутон за отказ води до премахването на прозореца без последствие, т.е. до запазване на първоначалните стойности на величините. До приключване на работата с диалоговия прозорец са възможни само входни въздействия върху неговите компоненти.

По-надолу следва **описание на функционалните компоненти на диалоговия прозорец**, служещи за остойностяване на различни типове величини и за различни входни въздействия. Съобразно предназначението си, всеки конкретен диалогов прозорец може да включва различни по тип, размер и разположение диалогови компоненти:

- *командни бутони*. Представляват графични изображения на правоъгълни бутони с надпис, подсказващ за предназначението им. Натискането им осъществява конкретна функция:

- бутон за потвърждение (OK). Задължителен е. Описаните в прозореца стойности се предават за използуване, прозорецът се премахва.

- бутон за отказ (Cancel). Задължителен е. Направените изменения на стойностите се отхвърлят, величините остават с предишните си стойности, прозорецът се премахва.

- бутон за помощ (Help). Създава се динамично прозорец с помощен текст, описващ използуването на конкретния прозорец. След отказ от помощния текст прозорецът се възстановява.

- бутон за възстановяване (Reset, Default). Възстановява фиксиран набор от стойности по подразбиране. Прозорецът се запазва за предполагаемо изменение на възстановените стойности.

Функциите на тези бутони често са дублирани от клавиши: Enter за потвърждение, Esc за отказ, функционални клавиши за другите.

- *бутони за превключване*. Представляват надписани отстрани малки рамкирани полета. Служат за остойностяване на логически величини (Да/Не). Наличието на маркер в полето означава "Да", празното поле - "Не". "Натискането" в полето води до превключване на състоянието. Използуват се най-често за включване/изключване на различни режими на работа.

- *бутони за взаимноизключващ избор*. Представляват обособени в рамкирано поле група бутони, оформени както бутоните за превключване. Само един от тях може да бъде в положение "Включено". Натискането на произволен невключен бутон от групата води автоматично до изключването на предишния.

- *плъзгач*. Представлява графично изображение на скала с разположен върху нея показалец (плъзгач). Преместването на плъзгача чрез мишката променя стойността на дадена величина в определени граници. Обикновено в съседство с плъзгача има поле за визуализация на стойността в цифров вид или аналогова - чрез промяна на размерите на изобразен обект. Плъзгачът е реализация на валюатор. Друго възможно представяне на валюатор в диалоговата рамка е поле с изобразена върху него числена стойност, която се променя чрез натискане на стрелки за намаляване и увеличаване, разположени в съседство с полето.

- *ленти за изместване* ("скролиране"). Възможно е даден обект (текст, графика) да не се изобразява изцяло в предназначеното за него поле, т.е. полето да служи като прозорец, през който се вижда част от обекта. В такъв случай успоредно на долната и дясната граници на полето се разполагат ивици (ленти), във всяка от които има по един плъзгач. Разположението на плъзгачите показва мястото на изобразената част спрямо целия обект. Плъзгачите се преместват чрез "влачене" или чрез натискане на стрелки за придвижване, разположени в краищата на лентите. При преместване на плъзгачите прозорецът се измества спрямо изобразявания обект, т.е. вижда се друга част от обекта.

- *поле за въвеждане на текст* (поле за редактиране).

Поле, в което се въвежда символен низ от клавиатурата. Възможни са редактиращи операции - изтриване и вмъкване на символ, придвижване в границите на вече написаните символи. Когато полето е по-късо от въведения низ, се осъществява автоматично изместване на текста.

- *списък за избор*. Рамкирана колона от готови символни низове (например имена на съществуващи обекти), от които един трябва да бъде избран. Над рамката има поле, в което се вижда избраният. При отваряне на списъка първият му елемент се показва като избран. "Натискането" върху елемент от списъка го прави избран. Ако рамката не побира целия списък, отстрани се добавя лента за скролиране. Вариант на списъка за избор е скритият "разгъващ се" списък. В този случай предварително се визуализира само полето с избрания по подразбиране елемент. Отстрани на полето има маркер, който при натискане разгъва изображението на списъка.

- *поле за извеждане на текст*. Правоъгълна рамка, в която програмата извежда текст за потребителя (съобщения, помощен текст). Ако е необходимо, добавят се скролиращи ленти. Потребителят може само да прочете текста.

- *поле за извеждане на графика*. Правоъгълна рамка, в която е изведено графично изображение. Чрез "натискане" вътре в полето потребителят осъществява някакъв избор - на функция или обект, символизирани от графичното изображение.

11.4. ПРИЛОЖНИ CAD СИСТЕМИ

11.4.1. ОБЩИ СВЕДЕНИЯ

CAD системите подпомагат инженерната дейност в области като: инженерни изчисления; конструиране; инженерен анализ на структурата на изделието и изследване на поведението му при работа; изработване на документация. Новите технологии в развитието на апаратните и програмни средства на CAD (като RISC процесори, обектен принцип на изграждане) допринасят за по-пълно взаимодействие между отделните фази на проектиране, с което се ускорява процесът "проектиране-технологична подготовка-производство".

Най-съществени функционални характеристики на съвременните CAD системи са:

- **Интерактивност**. CAD системите включват интерактивна графична система, която обслужва диалога с потребителя и извършва визуализацията на обработваните данни за обекта.

- **Модулен принцип на организация на структурата**. Използват се самостоятелно функциониращи програмни модули с определено предназначение, например за конструиране, изчисления, анализи, технологично проектиране и др., които в зависимост от обхвата и целите на решаваните задачи могат да бъдат включени в програмната конфигурация (програмното осигуряване).

- **Гъвкав и унифициран потребителски интерфейс**. Това означава, че елементите и организацията на интерфейса са сходни за повечето CAD системи (най-често тип Windows или Unix), което позволява бърза ориентация и адаптиране на потребителя при работа с различни CAD системи. Предоставена е възможност на потребителя за допълнителна настройка според личните си предпочитания за удобна работа.

- **Интерфейси към и от други CAD системи** за обмен на данни в различни формати (DXF, IGES, Step).

- **Достъп до Internet**.

- **Поддържане на общ модел** на изделието на всички нива на описание и всички фази на проектиране.

- **Отворена архитектура**. Предоставени са средства за: разработване на потребителски библиотеки от обекти; създаване на потребителски програми чрез вграден в системата език за програмиране; стартиране на външни за системата приложни програми.

Повечето от изброените характеристики са реализирани в CAD системи като: CATIA, ProEngineer, EUCLID Quantum, Unigraphics, Solid Works.

11.4.2. КЛАСИФИКАЦИИ

Съществуват различни класификации на CAD системите. Някои от тях се отнасят до цена и възможности (доколкото има съответствие между тях), други разглеждат използваните подходи, заложени в системите, а трети- използваните техники.

Широко разпространена е класификацията по първия признак:

- CAD системи от висок клас (цена: над 20 000 $);
- CAD системи от среден клас (цена: -10 000-20 000 $);
- CAD системи от нисък клас (цена: под 10 000 $);

Като се има предвид, че цените се променят сравнително динамично, тази класификация трябва да се разглежда само като разграничаваща системите по възможности.

Принципите (подходите), върху които е изградена CAD системи също се различават. Съвременните системи за проектиране на ТО обикновено включват:

- моделиране чрез инженерни компоненти; при него моделирането е базирано на работа с известните на инженера компоненти, типични за неговата дейност, напр. отвор, фаска, ребро и т.н.;

- параметрично моделиране; формите в този модел са зададени не чрез конкретни размери, а чрез параметри, които се движат в определени граници; при промяна на размер в тези граници съществуващият модел автоматично се променя.

Основните техники (които непрекъснато се увеличават) са:

- техника на чертожните слоеве; при нея се използват различни слоеве, в които се разполагат различни елементи на модела (за тази техника в AutoCAD вж.т.11.6.9).;

- техника на макросите; в CAD системите макросите представляват съвкупност от предварително записани команди, които с активирането на макроса автоматично се изпълняват;

- техника на шаблоните; предварително подготвен документ, върху който продължава работата със системата, напр. готов формат;

- техника на манипулаторите; малки черни квадратчета, които се появяват около избран обект и означават, че той може да се манипулира (напр. мести, променя размер, завърта и др.);

- контекстна техника; тази техника се опитва да предугади намеренията на проектанта, като му предлага меню

с възможни за конкретния случай команди (обикновено извиквано с десния бутон на „мишката") или графични знаци, напр. трасиращи линии за изравняване на обектите;

- техника на йерархичното дърво; йерархичното дърво съдържа приета последователност от изпълнени обекти и/ или команди; то позволява манипулиране на тези обекти и команди (маркиране, преместване, изтриваване и др.);

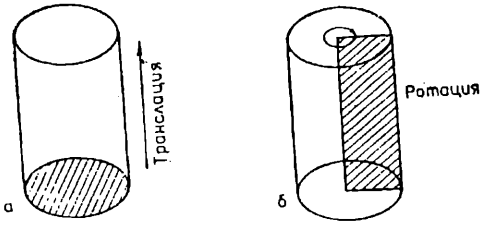
- техника „влачене и пускане" („drag&drop"); действие, при което се маркира чрез „мишката" един виртуален обект от екрана, копира се и се премества до друго място или върху друг виртуален обект, напр. изображение от Tool Palettes Window на AutoCAD може да се премести чрез влачене на всяко място от работното поле.

11.4.3. ГЕОМЕТРИЧНО МОДЕЛИРАНЕ

За да обслужва решаването на определен клас задачи, CAD системата построява модел, представляващ описание на обектите, с които потребителят работи. Моделите са разнообразни и ориентирани към специфична приложна област, например: електротехническо изделие, електронни схеми, печатни платки, технологичен процес и т.н. Моделите, които описват обектите на конструиране, съдържат информация за форма, геометрия и топология, а така също и негеометрична информация за функционални и други характеристики на тези обекти. Известни са като **геометрични модели**. Необходимостта от създаване и обработване на геометрични модели в CAD системите обособи нов дял от компютърната графика, наречен **геометрично моделиране** с предмет методите за цифрово представяне на геометричната информация за обектите във вид удобен за обработване от CAD система. Създаденият геометричен модел на обекта има разнообразни приложения като: анализ и инженерни пресмятания на изделието; изработване на конструкторска документация; създаване на реалистично изображение със светлосенки от различни гледни точки и различни светлинни източници; проектиране на технологичния процес на изработване на изделието; генериране на управляващи програми за машини с цифрово-програмно управление (ЦПУ).

Геометричните модели са двумерни и тримерни. Исторически първите създадени модели, намерили приложение в CAD системите, са двумерните с основно предназначение изработване на чертежи. Техниката на създаване на **двумерни модели**, известна като 2D моделиране, се базира на принципите на построителната геометрия. Основните геометрични елементи са: точка, отсечка, дъга от окръжност или други криви от втори ред, интерполационни криви, текст и др. Чрез тези елементи се построяват контурите на проекциите на обектите в декартова координатна система. Отсечките се задават само с крайните си точки. Дъга се определя по разнообразни начини: крайните точки и една междинна; начална точка, ъгъл и радиус; крайни точки и радиус и т.н. Окръжност се дефинира също по няколко начина: 3 точки; две точки определящи диаметъра и център на окръжността; център и радиус и т.н. Кривите се задават с набор от точки, които впоследствие се интерполират или апроксимират със зададена точност. Контурите на обектите са външни и вътрешни, като наличието на материал между тях при разрез се означава с щриховка. Размерите се поставят с оразмерителни процедури, съобразени със стандартите. Към модела може да се добавя произволен текст.

При **2 1/2 D моделирането** обектът се задава като равнинна фигура, която се премества по зададено направление или завърта около ос (фиг.11.9). Моделът не съдържа описание на полученото тяло, а само инструкция за преместване на определено разстояние или завъртане на определен ъгъл.

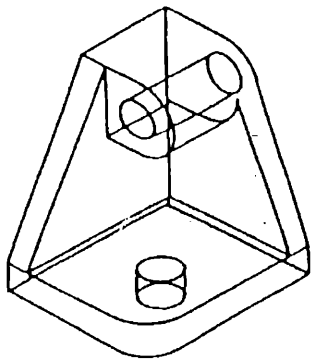


Фиг. 11.9. 2 ½ D моделиране

11.4.3.1 Тримерно моделиране

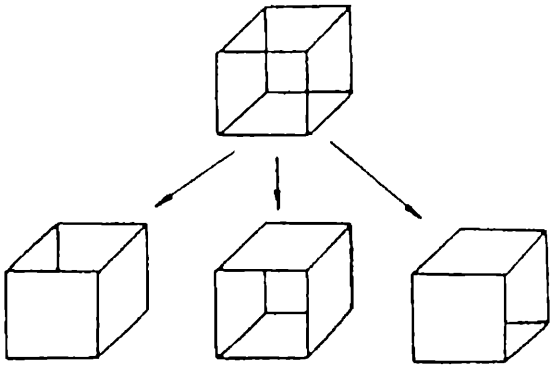
Тримерните модели, известни още като 3D модели, описват обектите в тримерното пространство. Известни са различни техники на изграждането им:

Ръбово представяне (Wire Frame Representation, използва се със съкращението WF). Геометричната форма на тялото се задава само с ръбовете, които могат да бъдат отсечки или дъги (фиг.11.10). Тъй като не е дефинирана ориентация на повърхнините, заграждащи тялото, спрямо материала, не може да се определи дали дадена точка лежи вътре или извън тялото.



Фиг. 11.10. Ръбово представяне на тримерен обект

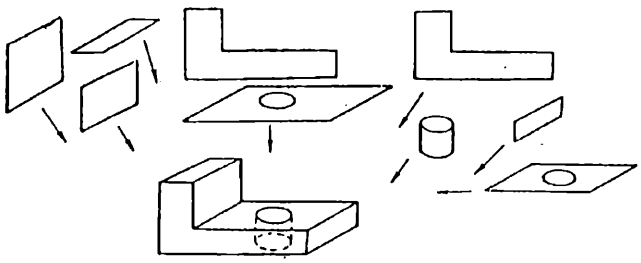
В този смисъл ръбовият модел е нееднозначен, т.е. може да представя различни обекти, което допълнително затруднява потребителя (фиг. 11.11). Намира приложение главно при съставяне на чертежи и за визуализация на невидими ръбове на обекти. Не е пригоден за построяване на реалистично изображение или за изчисляване на материални характеристики на обекта като маса, център на тежестта и др.



Фиг. 11.11. Неоднозначност на ръбовия модел

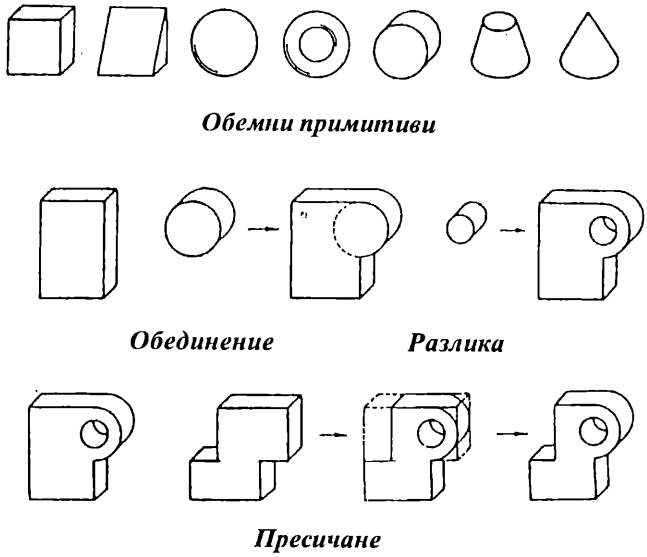
Гранично представяне (Boundary Representation). Моделът се представя чрез списък от повърхнини, ръбове и върхове и връзките помежду им. По този начин свързаните повърхнини, ръбове и върхове на тялото описват обемна геометрична структура (фиг. 11.12), която е еднозначно определена.

Граничното моделиране позволява лесно и бързо генериране на чертежи, редактиране на създадения модел, преобразуване на модела в ръбов и обратно. Недостатък на граничния модел е липсата на информация за материалните свойства на обекта.



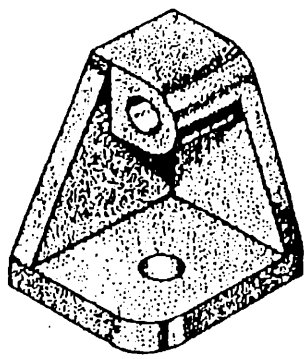
Фиг. 11.12. Гранично представяне на тримерен обект

Твърдотелно моделиране (Constructive Solid Geometry - конструктивна твърдотелна геометрия). Обектите се задават като комбинация от обемни примитиви, върху които се изпълняват булеви операции (обединение, пресичане, разлика - фиг.11.13). Като обемни примитиви се използват паралелепипед, пирамида, клин, конус, цилиндър, сфера, тор, които се задават като материални тела. По този начин в описанието на обектите се въвежда понятието материя. За разлика от ръбовия и граничния модели, които представляват описания на геометрична информация (върхове, ребра, контури), твърдотелният модел описва техниката (процедурите) на изграждане на обекта от обемни примитиви чрез прилагане на булеви операции.



Фиг. 11.13. Твърдотелно моделиране на тримерен обект

Той се характеризира с компактност на данните за обекта, поради което изисква по-малко памет в сравнение с граничния модел. При визуализация се извършват значителни по обем изчисления на контурите на тялото. Съществени предимства на обемния модел са: наличие на информация за материалните свойства на обекта, което позволява изчисляването на характеристики като маса, инерционни моменти, център на тежестта и др.; възможност за преобразуване в ръбов или граничен модел; получаване на реалистично изображение на обекта в цвят и светлосенки (фиг. 11.14).



Фиг. 11.14. Твърдотелен модел

Важен недостатък на твърдотелния модел е големият обем памет и недостатъчно бързодействие при визуализация. При съвременното състояние на компютърните ресурси този проблем е решен.

11.4.3.2. Двумерна графика

Повечето съвременни CAD системи поддържат двумерни геометрични модели, които служат както за изработване на чертежи, така и като подготвителен етап при тримерно моделиране на електротехнически изделия.

Известни са два подхода при създаване на чертежи: първият използва техниката на геометрични построения при съставяне на проекциите на обекта; вторият се основава на предварително изграден тримерен модел на обекта и автоматично генериране на правоъгълните му проекции. Първият се използва при автономно разработване на конструкторска документация, а вторият

- като краен резултат на автоматизираното конструиране и анализ на изделието. CAD системите за конструиране и инженерни анализи работят с тримерни геометрични модели на обектите като въвеждането на информация за тях най-често започва от построяването на контурите на обекта или негови проекции, които служат за първоизточник при изграждане на модела.

От гледна точка на конструкторското документиране интерес представляват методите и средствата на двумерната графика в CAD системите.

Базовите елементи, които изграждат геометричните обекти в CAD, са известни като **графични примитиви**. Задават се чрез геометрични параметри за форма и разположение и **атрибути**. Последните съдържат негеометрична информация, която се асоциира към обекта и най-често описва характеристиките за визуализация като цвят, тип линия, дебелина на линията и т.н. Атрибутите позволяват на потребителя да разграничава графичните обекти и да им придава различен смисъл в процеса на работа. Наборът от графични примитиви обикновено включва: точка, отсечка, дъга, окръжност, многоъгълник, полилиния, сплайн и др. Предвидени са различни варианти за дефинирането им, което улеснява потребителя при създаване на графичното изображение.

Интерактивните дейности в CAD системите се реализират чрез функциите на компютърната графика: позициониране, въвеждане на стойности, избор на възможности, посочване. Основно средство за общуване между потребителя и системата са командите. Достъпът до тях е организиран по разнообразни начини: избор от меню; използване на функционална клавиатура (F1- F10); директно изписване на команда в командния ред.

Въвеждане на координати и позициониране (задаване на местоположение) на графичните обекти се извършва в декартова координатна система с начало долния ляв ъгъл на работното поле. За улеснение на потребителя CAD системите предлагат възможности за смяна на координатната система чрез дефиниране на т.нар. потребителска координатна система, получена чрез задаване на нова позиция на координатното начало и направление на координатните оси или базирана на избран обект. Координати се въвеждат по няколко начина:

- чрез пряко въвеждане на числени стойности от клавиатурата, които задават: абсолютни (декартови или полярни) координати спрямо зададена координатна система; относителни координати спрямо последната въведена точка;

- чрез директно посочване на точка от екрана посредством графичния курсор.

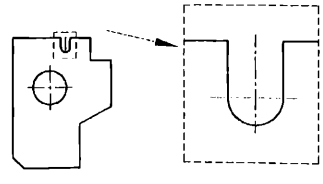
Спомагателно средство за улеснение на позиционирането е използване на **невидима координатна мрежа**. Преместването на курсора е строго ограничено и се извършва на стъпки по възлите на мрежата. Тази технология позволява позициониране на обекти само по мрежа и се използва предимно в системите за проектиране на печатни платки. Известна е като **мрежово привързване**. Възможно е използване на **видима координатна мрежа**, която подпомага потребителя при чертане, без да фиксира стъпката на курсора. При изработване на чертеж много често се налага да се свържат два графични обекта в специфични точки, които представляват техни геометрични характеристики като: крайни точки, центрове на дъги и окръжности, допирни точки и др. Наричат се характеристични точки на обекта. За решаване на този проблем характеристичните точки се приемат като притегателни центрове за курсора и позиционирането се извършва в тях. Този режим на позициониране е известен като "**обектно привързване**".

Друго полезно средство при позициониране на по-сложни графични обекти, както и преместването или модифицирането им чрез репозициониране на техни характеристични точки е "**динамичното манипулиране**". Представлява динамично изменение на положението и/ или формата на обекта в съответствие с движението на локатора (управляващ графичния курсор върху екрана). Пример за динамично манипулиране е "влачене", използвано при преместване на обект в ново положение.

Посочване се налага при всяка модификация на обект, който потребителят е създал интерактивно. Например операции по преместване, завъртане, симетрия спрямо ос и др. изискват идентификация на елементите. Използва се също при проследяване на контур, ограждащ област, която се щрихова. Най-разпространеният начин за посочване, който позволява лесно графично идентифициране на обектите при използване винаги на едно и също устройство, е посочване с локатор.

Динамичната навигация е начин за посочване, при който доближаването на курсора (управлява се от локатор) до даден обект предизвиква оцветяването му, за да покаже кой обект би бил избран, ако в този момент потребителят натисне бутон на локатора. **Обхождане на обекти** е друг интерактивен похват за посочване. Прилага се, когато се избира обект в област от чертежа, където обектите са близко разположени и идентификацията е затруднена. Състои се от последователно обхождане и маркиране на обектите до указване на желания избор от потребителя.

Прегледът на създадените обекти върху екрана се осъществява чрез избор на подходящи режими за визуализация като: пречертаване и регенерация за обновяване на изображението след операции по редактиране; преместване на екранния прозорец върху различни части от чертежа; промяна на мащаба на екранното изображение с цел приближаване или отдалечаване на изобразяваните обекти при разглеждане и редактиране без да се изменя големината им (фиг. 11.15).



Фиг. 11.15. Мащабиране на екранното изображение

Функциите за редактиране на графични обекти обхващат:

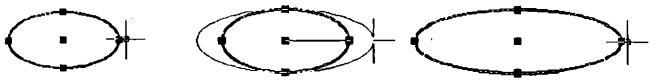
- промяна на атрибутите чрез предефиниране на цвят, тип на линията, видимост и т.н.;

- промяна на геометричните параметри чрез:

а) **Задаване на нови стойности** в символен (цифров) вид;

б) **Динамично манипулиране**. Извършват се операции преместване, завъртане, симетрия спрямо ос, премащабиране, разтягане/свиване (променя дължината на обект чрез преместване на част от него); удължаване/скъсяване (използва се при отворени обекти като линия, дъга).

в) **Манипулатори**. Манипулаторите предлагат удобен начин за модифициране на обект чрез репозициониране на характеристични точки от него или от неговата правоъгълна обвивка без предварително активиране на команда за редактиране. Когато обектът е избран, в характеристичните точки се появяват малки квадратчета (манипулатори), всяко от които може да бъде активирано и чрез промяна на положението му да се измени обекта. (фиг.11.16).



Фиг. 11.16. Модифициране чрез манипулатори

г) **Операции, в които други обекти служат като инструменти**. Например отрязване на обект в място, определено от границите на друг обект; продължаване на части от обект до граници на друг обект.

В CAD системите широко се използват **конструктивни операции** за създаване на нови обекти към вече съществуващи, например създаване на скосяване и закръгления. Задаването на подходящ режим на присъединяване (**обектно привързване**) на въвеждан графичен примитив към характеристични точки от съществуващ обект позволява построяване на обекти като перпендикулярна права, допирателна към дъга или окръжност и т.н. без да се извършват допълнителни геометрични построения типични за ръчното чертане.

Операциите за размножаване на съществуващи обекти включват копиране, успоредно пренасяне, копиране в система като копията са подредени в редове и колони (правоъгълен масив) или кръгообразно (полярен масив).

В чертежа често се налага неколкократно използване на една и съща група графични обекти. Такива групи например са условните графични означения в електрическите схеми, изображенията на стандартните детайли в чертежите на сглобените единици и др. CAD системите предоставят възможности за **групиране на различни обекти в съставен обект**, който се третира като едно цяло. В AutoCAD съставният обект е известен като блок. При създаване блоковете се записват с име, чрез което се извикват и разполагат в работното пространство на чертежа. Вмъкването им в чертежа се осъществява в произволен мащаб и завъртане. За многократно използване на блоковете в различни чертежи е целесъобразно записването им като чертожни файлове. Механизмът на групиране на обекти се прилага и при разработване на библиотеки от символи и елементи, използвани в чертежите. При необходимост блоковете могат да се разчленят на съставящите ги обекти.

Щриховане в CAD системите се реализира върху област, ограничена от затворен контур от обекти. Идентифицирането на областта се извършва чрез посочване на обектите, дефиниращи границите й, или чрез посочване на вътрешна точка от областта. Избира се образец от предоставения набор шаблони на щриховки и се задава подходящ мащаб и ъгъл на завъртане. Функцията "щриховане" създава асоциативен обект, което означава, че щриховката е свързана с границите на областта и всяка промяна в разположението на контурите води до съответното й изменение.

Поставянето на размери в чертежа се осъществява чрез специализирани процедури за оразмеряване, които формират съставен обект, състоящ се от спомагателни размерни линии, размерна линия, стрелки и размерен текст. След посочване на обект и указване на положението на размерната линия CAD системата измерва разстоянието и генерира съставния обект - размер. Достъпни са различни видове оразмеряване: линейно, базово, верижно, оразмеряване на ъгли, радиуси, диаметри. Предвиждат се допълнителни възможности за въвеждане на допуски на линейните размери, както и за оразмеряване с допуски на форма, ориентация и биене като системата разполага с подходящи символи за означаване на вида геометричен допуск и рамка за описание на допуска. Оразмеряването в повечето съвременни CAD-системи е асоциативно, т.е. всяка промяна в геометрията на обект води до автоматично преизчисляване на размерите. За по-ефективно оразмеряване се предоставят средства за настройка на параметрите за оразмеряване като големина и тип на стрелките, височина на размерното число, ориентация на размерния текст спрямо размерната линия и т. н., известни като стилове за оразмеряване. Те са основен метод за управление на начина на поставяне на размерите върху чертежа.

За **въвеждане и оформяне на текст** в чертежа CAD-системите осигуряват удобни средства като: настройка на височина, широчина и наклон на буквите; разнообразни начини за подравняване; възможности за дефиниране и използване на текстови стилове.

Използването на цветове и различни типове линии улеснява организирането на информацията в чертежа, като го прави по-разбираем. Ефективно средство за систематизиране на изобразяването на обектите в чертежа е **слоят**. Слоевете могат да се разглеждат като листове от прозрачно фолио, в които се намират отделни фрагменти от чертежа, като цялостното изображение се формира след наслагване на слоевете един върху друг. Всеки слой се идентифицира самостоятелно чрез име и може да се визуализира или потиска. Обектите се изобразяват в цвят, чрез линия от определен вид и се включват в подходящи слоеве. Всеки чертеж може да притежава собствена структура и конфигурация на слоевете.

11.5. СЪЗДАВАНЕ НА ПРИНЦИПНИ ЕЛЕКТРИЧЕСКИ СХЕМИ И ПРОЕКТИРАНЕ НА ПЕЧАТНИ ПЛАТКИ С CADSTAR

Съвременните системи за автоматизация на проектирането в електрониката обхващат цялостния процес на проектиране от разработване на принципна електрическа схема, симулация на поведението й при различни режими на работа, физическа реализация на схемата в топология на печатна платка, проверка за спазване на техноло-

гичните норми за производство и контрол на съответствието между проектираните писти и връзките в електрическата схема, до създаване на управляващи програми за технологични съоръжения, като фотоплотери, машини за пробиване на отворите, автомати за монтаж на елементите и изработване на конструктивно-технологична документация. С въвеждане на системите за автоматизация се облекчава дейността на конструктора на етапа на проектиране като се съкращава значително времето за проектиране, намаляват се до минимум допусканите субективни грешки, генерира се цялата необходима за производството документация, включително и файловете за управление на автоматизираните линии.

Съществуват разнообразни програмни продукти за проектиране на печатни платки, които се отличават по: различната степен на автоматизация при създаване на топологията на печатната платка и нейната проверка; възможностите за физическа реализация на платката, която се определя от наличните изходи към конкретни технологични съоръжения; начините за обмен на данни с други системи; потребителския интерфейс; наличието на библиотеки, които могат да бъдат модифицирани и разширявани от потребителя. По-известни продукти, разпространени у нас са: ORCAD, CADSTAR, SMARTWORK, PROTEL и др.

11.5.1. ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НА CADSTAR

Настоящето изложение е посветено на методиката за работа при проектиране на печатна платка в програмна система CADSTAR. CADSTAR е интегриран програмен продукт на фирмата Zuken, включващ следните модули:

- графичен схемен редактор за въвеждане на принципна схема (Schematic Design);
- графичен топологичен редактор за създаване на модел на печатна платка (PCB Design);
- графичен редактор за създаване и модифициране на библиотеки: с графични символи в принципните схеми (Schematic Symbol); с корпуси на електронните елементи (PCB components); с графични елементи за оформяне на документи (Documentation Symbol).

11.5.2. ЕЛЕМЕНТИ НА ПОТРЕБИТЕЛСКИЯ ИНТЕРФЕЙС

Комуникацията на потребителя с програмния продукт се осъществява чрез елементите на унифициран потребителски интерфейс, базиран на основата на операционна система Windows, описан в т.11.3.2.

Основният екран на CADSTAR има елементи, показани на фиг.11.17.

1) *Работно поле* (фиг.11.17-поз.1) - в него се въвеждат, разработват и редактират принципната схема и модела на печатната платка.

2) *Поле за подсещане и въвеждане на команди* (фиг.11.17-поз.2) - в него се извеждат съобщенията на програмата към потребителя и се въвеждат команди и параметри на команди от потребителя.

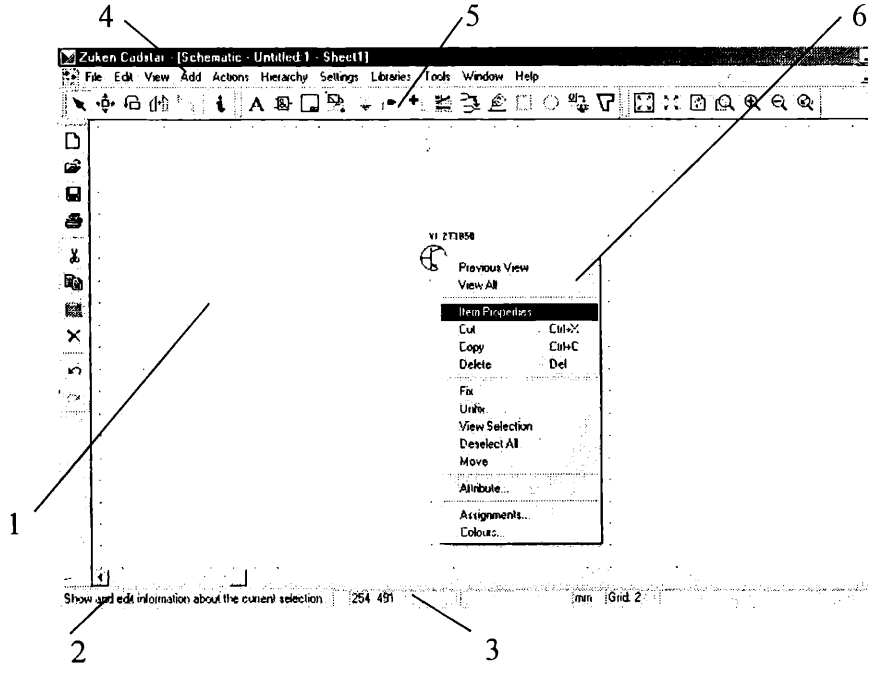
3) *Поле на състоянието* (фиг.11.17-поз.3) - в него се изобразяват координатите на курсора и действащите в момента режими на работа.

4) *Лента с падащи менюта* (фиг.11.17-поз.4) - съдържа командите на CADSTAR. Изборът на меню и команда от него се изпълнява с мишката или от клавиатурата.

5) *Лента с инструменти* (фиг.11.17-поз.5) - съдържа бутони с графични изображения, подсещащи за изпълняваната операция.

6) *Контекстно меню* (фиг.11.17-поз.6) - използва се за бързо избиране на команди в зависимост от положението на курсора върху екрана и други условия (напр. наличие на избран обект или команда, която е в процес на изпълнение). Активира се с десен бутон на мишката. Контекстните менюта се активират в работното поле в следните случаи:

- когато не е избран обект и не е стартирана команда;
- когато е избран обект и не е стартирана команда;



Фиг. 11.17. Работен екран на CADSTAR

- когато е активирана команда.

11.5.3. ИНТЕРАКТИВНИ ДЕЙСТВИЯ

1) Въвеждане на команди. Команда може да бъде въведена от: падащо меню, лента с инструменти, контекстно меню, функционален клавиш, клавиатура.

Въвеждането на команда от клавиатурата чрез изписване на буква и стойност на параметър в командния ред (фиг.11.17.-поз.2) завършва с натискане на клавиш *Enter*. Между командата и параметъра се поставя интер-

вал. По-често използваните такива команди са:

F име - (find) намира, маркира и показва елемент с посоченото име;

G n - (grid) променя стъпката на мрежата, по която се разполагат елементите, на стойност *n*. Вместо стойност може да се въведе име на предварително създадена мрежа.

I - (ignore) пропуска пореден номер от буквено-цифрово означение на елемент или на извод на съединител;

S име - (select) избира елемент с посоченото име;

M - (mirror) създава огледален образ на посочен елемент по време на изпълнение на операция;

R ъгъл - (rotate) завърта посочен елемент на посочения ъгъл в посока обратна на часовата стрелка при изпълнение на операция.

С функционалните клавиши се активират следните команди:

F1 - помощ; F3 - преместване; F4 - огледален образ; F5 - завъртане; F7 - преместване на екранния прозорец; F8 - обновяване на екранното изображение; F9 - двукратно увеличение на екранното изображение; F10 - двукратно намаление на екранното изображение; F12 - включване или изключване на екранната мрежа.

2) Посочване с мишка. Бутоните на мишката имат следното предназначение:

- *Ляв бутон* - активира команда от падащо меню, лента с инструменти или контекстно меню; позиционира обект в работното пространство; посочва обект от екрана; анулира избора на маркиран елемент, ако курсорът е позициониран върху празна област на чертожното поле.

- *Десен бутон* - активира контекстно меню.

3) Избор на обекти.

а) При активирана команда, изискваща посочване на обект.

Курсорът се позиционира върху изображението на обекта и се натиска *ляв бутон*. Изборът се визуализира от програмата чрез промяна на цвета на изобразения обект.

б) Без да е стартирана команда.(режим на избор - Select Mode)

В този случай първо се избира един или няколко обекта, след което се активира команда. За целта предварително се установява режим на избор чрез графичен бутон *Select Mode*. Курсорът се позиционира върху обекта и се натиска *ляв бутон*, при което обектът променя цвета си. При посочване на обект, разположен в непосредствена близост до други обекти и когато изборът е затруднен се отваря диалогов прозорец, предлагащ списък от обекти за потенциален избор. За последователен избор на няколко обекта се използва клавишна комбинация *Ctrl* и *ляв бутон* или обектите се обхващат в правоъгълна рамка при натиснат *ляв бутон*. Обект, съставен от отделни елементи, се избира чрез *Shift* и *ляв бутон*.

Анулиране на избор на елемент се осъществява в режим Select Mode чрез позициониране на курсора извън границите на обекта и натискане на *ляв бутон*.

4) *Визуализация на обекти.*

View All (меню *View*). Визуализира всички създадени графични обекти в екранен прозорец.

View Selection (меню *View*). Визуализира в екранен прозорец само избраните обекти.

Refresh Window (меню *View*, F8). Пречертава екранното изображение за отстраняване на повреди в изображението следствие на редактиране.

Frame Window (меню *View*). Изобразява в екранен прозорец обхванати от правоъгълна рамка обекти.

Zoom In (меню *View*, F9). Увеличава изобразените върху екрана обекти два пъти.

Zoom Out (меню *View*, F10). Намалява изобразените върху екрана обекти два пъти.

Previous View (меню *View*). Възвръща изображението непосредствено преди текущото.

5) *Прекъсване на процедура.* Изпълнението на започната команда се прекъсва чрез клавиш *Esc*.

11.5.4. НАСТРОЙКА НА РАБОТНАТА СРЕДА

Чертожните единици се задават чрез команда *Units* от меню *Settings*. Определят се видът и точността им.

Размерите на работното поле се установяват с команда *Design Size* от *Settings* и могат да бъдат от 200 до 10700 mm.

Екранна мрежа. За улеснение на потребителя при работа с графичните редактори на CADSTAR се визуализира помощна мрежа от точки върху екрана (Screen Grid), чиято стъпка се задава с команда *Grids* от *Settings*. Визуализацията й се управлява от F12.

Работна мрежа. Представлява невидима координатна мрежа с предварително зададени стъпки по оси *x* и *y*, по която се движи курсорът. Установява се с команда *Grids* от *Settings*. Използва се за разполагане на елементи от схемата или платката по възлите на мрежата. Потребителят може да дефинира собствена работна мрежа или да използва работната мрежа по подразбиране (Current Working Grid). Стъпката на текущата работна мрежа се изобразява в полето на състоянието и може да бъде променяна от клавиатурата с команда *G n*.

Цветове на обектите. Чрез команда *Colours* от *Settings* за определена категория обекти могат да се установяват различни цветове за визуализация; да се определя видимостта им; да се контролира типа на визуализация (истинска големина или опростено) и избираемостта им.

Присвояване на стойности на широчини на проводници, размери на контактни площадки, текст и др. се извършва чрез *Assignments* от *Settings*.

11.5.5. ВЪВЕЖДАНЕ НА ПРИНЦИПНА ЕЛЕКТРИЧЕСКА СХЕМА

11.5.5.1. Стартиране на CADSTAR

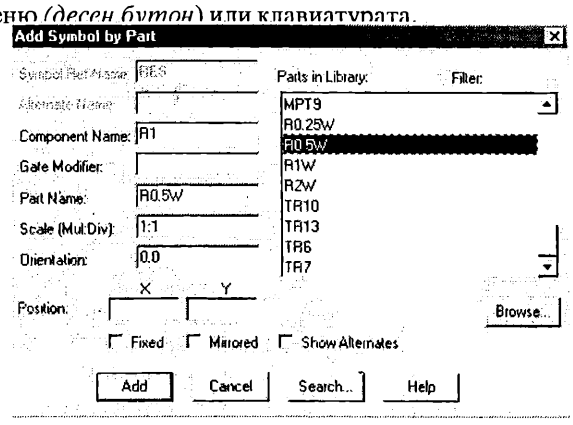
Програмата се стартира от основния екран на операционната система. Указва се начало на нов проект (*New* от меню *File*). Избира се *Schematic Design* и defaults.scm.

След зареждане на графичния схемен редактор върху екрана се изобразяват елементите на потребителския интерфейс. Препоръчва се записване чрез *Save as* от меню *File*.

11.5.5.2. Команди за създаване на обекти

Процесът на проектиране на печатна платка започва от създаване на принципната схема. Въз основа на входните и изходни сигнали се изчисляват параметрите на електронните елементи и се избират реалните елементи. Техните контурни очертания са въведени в библиотеката на корпусите. Имената им се въвеждат при съставяне на принципната схема заедно с буквено-цифровото означение, което е необходимо за преобразуване на принципната схема в изходни данни за проектиране на платката.

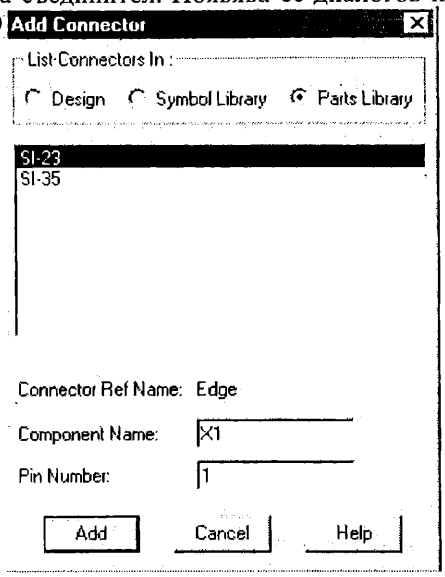
Add Part or Symbol (падащо меню *Add*) - въвежда графичен символ и тип на корпуса на елемент. Появява се диалогов прозорец (фиг.11.18.). Визуализира се списъкът с имена на корпуси (Parts in Library). При избор на корпус, в поле Component Name се изписва буквено-цифровото означение на елемента в принципната схема. Номерът в буквено-цифровото означение е различен от вече въведените елементи със същото буквено означение и може да бъде променян от потребителя. Следва въвеждане на графичния символ в работното поле чрез бутон *Add*. Последният се позиционира чрез подходящо преместване, завъртане (команда *Rotate*) или огледално изображение (*Mirror*). Последните команди са достъпни от лентата с инструменти (фиг.11.17-поз.5), контекстното меню *(десен бутон)* или клавиатурата.



Фиг. 11.18. Диалогов прозорец за въвеждане на графични символи и корпуси

При въвеждане на еднакви елементи, пропускането на пореден номер от буквено-цифровото означение се извършва чрез изписване на команда *I* от клавиатурата преди да се фиксира положението на елемента. Връщане към диалоговия прозорец за въвеждане на графичен символ се осъществява с клавиш *Esc*. За прекратяване изпълнението на командата е необходимо повторно натискане на *Esc*. Въвеждането на графичен символ, който вече съществува в чертежа, може да се извърши и чрез посочването му от екрана и копиране (команда *Copy* от стандартните функции на Windows). Поредният номер от буквено-цифровото означение не се копира. Програмата автоматично поставя първия свободен номер от буквено-цифровото означение на въведените еднакви елементи в чертежа.

Add Connector (падащо меню *Add*) - въвежда изводи на съединител. Появява се диалогов прозорец (фиг.11.19



Фиг. 11.19. Диалогов прозорец за въвеждане на изводи на съединител

Визуализира се списъкът от имена на корпуси на съединители чрез указване на Parts Library. От списъка се избира необходимият съединител. В поле Component Name се изписва буквено-цифровото му означение в принципната схема, а в поле Pin Number - номер на извод, който може да бъде променен от потребителя. Чрез бутон *Add* се въвежда посоченият извод в работното поле. Програмата очаква позициониране на следващия извод без да осъществява връщане към диалоговия прозорец. Пропускането на пореден номер се извършва с команда *I* от клавиатурата преди да е фиксирано положението на извода. Означението на корпуса се записва автоматично само към първия въведен извод. За връщане към диалоговия прозорец - *Esc*. За прекратяване на командата - *Esc*.

Add Connection (падащо меню *Add*) - чертае линии на електрическа връзка. Началната и крайната точка от линията могат да бъдат изводи на елементи или съединители, точки от други линии на електрическа връзка. В последния случай автоматично се създава точка на електрическа връзка (Junction Point). Линия на електрическа връзка може да бъде завършена чрез избор на следните елементи от контекстно меню (*десен бутон*): Connector (съединител); Global Signal (символ на извод към захранване, маса и т.н.); Dangler (временен край на връзка). Начална точка на електрическа връзка може да се създаде чрез двукратно натискане на *левия бутон*, с което се създава временен край на връзка (Dangler), който в последствие трябва да бъде свързан в схемата. Неправилно е поставянето на Dangler върху извод на елемент или съединител.

При активиран процес на чертане на линия за електрическа връзка може за се промени широчината на пистата чрез Change Route Code от контекстното меню.

Add Text (падащо меню *Add*) - въвежда текст в чертежа. Височината на текста се установява чрез *Assignments* от *Settings*.

11.5.5.3 Редактиране

Move (*Modify Item* от меню *Actions*, F3) - премества един или няколко обекта. Обектът може да се избере преди или след стартиране на командата. В първия случай при избран обект и натиснат *ляв бутон* обектът динамично се придвижва до новата позиция. Командата е достъпна и чрез F3 или контекстно меню, активирано при позициониран курсор върху обекта.

Rotate (*Modify Item* от меню *Actions*, F5) - завърта обект на предварително установен ъгъл, определен от меню *Tools* > команда *Options* > диалогов прозорец *Interaction*. Стойността на ъгъла и посоката на завъртане може да се контролира чрез контекстното меню (*Move* и след това *Rotation Parameter*), активирано при избор на обект. С команда *R ъгъл* от клавиатурата се завърта обект, намиращ се в процес на преместване или въвеждане в работната среда.

Mirror (*Modify Item* от меню *Actions*, F4) - създава огледален образ на обект спрямо вертикална ос, минаваща през центъра на обхващащ обекта правоъгълник. Обектът може да се избере преди или след активиране на командата. Буквено-цифровите означения на елементите в принципната схема не се променят при създаване на огледалния образ на елемента. Последното не се отнася за корпусите на елементите в топологичния редактор на печатната платка.

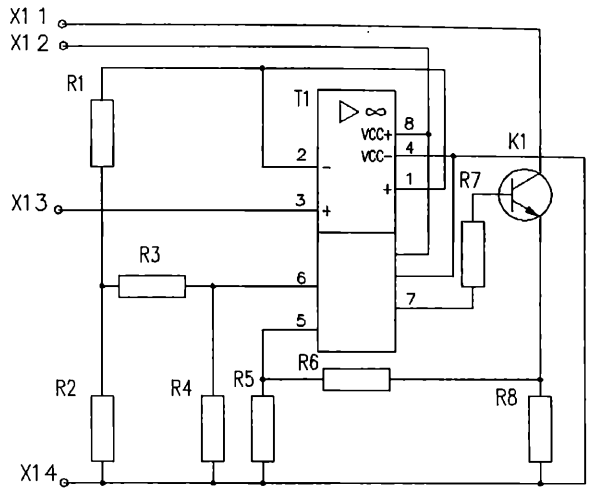
Edit Segment (*Modify Segment* от меню *Actions*) - редактира сегмент от линия за електрическа връзка. След активиране на командата и изборът на сегмент, курсорът последователно се премества в желана позиция и се фиксира ъгъл, с което се въвежда нов връх. Операцията се повтаря до завършване на редактирането с двойно натискане на *ляв бутон*.

Item Properties - визуализира информация за обектите в принципната схема и дава възможност за промяна на някои от параметрите им. Например графичен символ, име на корпус или буквено-цифрово означение на елемент или съединител, положение на елемент в чертежа и т.н. Командата може да се активира и от контекстно меню.

За изтриване, копиране и вмъкване на обекти се прилагат стандартните функции на Windows- *Delete*, *Copy*, *Paste*.

Merge Connections (меню *Actions*) - автоматично премахва дублирани или припокриващи се връзки, както и неподходящо поставени излишни точки за връзка (Dangler) в принципната схема.

Пример на принципна схема на преобразувател "Напрежение — ток", изпълнена в CADStar, е показан на фиг.11.20.



Фиг. 11.20. Принципна схема на преобразувател "Напрежение — ток"

11.5.6. ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ПРИНЦИПНАТА СХЕМА ЗА СЪЗДАВАНЕ НА МОДЕЛ НА ПЕЧАТНА ПЛАТКА

За да започне преобразуването, принципната схема трябва предварително да се съхрани във файла(*Save*). За трасиране на печатната платка е необходима информация за корпусите на елементите и връзките между тях, която се съдържа в неявен вид в автоматизирано съставената принципна схема. За подготовка на входните данни за проектиране на печатната платка, информацията се преобразува от подготвения файл с принципната схема във файл с формат на PCB чрез *Transfer to PCB* или от меню *File*.

Файл с входни данни за проектиране на печатна платка се създава само след предварителна проверка на коректността й. Извършва се автоматична диагностика на схемата и се формира и визуализира отчет за наличните грешки. Най-типичните грешки, които могат да възникнат при съставяне на схемата са: неименуван елемент; несвързани изводи на елемент. При наличие на грешки PCB файл не се формира. Отчетът от диагностиката се преглежда, след което схемата се коригира като се използва графичния схемен редактор. След корекциите процедурата по генериране на файл се възобновява. Резултатът от преобразуването се записва автоматично във файл под същото име както на принципната схема, но с разширение pcb, след което се извършва автоматичен преход към графичния топологичен редактор, където всички елементи и връзки между тях се появяват в долния ляв ъгъл на екрана.

11.5.7. СЪЗДАВАНЕ НА МОДЕЛ НА ПЕЧАТНАТА ПЛАТКА

Чертожните единици са установени на хилядни от инча (0.001"). Екранната и работната мрежи са зададени със стъпка 0,1", което съответства на най-често използваната растерна мрежа. Чрез *Assignments* от *Settings* предварително се задават широчина на печатните проводници, размери на контактните площадки, техноло-

гични разстояния, които могат да се реализират в технологичния процес при изработване на печатната платка и които се спазват при автоматично трасиране.

11.5.7.1 Команди за разработване на печатна платка

Add Rectangle (команда *Rectangle* от *Shape* на меню *Add*) - чертае правоъгълен контур с размери, съответстващи на печатната платка. Предназначението на контура се задава предварително или по време на изпълнение на операцията (контекстно меню) чрез избор *Board* от диалогов прозорец *Shape Defaults*. Чрез същия прозорец могат да се зададат *Cutout* - отвор в платката или *Copper* - меден участък.

Разположението на корпусите на елементите върху печатната платка е съществено за качеството на топологично проектиране и работоспособността на платката. Разполагането им може да се извърши *ръчно* чрез посочване на елемент и преместване в желаната позиция (*Move*, *Rotate*). Тъй като корпусите на елементите са разположени един върху друг и изборът е затруднен, елементът може да се избере по име, въведено в командния ред. Обикновено се започва с тези елементи, които имат строго фиксирано положение върху платката като съединители, превключватели, индикатори, трансформатори, дросели и т.н. За останалите корпуси може да се приложи ръ[illegible]ли автоматичен начин на разполагане.

Fix (*Item Flags* от меню *Edit*) - фиксира разположението на избран елемент. Прилага се при автоматичния начин на разполагане на елементите.

Unfix (*Item Flags* от меню *Edit*) - освобождава избран фиксиран елемент за последващо преместване или редактиране.

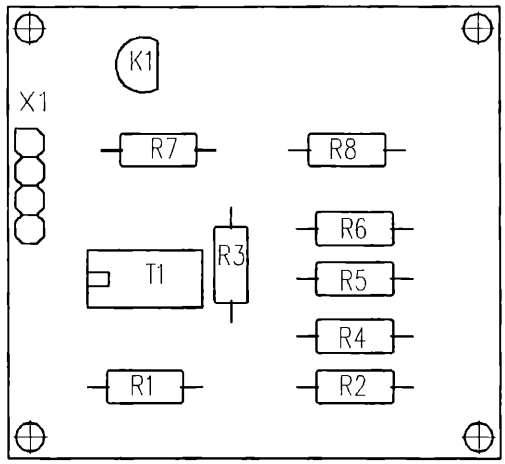
За автоматично разполагане на корпусите на елементите се използва растерна мрежа, като водещият извод на всеки корпус може да се поставя само в неин възел.

Grids (меню *Settings*) - създава мрежа с определени стъпки по *x* и *y*.

Auto Placement (*Placement* на меню *Actions*) — извършва автоматично разполагане на елементите върху платката. Използваните елементи имат различни габарити и могат да се разполагат на различни стъпки, поради което се извършва фиксиране и освобождаване на корпусите като автоматичното разместване засяга само свободните елементи. Обикновено първо се разполагат корпусите с по-големи габарити, след което се фиксират. След това стъпката на мрежата се намалява и се разполагат и фиксират корпуси с по-малки размери. Възможно е предварително групиране на елементи и автоматичното им разполагане в определени области на платката (команда *Add Rectangle* и избор *Area* и *Placement*).

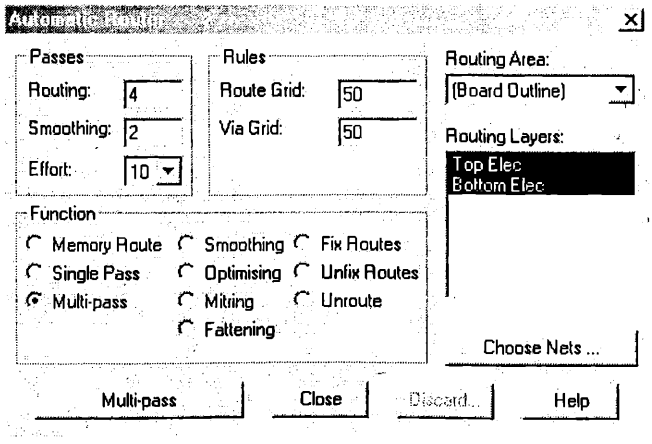
Reconnect (меню *Actions*) - оптимизира реда на свързване на изводите на елементите за намаляване на общата дължина на връзките преди опроводяване. С пренареждане на връзките между елементите и размяната на функционално еквивалентните им изводи не се променя действието на схемата, а се улеснява процесът на трасиране на платката. Тази функция може да се активира и при автоматичното разполагане (от команда *Auto Placement* - диалогов прозорец *Automatic Placement*).

На фиг.11.21 е показано изображение на контура на платката с очертанията на корпусите и техните буквено-цифрови означения.



Фиг. 11.21. Изображение на контура на платката с очертанията на корпусите и техните буквено-цифрови означения

Auto Route (*Auto Router* от *Tools*) - реализира връзките между изводите на елементите в писти върху печатната платка като може да работи в два слоя (Top Elec — страна елементи и Bottom Elec — страна спойки). Опроводяването започва от захранването и се извършва в един слой. Сигналните писти включват до 9 сегмента, като всеки сегмент е перпендикулярен на съседните. Връзката между сегменти от двата слоя се осъществява от метализирани проходни отвори (Vias). Процесът на опроводяване се извършва неколкократно с цел постигане на най-добър резултат. От диалогов прозорец *Automatic Router* (фиг.11.22) се указва функция Multi-pass. Чрез бутон Choose Nets се указват желаните връзки и чрез Add се добавят за опроводяване. Процесът на автома-



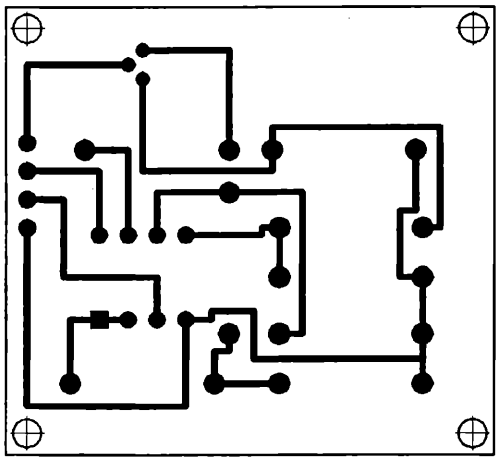
Фиг. 11.22. Диалогов прозорец за автоматично опроводяване

тично опроводяване се стартира с бутон Multi-pass. Отчетът от направените опити се изобразява в диалогов прозорец и резултатът от намереното решение се записва в RIF формат. Командата *Auto Route* може да се стартира отново със следните функции: Smoothing — намалява броя на сегментите в пистите на указаните чрез Choose Nets вериги; Mitring — скосява ъглите в указаните писти; Unroute — преобразува писти обратно в електрически връзки.

Edit Segment (*Modify Segment* от меню *Actions*) - използва се за ръчно опроводяване на връзки, останали нетрасирани след автоматичното опроводяване, както и за редактиране на вече създадена пътека. По време на изпълнение на операцията (от контекстно меню) може да се сменя слоят, големината на метализиран проходен отвор, ъгълът между два сегмента.

Unroute (от *Actions*) - преобразува писти обратно в електрически връзки.

На фиг.11.23 е показан графичният оригинал на печатната платка на преобразувател "Напрежение — ток".



Фиг. 11.23. Печатна платка — графичен оригинал

11.5.7.2. Редактиране

Функциите за редактиране са аналогични с тези, описани в т.11.5.5.3. Изтриването на печатен проводник води до изтриване и на електрическата връзка.

11.5.7.3. Проверка за коректност на създадения модел на платката

Чрез *Reports* от меню *Tools* се осъществяват следните проверки:

Connection Check - съответствие на трасираните връзки с тези от принципната схема;

Design Rules Check - спазване на зададените технологични разстояния между отделните елементи от топологията на платката;

Design Rule Errors — маркира откритите грешки.

11.5.7.4. Подготовка за следващи етапи на разработване (Manufacturing Export от меню File)

Manufacturing Export Artwork - създава графичен оригинал или фотошаблон на печатната платка;

Manufacturing Export Check Plot — създава контролни изображения на страните на платката;

Manufacturing Export Drill Drawing — изображение на всички монтажни и метализирани проходни отвори;

Manufacturing Export Power Plane - изображение на контактните площадки и метализираните проходни отвори, свързани към маса или захранване;

Manufacturing Export N.C. Drill — създаване на данни за управление на машина за пробиване на отворите.

11.6. СЪЗДАВАНЕ НА ЧЕРТЕЖИ С AUTOCAD

AutoCAD е програмна система насочена към машинното, електротехническото и архитектурното проектиране за изготвяне на чертежи (2D), като има възможност и за тримерно моделиране (3D) на обекти и се е утвърдила се със своето приложение в областта на техническото документиране. Чертожната система AutoCAD (rel. 2002 - 2006) е съвместима с Windows'98/XP и предлага продуктивна среда за проектиране и удобен за използване потребителски интерфейс.

11.6.1. ЕЛЕМЕНТИ НА ПОТРЕБИТЕЛСКИЯ ИНТЕРФЕЙС

Работният екран на AutoCAD (rel. 2004 - 2008, фиг.11.24) съдържа следните специфични елементи:

- **Ивица с заглавия** (Title bar) - указва версията на системата и името на текущия работен файл;

-— **Лента с падащи менюта** (Menu bar) - съдържа падащи менюта съответстващи в определена степен на Windows XP и Microsoft Office XP, които включват командите на AutoCAD за управление на системата и за създаване на чертежи;

- **Чертожно поле (Drawing Area)** - в него се изработва чертежът. Границите му се променят в зависимост от показаните елементи на работния екран. В долния ляв ъгъл на чертожното поле се изобразява знакът на потребителската координатна система (User Coordinate System (UCS) Icon), който показва ориентацията на чертожното пространство. Координатната система се базира на равнината определена от осите X и Y (за 2D), и Z (за 3D) координатите на пространството. AutoCAD ползва фиксирана, наречена световна координатна система (WCS) и дефинирана потребителска координатна система (UCS).

- **Графичен курсор (Cursor)** — чрез него се дефинират текущите координати върху чертожното поле и се използва за създаване, избиране и манипулиране на обектите в чертежа, както и за избор на командите на системата чрез посочване от лентите с инструменти, падащите менюта и диалоговите прозорци. Управлява се чрез посочващото устройство на компютъра и в зависимост от

това къде се намира върху екрана, курсорът изглежда по различен начин: стрелка, кръст (Crosshairs), квадрат (Pickbox).

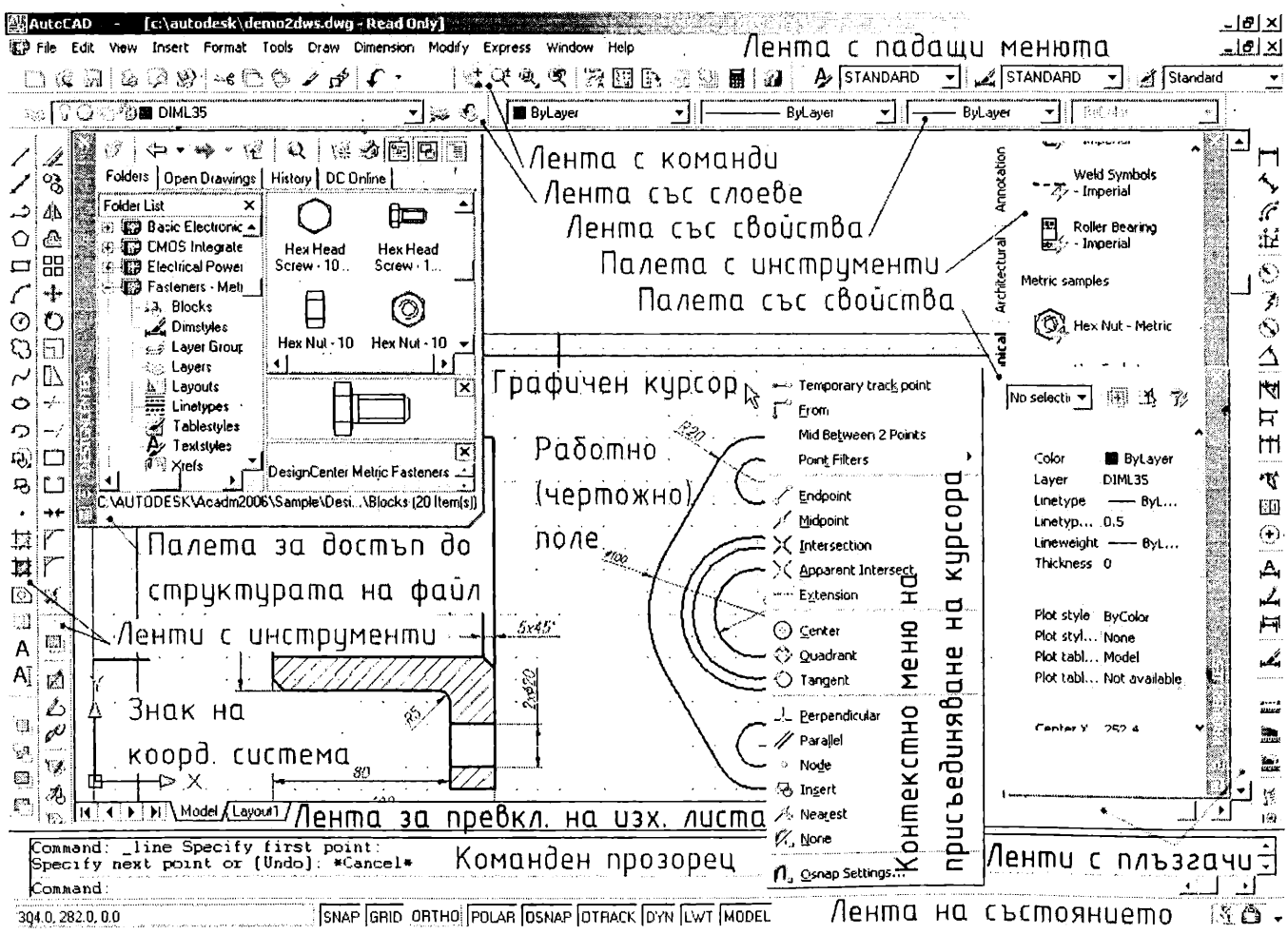
- **Лента за превключване** на моделното пространство и на изходните листа в хартиеното пространство (Model Tab/Layout Tab), която се съвместява с лентата с плъзгачи за преместване на чертожното пространство (виж. т.11.6.3).

- **Команден (текстов) прозорец (Command Window)** - съдържа командния знак (*Command:*) и показва командите, които се изпълняват от системата с техните опции и подсказки за необходимите данни за изпълнение. Прекъсването на изпълняваната команда се извършва с функцията Cancel - чрез клавиша *ESC* и е характерно за всяко Windows приложение.

- **Лента на състоянието (Status bar)** - намира се в долния край на работния екран и съдържа: в левия си край поле на текущите координати на графичния курсор, чрез което се извършва включване, превключване и изключване на динамичното им показване; бутони за включване и изключване на режимите на чертане - фиксиране в точките на помощната координатната мрежа SNAP (Snap Mode), показване на помощната чертожна мрежа GRID (Drawing Grid), ортогонално чертане ORTHO (Ortho Mode) на линии, успоредни на координатните оси, фиксиране в полярни координати през определен радиус POLAR (Polar Tracking), фиксиране в характерни точки на обектите OSNAP (Object Snap), фиксиране в точки спрямо обектите OTRACK (Object Snap Tracking), показване на дебелината на линиите LWT (Lineweight) и превключване между моделно и хартиено пространство MODEL (MODEL/PAPER) в хартиеното пространство.

- **Ленти с инструменти (Toolbars)** - съдържат бутони с графични изображения за бързо избиране на команди. Лентата с инструменти (Standard Toolbar), съдържаща стандартните команди New, Open, Save, Print, Print Preview, Cut, Copy, Paste, Undo, Redo, Help и команди за управление на визуализацията на чертожното пространство. Лентата със слоевете (Layers Toolbar) и лентата с основните общи свойства (Properties Toolbar) на обектите - цвят, тип и дебелина на линията (Color, Linetype, Lineweight) и др. Вертикално вляво на екрана са разположени основните ленти с инструменти за чертане (Draw Toolbar) и за редактиране (Modify Toolbar). Освен тях съществуват и др. ленти с инструменти, обединяващи група команди, като например за оразмеряване (Dimension Toolbar) - вертикално вдясно на екрана. Лентите с инструменти могат да бъдат включвани, изключвани и преместван върху работния екран.

- **Палети (Palettes)** (които се отварят при позициониране на курсора върху заглавната ивица - 2004/2006) - дават свойствата на обектите (Properties), съдържанието



Фиг. 11.24. Работен екран на AutoCAD

на структурата на файлове (Design Center) и потребителски дефинирани блокове и команди (Tool Paletes - 2004/2006).

Посочващо устройство (Pointing Device)

Посочващото устройство, чрез което се позиционира графичният курсор може да бъде стандартната мишка на компютъра или на графичния таблет. Стандартната мишка има 2(3) бутона. Левият бутон се използва за посочване на точка от чертожното поле, меню или бутон, а десният бутон се използва за показване на контекстни менюта (Shortcut Menus) или е еквивалентен на клавиша *ENTER* в зависимост от състоянието на действието и положението на графичния курсор. Чрез натискане на клавиша *Shift* и десния бутон се показва контекстно меню за фиксиране в характерни точки на обектите (Object Snap Shortcut Menu). Средният бутон при трибутонните мишки се използува за преместване, увеличаване или намаляване на показваното в графичното поле чертожно пространство.

11.6.2. СЪЗДАВАНЕ НА НОВ ЧЕРТЕЖ

След стартиране на програмата AutoCAD се отваря нов файл (dwawing1.dwg), базиран на зададен прототип (acadiso.dwt) или се стартира диалогов прозорец за избор на прототип. Започването на нов файл е на базата на:

- **отваряне на съществуващ чертеж**, извършва се с OPEN — избира се от списъка на съществуващите файлове (с разширение *.dwg, *.dxf);

- **нов чертеж с използване на прототип** (Template), извършва се с NEW — като се избира от списъка на съществуващите прототипни файлове (с разширение *.dwt); прототипът съдържа информация за настройките на чертежа — мерни единици и точност на представяне, граници на чертежа, настройки на координатната мрежа, работни слоеве, типове линии и дебелина на линиите, размерни и текстови стилове и др.

Записването на създадения чертеж се извършва с SAVE — при което се съхранява чертежа във файл. Ако файлът се записва за първи път се отваря диалоговият прозорец Save As, в който се указва името на файла и версията на AutoCAD в която да се съхрани (AutoCAD 2004 Drawing, AutoCAD 2000 Drawing).

Излизането от AutoCAD е чрез QUIT (File menu —> Exit). Ако направените промени в чертежа не са съхранени се появява диалогов прозорец за потвърждение или отказ от съхранението на направените промени.

11.6.3. НАСТРОЙКА НА РАБОТНАТА СРЕДА

Чертежът е техническият документ, който дава необходимата информация за документирания обект.

В AutoCAD се използват: моделно пространство (Model Space), в което се дефинира чертожното пространство (Drawing area) и се разполагат тримерният модел или двумерните изображения на документирания обект в подходящ мащаб; хартиено пространство (Paper Space), в което се разполагат изходните хартиени листа (Layout) за печат, съдържащи рамка и основен надпис на изходния лист (формата) и визуализационни области (Floating Viewport) на част от моделното пространство в определен мащаб и указано направление на наблюдение, както и допълнителна информация, свързана с документирания обект.

Установяване на мерните единици

AutoCAD работи с чертожни единици за дължините, които могат да са милиметри, сантиметри или инчове и за ъглите с градуси, гради или радиани. Изборът на мерната единица за дължина е относителен, зависи от вида на създаваните чертежи и определя дефинирането на мащаба на стойностите на параметрите на графичните обекти в чертежа. Дефинирането на вида на изписване и въвеждане на чертожните единици и ъглите и точността на изобразяване на екрана се извършва с UNITS (DDUNITS) (Format menu —> Units...) в диалоговия прозорец Drawing Units (Units Control).

Установяване на чертожните граници

Чертожното пространство се определя чрез дефиниране на границите на моделното и на хартиеното пространства. В границите на чертожното пространство се разполага помощната размерна мрежа (Grid). Дефинирането на чертожните граници (Drawing Limits) се извършва с командата LIMITS (Format menu —> Drawing Limits): въвеждат се координатите на долния ляв ъгъл (по подразбиране 0, 0) и след това на горния десен ъгъл (по подразбиране 420, 297).

Установяване и промяна на настройките

В AutoCAD могат да се променят много от настройките на работното обкръжение, работния екран и на чертожните параметри. Промяната на настройките се извършва с OPTIONS (Tools menu —> Options...).

11.6.4. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ

Точното и прецизно чертане изисква дефиниране на геометрията на обектите и положението им в двумерното (XY, Z=const) или тримерното пространство (XYZ). AutoCAD използва тримерна правоъгълна координатна система с начало (0,0,0) и оси X, Y и Z. Започването на нов чертеж в AutoCAD е в основната координатна система WCS (World Coordinate System), с оси хоризонтална X, вертикална Y и Z - перпендикулярна на равнината XY. Потребителски координатни системи UCS (User Coordinate System) с определени начало и направление на координатните оси, могат да се дефинират спрямо основната координатна система.

Координатни системи в двумерното пространство

В двумерното (2D) пространство, координатите на точките могат да се задават в абсолютни или относителни правоъгълни или полярни координати.

Правоъгълните абсолютни координати определят положението на точката спрямо началото на координатната система с разстоянията по осите X и Y и се задават като двойка числа с разделител запетая (например 3.0,4.0 или —2.0,1.0). Полярните абсолютни координати определят положението на точка спрямо началото на координатната система с разстоянието до началото и ъгъла на положение спрямо оста X и се задават като

двойка числа с разделител лява остра скоба (например 5.0<30 или 4.0<120). Относителните координати определят положението на точка спрямо предходна точка и се указват със символа @ пред двойката числа за правоъгълните или полярните координати (например @5.0,3.0 или @3.0<45).

Въвеждането на координатите в двумерното пространство се извършва: — чрез клавиатурата се въвеждат абсолютните или относителните правоъгълни или полярни координати; — чрез графичния курсор се указва директно положението на точката в XY равнината; — комбинирано, при въвеждане на относителни полярни координати чрез графичният курсор се указва направлението, а чрез клавиатурата се въвежда само разстоянието спрямо предходната точка.

Координатни системи в тримерното пространство

В тримерното пространство координатите могат да се задават в абсолютни или относителни правоъгълни, цилиндрични и сферични координати. Правоъгълните тримерни координати (X,Y,Z), определят положението на точка по осите X, Y и Z. Цилиндричните (тримерни) определят положението на точка чрез разстоянието и ъгъла в равнината XY и разстоянието по оста Z (например абсолютни 5.0<60,6.0 и относителни @4.0<45,5.0 координати). Сферичните (тримерни) координати определят положението на точка чрез разстоянието и ъгъла в равнината XY и ъгъла спрямо равнината XY (например 8.0<60<30 и @5.0<45<15).

11.6.5. ПАРАМЕТРИ ЗА ПРЕЦИЗНОСТ ПРИ ЧЕРТАНЕ

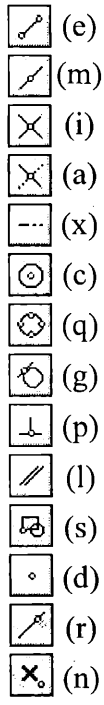
Присъединяване към помощната размерна мрежа

Помощната размерна мрежа (Grid) се разполага в чертожните граници и представлява правоъгълна област запълнена с точки, дава визуална представа за разстоянията върху чертожното пространство и спомага за прецизното подравняване на обектите. В границите на помощната размерна мрежа се дефинира точно присъединяване на графичния курсор към чертожното пространство. Стъпката на присъединяване на графичния курсор (SNAP) може да бъде различна от стъпката на помощната размерна мрежа (Grid) и спомага за контролиране на прецизността на позициониране на графичния курсор. Установяването им се извършва с командата DSETTINGS (Tools menu —> Drafting Settings...). Стартира се диалоговият прозорец Drafting Settings и от секцията Snap and Grid се указват настройките на стъпката на присъединяване на курсора и на стъпката на мрежата, а установяване на полярно следене е от секцията Polar Tracking. При активиране на функцията полярно следене (Polar Tracking) към графичния курсор се прикрепя динамичен етикет, показващ полярните координати на положение.

Показването на помощната размерна мрежа, както и присъединяването на графичния курсор към чертожното пространство може да бъде включвано и изключвано.

Обектно присъединяване на графичния курсор

При изпълнение на командите за чертане на обекти, може да се използва присъединяване на графичния курсор към характерни точки от съществуващи обекти като: крайна точка, средна точка, център, пресечна точка и др. Текущ избор на обектно присъединяване се извършва от контекстното меню Object snap, което се извиква с клавишите *Shift* + *Right button* (десен бутон).



Установяване обектно присъединяване на графичния курсор се извършва с командата DSETTINGS (Tools menu —> Drafting Settings...). Стартира се диалоговият прозорец Drafting Settings и от секция Object Snap се избират характерните точки на обектно присъединяване: Endpoint (e) — крайна точка на линия или дъга; Midpoint (m) — средна точка на линия или дъга; Intersection (i) — пресечна точка на два обекта; Apparent intersection (a) —пресечна точка между проекциите в текущия изглед на разположени в пространството обекти; Extension (x) — точка по продължение на обект; Center (c) — център на окръжност или дъга; Quadrant (q) — краищата на диаметрите, успоредни на текущата координатна система за окръжност, затворена дъга или елипса; Tangent (g) — точка от окръжност или дъга на допирателната, прекарана от предходната точка към обекта; Perpendicular (p) — пресечна точка с перпендикуляра, спуснат от предходната точка към обекта; Parallel (l) — точка определяща с предходната точка успоредност спрямо избран обект; Insertion (s) — точка на вмъкване на блок (block), очертание (shape), текст (text) и текстови атрибут (attribute); Node (d) — точков обект (Point); Nearest (r) — точка от обекта, най-близка до избраната точка; None (n) — изключване на избраното присъединяването.

11.6.6. СЪЗДАВАНЕ НА ДВУМЕРНИ ОБЕКТИ

С чертожните средства на AutoCAD могат да се създават различни типове двумерни обекти: линии, полилинии, правоъгълници, многоъгълници, окръжности, дъги от окръжности и елипси, сплайн-криви, щриховани области, региони и др.

Линия (LINE). Линията се състои от един или няколко свързани сегмента (отсечки), които са отделни обекти тип линия (определя се с начална и крайна точка).

Полилиния (PLINE). Полилинията се състои от свързани линии и/или дъги, които образуват един обект. При полилинията могат да се дефинират различни дебелини на сегментите и да се затваря полилинията.

Правоъгълник (RECTANG). Правоъгълникът е затворена полилиния с 2 неравни двойки страни, сключващи помежду си прави ъгли. Определя се с началната и крайната точка на единия диагонал и може да бъде със скосени или закръглени върхове.

Полигон (POLYGON) - правилен многоъгълник. Полигонът е затворена полилиния с равни страни, определена спрямо описана (inscribed) или вписана (cir-

cumscribed) въображаема окръжност или чрез начална и крайна точка на една от страните.

 **Дъга (ARC).** Дъгата може да се построй основно по три точки - начална, втора и крайна точки или по център, начална и крайна точки.

 **Окръжност (CIRCLE).** Окръжността може да се построй основно чрез определяне на центъра и дефиниране на радиуса или чрез определяне на центъра и диаметъра, дефиниран с две диаметрални точки, или чрез определяне по три различни точки.

 **Елипса (ELLIPSE).** Може да се създава елипса или елиптична дъга. Елипсата се определя чрез три точки, дефиниращи дължината на едната ос и половината дължина на другата ос или с крайните точки на голямата ос и ъгъла (Rotation) на завъртане на описаната окръжност около тази ос, определящ (при проектирането й) съотношението между двете оси на елипсата.

 **Сплайн крива (SPLINE).** Сплайнът е гладка крива, минаваща през определени контролни (най-малко три) точки, изчислени от зададените определящи точки и точките определящи тангентите в началната и крайната точки. При това се построява нееднороден рационален B-сплайн (NURBS).

 **Точкови обекти - маркери (POINT).** Точковите обекти са точкови маркери (nodes) върху чертожното пространство, към които могат да се прикрепят обектите. Избирането на типа на точките и големината се определя от диалоговия прозорец Point Style с DDPTYPE (Format menu —> Point Style). Поставянето им се извършва с POINT чрез посочване на точка от чертожното поле. Прекъсването на командата се извършва с CANCEL (*ESC*).

 **Региони (Regions).** Регионите са равнинни области (фигури), ограден от несамопресичащи се затворени линии, които образуват затворена област. Създават се с REGION (Draw menu —> Region). Полилинейни затворени криви или региони, дефинирани от самопресичащи се обекти, които ограждат затворени области се създават с BOUNDARY (Draw menu —> Boundary...). Регионите са равнинни обекти и като такива, те много наподобяват тримерните твърдотелни обекти (с нулева дебелина). Разпадане на регионите на съставните им обекти се извършва с EXPLODE. Към регионите могат да се присъединяват щриховка и сянка. Могат да се анализират свойствата периметър, площ и геометрични инерционни моменти.

 **Щриховани области (Hatching Areas).** Щрихованите области са запълнени с щрих затворени области. Могат да се създават асоциативни и не асоциативни щриховки. Асоциативната щриховка е свързана с нейните граници и се променя при промяна на границите. Създават се с BHATCH (Draw menu —> Bhatch...). Стартира се диалоговият прозорец Boundary Hatch. Границите (Boundary) на щрихованата област могат да се зададат чрез посочване на точки (Pick Points) вътре в областта или чрез избор на обектите (Select objects), образуващи затворена област. Видът на щриховката се избира от предварително дефинираните и се задава мащабния коефициент определящ разстоянието между линиите на щрихите и ъгъла на завъртане.

11.6.7. ДОБАВЯНЕ НА ТЕКСТ

Текстът е част от чертежа и дава съществена информация за документирания обект. Съществуват няколко начина за записване на текст в чертежа. За къси бележки се използва едноредов текст (Single Line Text), а за дълги бележки, съдържащи форматиран текст се използва многоредов текст (Multiline Text). Въведеният текст винаги използва текущия текстов стил с настройки и може да бъде променян след това. Текстовият стил (Format menu —> Text style...) контролира атрибутите на текста: Font name — име на шрифта, указва шрифтов файл, по подразбиране simplex.shx; Height — големина на символите, по подразбиране е 0.0; Width factor — широчинен фактор, който задава разтегляне или сгъстяване на подреждането на символите, по подразбиране е 1.0; Oblique angle — ъгъл на наклон на символите по подразбиране е 0 , и др. Използват се шрифтове тип SHX (AutoCAD) и TTF (True type).

 **Едноредов текст (Single Line Text).** Едноредовият текст може да съдържа символ, дума или изречение. Едноредов текст се създава с TEXT (DTEXT). Чрез едноредов текст могат да се създават един или повече реда независим текст, а краят на реда се отбелязва с *ENTER*. Форматирането на едноредов текст включва опциите: Justify - за подравняване и Style - за избор на текстов стил. При едноредов текст се използват следните специализирани кодове за въвеждане на символи: %%c - диаметър (∅), %%d - градус (°) и %%p - плюс-минус (±).

 **Многоредов текст (Multiline Text).** Многоредовият текст се състои от няколко реда, които образуват самостоятелен параграф, на който могат динамично да се променят широчината и височината на текстовото поле и да се форматират индивидуално думи и символи. Многоредов текст се създава с MTEXT. Определят се първия и срещуположния ъгъл на текстовото поле при което се стартира диалоговият прозорец Multiline Text Editor, който е един текстови редактор.

11.6.8. МЕТОДИ НА РЕДАКТИРАНЕ

Избор на обекти

За да се редактират обектите, те трябва да бъдат избрани (посочени). Могат да бъдат избирани един или няколко обекта. Избирането на обектите може да бъде преди или след командата за редактиране. След избор на редактираща команда следва подсказка за избор на обекти (Select objects). При това графичният курсор се променя от кръст (Crosshairs) на квадрат (Pickbox). Край на избора на обекти в команда се въвежда с *ENTER*. Избраните обекти се осветяват и върху тях се разполагат квадратни маркери за манипулиране (GRIPS). Отказване на селектирането на обекти извън команда се извършва чрез *ESC*, при повторно натискане на *ESC* се скриват маркерите.

Обектите могат да се селектират чрез ограждане с рамка (SELECT Window), определена от двете точки на срещуположните диагонали. Селектират се всички заградени обекти при движение на курсора от ляво на дясно или всички пресечени обекти при движение на курсора от дясно на ляво.

Редактиране с манипулатори (Grips)

При избор на обектите с графичния курсор, върху тях се разполагат манипулатори (Grips). Използването на манипулатори за редактиране на обектите е чрез избор на един от тях, при което той се оцветява и се превръща в активен манипулатор (Hot Grip). След това може да се избере един от режимите: Mirror, Move, Rotate, Stretch, Scale. Превключването между режимите на редактиране се извършва с *SPACEBAR* или *ENTER*. Могат да се използват повече от един манипулатори на различни обекти за базови при редактиране, като се избират с курсора при натиснат *Shift*. Изключването на избран обект се извършва чрез повторно избиране при натиснат *Shift*. За излизане от този режим се използва *ESC*. Може да се извика контекстното меню с натискане на *Right button* в чертожното поле с посочените команди.

Промяна на положението на обекти

Преместване на обект (MOVE). Обектите могат да се преместват, като се изберат и се укаже базова точка и втора точка, определяща разстоянието на преместване.

Завъртане на обект (ROTATE). Избран обект може да се завърта, като се укаже базова точка и относителен или абсолютен ъгъл на ротация. Посоката на завъртане е указаната в настройките (OPTIONS) на системата положителна посока на нарастване на ъгъла (обратна или по посока на часовата стрелка).

Подравняване на обект (ALIGN). Един обект може едновременно да се премества и завърта, така че да се подравни спрямо друг обект, като се указват точките на подравняване на двата обекта.

Размножаване на обекти

Копиране на обекти (COPY). Един или няколко обекта в текущия чертеж могат да се копират, еднократно или многократно. За да се копират, обекти в чертежа е необходимо те да се изберат, след което трябва да се укажат базова точка и втора точка, определяща разстоянието на преместване на копието.

Отместено копиране (OFFSET). Подобно отместено копие на обект може да се създава, като новият обект произлиза от избрания и отстои в зададена посока на определено разстояние от него. Подобно отместено копие може да се изпълни на линии, дъги, окръжности, двумерни полилинии, елипси, елиптични дъги и равнинни сплайн криви.

Огледално копиране (MIRROR). Огледално копие на избран обект може да се създава спрямо огледална линия, определена с две точки, като оригиналът може да остане или да се изтрие. При огледалното копиране на текстови обект може да се изключи обръщането на посоката му (MIRRTEXT=0).

Копиране на обект в масив (ARRAY). Избран обект може да се копира в правоъгълен или полярен масив. При правоъгълен масив се указват брой редове и колони и разстоянията между тях. При полярен масив се указват броят на копията, центърът и ъгълът на разполагане.

Изменение на обекти

Разтегляне на обект (STRETCH). Разтегляне се извършва на обекти, избрани чрез пресичаща рамка (crossing-window), като е необходимо да се укаже базова точка и втора точка определяща разстоянието на разтегляне.

Мащабиране на обект (SCALE). За мащабиране на избран обект е необходимо да се укаже мащабен множител или отношение на текущ и нов размери.

Удължение на обект (LENGTHEN). Може да бъде удължаван или скъсяван всеки отворен обект като линия, полилиния, сплайн крива, дъга и елиптична дъга: динамично (Dynamic) чрез влачене на крайната точка до желаното място или указване на абсолютната (Total) дължина или ъгъл или указване на процент (Percent) на големината на изменение.

Продължение на обекти (EXTEND). Може да се продължи избран обект прецизно до граница, определена от друг обект или от неговото продължение: необходимо да се посочат обектите, определящи границата (*ENTER* за край на избора) и след това да се посочат обектите на продължение (*ENTER* за край).

Отрязване на обекти (TRIM). Може да се отрязват части от обекти, определени от пресичането им с един или повече други обекти или тяхното продължение. Избират се обектите, определящи режещите ръбове (Cutting Edge) (*ENTER* за край на избора), след това се избират обектите, които се отрязват (Object to trim) (*ENTER* за край). Ако се натисне *ENTER* без да са избрани режещи ръбове, то всички отговарящи на условията обекти в чертожното поле се дефинират автоматично за валидни режещи ръбове.

Прекъсване на обекти (BREAK). Може да се отстраняват части от обекти чрез прекъсване (BREAK): линии, полилинии, окръжности, дъги, сплайн криви и елипси. При прекъсване на обекти се избира обектът в първата точка на прекъсване или след това тя се оказва чрез опцията First като се посочва след което се посочва втората точка на прекъсване. Един незатворен обект може да бъде разделен на две части, без да се отстранява част от него, като за втора точка се избере първата избрана точка или се въведе в относителни координати (напр. @0,0) чрез знака @.

Скосяване и закръгляване на върховете на обектите

Скосяване на върхове (CHAMFER). Скосяване

на върховете на два не паралелни обекти се извършва чрез продължението или отрязването им и свързването им с линия на скосяване. Могат да се скосяват линии и линейни сегменти на полилинии. При изпълнение на скосяването, първо се задават параметрите на скосяване чрез опциите на командата и след това се избират обектите за скосяване.

Закръгляване на върхове (FILLET). Закръгляне на върховете на два обекта се извършва чрез продължението или отрязването им и свързването им с дъга. Могат да се закръглят линии, линейни сегменти на полилинии, сплайн криви, окръжности, дъги и елипси. Линии могат да се свържат със закръгления и когато са успоредни. При изпълнение на закръгление, първо се задава радиусът на закръглението и след това се избират обектите за закръгление. Дефинирането на закръглението се извършва чрез опцията Radius. При задаването на нулева стойност на закръгление двата обекта се продължават или се скъсяват до върха на пресичане.

Разпадане на съставни обекти. Разпадането на обектите на съставните им линии и дъги без да се изменя видимият контур се извършва с EXPLODE. При разпадането съставните обекти могат да си променят свойствата цвят, тип на линията и дебелина на линията.

Изтриване на обекти. Могат да се изтриват избрани обекти от чертежа в чертожното поле чрез командата ERASE (Modify menu —> Erase). При стартиране на командата, обектите се избират чрез графичния курсор (*ENTER* за край на избора), след което обектите се изтриват. Чрез командата OOPS се възстановяват изтрити преди време с ERASE обекти.

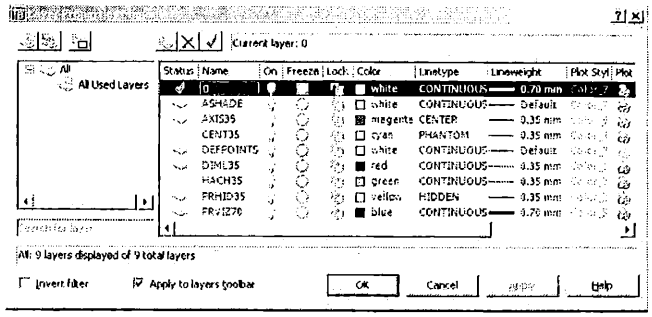
11.6.9. ОРГАНИЗИРАНЕ НА ИНФОРМАЦИЯТА В СЛОЕВЕ

В електронните документи се използват т.нар. слоеве, прозрачни и наложени един върху друг, за организацията и групирането на различната по вид графична информация. Обектите, които се създават, имат определени общи свойства - цвят, тип на линията и дебелина на линията. Тези общи свойства се явяват част от параметрите на слоевете. При създаване на обект, по подразбиране той приема общите свойства от текущия слой.

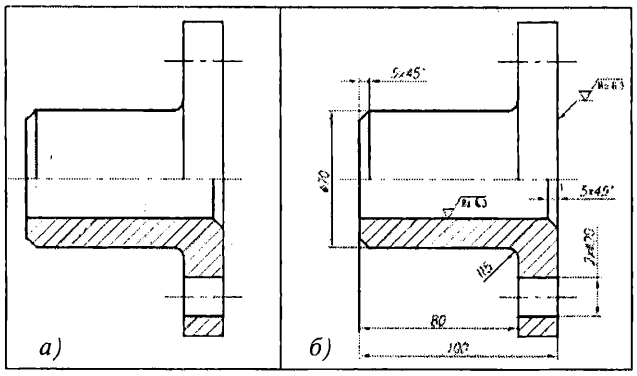
Слоевете могат да се създават и наименоват (напр. според информацията, която съдържат). Те могат да бъдат включвани (ON) или изключвани (OFF) и да бъдат замразявани (Freeze) или размразявани (Thaw). Обектите които се намират в изключени или замразени слоеве, не се показват и не се отпечатват. Може да се заключва (Lock) даден слой, когато обектите в него не трябва да се променят и да се създават нови обекти в него. Може да се контролира също така отпечатването (Plot) на слоя.

Винаги се чертае в текущия слой. Когато даден слой се направи текущ, новосъздадените обекти се разполагат в този слой и приемат от него параметрите цвят, тип на линията и дебелина на линията, когато за тези параметри е указана опцията по подразбиране (ByLayer) - според слоя. Превключването на даден слой за текущ (Current) се извършва чрез избор от падащия списък на лентата със слоевете.

Свойствата на слоевете се дефинират с LAYER, която стартира диалоговият прозорец Layer Properties Manager (Фиг.11.25). Името на слоя се задава в полето Name. Цветът на слоя се задава в полето Color, като се избира измежду 255 цвята (белия и черния цвят са идентични). Типът на линията се задава в полето Linetype. Стандартните използвани типове линии са CONTINUOUS (непрекъсвана линия), HIDDEN (прекъсвана линия от тирета), CENTER (прекъсвана линия от дълго и късо тире), PHANTOM (прекъсвана линия от дълго и две къси трета). Дебелина на линията на обектите се задава в полето Lineweight. Примерно приложение е показано на фиг.11.26.



Фиг. 11.25. Дефиниране на слоевете и техните свойства



Фиг. 11.26. Техника на слоевете— част от чертеж на детайл с включени слоеве: а) на видими контури и ръбове, на оси и на щриховки; б) и на размери

11.6.10. СВОЙСТВА НА ОБЕКТИТЕ

Свойствата на обектите могат да се разделят на общи и специфични. Общите свойства се задават от слоя, в който се разполага обектът и могат да бъдат променяни чрез лентата на свойствата на обектите (Properties Toolbar). Това са: слой, цвят, тип на линията и дебелина на линията. Специфичните свойства на обектите са геометрични свойства като координати на крайните точки на линия, радиус и координати на центъра на окръжност и т.н. Те се дават и могат да се редактират в диалоговия прозорец Properties, който се стартира с PROPERTIES. Изменението на общите свойства на селектирани обекти се извършва чрез директен избор с графичния курсор в

падащите списъци със свойствата на обектите Object Properties.

11.6.11. ОРАЗМЕРЯВАНЕ В ЧЕРТЕЖИТЕ

 (L)
 (G)
 (O)
 (R)
 (D)
 (A)
 (Q)
 (B)
 (C)
 (E)
 (T)
 (M)

Оразмеряването е процес на поставяне на размерите на елементите на обектите в чертежите. Размерите са линейни и ъглови. Те могат да бъдат хоризонтални, вертикални, наклонени, диаметри, радиуси и ъгли. Може да се извършва верижно (Continued dimensions) или базово (Baseline dimensions) оразмеряване.

Размерите могат да се поставят върху чертежите от лентата с инструменти (Dimension toolbar) или от менюто (Dimension menu) или чрез директно въвеждане на командите. Размерите са: DIMLINEAR - линеен (Linear) размер (L), разстояние по права линия между две точки и има опции за хоризонтален, вертикален или завъртян под ъгъл; DIMALIGNED - подравнен (Aligned) размер (G), успореден на линеен обект, определен от крайните му точки; DIMORDINATE — ординатен (Ordinate) размер (O), указващ ординатите по X или Y на точки спрямо начална точка; DIMRADIUS - радиус (Radius) на окръжност или дъга (R); DIMDIAMETER - диаметър (Diameter) на окръжност или дъга (D); DIMANGULAR - ъглов (Angular) размер (A) на ъгъл; DIMBASELINE - базова (Baseline) серия от размери (B) спрямо базова точка; DIMCONTINUE - верижна (Continue) серия от размери (C), продължаващи от втората размерна линия на предходния размер; QLEADER (LEADER) - показна (Leader) линия (E) включваща текст или блок; DIMCENTER - маркер (M) на център (Center Mark) или центрова линия (Center Line) на указана окръжност или дъга; TOLERANCE - геометричен допуск (Tolerance) на елемент или повърхнина на обекта (T).

При оразмеряването в резултат на изпълнение на съответната команда, преди поставяне на размера е възможно да се редактира размерният текст и да се определи положението му спрямо размерната линия отвътре или извън в единия или другия край. Редактирането на текста може да се извърши чрез текстовия редактор (Multiline Text Editor) или от директно от командния ред при избор на съответната опция. При редактирането на размерния текст - ъгловите скоби (<>) указват установената от чертежа стойност на размера, а изтриването им води до премахването й.

Редактиране на размери

Поставените размери в чертежа могат да бъдат редактирани с командите за редактиране или с манипулаторите. Всеки един размер се определя от дефиниращи точки (Node). Чрез промяна на тяхното положение динамично може да се променя положението и стойността на размера. Палетът със свойствата на обекти Properties (отваря се с командата PROPERTIES) позволява глобално редактиране на всички параметри на размера, дефинирани с размерния стил и на текущите параметри на размерния текст.

Размерни стилове

Размерните стилове контролират формата на изпълнение на размерите: положение на размерния текст спрямо размерната линия; положение на размерната линия и на спомагателните размерни линии спрямо оразмерявания обект; вид на стрелките на размерните линии и на маркера на центъра; формат и точност на размерното число и на допуска на размера; мащабни коефициенти на елементите на размера и на размерната стойност (при оразмеряване на изображения в увеличен или намален мащаб).

Размерните стилове се създават или променят с командата DIMSTYLE (Dimension menu -> Style...). Текущият размерен стил се превключва от полето на лентата с инструменти за оразмеряване.

11.6.12. ИЗПОЛЗВАНЕ НА БЛОКОВЕ

Блоковете са обекти, които могат да обединят в себе си много други обекти в един. Блоковете могат да бъдат вмъквани, завъртани, мащабирани и копирани многократно. Те могат да се разпадат на съставните си обекти, които да се променят и отново да се дефинират в блок. Промяната на съдържанието на блока води до промяна на всички такива блокове вмъкнати в чертежа.

Към блоковете могат да се свързват атрибути, представляващи текстова информация, които да се определят при вмъкване на блока. Например за означаване на грапавостта на повърхнините, се използват блокове със стандартни символи като при вмъкването им се указва съответната стойност.

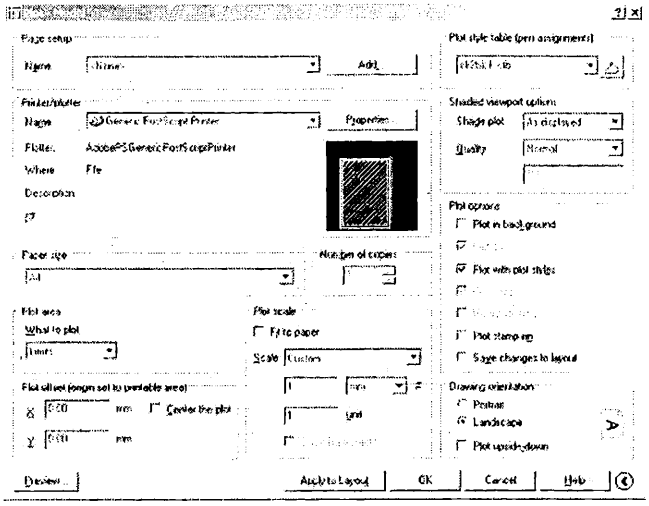
 **Вмъкване на блокове.** Блоковете се вмъкват с командата INSERT (DDINSERT, INSERT) (Insert menu -> Block), стартира се диалоговият прозорец Insert Block. Указват се: името на блока който ще се вмъква от текущия чертеж или името на файла за външен блок; разпадането на блока при вмъкване (explode); точка на вмъкване, мащабен множител и ъгъл на завъртане.

 **Създаване на блокове.** Обектите могат да се обединяват в блок, записан в текущия чертеж или в самостоятелен файл. Създаването на блок се извършва с командата BLOCK (BMAKE) в диалоговият прозорец Block Definition. (Draw menu -> Block > Make): указват се: име на блока (Name:), обектите (Objects) които ще се включат в блока и базова точка (Base Point).

11.6.13. ОТПЕЧАТВАНЕ НА ЧЕРТЕЖА

 След създаването на чертежа, могат да се отпечатват части (от него) от моделното пространство (Model Space) или изходните листа в хартиеното пространство (Paper Space) чрез командата PLOT (File menu -> Plot). Стартира се диалоговият прозорец Plot в който се дефинират параметрите на печат. След избор на печатащото устройство (Plotter Name), лист хартия (Paper size) и ориентация на чертежа (Drawing orientation), се задава областта от чертежа за отпечатване чрез превключване (в зоната Plot area) между пространство на листа (Layout), граници на чертежа (Extents), показано на екрана (Display) или избрана чрез графичния курсор

област (Window) и мащабът на отпечатване в полето Plot scale. Необходимо да се определи начинът на отпечатване на дебелината на линиите чрез избор на дефиниран печатен стил (в полето Plot style table), в който се указва присъединяване на цвят (Plot styles - Color) на линиите към цвят на печат (Color) и дебелина на линията (Lineweigth) за принтер. Поглед на отпечатването може да се покаже с избор на Full Preview, а потвърждението за отпечатване е с OK (фиг.11.27).



Фиг. 11.27. Настройки при отпечатване на чертеж

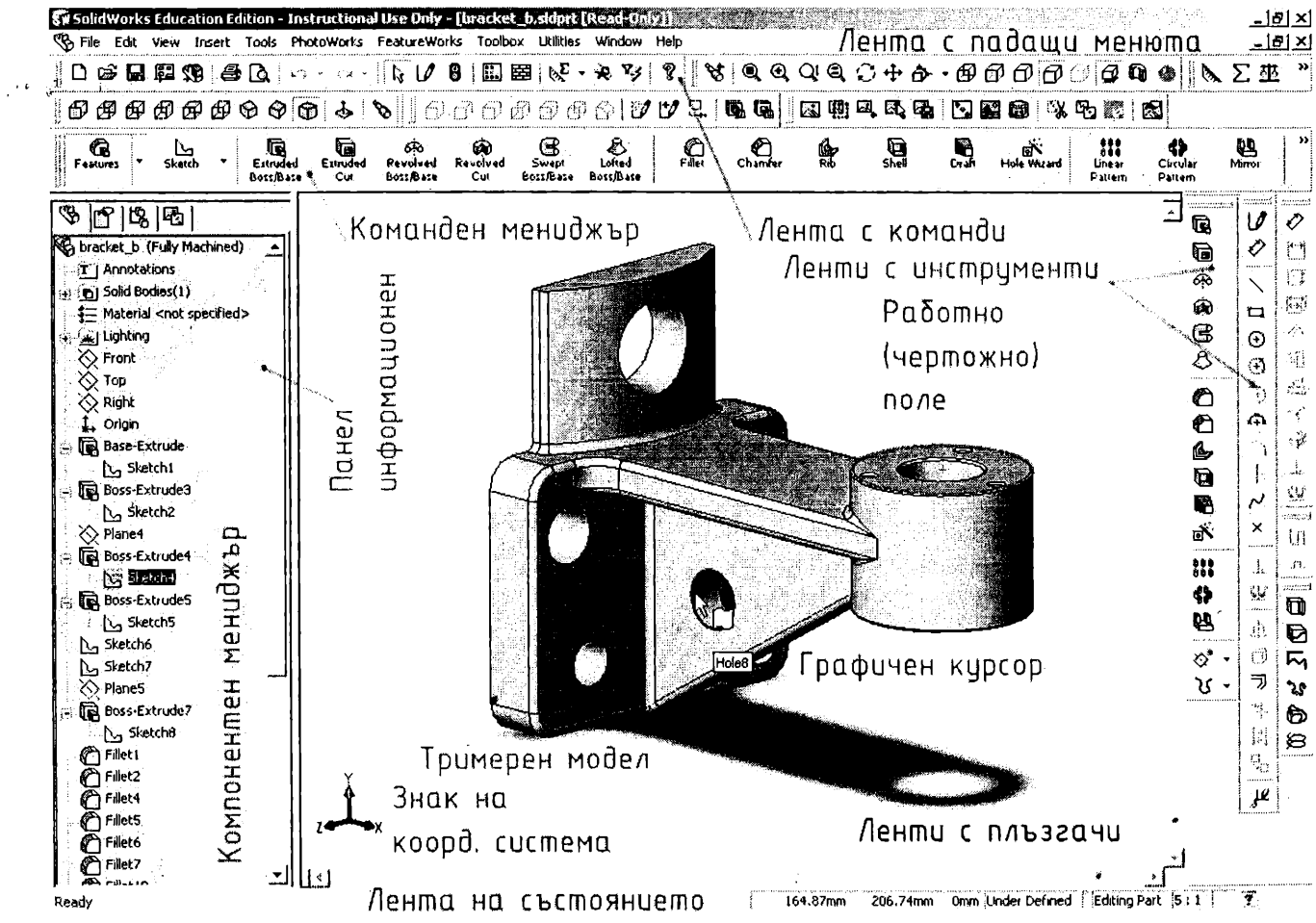
11.7. МОДЕЛИРАНЕ НА ОБЕКТИТЕ И СЪЗДАВАНЕ НА ЧЕРТЕЖИ СЪС SOLIDWORKS

SolidWorks е програмна система насочена към машинното и електротехническото проектиране за тримерно геометрично моделиране и изготвяне на чертежи на детайли, сглобени единици, изделия от листов материал и заварени конструкции от прътов материал.

11.7.1. ЕЛЕМЕНТИ НА ПОТРЕБИТЕЛСКИЯ ИНТЕРФЕЙС

SolidWorks (rel. 2004 - 2008, фиг.11.28) е съвместима с Windows'XP и предлага продуктивна среда за проектиране и удобен за използване потребителски интерфейс:

- **Лента с заглавия** - на системата и на текущия файл.
- **Лента с менюта** - съдържа падащи менюта съответстващи в определена степен на Windows XP и Microsoft Office XP, които включват команди за управление на системата и команди за създаване и модифициране на тримерни обекти, сглобени единици и чертежи.
- **Чертожно поле** - в него се създават и изобразяват обектите и техните чертежи. В него се изобразяват 3-те взаимно перпендикулярни координатни равнини на пространството (Front Plane, Top Plane, Right Plane) и осите на координатната система X, Y, Z.
- **Ленти с плъзгачи** - за преместване на чертожното



Фиг. 11.28. Работен екран на SolidWorks

пространство в чертожното поле, разположени хоризонтално и вертикално странично на чертожното поле.

- **Лента на състоянието** - съдържа информация за текущите координати на графичния курсор, информация за състоянието на скиците, информация за текущо изпълняваните действия и др.

- **Ленти с инструменти** - съдържат бутони с графични изображения подсказващи действието на съответната команда.

- **Лента с команден мениджър** (въведен в 2004) - съдържаща основните инструменти за работа при изграждане на тримерния модел на обекта.

- **Графичен курсор** - това е един инструмент за въвеждане и представяне на непосредствена информация по време на извършваните действия. При работа той променя формата си или към него се показват допълнителни символи: - указва вида на обекта при приближаване на курсора до него (линия от скица или ръб от тяло, окръжност или дъга, елипса, сплайн, крайна точка на права или дъга, начало на координатна система или връх на сплайн или елипса, център на дъга, повърхнина от твърдотелен обект, връх на твърдотелен обект, оразмерителен обект); - указва вида на създавания обект при изчертаване (линия, окръжност, правоъгълник, сплайн, точка, размер); - дава графична информация за режимите на привързване на създаваните обекти; - дава числена информация позволяваща контролиране на процеса на построяване на графичните обекти.

- **Панел с контекстно зависима информация** - разположен в ляво на чертожното поле, който включва следните категории: - компонентен (фичърс) мениджър, извежда се при работа върху модел на детайл или сглобена единица и показва дървото на компонентите или информация за формираните изгледи и разрези в чертежа на обекта (по подобие на файловия мениджър на Windows); - елементен мениджър, извежда се при построяване или редактиране на скица, както и при формиране на компонент чрез прибавяне на трета размерност към скица и предоставя полета за въвеждане на информация специфична за съответното действие; - друга контекстно зависима информация, като конфигурационен мениджър (управление на конфигурацията на модела), интерпретационен (управление визуализацията на обекта) мениджър, мениджър за вмъкване на стандартни детайли и др. Превключването между отделните секции се извършва чрез избор на съответната секция в горния край.

- **Посочващо устройство** - устройството, чрез което се позиционира графичния курсор обикновено е стандартната мишка на компютъра. Левият бутон на мишката се използва за действията по избор на менюта, стартиране на команди от лентите с инструменти, избор на елементи от скици, компоненти, елементи от тримерния модел (върхове, ръбове, повърхнини) и детайли от сглобените единици и др. Десният бутон на мишката се използва за извикване на контекстни менюта по време на изпълнение на командите. Средният бутон на мишката се използва за завъртане на тримерния модел, а съвместно с бутона Ctrl за преместване на модела в чертожното поле, а ролката се използва за увеличаване или намаляване на изображението на в чертожното поле.

11.7.2. НАСТРОЙКА НА РАБОТНАТА СРЕДА

Системата дава възможност за манипулиране на екранното изображение - изменение на мащаба на изображението в чертожното поле, промяна на гледната точка, промяна на начина на визуализация на модела (телен модел, повърхнинен модел с показани или скрити невидими ръбове, повърхнинен модел със оцветяване и засенчване) и др.

Системата позволява извеждане в чертожното поле на помощна координатна мрежа, състояща се от основни линии, изобразявани с непрекъсната или прекъсвана тънка линия и допълнителни линии, изобразявани с прекъсвана тънка линия и задаване на броя точки на привързване на графичния курсор между 2 съседни спомагателни линии на мрежата (Tools "> Options "> Document Properties: Grid/Snap). Настройката на този режим позволява ускоряване процеса на работа при начертаване на обектите в скицата. При това помощната координатна мрежа може да бъде ориентирана и под ъгъл зададен чрез подравняване спрямо даден обект (Tools"> Sketch tools"> Align "> Grid).

11.7.3. СЪЗДАВАНЕ НА ТРИМЕРЕН МОДЕЛ НА ДЕТАЙЛ (PART)

Документите които могат да се създават със SolidWorks са документи на тримерни модели на детайли (Part), тримерни модели на сглобени единици (Assembly) и чертежи на детайли и сглобени единици (Draing).

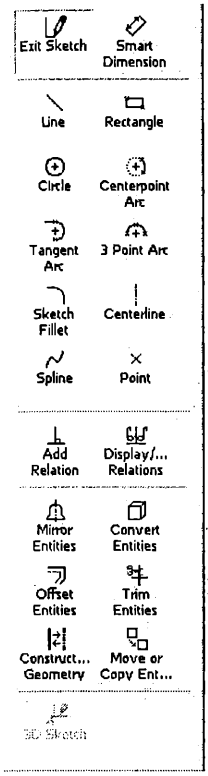
Започване на нов документ след стартиране на програмната система е чрез бутона New или от лентата с падащи менюта (File "> New: New SolidWorks Document "> Part, Assembly, Drawing). SolidWorks създава моделите на детайлите в отделни електронни документи (файлове), които имат разширение *.sldprt.

SolidWorks изгражда компонентите на тримерните модели на обектите на базата на скици в резултат на задаване на трета размерност чрез екструзия, ротация, плъзгане или лофтинг. При това се създава съответния компонент, който формира тримерния модел в резултат на прилагане на логическите операции добавяне на материал и премахване на материал. Използват се 2 вида скици — двумерни и тримерни. Двумерните скици са отворени или затворени региони в една чертожна равнина, докато тримерните скици са основно отворена последователност от пространствени геометрични елементи.

11.7.4. СЪЗДАВАНЕ И РЕДАКТИРАНЕ НА СКИЦИ (SKETCH)

Геометрични обекти в двумерните скици

Геометричните елементи чрез които се формират скиците са линии, дъги, сплайни и др. Точките определящи графичните елементи на скицата се дефинират по няколко начина: чрез посочване с натискане на левия бутон на мишката, изтегляне на курсора и отпускане на бутона или еднократно натискане на левия бутон за всяка точка и край на изпълнението чрез двукратно натискане на левия бутон или чрез натискане на бутона ESC в зависимост от вида на елемента. Елементите формиращи 2D скицата са следните:



- **Линия** (Tools "> Sketch Entry "> Line) - представлява линеен сегмент или последователност от такива, определя се с начална и следваща или крайна точка.

-**Окръжност** (Tools "> Sketch Entry "> Circle) - определя се с център и радиус.

Дъга по център, начална и крайна точки (Tools "> Sketch Entry "> Centerpoint Arc) - определя се с центъра, началната (определя радиуса) и крайната точки.

- **Дъга по център, начална и крайна точки** (Tools "> Sketch Entry "> 3 point Arc) - определя се последователно с началната, крайната и междинната точки.

- **Дъга по допирателна** (Tools "> Sketch Entry "> Tangent Arc) - определя се с начална (крайна точка от обект) и крайна точка.

- **Сплайн** (Tools "> Sketch Entry "> Spline) — плавна интерполираща крива, която преминава през определен брои точки и се определя от тях.

- **Правоъгълник** (Tools "> Sketch Entry "> Rectangle) - четириъгълник със стени успоредни на координатните оси, определя се с двете точки на единия диагонал.

- **Паралелограм** (Tools "> Sketch Entry "> Parallelogram) - правоъгълник със страни неуспоредни на координатните оси, определя се с двете точки дефиниращи дължината на една от страните и трета точка дефинираща дължината на другата страна.

- **Полигон** (Tools "> Sketch Entry "> Polygon) - правилен многоъгълник, определен с център, брой на страните, вписан или описан около окръжност и положение на единия връх спрямо центъра.

- **Елипса** (Tools "> Sketch Entry "> Ellipse) - определя се с три точки, дефиниращи едната ос и половината от другата ос.

- **Елиптична дъга** (Tools "> Sketch Entry "> Partial Ellipse) - определя се с четири точки, дефиниращи едната ос, половината на другата ос и положението на началото и края на дъгата.

- **Параболичен сегмент** (Tools "> Sketch Entry "> Parabola) - определя се с четири точки, две за положението на фокуса и на средата на параболата и две за началото и края на сегмента.

Текст (Tools "> Sketch Entry ">Text) - набор от затворени полигони, формиращи буквите, въвежда се в полето на елементния мениджър и се задава разположението му чрез посочване на точка или обект (ориентира се по обекта).

- **Точка** (Tools "> Sketch Entry ">Point) - точков маркер за фиксиране на положение. Не се отчита при задаване на трета размерност на скицата.

- **Центрова линия** (Tools "> Sketch Entry ">Centerline) - линеен маркер за фиксиране на положение, като линия на огледално копиране и симетрия или като линия, определяща секуща равнина при генериране на разрези. Не се отчита при задаване на трета размерност на скицата. Изчертаването й е аналогично на това на линеен сегмент.

Геометрични отношения между елементите на скицата (Relations)

Геометричните ограничения могат да се дефинират автоматично или ръчно в съответното поле (Add Relations) на елементния мениджър, както и да се премахват.

- **Хоризонталност** (Horizontal) или **вертикалност** (Vertical) на една или повече линии, две или повече точки;

- **Колинеарност** (Collinear) на две или повече линии - обектите лежат на една безкрайна линия;

- **Коradиалност** (Coradial) на две или повече дъги или окръжности — обектите имат еднакви радиуси;

- **Перпендикулярност** (Perpendicular) на две линии - двете линии стават перпендикулярни;

- **Паралелност** (Parallel) на две или повече линии — линиите стават успоредни;

- **Тангенциалност** (Tangent) на дъга, елипса, сплайн или окръжност и дъга, елипса, окръжност, сплайн или линия - двата обекта стават допирателни;

- **Концентричност** (Concentric) на две или повече дъги или окръжности и дъги или окръжности - обектите стават с общ център;

- **Средна точка** (Midpoint) - разполагане на точка върху средната точка на линия или дъга;

- **Пресечна точка** (Intersection) - разполагане на точка върху пресечната точка между обектите линия, дъга, окръжност или елипса;

- **Точка на съвпадение** (Coincident) - разполагане на точка върху обектите линия, дъга, окръжност или елипса;

- **Еднаква стойност** (Equal) на дължините на линии или на радиусите на дъги и окръжности;

- **Симетричност** (Symmetric) на обектите точка, линия, дъга, окръжност или елипса спрямо центрова линия;

- **Фиксиране** (Fix) положението и размера на обект, като линията може да се премества по направлението на фиксиране.

Редактиране на обектите в двумерните скици

- **Преместване, ротиране, мащабиране и копиране на обекти** (Tools "> Sketch Tools "> Move or Copy Entities, Rotate or Copy Entities, Scale or Copy Entities). Независимо от стартирания инструмент, може да се изпълни всяка от посочените операции чрез маркиране на съответната алтернатива в левия панел. Преместването на избраните елементи е чрез посочване на две точки от чертожното поле - базова (Base point) и крайна (Destination Point) точки, които образуват вектора на преместване. Завъртането на избраните елементи е чрез посочване на базова точка и ъгъл на завъртане. Мащабирането на избраните елементи е чрез посочване на базова точка и точка на мащабиране или мащабен коефициент. При избиране на опцията копиране в левия панел се получава едно или повече копия в резултат на изпълнение на една от горните операции.

- **Копиране отместено паралелно** (Tools "> Sketch Tools "> Offset Entities) на линии, дъги, окръжности и елипси. Избраните обекти се копират при указване на разстоянието на копиране в левия панел, като копията могат да се дефинират и като конструктивни елементи.

- **Копиране огледално** (Tools "> Sketch Tools "> Mirror) — създава се огледален образ на обект или група обекти спрямо определена линия, която може да бъде линеен ръб от тримерния модел, центрова или конструктивна линия.

- **Свързване със съединителна дъга** (закръгление) (Tools "> Sketch Tools "> Fillet) между два обекта, определя се радиуса и се указват обектите, които да се свържат. Обектите се скъсяват или удължават до съединителната дъга.

- **Свързване със съединителна отсечка** (скосение) (Tools "> Sketch Tools "> Chamfer) между две линии, определя се разстоянието на скосението и се указват обектите, които да се свържат. Обектите се скъсяват или удължават до съединителната отсечка.

- **Отрязване на обекти** (Tools "> Sketch Tools "> Trim) - отрязване на части от обекти, определени от пресичането им с други такива обекти. Посочва се обекта в частта, която се отрязва, ако не е ограничен от друг обект то той се отрязва изцяло.

- **Удължаване на обекти** (Tools "> Sketch Tools "> Extend) - удължаване на обекти, определени от пресичането на продължението им с други такива обекти. Посочва се обекта от страната която се удължава, ако не е ограничен от друг обект откъм тази страна то той се удължава откъм страната на ограничението или се извежда съобщение.

- **Разделяне на обекти** (Tools "> Sketch Tools "> Split Curve) на две независими части, чрез посочване на точка от обекта. Точката на разделяне може да се избира и да се премахва, като се изтрие.

- **Размножаване на обекти в две направления** (Tools "> Sketch Tools "> Linear Step and Repeat) чрез формиране на мрежа от зададен брой редове и колони, разстояние на отместване и ъгъл на направлението им спрямо ос X на координатната система. Във възлите на мрежата се разполагат копия на избраните обекти.

- **Размножаване на обекти по окръжност** (Tools "> Sketch Tools "> Circular Stem and Repeat) чрез задаване на центъра и радиуса на окръжността на разполагане, както и броя на копията и ъгъла на запълване или ъгъла между тях. Във точките на полярната мрежа се разполагат копията на избраните обекти.

Геометрични обекти в тримерните скици

Скиците в тримерното пространство се определят от ограничен брой обекти, които могат да са тримерни. Това са линии, дъги (поставени само като свързващи равнинни елементи), сплайни, и точки. Елементите в тримерната скица се изпълняват в равнината XY на текущата координатна система, но тя може да променя ориентацията си да е успоредна на трите координатни равнини XY, YZ и ZX чрез клавиша Tab или да е повърхнина от модела чрез посочване чрез курсора и клавиша Ctrl.

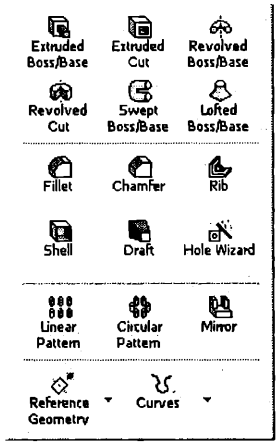
11.7.5. СЪЗДАВАНЕ И РЕДАКТИРАНЕ НА КОМПОНЕНТИ

Компонентите (фичърите) на тримерния модел са блоковете които изграждат модела и притежават индивидуални тримерни форми, чиято комбинация води до получаване на сложни обекти. Същевременно съществуват и спомагателни компоненти представляващи работни точки, оси или повърхнини и др. които подпомагат изграждането на тримерния модел на обекта.

Създаването на тримерния модел започва с един базов компонент (Base), който е формиран от равнинна скица и определя началното тяло. Моделирането продължава с добавяне на нови компоненти чрез булеви операции към началното тяло, като в резултат към него се добавя (Boss) и/или отнема (Cut) материал. Завършването на модела е чрез компоненти от вида на отвори, ребра, закръгления, скосявания и др. Може да се каже, че не съществува определена последователност от действия за създаване на тримерен модел на един детайл.

Компоненти базирани върху скици

- **Екструзия** (Insert "> Boss/Base "> Extrude, Insert "> Cut "> Extrude) - въвеждане на трета размерност на скицата чрез изтегляне по зададено направление (обикновено перпендикулярно на скицата). Необходима е валидна, затворена или отворена, несамопресичаща се дефинирана скица. В резултат към съществуващия начален модел се прибавя материал чрез операцията Boss или се отнема материал чрез операцията Cut (фиг. 11.29а). Параметрите на операцията се задават в елементния мениджър за двете направления (Direction 1/Direction 2). Формирането на дължината на екструзия се дефинира със задаване: на фиксирана дължина (Blind); до обвиващата повърхнина (Through All), използва се при отнемане на материал (Cut) - пробиване на отвори; до зададен връх от модела (Up to Vertex); до зададена повърхнина от модела (Up to Surface); до определено разстояние от зададена повърхнина (Offset from Surface); до друго тяло от модела (Up to body) — ефективна при работа в модела на сглобената единица; на определено разстояние в едната и другата посока спрямо равнината на скицата (Mid Plane). Освен в направление перпендикулярно на равнината на скициране, може да се зададе направление (Direction of Extrusion), определено от отделна скица или ръб на съществуващия модел. Също така може да се зададе ъгъл на наклон (Draft Angle) на стените при екструзията.



При екструдиране на затворени или отворени скици е възможно създаването на тънкостенни кухи затворени или отворени тела (Thin Feature). Дебелината на стената се формира: чрез отместване на разстояние в посока навън спрямо контура (One-Direction) на скицата; чрез отместване на еднакво разстояние в двете посоки спрямо контура (Mid-Plane) на скицата; чрез отместване на различно разстояние в двете посоки спрямо контура (Two-Direction) на скицата.

- **Ротация** (Insert "> Boss/Base "> Revolve, Insert "> Cut "> Revolve) - въвеждане на трета размерност на скицата чрез ротиране на зададен ъгъл спрямо ос на ротация. Необходима е валидна, затворена или отворена, несамо-

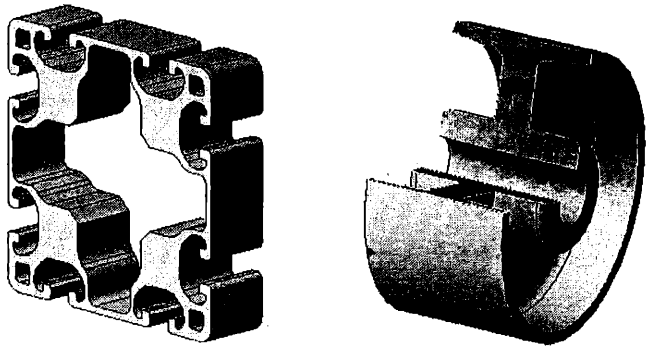
пресичаща се дефинирана скица. Оста на ротация може да бъде предварително построена центрова линия (Centerline) или линия от скицата или праволинеен ръб от съществуващия модел, като не трябва да пресича контура на скицата или да бъде перпендикулярна на равнината на скицата. В резултат към съществуващия начален модел се прибавя материал чрез операцията Boss или се отнема материал чрез операцията Cut (фиг. 11.29б). Също така е възможно създаването на тънкостенни кухи затворени или отворени тела (Thin Feature).

- **Плъзгане по траектория** (Insert "> Boss/Base "> Sweep, Insert "> Cut "> Sweep) - въвеждане на трета размерност на скицата (Profile) чрез плъзгане по определени ръб или равнина, или пространствена отворена или затворена траектория (Path). Профилът е необходимо да е затворена или отворена, несамопресичаща се скица (фиг. 11.30). Траекторията е необходимо да е несамопресичаща се скица от един или повече праволинейни и/или криволинейни сегменти. Профилът и траекторията са в различни равнини, но началната точка на траекторията е в равнината на профила. В резултат към съществуващия начален модел се прибавя материал чрез операцията Boss или се отнема материал чрез операцията Cut. Може да се контролира резултатът на формиране на твърдо тяло чрез избор на алтернативите (Options): тяло с постоянно напречно сечение по направление на зададената траектория (Follow Path); тяло с постоянно напречно сечение успоредно на основния профил (Keep normal constant) и др. Също така е възможно създаването на тънкостенни кухи затворени или отворени тела (Thin Feature).

- **Лофтинг** (Insert "> Boss/Base "> Loft, Insert "> Cut "> Loft) - въвеждане на трета размерност при преход от един профил към друг профил (Profile) чрез плъзгане, като могат да се укажат направляващи криви (Guide Curves) или центрова линия (Centerline) за контролиране на формата. Профилът е необходимо да е затворена или отворена, несамопресичаща се скица. Направляващите криви и центровата линия могат да са затворени или отворени скици, ръбове от модела или пространствени или равнинни криви. При това е необходимо направляващите криви да пресичат всички профили. При използване на центрова линия, равнините на всички сечения са перпендикулярни на нея, като тя минава през техните центрове. Формата също така може да се контролира чрез задаване на тангенциалността за първия и последния профил, когато те не лежат в една равнина. В резултат към съществуващия начален модел се прибавя материал чрез операцията Boss или се отнема материал чрез операцията Cut. Също така е възможно създаването на тънкостенни кухи затворени или отворени тела (Thin Feature).

Компоненти базирани върху геометрията на тримерния модел

Закръгления на ръбове (Insert "> Features "> Fillet/Round) - извършва закръгляне на острите ръбове в тримерния модел. Видът на закръгленията се контролира чрез параметрите, въведени в елементния мениджър. Възможни са следните видове (Fillet Type): закръгления с постоянни радиуси (Constant radius) на избран ръб или на ръбовете на избрана повърхнина от модела, като при



а) *б)*

Фиг. 11.29. Приложение на командите: а) Extrude и б) Revolve



Фиг. 11.30. Приложение на команда "Sweep"

изпълнението е възможно (Fillet Option) запазване на неизменността на съседните ръбове (Keep edge) или използване на съседните повърхнини за формиране на гладко закръгление (Keep surface) и съответно закръгление на междинните ръбове (Round corners); закръгления с постоянни радиуси (Constant radius), различни по големина (Multiple fillet radius), на различни ръбове от модела; закръгления с променливи радиуси (Variable radius) на единични ръбове, при което радиуса на закръгление се изменя плавно от началната до крайната стойност (Variable Radius Parameter), зададени за началната и крайната точки по контура на ръба, като същевременно се указва броя на междинните точки и изменението на радиуса в проценти и вида на интерполацията - параболична (Smoot transition) или линейна (Straight transition); закръгления между три съседни повърхнини (Full round fillet), които се указват последователно (Item To Fillet); закръгления между две несъседни повърхнини (Face fillet), като се премахва междинната геометрия в модела, които се указват последователно (Item To Fillet); закръгление във върхове с постоянни радиуси (Constant Radius), които се указват последователно (Item To Fillet) или с променливи радиуси (Variable Radius) които се указват последователно (Variable radius Parameter) за ръбовете образуващи върха и се дефинира (Setback Parameters)

радиуса във върха и дължината на преход на закръглението на върха към закръглението на ръба.

Скосявания на ръбове (Insert "> Features "> Chamfer) - извършва скосяване на острите ръбове в тримерния модел. Видът на скосяванията се контролира чрез параметрите, въведени в елементния мениджър (Chamfer Parameter): указват се ръбовете и се задава разстоянието на скосяване и ъгъла (Angle distance) или разстоянията на скосяване (Distance distance). Възможно е скосяване на връх (Vertex), при което се указва върха и се дефинират разстоянията по направление на трите ръба формиращи върха.

- **Наклон на повърхнини** (Insert "> Features "> Draft) от тримерния модел на определен ъгъл (Draft Angle) спрямо (Type of Draft): неутрална равнина (Neutral plane) - повърхнина от модела, при това повърхнините, на които се променя наклона (Faces to Draft) не могат да бъдат успоредни на неутралната равнина; извършва се контрол на поведението на съседните повърхнини (Face propagation) като се преориентират само избраните повърхнини (None), всички тангенциални на избраната повърхнина (Along Tangent), всички съседни повърхнини (All Faces) екструдирани съвместно с избраните повърхнини или всички екструдирани съвместно повърхнини откъм (Inner Faces) или съседни (Outer Faces) на неутралната равнина; разделяща линия (Parting Line) на повърхнините на модела, при това може да се зададе наклон само на части от повърхнините - под или над разделящата линия.

- **Създаване на ребра** (Insert "> Features "> Rib) на базата на отворен контур, чрез добавяне на материал със зададена дебелина (Thickness), наклон на екструдиране (Draft Angle) и по зададена посока (Extrusion Direction) между контура и съществуващата геометрия на тримерния модел.

- **Създаване на черупки** (Insert "> Features "> Shell) - тънкостенни тела (Parameters) със зададена дебелина (Thickness) на стената, на базата на плътни твърдотелни модели, като се указват лицата (Faces to Remove) които да се премахнат за получаване на отворена повърхност, при това дебелината може да се формира навън (Shell outward) спрямо лицето на модела, както и да се зададе различна дебелина на стената (Multi-thickness Settings) за указни повърхнини от модела (фиг. 11.31).

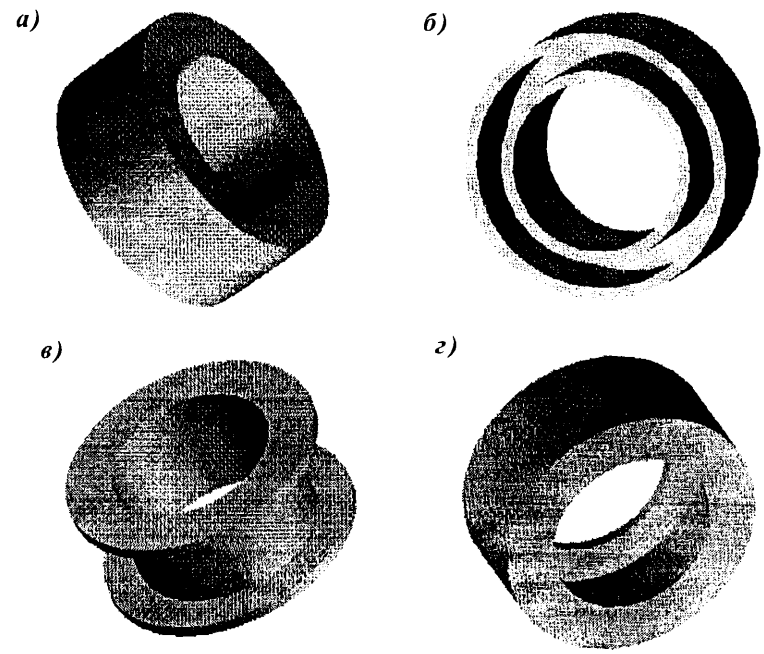
- **Създаване на скрепителни отвори** (Insert "> Features "> Hole > Simple ... / Hole Wizard): обикновени (Simple...), директно чрез посочване на точка от повърхнина, дефиниране (Direction 1) контрол за край (End of Condition), направление (Direction of Extrusion), диаметър (Hole Diameter) и ъгъл на наклон на стената (Draft Angle); за скрепителни елементи (Hole Definition) - със гнездо за винт с цилиндрична глава (Counterbore), със ферезенк за винт със скрита конусна глава (Countersink), отвор с резба (Hole), отвор глух със скрепителна резба (Tap), отвор глух с тръбна резба (PipeTap) и отвор проходен за винт (Legacy), като параметрите на отвора се задават чрез избор на вида на резбата и диаметъра; в резултат на изпълнението се създава тримерна скица с точков маркер определящ центъра на отвора, ако не е създадена предварително такава.

Създадените компоненти могат да се размножават чрез копиране в правоъгълна област, в полярна област, огледално или чрез таблично зададени координати, чрез скица и по дължина на крива.

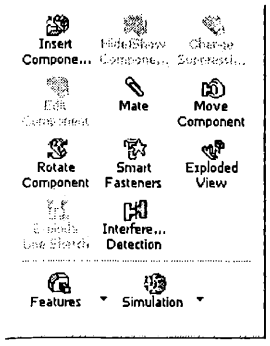
11.7.6. СЪЗДАВАНЕ НА СГЛОБЕНИ ЕДИНИЦИ

Сглобените единици са изделия, които представляват съвкупност от подсглобени единици и детайли, между които съществува определена ориентация и взаимодействие. При формиране на изделието "отдолу-нагоре" последователността на създаване сглобената единица е: моделиране на отделните съставни части (под сглобени единици и детайли), определяне на зависимостите между тях, последователно вмъкване на съставните части в модела на сглобената единица, задаване на взаимното положение и ориентация на съставните части един спрямо друг, редактиране на модела на сглобената единица до окончателното й моделиране. В инженерната практика се използва и обратният подход "отгоре—надолу", при който на базата на геометрията на един или няколко детайла (например заимствани от друго изделие) се създават другите детайли (съставни части) на изделието чрез дефиниране в скици на присъединителните елементи (точки, ръбове, повърхнини и др.) и самостоятелно довършване на модела на съответния детайл до завършване на изделието. Обикновено в инженерната практика двата метода са взаимно свързани.

SolidWorks създава моделите на сглобените единици в отделни електронни документи (файлове), които имат разширение *.sldasm.



Фиг. 11.31. Приложение на команда "Shell"
а) изходно изделие, начало на командата върху:
б) челната повърхнина; в) външната цилиндрична повърхнина;
г) вътрешната цилиндрична повърхнина



Започването на нов документ на сглобена единица е свързано с вмъкване (Insert "> Component "> Existing Part/ Assembly) последователно на създадените модели на детайлите (и подсглобените единици), преместване и завъртане на съставната част и налагане на съответните ограничения (Insert "> Mate...) съответстващи на взаимодействието между съставните части, както и вмъкването на стандартни скрепителни и други елементи от библиотеката със стандартни елементи в левия панел (Toolbox) и тяхното фиксиране. След вмъкване на съставна част, тя се появява в компонентния мениджър със своето дърво, накрая на дървовидната структура се дават наложените ограничения.

Фиксиране, преместване и ротиране на съставните части в сглобената единица

След като бъдат вмъкнати в сглобената единица, отделните съставни части могат да бъдат фиксирани на определено място, премествани или ротирани за да бъдат позиционирани. Фиксирането на съставната част води до невъзможност тя да бъде премествана или ротирана. По всяко време една фиксирана (Fix) съставна част може да бъде освободена (Float).

- **Преместване на съставни части (компоненти)** (Move Component) - параметрите на преместване се указват в елементния мениджър (Move): свободно преместване (Free Drag) - преместване на компонента чрез курсора в чертожното поле; преместване по направление на координатните оси (Along Assembly XYZ); преместване по направление на обект (Along Entity) - равнинно лице или ръб; относително преместване (By Delta XYZ), определено с проекциите на вектора върху координатните оси; преместване до определена точка (To XYZ Pozition).

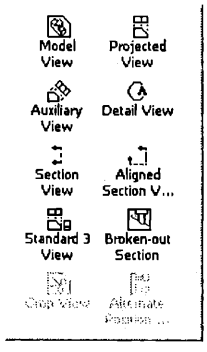
- **Ротиране на съставни части (компоненти)** (Rotate Component) - параметрите на ротиране се указват в елементния мениджър (Rotate): свободна ротация (Free Drag); ротация около определен обект (Along Entity) - ръб, линия или ос; относителна ротация (By Delta XYZ), на определени ъгли.

При преместване и при ротиране на компоненти има възможност (Options) за откриване на взаимни разположения при които има проникване на обеми (Collision Detection). Възможно е да се покаже реалистично движението на компонентите (Physical Dynamics).

- **Геометрични ограничения на съставни части (компоненти) (Insert Mates)** - дават възможност за позициониране на отделните съставни части една към друга. Тези ограничения се отнасят до съвпадение (Coincident), успоредност (Parallel), перпендикулярност (Perpendicular), тангенциалност (Tangent), концентричност (Concentric), отстояние на разстояние (Distance) и отстояние на ъгъл (Angle). Въвеждането на геометричните ограничения при сглобяване на съставните части води до елиминиране на степените на свобода на твърдото тяло - три транслации и три ротации. Съществуват и специфични (Advanced Mates) тримерни геометрични ограничения симетричност (Symmetric), зацепване на зъбни колела (Gear), зацепване на гърбици (Cam), гранични положения (Limits). Възможно е да се дефинират и предварителни относителни ограничения (Reference Mates) на отделните съставни части до три на брой (Reference Name) - от тангенциалност (Tangent), съвпадение (Coincident), концентричност (Concentric) и успоредност (Parallel), като ориентацията на нормалния вектор при вмъкване на тялото е - всяка от допустимите (Any), зададената посока (Aligned), противоположната на зададената посока (Anti-Aligned) или най-близката възможна конфигурация (Closest).

11.7.7. СЪЗДАВАНЕ НА ЧЕРТЕЖИ

Със SolidWorks могат да се създават като самостоятелни документи — двумерни изображения на обектите в схеми и чертежи на базата на създадени тримерни модели на детайли или сглобени единици или независимо от наличието на тримерен модел на обекта.



SolidWorks създава чертежите в отделни електронни документи (файлове), които имат разширение *.slddrw.

SolidWorks позволява автоматизиране на процеса на изпълнение на чертежите, което се отнася до: използване на шаблонни файлове с готови настройки и очертания на форматния лист и основния надпис; генериране на проекции, разрези и сечения; поставяне на размери, текст, анотации, означения и др.

Създаване на проекции, разрези и сечения

- **Създаване на стандартни ортогонални проекции** (Insert "> Drawing View "> Standard 3D view) - генериране на три стандартни ортогонални проекции на базата на тримерния модел на обекта (детайл или сглобена единица).

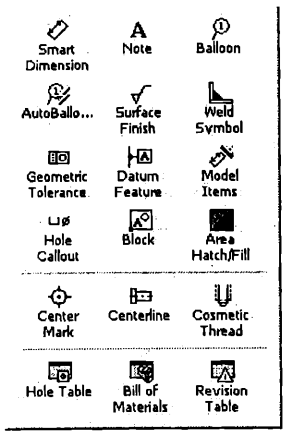
- **Създаване на проекция в съответствие с модела** (Insert "> Drawing View "> Relative to Model) - единична проекция, базирана върху две взаимно перпендикулярни равнини от модела.

- **Създаване на ортогонален изглед** (Insert "> Drawing View "> Projected) - ортогонална проекция на базата на съществуваща проекция на обекта. Допълнително може да се постави означение за посока на проектиране (Arrow) и на изгледа, както и на мащаба, ако е различен от основния.

- **Създаване на допълнителен изглед** (Insert "> Drawing View "> Auxiliary) - проекция, перпендикулярна на зададен наклонен ръб от съществуваща проекция на обекта. Поставя се автоматично означението за посока на проектиране и изглед (Arrow) и на мащаба, ако е различен от основния.

- **Създаване на разрез с една секуща равнина** (Insert "> Drawing View "> Section), дефинирана върху съществуваща проекция чрез центрова линия (Centerline). Ако секущата равнина не преминава през цялата проекция

се създава частичен разрез. Сечение се изпълнява при маркиране (Section View) показване на сечение (Display only surface). Поставя се автоматично означението за посока на проектиране и разрез (Arrow) и на мащаба, ако е различен от основния.



- **Създаване на разрез с две секущи равнини сключващи ъгъл помежду си** (Insert "> Drawing View "> Aligned Section) — подравнен по направление на втората линия. Поставя се автоматично означението за посока на проектиране и разрез (Arrow) и на мащаба, ако е различен от основния.

- **Създаване на изнесен елемент** (Insert "> Drawing View "> Detail) - допълнително отделно изображение на определена част от обекта, обикновено в увеличен мащаб. Частта от обекта, се указва в съществуваща проекция чрез ограждане с окръжност или произволен затворен несамопресичащ се контур. Поставя се автоматично означението за посока на проектиране и разрез (Arrow) и означение на мащаба.

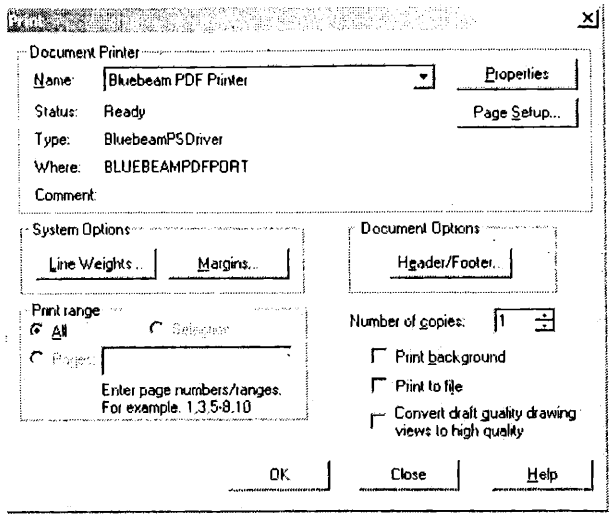
- **Създаване на частичен наложен разрез** (Insert "> Drawing View "> Broken-out Section) - допълнително изображение в разрез на определена част от обекта. Указва се частта от обекта в съществуваща проекция чрез ограждане със сплайн образуващ произволен затворен несамопресичащ се контур и задаване на дълбочината на разреза (Depth) или елемент от изображението, който я определя.

Поставяне на размери и допълнителни означения

Могат да се поставят размери (Dimensions) на обектите в чертежа и текстови анотации (Note), както и знаци за грапавост на повърхнините (Surface finish) за допуски на формата, разположението и ориентацията на повърхнините (Geometric Tolerance), означения за заварки и условни означения на резби (Cosmetic Threat), центрови линии и др.

11.7.8. ОТПЕЧАТВАНЕ НА ЧЕРТЕЖА

След създаването на тримерния модел или чертежа на детайл или сглобена единица, те могат да се отпечатат (File menu -> Print) или да се прегледа вида на отпечатването (File menu -> Print Preview). Стартира се диалоговият прозорец Print (фиг.11.32) в който се дефинират параметрите на печат. След избор на печатащото устройство (Printer Name) и настройките на листа хартия (Page Setup) - размери (Paper size) и ориентация съответно портрет (Portrait) или пейзаж (Landscape), и мащаб на отпечатване (Scale) в проценти, е необходимо да се определи дебелината на линиите (Line Weights). Потвърждението за отпечатване е с OK.



Фиг. 11.32. Настройки при отпечатване на чертеж

11.8. ОБМЕН НА ИНФОРМАЦИЯТА МЕЖДУ ПРОГРАМНИТЕ СИСТЕМИ AUTOCAD, CADSTAR, SOLIDWORKS И ДР.

Различните програмни продукти в зависимост от своята специфика и традиция използват различни файлови формати за съхранение на информацията в електронен вид. Утвърдили са се следните общо приети файлови формати:

BMP, JPG, TIFF, PNG - двоични файлови формати за съхранение, обмен и публикуване (JPG и PNG) в интернет на растерна информация;

DOC - двоичен файлов формат за съхранение на форматиран текст и графика, използван в Microsoft Word;

DXF (Drawing Interchange Format) ASCII file - текстови файлов формат за обмен на графична информация, създаден от Autodesk и използван в AutoCAD и др.;

DWG (rel.14, 2000, 2004) - двоичен файлов формат за съхранение на векторна графика, използван в AutoCAD.

DWF (Design Web Format) - двоичен файлов формат, създаден на базата на DWG, предназначен за публикуване и разглеждане в интернет на графична информация, използван в AutoCAD, като се създава при печат чрез драйвер за симулация на печатащо устройство.

EPS (Encapsulated PS) file - двоичен компресиран графичен и векторен файлов формат, създаден от Adobe за обмен на информация, като се създава при печат чрез драйвер за симулация на PS печатащо устройство;

PS (PostScript Level 1, 1.5, 2, 3) file - двоичен графичен и векторен файлов формат, създаден от Adobe за обмен на информация с оглед отпечатване, като се създава при печат чрез драйвер за симулация на печатащо PS устройство или при печат в файл на принтер поддържащ PS, при това той се използва за директно отпечатване на печатащи устройства поддържащи PS;

PDF (Portable Document Format) - двоичен файлов формат, създаден от Adobe за публикуване и разглеждане на текстова и графична информация, чрез Adobe Acrobat / Acrobat Reader;

RTF (Rich Text Format) file - текстови файлов формат за обмен на форматиран текст, създаден от Microsoft;

TXT (ASCII/ANSI Text) file - текстови файл за обмен на текстова информация, в ASCII (DOS Charset) и ANSI (Windows Charset) кодова таблица;

TXT (Unicode Text) — — текстови файл за обмен на текстова информация, в унифицирана кодова таблица, поддържаща няколко езика;

SCM — двоичен файлов формат за съхранение на графична информация за схеми, използван в Cadstar;

PCB — двоичен файлов формат за съхранение на графична информация за печатни платки, използван в Cadstar;

SLDPRT - двоичен файлов формат за съхранение на графична информация на модел на детайл (пространствен твърдотелен модел), използван в SolidWorks;

SLDASM - двоичен файлов формат за съхранение на графична информация на модел на сглобена единица (пространствен твърдотелен модел), използван в SolidWorks;

SLDDRW - двоичен файлов формат за съхранение на графична информация на чертеж на детайл или сглобена единица (пространствен твърдотелен модел), използван в SolidWorks;

WMF (Windows metafile format) - двоичен файлов формат за обмен на векторна графика в среда на Windows, създаден от Microsoft;

При изпълнение на електронната документация на електро механични изделия в средата на програмните системи AutoCAD, Cadstar и SolidWorks е възможен следният обмен на информация:

- при изпълнение на електрическа схема с Cadstar, Schematic Design - експорт в DXF (DXF manufacturing) формат на готовата схема (File Export - DXF/DXF Manufacture) с оглед довършване на документа в AutoCAD; - експорт в TXT (LST, REP) формат на списъка на елементите в схемата (Reports - Part List) с оглед довършване на документа в Microsoft Word/Excel; - експорт в текстови файлов формат CIR на готовата схема за връзка с PSpice с оглед нейното тестване;

- при изпълнение на печатната платка с Cadstar, PSB Design - експорт в DXF (DXF manufacturing) формат на готовата платка (Manufacturing Export - Check plot, Artwork, Drill Drawing) с оглед довършване на документа в AutoCAD; — експорт в текстови файлов формат CADIF (Visula PCB design editor) на готовата платка (Export - CADIF) с оглед връзка с Cadstar 3D, AutoCAD (при наличие на съответния интерфейс) и др. за създаване на тримерен модел на печатния възел;

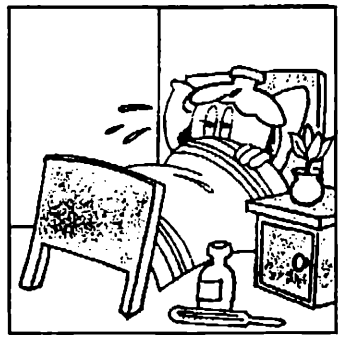
- при изпълнение на електрическа схема и печатна платка, връзката с други такива програми като OrCAD и PCAD се извършва чрез импорт/експорт на текстовия файлов формат RINF (Redac Interface Neutral Format), съдържащ списък на компонентите и връзките между тях;

- при изпълнение на чертеж в AutoCAD, обмена на информация може да се извърши по няколко начина: - чрез експорт в DXF файл или WMF файл; - отпечатване във векторен EPS или PS файл с оглед вмъкване в друг документ като DOC файл или др.; - отпечатване в DWF файл с оглед публикуване в интернет или последващо отпечатване на хартиен носител; - отпечатване в растерен PNG или JPG файл с оглед вмъкване в друг документ.

- при изпълнение на чертеж в AutoCAD или SolidWorks, обмена на информация се извършва чрез DXF или DWG файлов формат.

Съхранението на електронната документация с оглед отпечатване или публикуване обикновено се извършва в PDF файлов формат, тъй като този формат се отваря с широко разпространената безплатна Acrobat Reader и това което се вижда на екрана се отпечатва еднозначно върху хартиения носител. Този файлов формат се създава от AutoCAD, SolidWorks и др. чрез отпечатване (File - Print...) на PDF принтер, (фиг. 11.27, 11.32) който е необходимо да бъде инсталиран като системен принтер.

Обмяната на електронната документация с оглед отпечатване или нанасяне на бележки може да се извърши: - в AutoCAD чрез отпечатване в DWF формат и разглеждане чрез безплатната Autodesk DWF Viewer или eDrawings; - в SolidWorks чрез записване в файлови формати съответно EPRT, EASM, EDRW за модел на детайл, модел на сглобена единица и чертеж на детайл или сглобена единица, и разглеждане и нанасяне на бележки (Markup) чрез безплатната eDrawings.

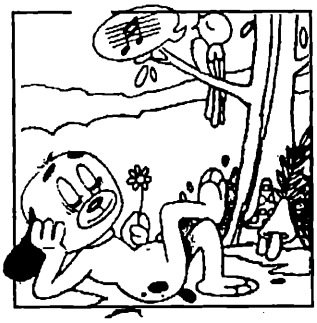


Боже, боже!...

Глава 12.
СТАНДАРТИЗАЦИЯ

или *приказка за Али Баба и 40-те стандарта*

12.1. Нормативно осигуряване на проектирането и документирането
12.2. Разработка на нормативни документи
12.3. Работа с нормативни документи



И с Господа може да водиш диалог, но само под формата на молитва.

Р. Ралин

12.1. НОРМАТИВНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ПРОЕКТИРАНЕТО И ДОКУМЕНТИРАНЕТО

Преди дефинирането на понятието "стандартизация" ще бъдат дадени няколко примера.

Пример 1:

В началото на века в големия американски град Балтимор избухнал пожар. Дървените къщи и вятърът благоприятствали разпространението на пожара. Пожарните команди са се включили разбира се веднага в действие, но за беда водата била далече от пожара. Започнали да свързват шланговете на различните пожарни коли, но те не си съответствали, поради което не било възможно свързването им. Градът бил изпепелен. Причината — липса на стандартизация и по-точно на взаимозаменяемост на пожарните съоръжения.

Пример 2:

Пътувате с автобус 280 от сп. "Орлов мост" до сп. "Технически университет". Трябва да пристигнете по разписание в 8,30 часа, но автобусът закъснява и е на спирката в 9,30. Вие пропускате много важно упражнение (например по "Техническо документиране") и горчиво съжалявате. Причината за тези главоболия — неспазена стандартизация.

И така:

"Стандартизацията е процес на установяване и прилагане на привила с цел въвеждане на порядък на дейността в дадена област в полза и при участие на всички заинтересовани страни, в частност за достигане на всеобща оптимална икономия при спазване на функционалните условия и изисквания на безопасността. Тя се основава на резултатите на науката, техниката и практическия опит. Тя определя не само основата на настоящото развитие, но също и на бъдещето и е длъжна да върви неразривно с прогреса".

Тази дефиниция, дадена от международната организация по стандартизация (ISO) през 1962 г. като че ли най-точно изразява същността на стандартизацията.

Терминът "стандартизация" произтича от английската дума "standart", което означава образец, мярка, еталон.

Съществуват различни видове системи за стандартизация.

Според обхвата си те биват:

а) национална

б) регионална

в) международна.

Националната стандартизация обхваща съответната държава. Българската система съдържа подсистемите:

А1. **Държавна** — български държавни стандарти (БДС), приети за прилагане в страната.

А2. **Отраслова** — отраслови нормали (ОН), приети за прилагане в съответен отрасъл.

А3. **Заводска** — заводски нормали (ЗН), приети за прилагане в съответната фирма.

Регионалната стандартизация обхваща група държави, например АВС — на САЩ, Англия и Канада; EN — на Европа и др.

Европейските организации по стандартизация, създадени от страните-членки на Европейския съюз, са Европейския комитет по стандартизация (CEN) и Европейската комисия по стандартизация в електротехниката (CENELEC). Публикуваните от тях стандарти се означават с EN и идентифициращ номер, към който може да се добави годината на влизане в сила, например: EN 22553:1994. Когато годината не се посочва, се използва последната версия на стандарта.

Международната стандартизация обхваща значителна част от всички страни. Понастоящем Международната организация по стандартизация (International Qrganisation for Standartisation) издава т.н. ISO стандарти (например ISO 5455), които имат препоръчителен характер за страните-членки на ISO. Естествено е, че международният обмен на продукти изисква съблюдаването на стандартите на ISO. Като асоцииран член на ISO е Международната електротехническа комисия (International Electrotechnical Commission), която създава международните стандарти в областта на електротехниката, радиотехниката и електрониката.

Публикуваните от международната организация по стандартизация стандарти се означават с ISO и съответен идентифициращ номер, например ISO 544. По подобен начин на европейските стандарти в означението може да се включи и годината на влизане в сила, например: ISO 544:1989.

Обектите на стандартизация са материални (готови изделия, суровини, материали, заготовки) и нематериални (норми, правила, изисквания, термини и др.). Проектирането практически на всеки вид материален обект трябва да бъде съобразено с действащите стандарти. В зависимост от района на разпространение на продукта неговото проектиране и документиране се подчинява на национална или международна стандартизация.

Трябва да се подчертае, че понастоящем в Република България протича един процес на замяна на БДС с EN-стандартите (за случаите, когато има EN-стандарти, разбира се) или по-точно, въвеждане на EN-стандарти като български стандарти. Обикновено европейските и международните стандарти се въвеждат като идентични, т.е. въведения български стандарт е еднакъв (идентичен) с международния. Означението на стандарта се запазва и пред него се поставя БДС, което го определя като национален стандарт на Република България, например: БДС EN 22553, БДС ISO 7200.

Документирането на технически обекти очевидно в най-голяма степен трябва да бъде стандартизирано, тъй като документът се разчита от множество далече един от друг специалисти — от работника, произвеждащ един детайл от изделието, до специалиста, ремонтиращ повреденото изделие.

Следва да се посочи, че съгласно действащия закон за стандартизацията, прилагането на стандартите в областта на документирането не е задължително, а става по взаимна договореност между производител и потребител.

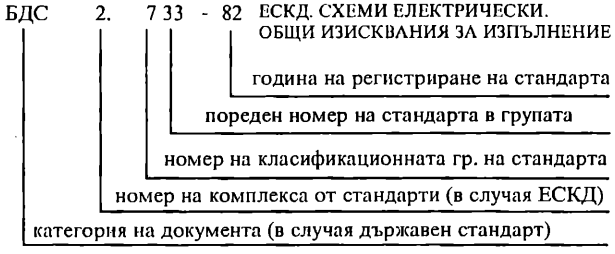
По отношение на документирането в националната стандартизационна система съществуваха няколко комплекса от стандарти, обхващащи всички стандарти с едно и също предназначение. Най-често прилагани са:

- ЕСКД — Единна система за конструкторска документация.

Със започналото от началото на 1994 г. въвеждане на ISO-стандарти като български, двете системи бяха отменени. Отделни не-малко на брой стандарти от тях обаче продължават да съществуват, доколкото все още не са въведени техни международни или европейски аналози.

Означаването на българските стандарти се извършва, съгласно фиг. 12.1.

Означаването на въведените повече от 150 стандарта на ISO или IEC бе показано по-горе; характерна е липсата на година на регистриране.



Фиг. 12.1. Означаване на стандарт

На фиг. 12.2 са показани две страници от БДС EN ISO 5455:2000.

12.2. РАЗРАБОТКА НА НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

Значението на нормативните документи за инженерната практика би следвало да се разглежда в две насоки:

- стандартизират се обикновено обекти и процеси, които са добре изучени и чиито характеристики могат да бъдат предложени като начално решение;
- използването на данни от стандартите икономисва време и усилия на конструктора.

Ето защо все по-често възниква необходимостта да се разработят нормативни документи. Този процес става и престижен, защото ако инженерната общност приеме стандарта, то тя е приела и опита на създателя му. Това е и обяснението, че водещи фирми (особено в електрониката и програмната индустрия) се стараят да лансират на пазара решения, изградени на стандартизационен принцип, т.е. прилагане на апробирани и ефективни унифицирани (уеднаквени) решения.

Би трябвало дейността по разработка на нови нормативни документи да се раздели на четири етапа: планиране, разработване и съгласуване, утвърждаване, внедряване.

Планирането е следствие от изброените по-горе фактори — създаването на нов стандарт се рентира, когато натрупванията (количествени и качествени) в разработката и експлоатацията на едно изделие докажат прерастването му в клас обекти.

Разработването на стандарта протича в три подетапа:

- определяне на съдържанието му — т.е. избор на обекта;
- определяне на същността му — т.е. избор на характеристики, параметри и показатели, които ще се стандартизират;
- оформяне.

Най-важната част е определянето на същността на бъдещия стандарт. Тук трябва да се имат предвид следните предпоставки:

- наборът от стандартизируеми параметри трябва да бъде резултат на обстоен анализ;
- параметрите могат да бъдат задължителни и препоръчителни;
- параметрите се делят на количествени и качествени;
- наборът от параметри може да бъде пълен или непълен (частичен).

От съществено значение е да се направи колкото се може по-широк анализ на всички данни около обекта на бъдещия стандарт — собствен и чужд опит в проектирането и експлоатацията, наличие на аналогични стандарти, взаимозависимост със съществуващи стандарти, приложимост, ефективност от прилагането. Опитът и квалификацията на разработващия могат да добавят още аспекти на този анализ с цел пълнотата на бъдещите обосновки.

Оформянето на разработваните в страната стандарти става съгласно изискванията на БДС 0-3:2004. Към тях трябва да се добавят и характерните изисквания при разработването на стандарти, идентични с международните.

Съгласуването на проекто-стандарта е един от най-трудните етапи, тъй като следва да се отчетат както държавните интереси, така и противоречивите фирмени интереси и международните задължения на страната в областта на стандартизацията.

Редът за **утвърждаване** е определен от оторизирания национален орган по стандартизация. За нашата страна това е Български институт за стандартизация. Проектостандартът преминава научно-техническа, метрологична, терминологична, правна и икономическа експертиза преди да бъде предложен за утвърждаване. Утвърденият стандарт се регистрира, получавайки свой номер.

Твърде широко може да бъде определението "**внедряване**" — от задължителното му ползване след определена дата до достигането на резултатите, дадени в обосновката към него. Най-индикативно обаче си остава чес-

УДК 744.4 Февруари 1995

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ	БЪЛГАРСКИ ДЪРЖАВЕН СТАНДАРТ	БДС ISO 5455
	ТЕХНИЧЕСКИ ЧЕРТЕЖИ МАЩАБИ	Заменя БДС 2.314-80
		Т 52

Technical drawings - Scales

Dessins techniques - Échelles

Технические чертежы - Масштабы

Международният стандарт ISO 5455, издание 1979 г., *Technical drawings - Scales* е въведен в този стандарт без промени.

НАЦИОНАЛЕН ПРЕДГОВОР

Стандартът е хармонизиран от колектив при Техническия университет - София, и е приет от Съвета на ТК 22 "Техническа документация".

Ключови думи: мащаб (отношение), означаване, технически чертежи

Утвърден на 1992-12-16 | Влиза в сила от 1994-01-01

ТЕХНИЧЕСКИ ЧЕРТЕЖИ МАЩАБИ

1. ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТ НА ПРИЛОЖЕНИЕ

Този международен стандарт определя препоръчителните мащаби и означаването им в чертежите на всички отрасли на промишлеността и строителството.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1. Мащаб - отношение на дължината на елемент от чертежа към дължината на същия елемент от изобразявания обект.

Забележка. Мащабът на печатан материал може да бъде различен от мащаба на оригиналния чертеж.

2.2. Естествена големина - мащаб 1:1.

2.3. Увеличаващ мащаб - мащаб с отношение, по-голямо от 1:1. Нарича се "увеличаващ", защото отношението се увеличава.

2.4. Намаляващ мащаб - мащаб с отношение, по-малко от 1:1. Нарича се "намаляващ", защото отношението се намалява.

3. ОЗНАЧАВАНЕ

Пълното означение на мащаба трябва да съдържа думата "SCALE" (или нейния еквивалент на езика, използван в чертежа - "МАЩАБ") и стойността на отношението, както следва:

- мащаб 1:1 за естествена големина;
- мащаб X:1 за увеличаващи мащаби;
- мащаб 1:X за намаляващи мащаби.

Ако няма опасност от грешка при разчитането, думата "мащаб" може да не се пише.

4. ЗАПИСВАНЕ

4.1. Означението на мащаба трябва да бъде записано в основния надпис на чертежа.

4.2. Ако е необходимо да се използват няколко мащаба в чертежа, основният мащаб се записва в основния надпис, а останалите мащаби се записват към означенията на съставните части или към означенията на изгледи и (или) разрези

5. МАЩАБИ

5.1. Препоръчителните мащаби за използване в техническите чертежи са дадени в таблицата.

Вид мащаб	Препоръчителни мащаби		
Увеличаващи мащаби	50:1 5:1	20:1 2:1	10:1
Естествена големина			1:1
Намаляващи мащаби	1:2 1:20 1:200 1:2000	1:5 1:50 1:500 1:5000	1:10 1:100 1:1000 1:10000

Забележка. Ако е необходим мащаб, по-голям или по-малък от дадените в таблицата, препоръчителните мащаби могат да бъдат разширени чрез умножение на всеки от мащабите в таблицата по целочислената степен на десет. Допуска се в изключителни случаи да се използват и междинни мащаби между дадените в таблицата.

5.2. Изборът на мащаба зависи от сложността на изобразявания обект и предназначението на изображението.

Мащабът трябва да бъде достатъчно голям, за да осигури ясно и еднозначно разчитане на записаната информация.

Мащабът и големината на изобразявания обект влияят върху големината на чертежа.

5.3. Елементи с малки размери, които затрудняват изобразяването или оразмеряването, се изобразяват като изнесен елемент в мащаб, по-голям от основния мащаб на чертежа

6. ЧЕРТЕЖИ В ГОЛЯМ МАЩАБ

Препоръчва се, за информация, да се начертава изглед в естествена големина на малки обекти, изобразени в увеличаващ мащаб.

В тези случаи изгледът в естествена големина се чертае опростено само с контурите му.

Край на превода на български език

Фиг. 12.2. Факсимиле на БДС ISO 5455

тотата на цитирането му в документациите на нови изделия — това означава, че стандартът е полезен за инженерната практика.

12.3. РАБОТА С НОРМАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

Видно е, че в ежедневната работа на инженера нормативните документи заемат централно място. Всяка проектна операция, всяко пресмятане, всеки чертеж или схема са подчинени на определени изисквания и те трябва да бъдат коректно изпълнявани.

Използването на нормативните документи има главно три положителни страни:

- в тях е събран в обработен вид огромен инженерен опит;
- нормативните документи обхващат почти целия процес на проектиране;
- тяхното ползване рязко съкращава времето за рутинни проектни операции.

Разбира се, не трябва да убягват от вниманието и негативните страни:

- нормативните документи ограничават нетрадиционното инженерно мислене;
- изключително голям е броят на нормативните документи, които инженерът трябва да познава и отчита (по обща преценка само БДС, касаещи техносферата, са над четири хиляди);
- твърде често (поради непроведеното съгласуване) нормативните документи си противоречат, затруднявайки по този начин търсенето на оптимални решения;
- съществуват и голям брой нормативни документи на отраслово ниво, чиито изисквания в определени случаи стават пречка за развитие на ТО.

(Моля този, който е достигнал до тази страница от учебника да съобщи невероятната вест на mleparov@tu-sofia.bg. Първият за текущата учебна година изпратил писмо студент ще получи подарък от сърце).

Стана дума, че в последните години в страната се разгърна процес по уеднаквяване на националните ни стандарти със стандартите, валидни в Европейския съюз. От една страна, това позволява да се използва и европейския инженерен опит и в резултат от това да се намали броя на действащите нормативни документи. От друга страна, увеличават се и затрудненията на инженера, тъй като възникват определени задължения при ползване на противоречащи си наши и чужди стандарти.

Дейностите, които извършва инженерът при работа с нормативни документи, могат да бъдат обединени в три групи:

- отчитане на непосредствени нормативни изисквания;
- анализ и ранжиране на нормативни изисквания;
- дефиниране и обосноваване на изменения в нормативните документи.

Най-голям е делът на първата група. Инженерът трябва да знае списъка на документите, които касаят проектирания от него обект и точка по точка да отчете всички изисквания. При наличието на противоречия или възможност за избор (което е често явление) трябва да се обосновава решението кои изисквания ще се удовлетворяват.

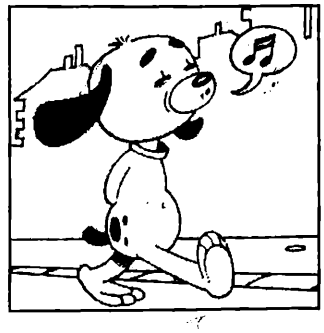
Втората група е по-малка по обхват, но със съществено значение, когато се търсят оптимални решения. Това особено важи при създаването на нови технически обекти, когато жизненият цикъл на изделието ще протече изцяло и е необходимо да се отчетат многобройни фактори от отделните етапи. Тук е целесъобразно организирането на самостоятелна (временна) група, която задълбочено да анализира предварително събран и възможно най-пълен набор от нормативни изисквания. От значение е добрата квалификация на участниците в групата, тъй като ранжирането е по принцип експертна дейност.

Макар и с малък относителен дял, третата група има свое значение. Мотивацията за това е възможността за грешки даже в стандартите и анализът на личния и чужд инженерен опит. Тази дейност е полезно да се развие от един-двама души, също с висока квалификация, и след това да бъде обект на обсъждане от инженерния колегиум.

Астронавт

Луната е кръгла като колело.
Защо няма две луни-
Да си направя колело
И да замина някъде далеч, далеч,
където
да има само една луна?

Стефан Гечев



Добре, де — ще ги изпълнявам проклетите стандарти!...

П01.1. ВИДОВЕ ДОКУМЕНТИ

Както бе разгледано по-горе (гл. 1), техническата документация представлява набор от описания на бъдещото изделие, с помощта на които то може да бъде изработено и използвано.

В гл. 10 се разглеждат по-подробно някои от документите, разработвани за нуждите на жизнения цикъл. Тук акцентът ще бъде върху видовете конструкторски документи.

Развитието на компютърните технологии през последните 10 години промени материалната среда и средствата за изпълнение на ръчно изработваните документи с виртуална среда, в която се представя и управлява информацията за обектите, и компютърни инструменти за генериране на текст и графика. В инженерната дейност все повече се налага компютърното съставяне на конструкторски документи, които могат да бъдат изпълнени върху хартия или представени в подходящ компютърен формат като електронен документ. Под *електронен документ* се разбира текст или графика, представени в цифрова форма чрез общоприет стандарт за преобразуване, разчитане и визуално представяне на информацията и записани върху магнитен, оптичен или друг носител, който дава възможност за възпроизвеждане.

Най-общо конструкторските документи могат да се класифицират по следните признаци: начин на представяне (фиг.П01.1а); вид на описанието (фиг.П01.1б).

Според начина на съставяне конструкторските документи се делят на компютърно изпълнени и ръчно изработени. От своя страна компютърно представените документи са в електронен вид (като електронен документ) или възпроизведени върху хартия.

В зависимост от вида на описанията конструкторските документи се делят на графични и текстови. Това разграничение е условно, тъй като в действителност във всеки документ се използват обикновено и графични символи и текст.

Показаното на фиг. П01.1б деление на схемите е според вида на участващите елементи. Другото деление — според предназначението е разгледано в т. 7.1.

Чертежите се делят на две големи групи — на детайли и на сглобени единици. Видът на различните чертежи на сглобените единици се определя от предназначението, което личи и от наименованието им.

Най-голямо е разнообразието при текстовите документи, тъй като те са пряко зависими от разнообразието на задачите, които ще се решават с тези документи.

Нещо повече, стандартът разрешава да се разработват и специфични за дадена фирма или дейност конструкторски документи. Трябва да се има предвид обаче, че те важат само в рамките на фирмата.

По-нататък в приложенията се разглеждат подробно изискванията при формирането на изображения. Тук трябва да се подчертае, че те, заедно с останалата информация, следва да позволяват създаването на еднозначна представа за бъдещото изделие.

В схемите пък основното е наличието на графични символи (условни изображения) на обекта и съставните му части. Съставянето на схемите изисква достатъчно високо ниво на абстракция, особено когато се създава



Фиг. П01.1. Класификация на конструкторски документи
а) в зависимост от начина на представяне
б)според вида на описанието

ново изделие и неговите функционални качества са обект на обсъждане. Съставянето на схеми дава по-ясна представа за тези качества, но на глобално ниво. А това предполага познаването на широк кръг от технически решения, които могат да бъдат използвани в бъдещия обект.

Може би тук е мястото да се акцентира върху необходимото разбиране на значението на отделните видове конструкторски документи и разпределението на задълженията при тяхното разработване.

И така:

1. Схемите се средство за описание на определени функционални качества и те трябва широко да се използват, както при проектирането на процеси и системи, така и при конструирането на електрически, електронни и др. изделия;

2. Чертежите трябва да са еднозначни — да не позволяват тълкуване на изобразеното. А това означава, че е нужно не само да са коректни, но и добре изпълнени.

3. И текстовите документи съхраняват необходимата информация за бъдещото изделие. Колкото и добро да е то, никой няма да го купува, ако не знае как да борави с него (т.е. ако липсва инструкция за експлоатацията му) или ако не може да си поръча резервни части (т.е. ако не е разработен каталог на резервните части).

4. Съгласно действащите нормативни документи има определен минимален обем от конструкторски документи. Но към тях следва да се добавят и всякакви други, които биха улеснили производството и експлоатацията на изделията. Конструкторът е човекът, който ще определи списъка от необходимите документи и ще следи за тяхното коректно изпълнение.

П01.2. ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ОФОРМЯНЕ НА ДОКУМЕНТИ

Всеки конструиран технически обект трябва да бъде представен в набор от документи, позволяващ той да бъде изработен. Очевидно е, че освен коректността в изображенията и текстовата информация (за да се разберат функционалните свойства на обекта), от значение за ползването на документа в производството е и неговата прегледност. Практиката е наложила разделното производство, т.е. разсъсредоточаването му по време и място, което налага комуникацията между производителите да бъде гарантирана. В това отношение конструкторските документи са първостепенни. Тези документи са обект на разглеждане и от множество други специалисти — ръководители на фирми, извършващите анализ на документацията (вж. гл. 8), разработващите технологична (т. 10.4) и експлоатационно-ремонтна (т. 10.5) документация, участници в експлоатацията и ремонта на ТО и др. Ето защо е необходимо да се уеднаквят (до степен на задължителност) изискванията към изработването на конструкторските документи.

Тези изисквания могат да се обособят в две групи:

- коректност на представената графична информация — т.е. съответствие между обекта на проектиране и неговите описания;
- прегледност на разработените документи — т.е. възможност изображенията и описанията да бъдат разбрани, без да е необходимо допълнително тълкуване.

Отговор на първата група изисквания се дава чрез описанието как се формират изображенията и текстовата информация около тях (вж. Приложения П02, П03 и П04).

Тук по-долу са посочени част от изискванията от втората група.

П01.2.1. ЛИНИИ

Друг характерен елемент в чертежите са линиите. Изискванията към тях са част от БДС ISO 128.

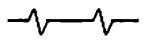
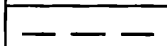
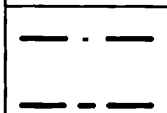
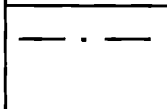
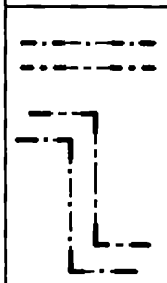
Дебелината на линиите се избира от следния ред: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,0; 1,4 и 2 mm.

Използват се дебели и тънки линии, като съотношението на дебелините им следва да не е по-малко от 2:1. Използват се и много дебели линии, при което съотношението между много дебелата и дебелата линия е също не по-малко от 2:1. В един чертеж се използва само една дебелина за даден вид линия. Дебелината на линиите се подбира в зависимост от наситеността на изображенията — очевидно е, че при по-наситени изображения дебелината на линиите се подбира от лявата крайна част на реда. Влияние върху избора оказва и вероятната необходимост да се редуцират (намаляват) изображенията при копиране.

В табл. П01.1 са показани видовете линии, използвани при формиране на изображенията в

Таблица П01.1

Видове линии

Вид линия	Наименование	Основно приложение
	Дебела непрекъсната линия	Видими контури Видими ръбове
	Тънка непрекъсната линия	Фиктивни ръбове Контури на наложени сечения Условни означения на резби и др. Къси оси Щриховки Размерни линии Спомагателни размерни линии Показни линии
	Тънка непрекъсната вълнообразна линия	Граници на изображения (изгледи, разрези, сечения, изнесени елементи) частични или непълни, ако тези граници не са оси
	Тънка непрекъсната с повтаряща се чупка линия	
	Дебела прекъсвана линия от тирета	Невидими контури Невидими ръбове
	Тънка прекъсвана линия от тирета	
	Дебела прекъсвана линия от дълго тире и точка или от дълго и късо тире	Означение на линии и повърхнини със специфични изисквания
	Тънка прекъсвана линия от дълго тире и точка или от дълго и късо тире	Проекции на оси на симетрия Проекции на равнини на симетрия
	Тънка прекъсвана линия от дълго тире и точка или от дълго и късо тире, комбинирана в краищата и при смяна на посоката с дебели къси отсечки	Проекции на секущи равнини
	Тънка прекъсвана линия от дълго тире и две точки или от едно дълго тире и две къси тирета	Контури на съседни обекти Контури на подвижни обекти в крайни и междинни положения Контури на елементи, които след допълнителна операция вече не съществуват Контури на елементи, които са разположени пред секущата равнина

чертежите.

При изпълнението на линиите трябва да се имат предвид и следните ограничения:

а) разстоянието между две съседни линии трябва да е по-голямо от удвоената дебелина на използваната дебела линия, но не по-малко от 0,7 mm;

б) ако в изображенията има съвпадащи линии, то приоритетността им е следната:

- видими контури и ръбове;
- проекции на секущи равнини;
- оси и равнини на симетрия;
- спомагателни размерни линии.

П01.2.2. МАЩАБИ

Мащаб е отношението на дължината на елемент от чертежа към дължината на същия елемент от изобразения обект.

В табл. П01.2 са дадени препоръчителни мащаби при изпълнението на изображенията. Изискванията на мащабите са посочени в БДС EN ISO 5455.

При избора на мащаб трябва да се имат предвид следните ограничения:

а) използват се мащаби за естествена големина (1:1), увеличаващ и намаляващ мащаб;

б) означението на мащаба трябва да бъде записано в основния надпис на чертежа (фиг. П01.6);

в) ако в чертежа се използват няколко мащаба, основният се записва в основния надпис, а останалите — до изображенията, за които се отнасят;

г) изборът на мащаба зависи от сложността и предназначението на изображението — трябва да се осигури ясно и еднозначно разчитане на записаната графична информация;

д) при чертежи с голям увеличаващ мащаб се препоръчва да се начертае изглед на обекта в естествена големина, като се начертават само контурите му.

Важно е да се помни, че при копиране мащабите могат да се нарушат.

Табл. П01.2

Препоръчителни мащаби

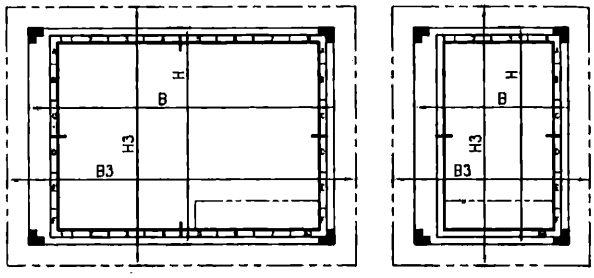
Вид мащаб	Препоръчителни мащаби		
Увеличаващи мащаби	50:1 5:1	20:1 2:1	10:1
Естествена големина			1:1
Намаляващи мащаби	1:2 1:20 1:200 1:2000	1:5 1:50 1:500 1:5000	1:10 1:100 1:1000 1:10000

Забележка: Ако е необходим по-голям или по-малък от дадените в таблицата, препоръчителните мащаби могат да бъдат разширени чрез умножение на всеки от мащабите в таблицата на целочислената степен на десет. Допуска се в изключителни случаи да се използва и междинни мащаби между дадените в таблицата.

Таблица П01.3

Размери на изрязаните и неизрязаните

Означение (фиг.П01.3)	Изрязан лист В x Н, mm	Неизрязан лист В3 x Н3, mm
А0	1189 x 841	1230 x 880
А1	841 x 594	880 x 625
А2	594 x 420	625 x 450
А3	420 x 297	450 x 330
А4	297 x 210	330 x 240



Формат А0 — А3 Формат А4

Фиг.П01.2. Разположение на форматите

П01.2.3. РАЗМЕРИ И ОФОРМЯНЕ НА ЧЕРТОЖНИТЕ ЛИСТОВЕ

Изискванията към чертожните листове са описани в БДС EN ISO 5457. Стандартът задължава чертежа да бъде изработен върху най-малкия формат, позволяващ да се постигне необходимата яснота и четливост. Размерите на форматите съгласно стандарта са дадени в табл. П01.3 и фиг.П01.2.

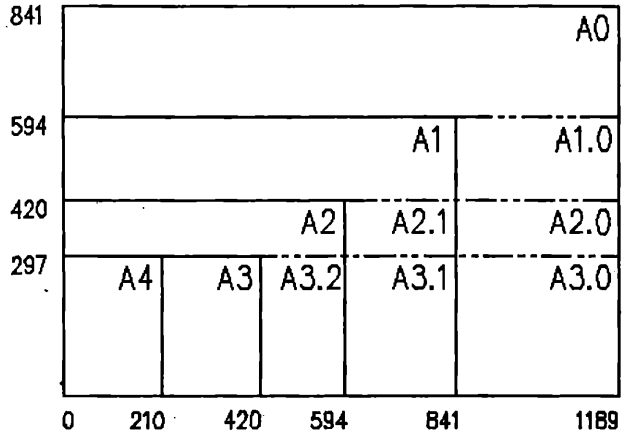
Форматът трябва да бъде означен в долната гранична ивица в десния ъгъл под чертожното поле. За формати А0 — А3 се допуска само хоризонтално разположение, а за формат А4 се допуска само вертикално разположение.

Освен основните формати дадени в табл.П01.3, съществуват и удължени формати, като не се препоръчва използването им. Те се получават чрез комбинация на размерите на късата страна на един формат (например А3) и на дългата страна на друг по-голям формат от серия А (например А1), резултатът е нов формат (например с означение А3.1), получаването на тези формати е показано на фиг.П01.3.

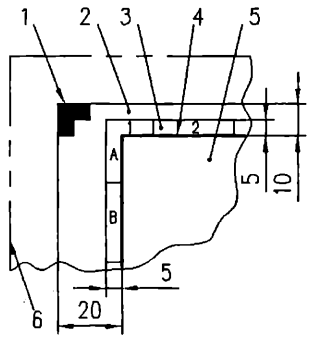
Форматният чертожен лист съдържа следните задължителни елементи: чертожно поле, основен надпис, центриращи знаци, ивица за означаване разделянето на формата на зони и знаци за изрязване.

Основният надпис (виж т. П01.2.4) за формати А0 — А3 се разполага в десния долен ъгъл на чертожното поле, а за формат А4 — се разполага в долната част на чертожното поле (фиг.П01.2). Посоката на четене на чертежите съответства на тази на основния надпис.

Върху форматите се оставят гранични ивици между рамката за изрязване на листа и рамката на чертожното поле (фиг.П01.4). Граничната ивица от лявата страна е с широчина 20 mm и може да служи за захващане на



Фиг.П01.3. Схема на получаване на удължените формати



Означения

1. Знак за изрязване
2. Рамка на изрязания форматен лист
3. Ивица за означаване на зоните
4. Рамка на чертожното поле
5. Чертожно поле
6. Рамка на неизрязан форматен лист

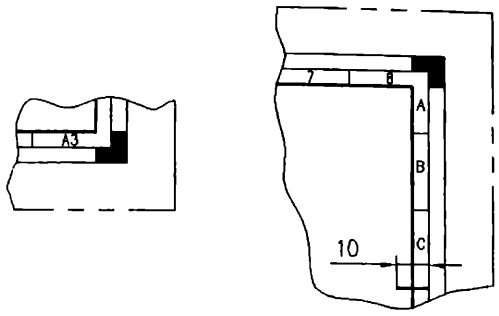
Фиг.П01.4. Гранични ивици на форматите

чертежа при поставяне в папка. Другите гранични ивици са с широчина 10 mm. Рамката на ограничаване на чертожното поле се чертае с непрекъсната линия с дебелина 0.7 mm.

Центриращите знаци трябва да се нанесат в краищата на двете оси на симетрия на изрязания лист и служат за улесняване на разполагането на чертежа при копиране и микрофилмиране. Препоръчва се те да бъдат отсечки с дебелина 0.7 mm и дължина 10 mm, започващи от ивицата за разполагане на зоните и продължаващи в чертожното поле (фиг.П01.5).

Форматите се разделят на зони с дължина 50 mm, независимо от техните размери, за лесно определяне на местоположението на детайли, елементи, допълнения, изменения и др. върху чертежа. Препоръчва се отделните зони да се означават отгоре надолу с главни букви (I и O не се използват) и отляво на дясно с числа и се разполагат от четирите страни на формата. За формат А4 зоните се разполагат само отгоре и отдясно. Броят на зоните зависи от формата, като разделянето започва от центриращите знаци (фиг.П01.5). Линиите, разделящи форматния лист на зони се изпълняват с непрекъсната линия с дебелина 0.35 mm. Буквите и числата на означаване се нанасят в средата на ивицата на зоните с шрифт без наклон с големина 3.5 mm.

Знаците за изрязване са за улесняване на изрязването на чертожните листове. Тези знаци имат формата на два



Фиг.П01.5. Зони и центриращи знаци на формата

Таблица П01.4

Брой на зоните в чертожните листове

Означение	A0	A1	A2	A3	A4
Дълга страна	24	16	12	8	6
Къса страна	16	12	8	6	4

припокриващи се правоъгълника с размери 10 mm x 5 mm (фиг.П01.4).

П01.2.4. ОСНОВНИ НАДПИСИ

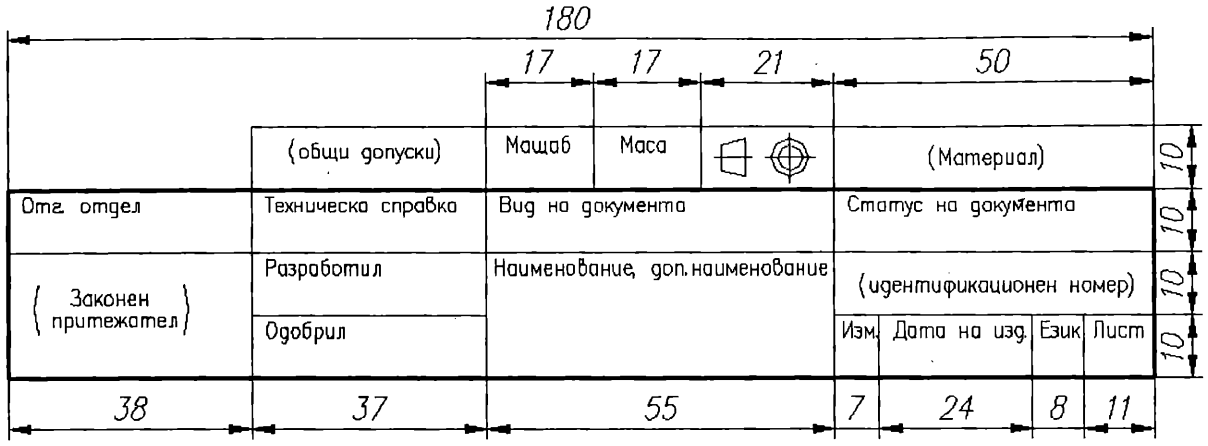
Всеки конструкторски документ (чертеж, схема и т.н.) следва да бъде снабден с т.н. *основен надпис*, даващ допълнителна информация. Характерът и обемът на тази информация са резултат от многогодишния инженерен опит и от приблизително три десетилетия почти не са претърпявали промяна. Разликата между различните национални или международни стандарти е, че отделните части на информацията се разполагат в различна последователност.

БДС EN ISO 7200 определя вида, съдържанието и обема на задължителната информация, записвана в основния надпис, прилаган както при компютърно, така и при ръчно изпълнение на всички видове документи във всички етапи от жизнения цикъл на продукта. При използването на система за управление на електронни документи на продукт трябва да се осъществи обмен и гарантира съвместимост на предаваната информацията между различните видове документи. С оглед на това, в основния надпис се записват данни, необходими за управлението на документа и несъдържащи специфични изисквания към продукта. Стандартът препоръчва използването на минимален брой полета, като другите данни, напр. мащаб, метод на проектиране, допуски с общо предназначение и др., се добавят динамично извън основния надпис.

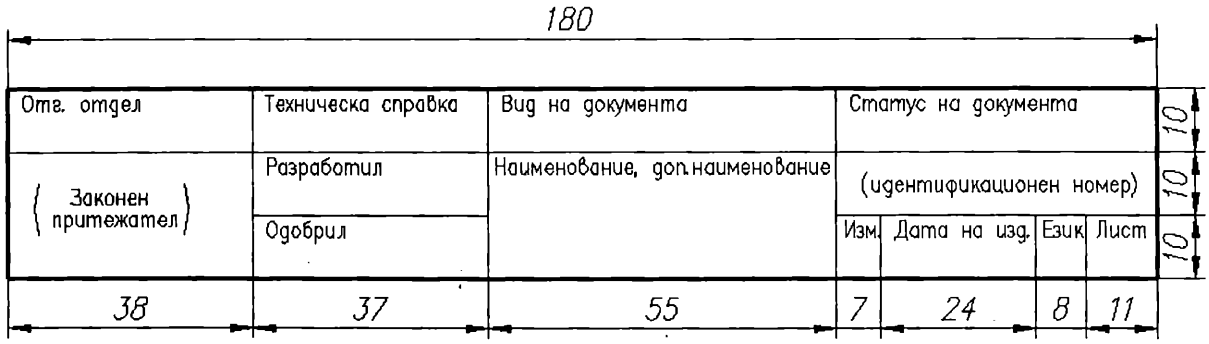
Информацията в основния надпис е обособена в три групи: идентифициращи полета; полета с описателни данни; полета с административни данни.

За всяко поле е определен препоръчителен брой символи. Общата дължина на основния надпис е 180 mm. Стандартът не фиксира точно определено разположение на отделните полета.

В националното приложение към БДС EN ISO 7200 е даден примерен основен надпис в два варианта: за



Фиг. П01.6. Основен надпис за чертежи



Фиг. П01.7. Основен надпис за текстови документи и схеми

чертежи (фиг.П01.6) и за текстови документи и схеми (фиг.П01.7). В първия вариант над основния надпис са присъединени допълнителни полета за означаване на: допуски с общо предназначение; мащаб, с който са изпълнени изображенията на чертежа; маса на обекта в кг; знак за метода на проектиране; наименование и марка на материала. Празното крайно ляво поле е отредено за означаване на преобладаващата грапавост на повърхнините на детайла.

В полетата на основния надпис се нанасят следните данни:

а) идентифициращи полета:

- законен притежател на документа, напр. фирма, предприятие ;
- идентификационен номер на документа;
- код на изменение, който определя състоянието на преработка на документа;
- дата на издаване;
- пореден номер на листа към общия брой листа на документа;
- код за език, на който е изпълнен документа;

б) полета с описателни данни:

- наименование на обекта, за който се отнася документа;

в) полета с административни данни:

- отговорен отдел — звено на фирмата, отговарящо за документа;
- техническа справка — фамилията на лицето за контакт относно ползването на документа;
- разработил - фамилията на лицето, което съставя документа;
- одобрил - фамилията на лицето, което одобрява документа;
- вид на документа — определя съдържанието и начина на представяне на документа;
- статус на документа — посочва стадия на жизнения цикъл, към който принадлежи документа (напр. "подготовка", "одобрение", "въведен", "отменен").

П01.3. СЪХРАНЯВАНЕ И РАЗМНОЖАВАНЕ НА ДОКУМЕНТИ

Вече стана дума, че етапите на жизнения цикъл на изделията се изпълняват на различни места и че техническата документация играе роля на връзка между различните изпълнители. От това следва, че създадените документи се използват многократно и това трябва да се отчита при тяхното създаване.

Очевидно е, че оригиналите няма да могат да се използват навсякъде. Те биха се повредили и данните върху тях могат да се променят или изгубят. Ето защо е необходимо да се регламентира тяхното съхраняване и създаването на копия за нуждите на производството и потреблението.

За запазването и движението на документацията обикновено отговаря отделно звено във фирмата. На

различните места то се нарича различно, но най-често е известно под името "технически архив".

Създадените оригинали се приемат в архива след като са изцяло изготвени, проконтролирани, коригирани и подписани от съответните длъжностни лица.

Изготвянето на копия става по начин, гарантиращ съответствие с оригиналите.

Автоматизирано създадените документи могат да се съхраняват и във вид на запис в базите данни.

В страната ни действа БДС EN ISO 6428, който третира изискванията към техническите чертежи при микрокопиране, тъй като този метод е също разпространен. Прилагането на тези изисквания ще позволи да се получат четливи увеличени копия от висококачествени микрофилми на чертежите.

Някои от тези изисквания са:

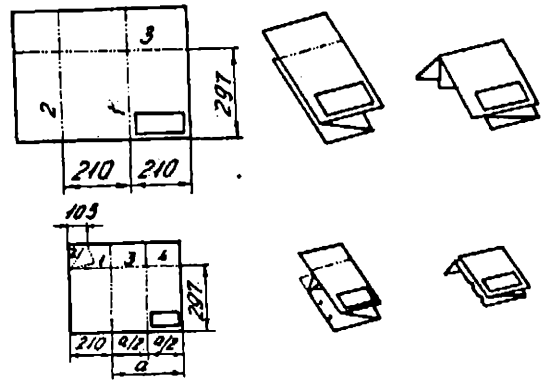
- листовете за чертежите да са матови от страната, на която се чертае;
- ако форматите са *A0* и *A1*, дебелините на линиите да са над 0,35 *mm*;
- да се избягва почерняването на големи площи; зачернените площи да са с ширина до 3 mm;
- да се построи линеен графичен мащаб, което улеснява увеличението след микрокопиране;
- разстоянието между букви и линии да се е по-малко от 2 *mm*.

Копията *биват архивни, контролни и библиотечни (работни и информативни).* В архивните копия не се внасят изменения, а контролните служат за справка и сверяване; тези копия не се изнасят извън звеното. Работните копия се предават на изпълнителите на чертежите, а информативните — на лица от производството.

В специална инвентарна книга се води отчет къде какви копия се намират, за да може при нужда да се заменят или да се отразяват направени изменения. Всяко копие следва да носи печат за вида му.

Копията могат да се сгъват (БДС 2.502-84) — найнапред перпендикулярно, а след това успоредно на основния надпис, докато се достигне до размер *A4* (фиг. П01.8).

Ако от оригиналите се вадят често и много копия, те могат да се износят или повредят. В такъв случай се изготвят дубликати — чертежи със силата на оригинали, но предназначени само за снемане на копия. Трябва да се отбележи, че ако документа е в електронен вид трудно може да се прави разлика между копие и дубликат.



Фиг. П01.8. Сгъване на копията

Приложение П02. ОСНОВНИ ПРАВИЛА ПРИ ФОРМИРАНЕ НА ГЕОМЕТРИЧЕН МОДЕЛ

П02.1. ВИДОВЕ МОДЕЛИ

Модел на обект е аналог, който съхранява характерните му черти и служи за неговото изучаване. По време на проектирането обектът не е материализиран, поради което той се замества с неговия модел. В зависимост от начина на изграждане моделите биват **математични** (като набор от зависимости), **информационни** (като набор от сведения) и **геометрични** (като набор от геометрични характеристики). Един от най-важните модели е геометричният модел, който представлява **съвкупност от сведения, еднозначно определящи формата на геометричния обект** (детайл, сглобена единица). Тези сведения се отнасят както за макрогеометрията — геометрични форми и тяхното взаимно разположение в пространството, така и за микрогеометрията — грапавост на повърхнините (т. 6.8), допуските на формата, ориентацията, разположението и биенето (т. 6.9.1) и други.

Дейността, свързана със съставяне и обработка на геометричния модел, се нарича **геометрично моделиране**.

Геометричния модел е **аналитичен** (ако се представя чрез зависимости) и **графичен** (ако се представя като графично изображение).

Неслучайно графичният модел е основния модел за геометрично представяне на проектирания обект. Графичната информация е изразителна, компактна, сравнително лесно се разбира, запомня и възпроизвежда.

В зависимост от начина на представяне на проектирания обект, геометричният модел може да се разглежда като **реален**, когато отговаря в някаква степен на геометричните форми и тяхното разположение на реалния обект, и **символен**, когато елементите на обекта се представят символно. Представители на първия модел са чертежите, а на втория — схемите. Геометричният модел се характеризира с две страни: **качествена** — съвкупност от изображения (проекции) и **количествена** — съвкупност от размери (размерна мрежа). По-долу ще бъдат анализирани въпросите за изграждане на изображенията.

За да се открият и дефинират тези правила е необходимо да се потърсят общи постановки, които да позволят разбираеми определения. Такава предпоставка е деструктурирането (разпадането на по-прости съставни елементи) на геометричния обект.

Всяко тяло е съставено от набор от повърхнини, а всяка повърхнина може да се представи като набор от линии (прави или криви). От геометрията е известно, че

Юпитер, ти се сърдиш, значи не си прав (лат.).

линията е набор от точки. Следователно, всяко тяло може да бъде представено като набор от точки, свързани по определен начин.

Това позволява изобразяването на геометричен обект да започне от изобразяването на точка (като част от него, или иначе казано, като негов модел).

П02.2. ТЕРМИНОЛОГИЯ

Нека са зададени равнина π_1 и точка А, нележаща в нея (фиг. П02.1а). Ако от т. А се прекара права под ъгъл α спрямо π_1, то тази права ще пресече π_1 в точката A_1 (фиг. П02.1б). Дадените и получените елементи се наричат както следва:

- т. А — изобразяван обект (в случая точка)
- равнина π_1 — проекционна равнина
- т. A_1 — проекция на т. А върху проекционната равнина π_1
- права AA_1 — проектираща права
- процес на получаване на т. A_1 — проектиране

В зависимост от ъгъла α, който сключва проектиращата права с проекционната равнина, се говори за клиногонално (наклонено) проектиране, при което α е различен от 90° и ортогонално (правоъгълно) проектиране, при $\alpha = 90°$ (фиг. П02.1*в*).

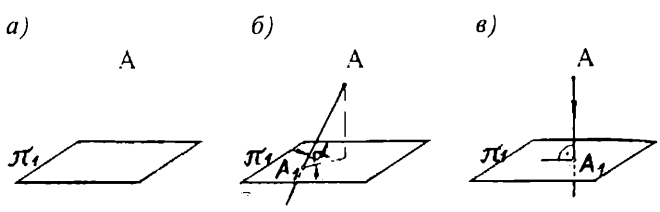
В техниката е възприето ортогоналното проектиране преди всичко заради факта, че при него голяма част от елементите на изобразявания обект (разбира се, когато той е реално тяло) се проектират без изменение.

Основни свойства на правоъгълното проектиране върху една равнина са:

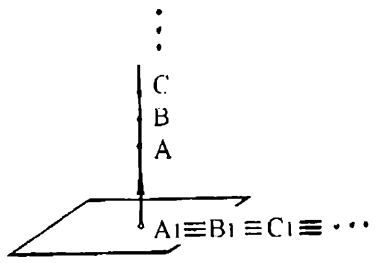
- проекцията на точка е точка (фиг. П02.1в);
- проекцията на права е права (фиг. П02.5) или точка, ако правата е перпендикулярна на проекционната равнина (фиг. П02.6г — е);
- проекцията на равнина е равнина (фиг.П02.7) (представена с три точки, нележащи на една права или две пресичащи се или успоредни прави) или права, ако изобразяваната равнина е перпендикулярна на проекционната равнина (фиг. П02.8);
- проекцията на пространство върху проекционната равнина е самата равнина;
- между изобразявания обект и неговата проекция съществува еднозначно съответствие, т.е. на всеки обект отговаря единствена проекция (фиг. П02.1в);
- между проекцията и изобразявания обект обаче, не съществува еднозначно съответствие, т.е. на една и съща проекция отговарят безкрайно много изобразявани обекти (фиг. П02.2).

Геометричните основи на изобразяването на пространствени форми върху една или повече равнини са обект на науката "Дескриптивна геометрия". С проектирането върху равнина се цели замяната на реалния обект, който е пространствен, с неговата проекция (проекции), която е равнинна и следователно много по-удобна за работа. За да може обаче тази замяна да се извърши, е необходимо наличието на еднозначно съответствие между проекцията и изобразявания обект. Последното може да бъде постигнато чрез проектиране върху няколко взаимноперпендикулярни равнини (метод на Монж) или чрез аксонометрично проектиране (вж. т. П02.3б).

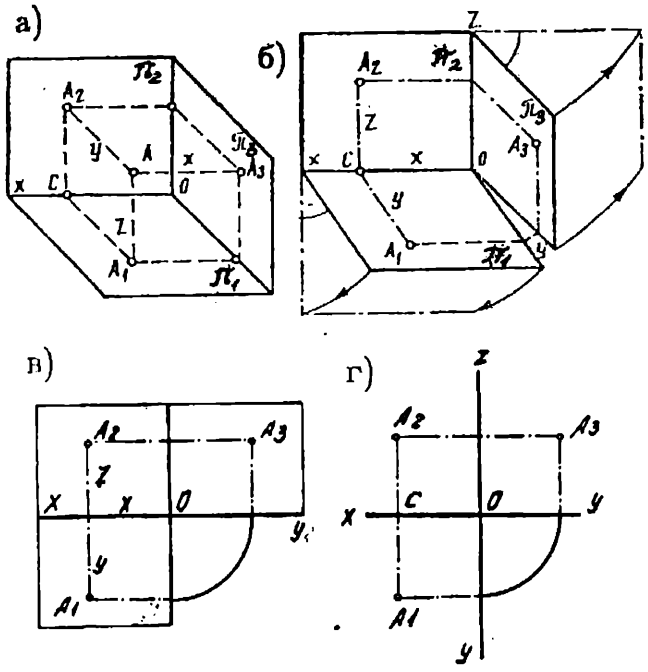
Гаспар Монж (Gaspard Monge, 1746 — 1818) е френски учен-енциклопедист, класик в областта на математиката, механиката; машинознанието, металургията, химията, естествознанието, тясно свързан с възхода и падението на



Фиг. П02.1. Елементи на проектирането:
а) зададени елементи; б) клиногонално проектиране; в) ортогонално проектиране



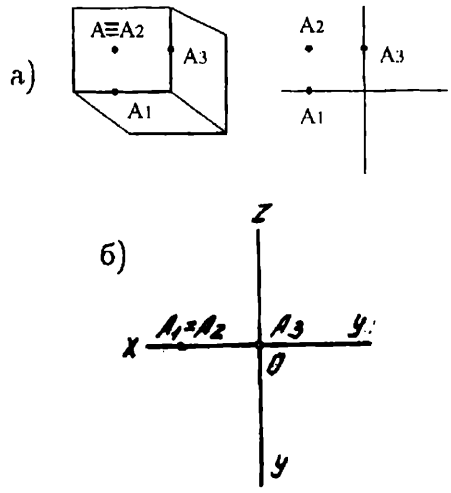
Фиг. П02.2. Неоднозначно съответствие на проекция и изобразяван обект



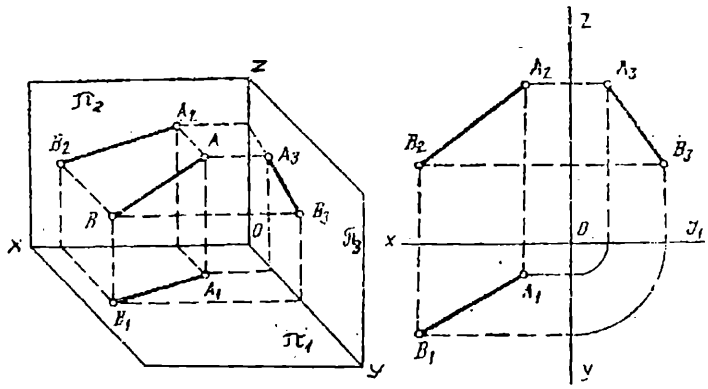
Фиг. П02.3. Проектиране на точка върху няколко равнини:
а) аксонометрично изображение;
б) разгъване на проекционните равнини π_1 и π_2;
в) разгънати проекционни равнини;
г) опростено изображение

Наполеон. Най-популярен е със знаменития си труд "Дескриптивна геометрия", в който за първи път развива идеята за правоъгълното проектиране не върху една (което до този момент е известно), а върху две взаимноперпендикулярни равнини. (Жалко, че не сме живели през това време, защото нямаше как да не се сетим за такова просто нещо).

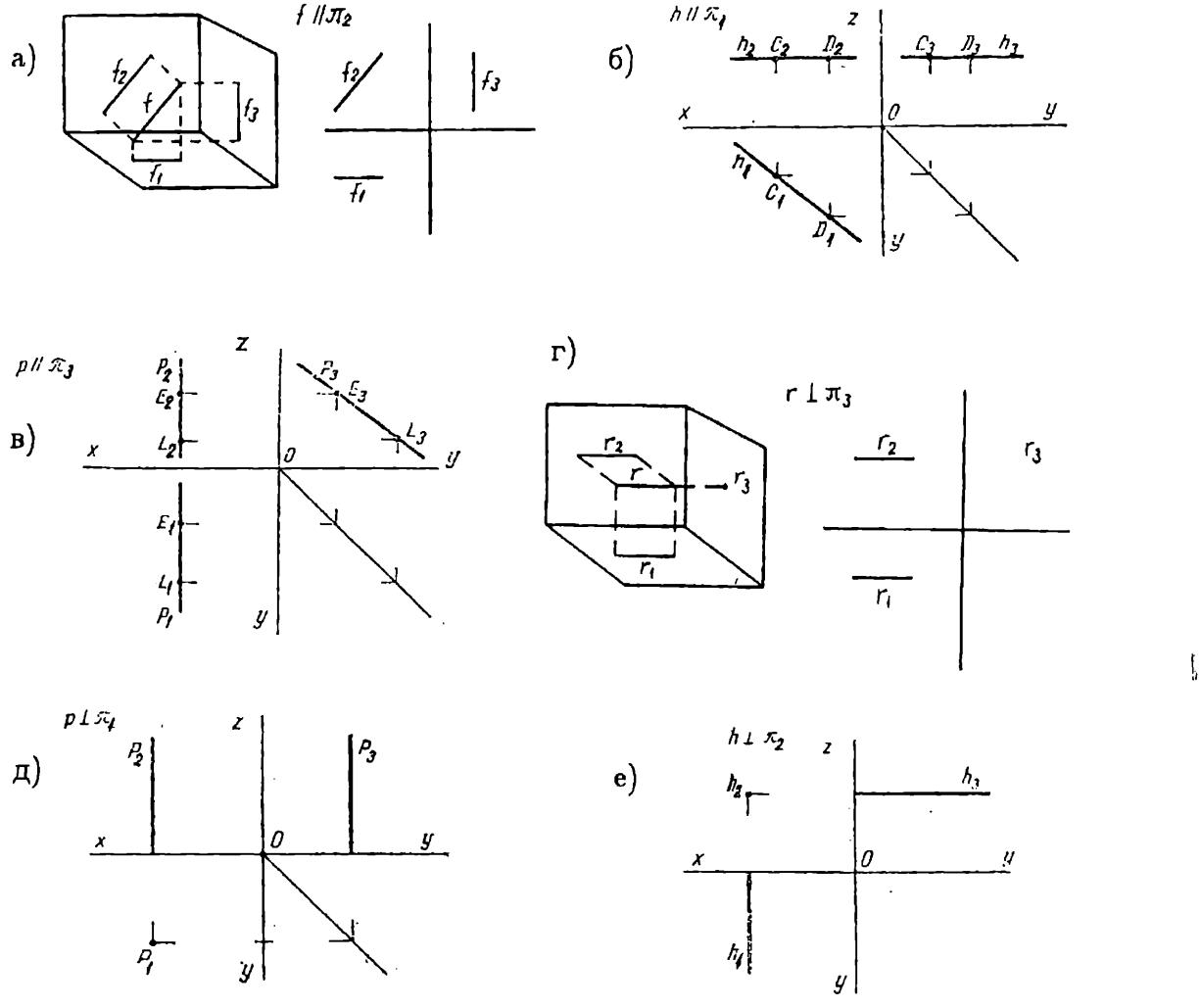
Гледай не маперката, а съдържанието ѝ (древноеврейска).



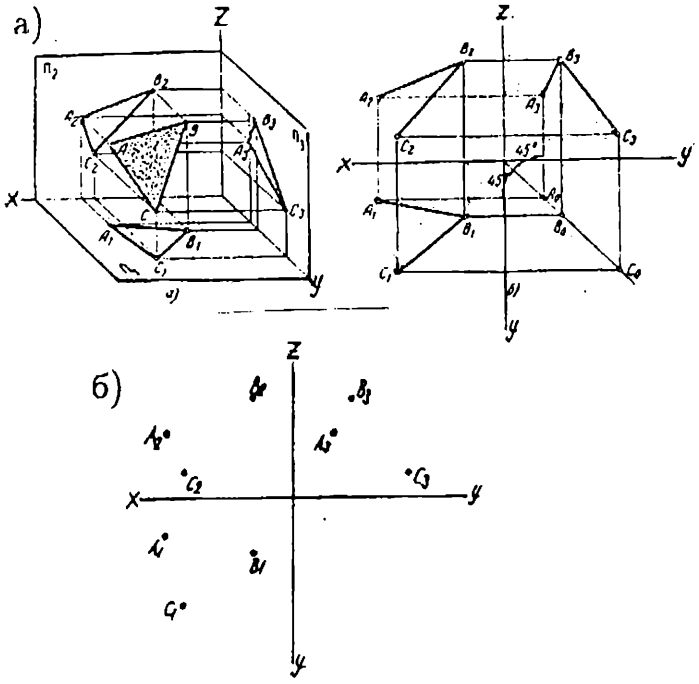
Фиг. П02.4. Частни положения на точка:
а) лежаща в равнина π_2;
б) лежаща върху оста x



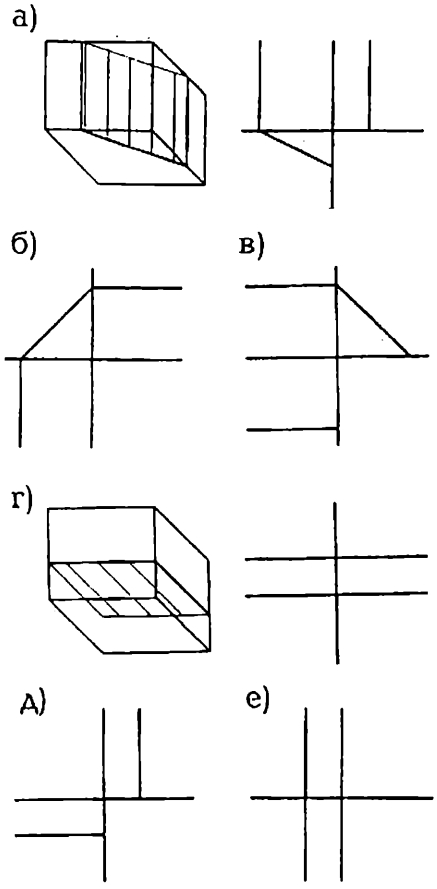
Фиг. П02.5. Проектиране на права



Фиг. П02.6. Частни положения на права: а) успоредно на π_2; б) успоредно на π_1; в) успоредно на π_3; в) перпендикулярно на π_3; г) перпендикулярно на π_1; д) перпендикулярно на π_2



Фиг. П02.7. Проектиране на равнина, представена чрез:
а) две пресичащи се прави; б) три точки



Фиг. П02.8. Частни положения на равнина:
а) перпендикулярна на π_1; б) перпендикулярна на π_2; в) перпендикулярна на π_3; г) успоредна на π_1; д) успоредна на π_3; е) успоредна на π_2.

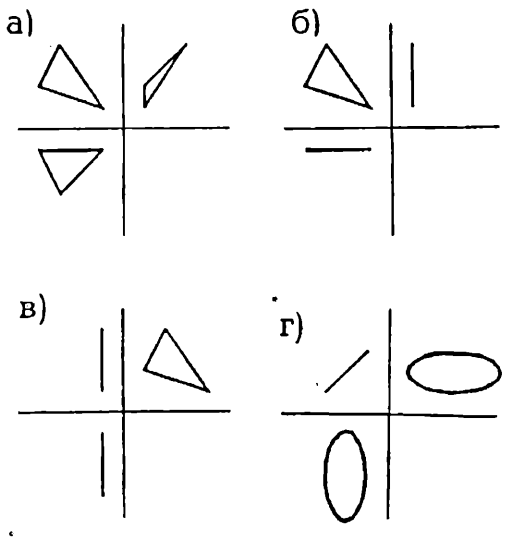
П02.3. ПРОЕКТИРАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ НА ГЕОМЕТРИЧНИЯ МОДЕЛ

П02.3.1. ПРОЕКТИРАНЕ НА ТОЧКА ВЪРХУ НЯКОЛКО ПРОЕКЦИОННИ РАВНИНИ

На фиг. П02.3а е дадена във вид на рисунка (по-точно аксонометрична проекция — вж. т. П02.3б) три взаимноперпендикулярни равнини и т. А, която е изобразявания обект. Проектирането на т. А върху π_1 се извършва чрез спускане на перпендикуляр от А към π_1. Аналогично се получават останалите две проекции A_2 и A_3 на т. А (фиг. П02.3г). Разгъването на равнините се извършва чрез завъртване на π_1 около x и π_3 около z до съвпадането им с π_2 (фиг. П02.3б,в). Ако се премахнат условно ограничаващите равнините линии и проектиращите прави, ще се достигне до конструкцията от фиг. П02.3г.

Характерно за проектирането на точка е, че двойките проекции A_1, A_2 и A_2, A_3 лежат на прави, перпендикулярни на осите (съответно x и z) и че разстоянието от x до A_1 е равно на разстоянието от z до A_3. Последното следва от фиг. П02.3б и показва, че две проекции на една точка са достатъчни за еднозначно съответствие между проекции и изобразяван обект. Наистина, ако се върнат в началното положение, т.е. до взаимноперпендикулярно положение, двете равнини π_1 и π_2 и се издигнат перпендикуляри от A_1 и A_2 ще се получи т. А.

Частни положения на точка са показани на фиг. П02.4 — т. А лежи в π_2 (фиг. П02.4а) и върху x (фиг. П02.4б).



Фиг. П02.9. Проектиране на равнинни фигури:
а) триъгълник, лежащ в равнина в общо положение; б) триъгълник, лежащ в равнина, успоредна на π_2; в) триъгълник, лежащ в равнина, успоредна на π_3; г) окръжност, лежаща в равнина, перпендикулярна на π_2.

П02.3.2. ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРАВА

Трябва да се вземе под внимание твърдението, че "правата е линия, съединяваща две точки" и "проекцията на права е права". Следователно, за да се построи проекцията на права е достатъчно да се построят проекциите на две произволно избрани точки А и В, след което да се съединят съответните проекции - А1 с В1, А2 с В2 и А3 с В3 (фиг. П02.5).

На фиг. П02.6 пък са показани проекции на прави, намиращи се в частни положения.

П02.3.3. ПРОЕКТИРАНЕ НА РАВНИНА

Равнината може да се представи чрез три точки, нележащи на една права или чрез две пресичащи се прави (фиг. П02.7). Следователно, проекциите на равнина ще се дефинират от проекциите на тези геометрични елементи.

Частни положения на равнина са дадени на фиг. П02.8.

П02.3.4. ПРОЕКТИРАНЕ НА РАВНИННИ ФИГУРИ

Проектирането се извършва чрез проектиране на характерни точки от контура на фигурите (фиг. П02.9). На фиг. П02.9а са показани проекциите на триъгълник, чиято равнина е в общо положение. На фиг. П02.9б триъгълникът е с равнина, успоредна на π_2, а на фиг. П02.9в — успоредна на π_3. Проекциите на окръжност, чиято равнина е перпендикулярна на π_2, са показани на фиг. П02.9г.

Приложение П03. ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕЛА

П03..1. ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРОСТИ ГЕОМЕТРИЧНИ ТЕЛА

П03.1.1. ПРОСТИ ГЕОМЕТРИЧНИ ТЕЛА В ЧАСТНО ПОЛОЖЕНИЕ

Прости геометрични тела са цилиндър, конус (пресечен конус), сфера, призма, пирамида и тор. На фиг. П03.1 са показани проекциите на тези тела, намиращи се в частни положения спрямо проекционните равнини.

П03.1.2. СЕЧЕНИЯ НА ПРОСТИ ГЕОМЕТРИЧНИ ТЕЛА С РАВНИНИ

В техническата практика често се налага използването на секущи равнини (вж. т. П03.3.2 и П03.3.3). Затова тяхното принципно познаване ще спомогне за полесното изпълнение и разчитане на сеченията в реалните детайли. В таблица П03.1 са дадени най-често срещаните сечения на прости геометрични тела с равнина.

П03.1.3. ЛИНИЯ НА ВЗАИМНО ПРЕСИЧАНЕ НА ПРОСТИ ГЕОМЕТРИЧНИ ТЕЛА

Реалните тела са съвкупност от прости геометрични тела, като често последните се пресичат помежду си. Познаването на принципния вид на тази линия улеснява изпълнението и разчитането на чертежите на детайлите и сглобените единици.

Сечението между повърхнините изобщо са линии (наричани линии на пресичане или ръбове). Сеченията на ръбестите тела (призма, пирамида) са многоъгълници с върхове прободите на ръбовете на едната със стените на другата повърхнина и обратното и със страни — сеченията на стените на телата.

Сеченията на криволинейните повърхнини изобщо са криви линии. Сеченията на ръбести и криволинейни повърхнини са криволинейни многоъгълници с върхове сеченията на ръбовете на ръбестата с криволинейната повърхнина.

Сеченията между две повърхнини въобще представляват затворена линия, разположена в равнина или в пространството. Някои сечения на прости геометрични тела са показани на фиг. П03.2.

П03.2. БЕЗОСОВО ПРОЕКТИРАНЕ

За изработването на един детайл с призматична форма (фиг. П03.3) е необходима информация за тази форма (две проекции) и размерите й — *a*, *b* и *c*. С други думи, от тази позиция не е важно колко е отдалечен обектът от равнините π_1 и π_2 (фиг. П03.4*а*). Следователно осите *x*, *y* и *z* могат да не се чертаят (фиг. П03.4*б*), като разбира се не трябва да се забравя, че те не са изобразени, но съществуват. В по-нататъшното изложение на материала ще се използва именно безосово проектиране, което между впрочем е стандартизирано при изобразяването на техническите обекти (т. П03.3.1. — П03.3.3.).

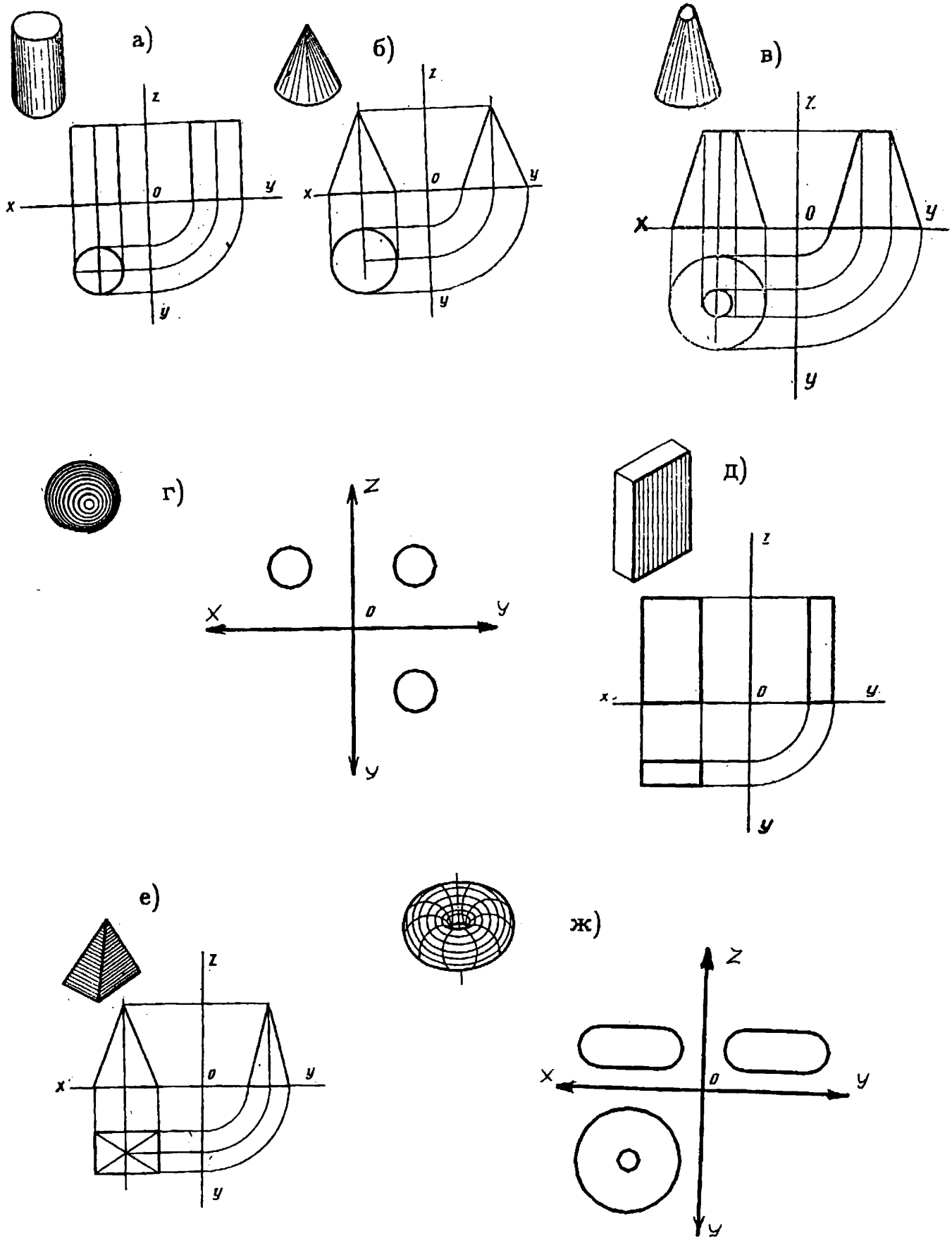
П03.3. ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА РЕАЛНИ ТЕЛА

Използваните в техниката реални тела твърде често имат сложна конфигурация, изградена като следствие от необходимите функции на отделните съставляващи тялото повърхнини. Старанието на конструктора е тези повърхнини да са прости геометрични тела или части от тях, тъй като изработването им е по-лесно,т.е. с помалко разходи.

От друга страна погледнато, сложната конфигурация на реално тяло е следствие от комбинация на външни и вътрешни повърхнини, определени също от функциите на тялото. Външните повърхнини ограждат материални тела, а вътрешните — тела, които условно могат да се нарекат нематериални и които представляват отвори в материалните тела.

Правилата за изобразяване на реални тела са обект на БДС ISO 128.

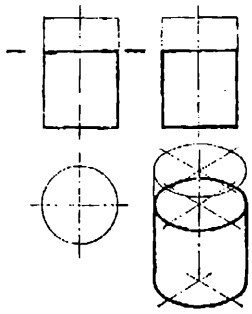
Изображенията, представящи реалните тела, са изгледи, разрези и сечения.



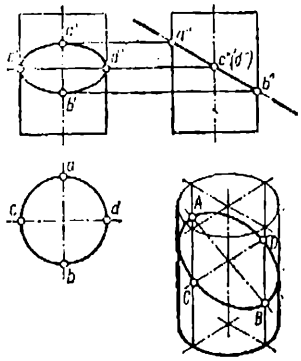
Фиг. П03.1. Частни положения на прости геометрични тела:
а) цилиндър; б) конус; в) пресечен конус; г) сфера; д) призма; е)пирамида; ж) тор

Най-често срещани сечения на прости геометрични тела с равнина

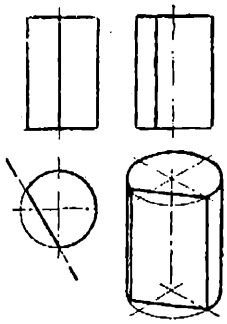
а) пресичане на цилиндър



— с равнина, перпендикулярна на оста — окръжност;

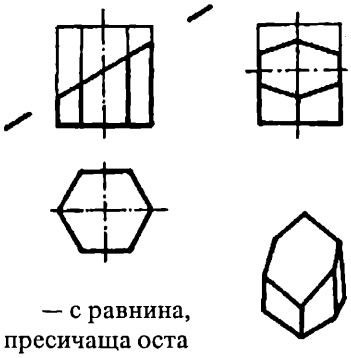


— с равнина, пресичаща оста под ъгъл — елипса;



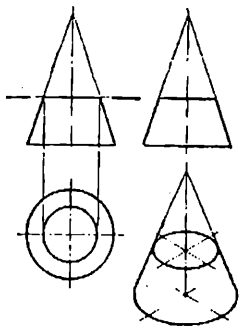
— с равнина, успоредна на оста — правоъгълник;

б) пресичане на призма

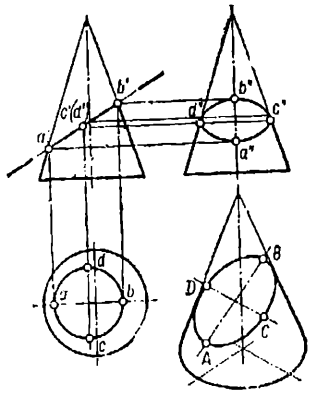


— с равнина, пресичаща оста под ъгъл — многоъгълник

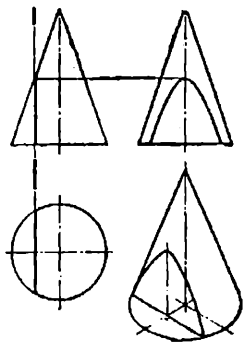
в) пресичане на конус



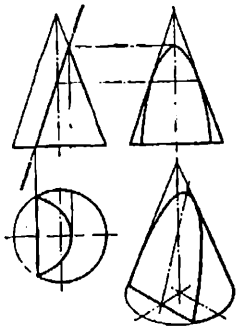
— с равнина, перпендикулярна на оста — окръжност;



— с равнина, пресичаща оста под ъгъл — елипса;

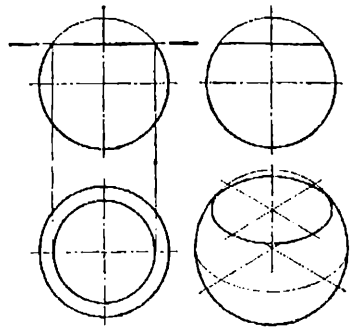


— с равнина, успоредна на оста — хипербола;

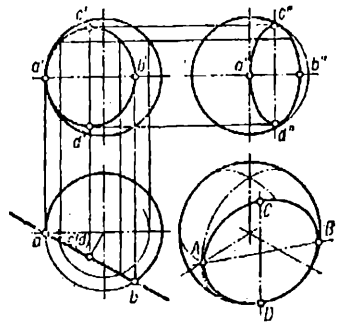


— с равнина, успоредна на образователната — парабола;

г) пресичане на свера

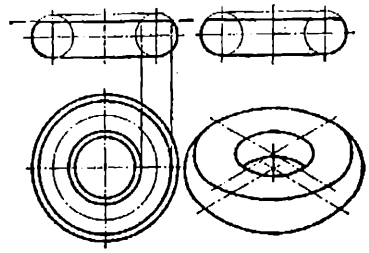


— с равнина, перпендикулярна на оста — окръжност;

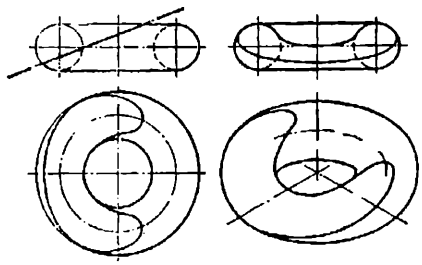


— с равнина, пресичаща оста под ъгъл — окръжност;

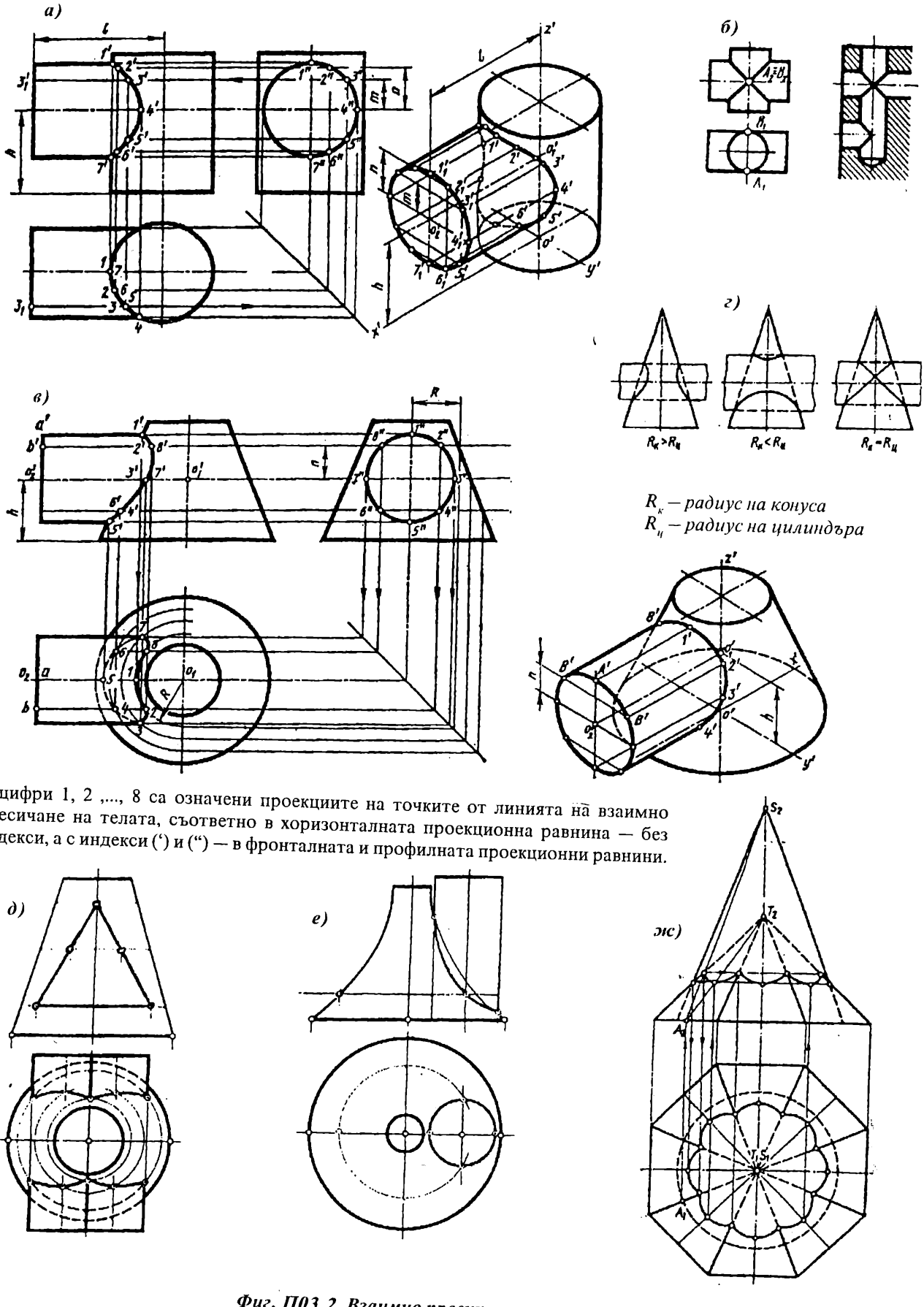
д) пресичане на тор



— с равнина, перпендикулярна на оста — две концентрични окръжности;



— с равнина, пресичаща оста под ъгъл — криволинеен затворен контур;

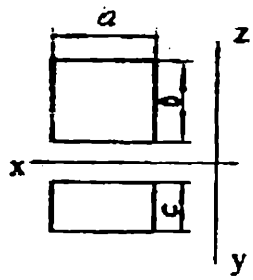


$R_к$ – радиус на конуса
$R_ц$ – радиус на цилиндъра

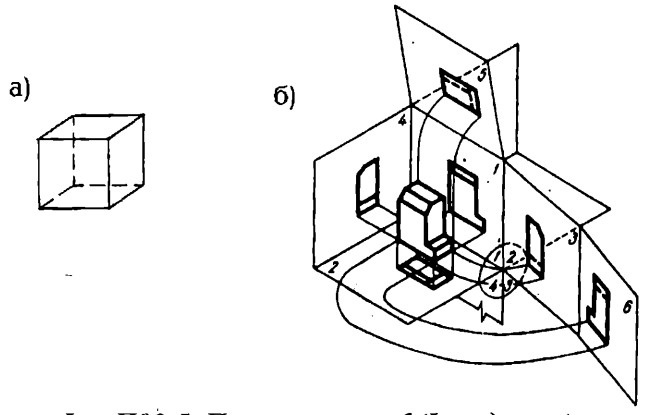
С цифри 1, 2 ,..., 8 са означени проекциите на точките от линията на взаимно пресичане на телата, съответно в хоризонталната проекционна равнина — без индекси, а с индекси (') и (") — в фронталната и профилната проекционни равнини.

Фиг. П03.2. Взаимно пресичане на тела:
а) цилиндър — цилиндър с различни радиуси; б) цилиндър — цилиндър с еднакви радиуси; в) конус — цилиндър; г) конус — цилиндър при различни съотношения на радиусите им; д) конус — призма; е) тор — цилиндър; ж) пирамида — конус.

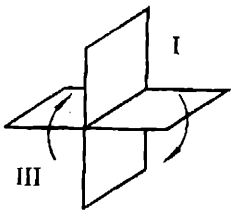
Да си честен е много прекрасно нещо, но много е важно и да си прав (Чърчил).



Фиг. П03.3. Необходими проекции на детайл с призматична форма



Фиг.П03.5. Проекционен куб (I квадрант):
а) аксонометрична проекция; б) разгъвка



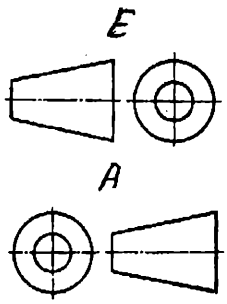
Фиг.П03.6. Квадранти

П03.3.1. ИЗГЛЕДИ

Под изглед се разбира проекция на обърнатата към наблюдателя част от обекта.

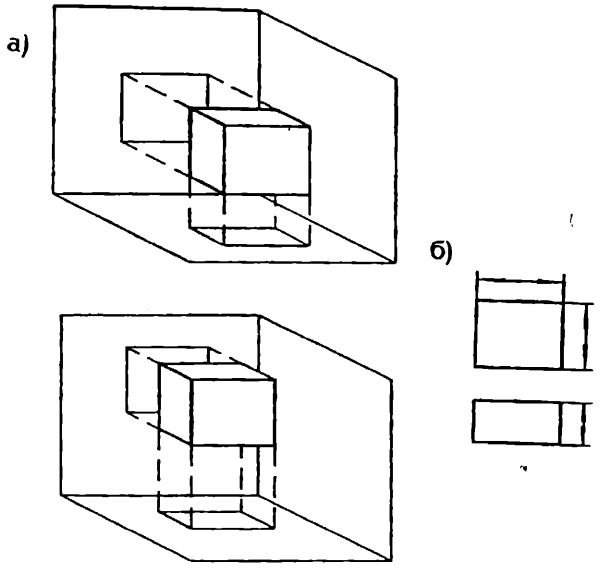
Многообразието на форми на реалните тела изисква те да бъдат проектирани (наблюдавани) от различни страни. По тази причина е въведен т.н. проекционен куб (фиг. П03.5), състоящ се от 6 проекционни равнини, като вътре в него се намира проектираният обект. Всяка от равнините на проекционния куб се явява възможна проекционна равнина ("възможна", защото използването и не е задължително и зависи от необходимостта от съответното изображение). Съществуват два метода на проектиране:

- **метод на проектиране в първи квадрант (метод Е)** (проекционният куб се намира в I квадрант) или т.н. европейско проектиране, при което изобразяваният обект се намира между проекционната равнина и наблюдателя (фиг. П03.6 и фиг. П03.7)

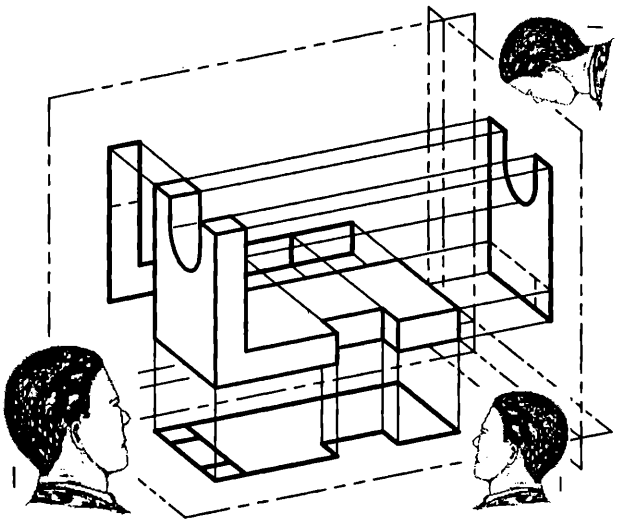


- **метод на проектиране в трети квадрант (метод А)** (проекционният куб се намира в III квадрант) или т.н. американско проектиране, при което проекционната равнина се намира между изобразявания обект и наблюдателя (фиг. П03.6 и фиг. П03.8).

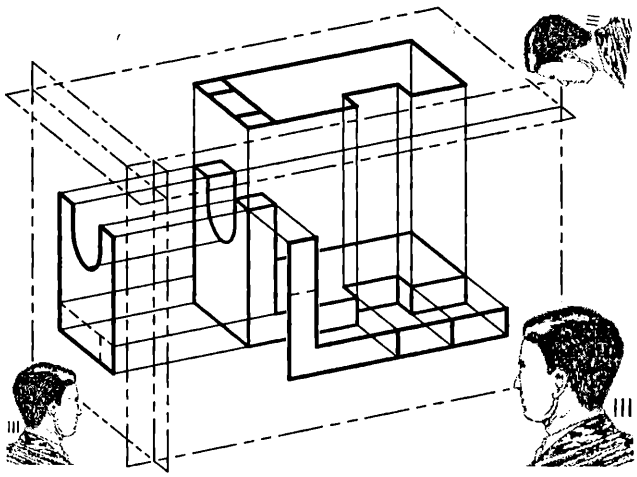
Съгласно БДС ISO 128 двата метода са равностойни. В Бъл-



Фиг. П03.4. Безосово проектиране
а) влияние на разположението на обекта спрямо проекционните равнини; б) проекции



Фиг. П03.7. Проектиране в първи квадрант



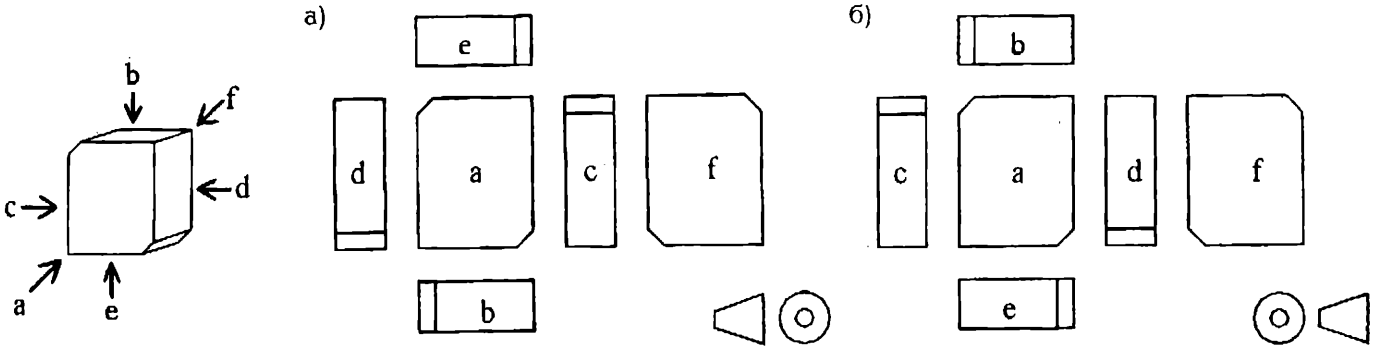
Фиг. П03.8. Проектиране в трети квадрант

гария, както и в повечето европейски страни, традиционно се използва първият метод. Този метод се има-ше предвид и във всички разглеждания от т. П02.2.

Методът на проектиране се означава с показания знак, който се поставя в поле 4 на основния надпис.

В проекционния куб обектът на проектиране се разполага аналогично на неговото работно положение, т.е. така както е разположен при неговото функциониране. Ако той заема различни работни положения, то разположението му в проекционния куб е аналогично на най-използваното при изработването му положение.

Проектирането на реално тяло върху равнина се състои от проектирането на неговия контур и всички видими ръбове и се извършва в съответствие с т. П02.2. Разгъването на равнините от проекционния куб се вижда от фиг. П03.14. На фиг. П03.9 са показани проекциите (изгледите) на едно реално тяло върху 6-те проекционни равнини, съответно по метод А и метод Е, а на фиг. П03.10



Фиг. П03.9. Проектиране на реално тяло: а) в първи квадрант; б) в трети квадрант



Фиг. П03.10. Проектиране на стилизирана човешка фигура: а) в първи квадрант; б) в трети квадрант

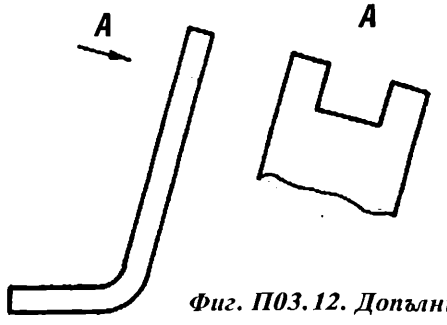
същото е направено за стилизирана човешка фигура.

На фиг. П03.11 е показана систематизацията на изгледите, направена по два класификационни признака. В зависимост от разположението на разглежданата проекционна равнина спрямо равнините на проекционния куб изгледите биват **основни** (успоредни на една от стените на куба, фиг. П03.9) и **допълнителни** (неуспоредни на нито една от стените на куба, фиг. П03.12). В зависимост от обхвата на проекцията изгледите биват: **пълни** (обхващат целия обект, фиг. П03.9); **частични** (обхващат част от обекта, като изображението се ограничава с тънка вълнообразна или тънка непрекъсната с чупки линия — фиг. П03.12); **полуизгледи** (обхващат

ИЗГЛЕДИ

в зависимост от разположението на разглежданата проекционна равнина спрямо равнините на проекционния куб		**в зависимост от обхвата на проекцията**	
основни		пълен	фиг. П03.9
изглед отпред	фиг. П03.9a	частичен	фиг. П03.12
изглед отгоре	фиг. П03.9b	1/2 изображение (полуизглед)	фиг. П03.13
изглед отляво	фиг. П03.9c	локален	фиг. П03.14
изглед отдясно	фиг. П03.9d		
изглед отдолу	фиг. П03.9e		
изглед отзад	фиг. П03.9f		
допълнителни	фиг. П03.12		

Фиг. П03.11. Класификация на изгледите



Фиг. П03.12. Допълнителен изглед

Най-лесно е да бъдеш хладнокръвен през зимата.

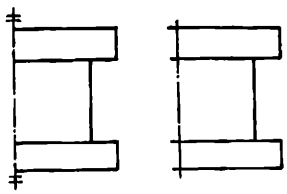
половината от симетрични обекти, като означението на полуизгледа се извършва в съответствие с фиг. П03.13) и **локални** (обхващат единствено формата на конкретен симетричен сам по себе си елемент от повърхнината на обекта, като локалният изглед се свързва с изходното изображение чрез тънка прекъсвана с точка линия и се разполага по метода на трети квадрант независимо от избрания общ метод на проектиране в чертежа, фиг. П03.14).

За отбелязване е, че се допуска използването и на 1/4 изглед (при наличие на две равнини на симетрия в изобразявания обект, фиг. П03.15), но този тип изображение сравнително рядко намира приложение поради относителната сложност на разчитането му.

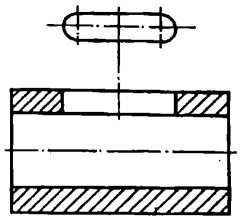
От значение е означаването на изгледите.

Основният изглед не се означава, ако е изпълнен и разположен в съответствие с приетия метод на проектиране (фиг. П03.7 и фиг. П03.8). В противен случай той следва да бъде означен. Допълнителният изглед по принцип се означава. Останалите видове изгледи (без локалния, който не се означава) се означават или не в зависимост от това дали са основни или допълнителни.

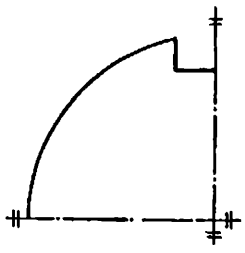
Означаването на изгледа се извършва със стрелка, посочваща посоката на проектиране и с главна буква (хоризонтално разположена) до стрелката, а проектираният изглед се означава със същата главна буква, нанесена над или под изгледа (фиг. П03.12 и фиг. П03.16).



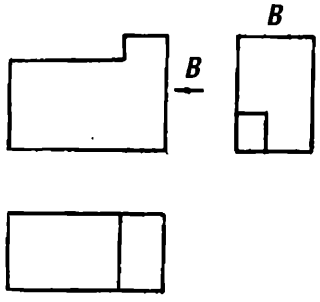
Фиг. П03.13. Полуизглед



Фиг. П03.14. Локален изглед



Фиг. П03.15. 1/4 изглед

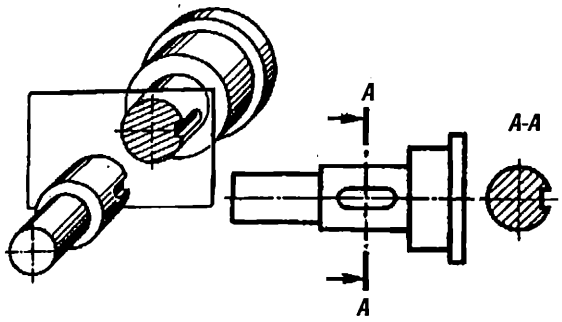


Фиг. П03.16. Означаване на проектирания изглед

П03.3.2. СЕЧЕНИЯ

Често изгледите не са достатъчни за пълно изясняване на формите на обекта. Така например вътрешните форми остават невидими при изгледите, а използването на прекъсвана линия за изобразяване на невидими линии макар и допустимо, обикновено е неефективно при повече и/или по-сложни кухини. С други думи изгледите, макар и добро оръжие, са недостатъчни. Оръжейният арсенал се допълва от сеченията и разрезите - изображения, при което обектът мислено се разрязва със секуща равнина.

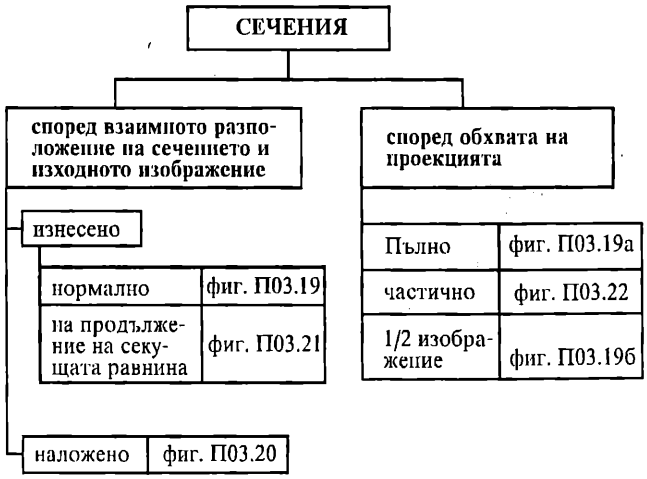
Сечението е фигурата, в която секущата равнина пресича материала на изобразявания обект (фиг. П03.17). Мисленото пресичане на материала се показва чрез щриховка.



Фиг.П03.17. Сечение

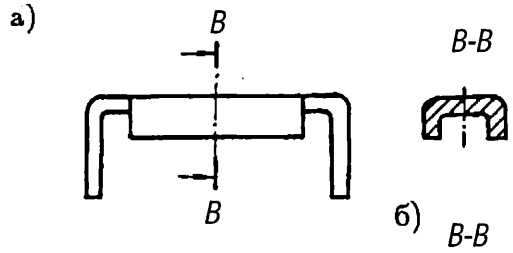
Класификацията на сеченията е показана на фиг. П03.18.

Според взаимното разположение на сечението и изходното изображение, сеченията се делят на **изнесени** (двете изображения са отдалечени едно от друго, фиг. П03.18б и фиг. П03.21) и **наложени** (сечението е разположено върху изходното изображение, като то се начертава с тънки непрекъснати линии, а проекцията на секущата равнина — чрез тънка прекъсвана с точка линия, фиг. П03.20). Според обхвата на проекцията сеченията биват **пълни** (фиг. П03.19*а*), **частични** (фиг. П03.22) и **1/2 изображения** (фиг. П03.19*б*).

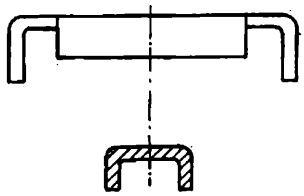


Фиг. П03.18. Класификация на сеченията

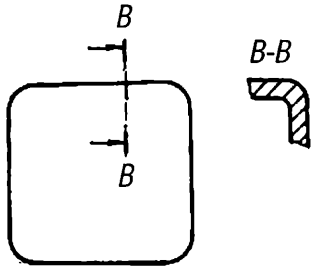
Означават се само нормалните изнесени сечения и то ако не се подразбира секущата равнина (фиг. П03.19). Проекцията на секущата равнина се чертае с тънка прекъсвана с точка линия, удебелена в двата края, а посоката на проектиране — със стрелки. До стрелките се поставя една и съща главна буква, идентифицираща секущата равнина. Над или под изобразеното сечение се записва буквеното му означение (фиг. П03.19).



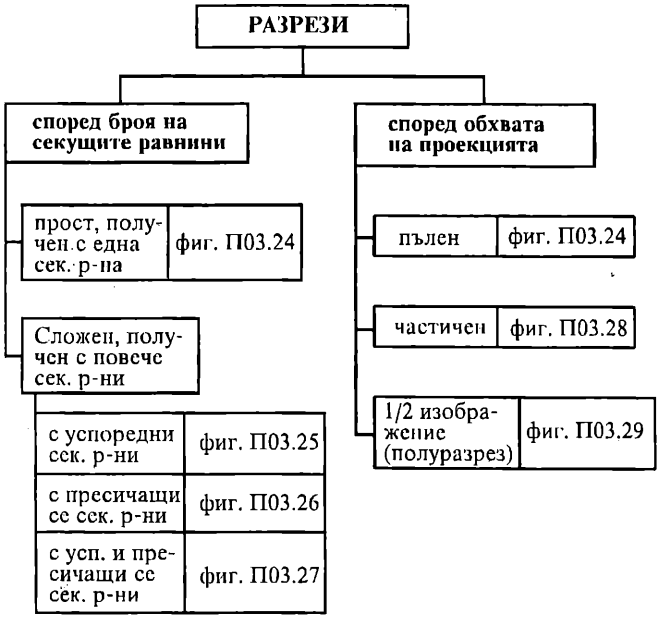
Фиг. П03.19. Изнесено сечение:
а) пълно; б) 1/2 изображение



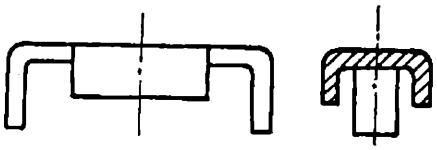
Фиг. П03.21. Изнесено по продължение на секущата равнина сечение



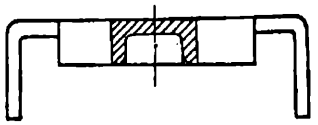
Фиг. П03.22. Частично сечение



Фиг. П03.23. Класификация на разрезите



Фиг. П03.24. Прост разрез



Фиг. П03.20. Наложено сечение

П03.3.3. РАЗРЕЗИ

Разрезът е изображение, което освен сечението, съдържа и изгледа на частта от обекта, намираща се зад секущата равнина (равнини).

Класификационните принципи са ясни от фиг. П03.23.

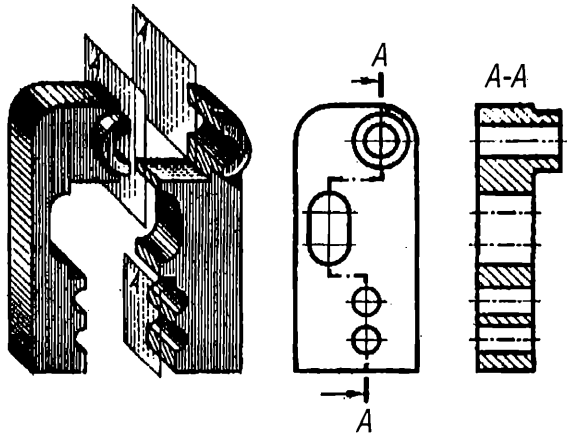
Разликата между сечение и разрез може да се види от сравнението между фиг. П03.19 и фиг. П03.24.

Ако положението на секущата равнина не се подразбира или ако в чертежа се използват няколко секущи равнини, разрезите следва да се означат. Означаването е същото както при сеченията (фиг. П03.24÷П03.28).

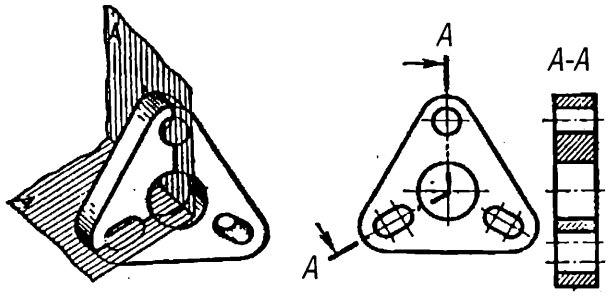
Щриховката в сеченията и разрезите се изпълнява с тънка непрекъсната линия, за предпочитане под наклон 45° спрямо линиите на контура и/или осите на симетрия на сечението (фиг. П03.24). Щриховката във всички сечения и разрези на един и същи детайл трябва да бъде една и съща.

Ребра, свързващи детайли (болтове, винтове, шпилки, нитове, оси и др.), изобразени в надлъжен разрез, по принцип не се защриховат (фиг. П03.30). Щриховката може да се използва за означаване на вида на материала. Означението на материала или свойствата на детайла се извършва в съответствие с табл. П03.2 (БДС 2.312 — 87), като в техническите изисквания (вж. т. 6.9.5) се записва "Щриховките са по БДС 2.312-87".

Някои допускания:

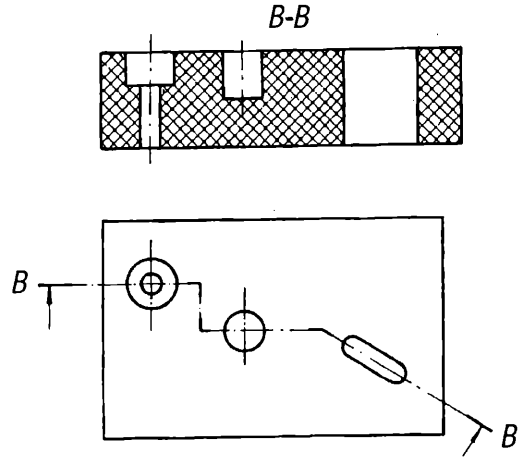


Фиг. П03.25. Разрез с успоредни равнини

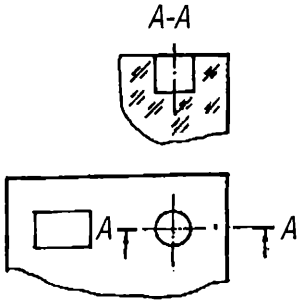


Фиг. П03.26. Разрез с пресичащи се равнини

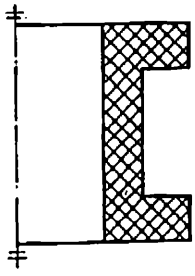
Дяволът е оптимист, ако си въобразява, че може да направи хората по-лоши (Краус).



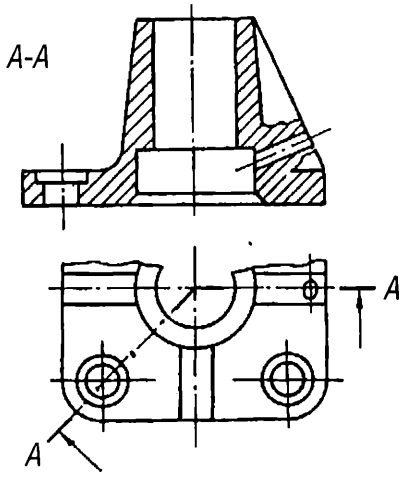
Фиг. П03.27. Разрез с успоредни и пресичащи се равнини



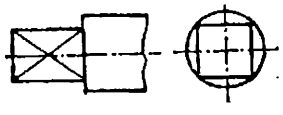
Фиг. П03.28. Частичен разрез



Фиг. П03.29. Полуразрез



Фиг. П03.30. Изобразяване на надлъжен разрез през ребро



Фиг. П03.31. Изобразяване на квадратни краища на валове и оси



Фиг. П03.32. Скъсяване на изображението

Таблица П03.2

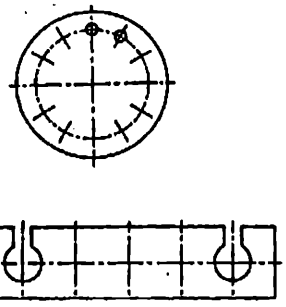
Означение на материала (шриховка)

Наименование на материала или свойството	Графично означение
Независимо от вида на материала	
Метали, сплави	
Пластмаси, каучук	
Стъкло и други светлопрозрачни материали	
Керамика, включително електропорцелан	
Намотки (т. 5.8.6)	
Магнитопроводи от листов материал (т. 5.8.4)	

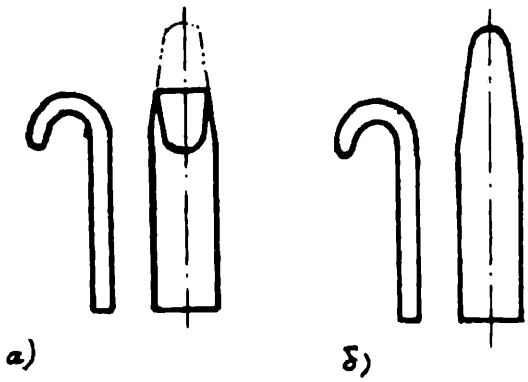
- сечения с малка широчина да се почернят (фиг. П03.37);
- квадратни краища на валове и оси да се изобразяват чрез диагоналите на стените им, начертани с тънка непрекъсната линия (фиг. П03.31);
- да не се изобразяват всички елементи, които се намират зад секущата равнина (фиг. П03.34);
- ако ротационна част от изобразявания обект съдържа равномерно разположени еднакви елементи (отвори и др.), които не лежат в секущата равнина, тези елементи могат да се изобразяват условно, чрез завъртване на един от тях до съвпадане със секущата равнина.

Освен това могат да се прилагат и други условности:

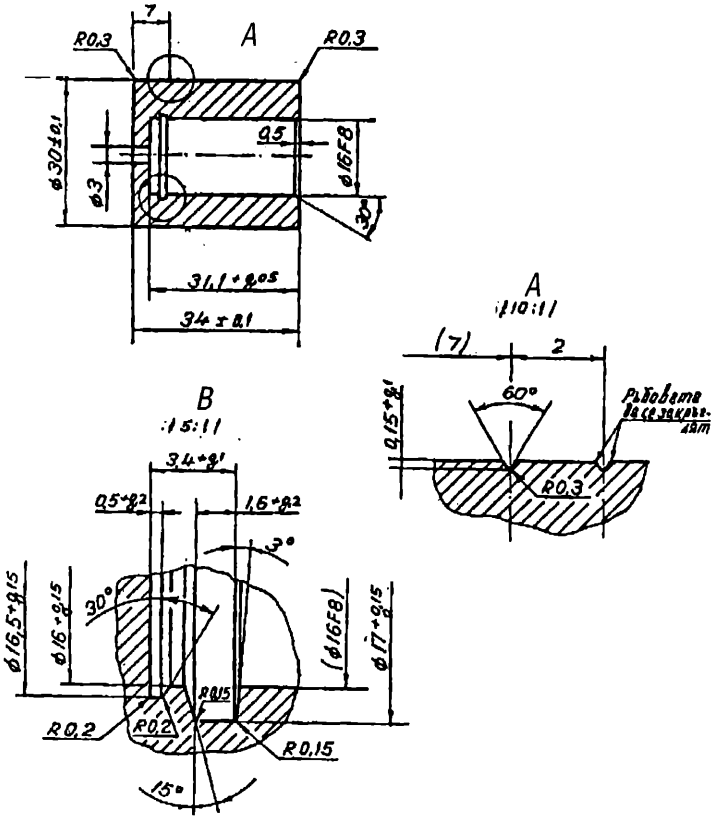
- за да се спести място, дълги обекти да се изобразяват скъсени (фиг. П03.32);
- равномерно повтарящи се еднакви елементи да се изобразяват опростено (фиг. П03.33), като броят им се указва при оразмеряването чрез съответен надпис;
- при необходимост да се изобрази първоначалната форма на огънат детайл да се използват показани на фиг. П03.34 начини — или начертаване на първоначалната форма с тънка прекъсвана с две точки линия (фиг. П03.34а), или с начертаване на т.н. разгъвка на детайла (фиг. П03.34б);
- прозрачните обекти се чертаят като непрозрачни;
- за да се изобразят точно графични елементи с малки размери се построява т.н. изнесен елемент (фиг. П03.35),



Фиг. П03.33. Условно изобразяване на повтарящи се еднакви елементи



Фиг. П03.34. Изобразяване на първоначална форма



Фиг. П03.35. Изнесен елемент

представляващ частично изображение, начертано в мащаб, по-голям от основния мащаб на чертежа.

П03.4. ГЛАВНА ПРОЕКЦИЯ И БРОЙ НЕОБХОДИМИ ПРОЕКЦИИ

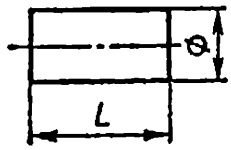
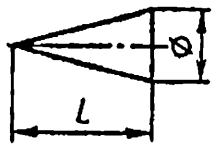
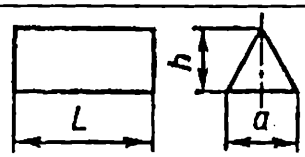
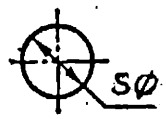
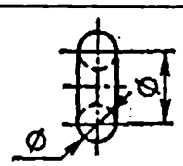
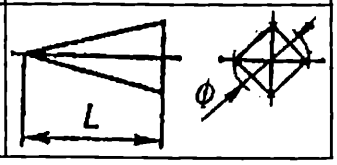
Главната проекция (изглед, разрез) се разполага в главната проекционна равнина (фиг. П03.9). За отбелязване е, че ако общият брой на проекциите е две, трудно може да се определи коя от проекциите е главна. Конкретни правила за определяне на броя и вида на проекциите няма, т.е. възможни са различни комбинации от проекции. Въпросът е труден за формализиране, поради което съществува препоръка в най-общ вид — **броят на проекциите трябва да бъде минимален, но достатъчен за изясняване на всички форми на детайла.**

Един по-практичен критерий е: **всички форми на детайла да са ясни от проекциите и да не се дублира по възможност информацията.** За приложението на този критерий трябва да се има предвид, че всеки детайл може да се представи като съвкупност от прости геометрични тела (материални или кухини), а необходимите проекции за тях са дадени в табл. П03.3.

Изложеният по-горе материал имаше за обект преди всичко детайл.

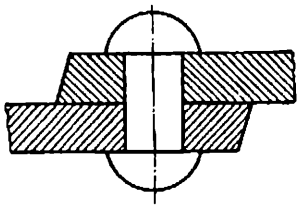
Таблица П03.3

Проекции на прости тела

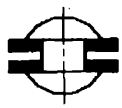
Просто геометрично тяло	Необходима проекция
Цилиндър	
Конус	
Призма	
Сфера	
Тор	
Пирамида	

Забележка: *Таблица П03.3 съдържа правилни прости геометрични тела, каквито са обикновено формите на детайлите.*

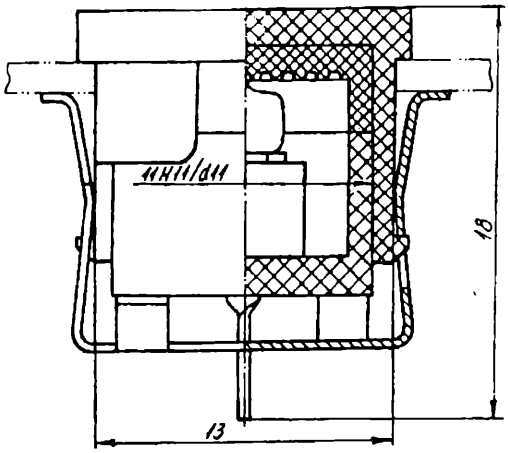
И мълчанието е отговор.



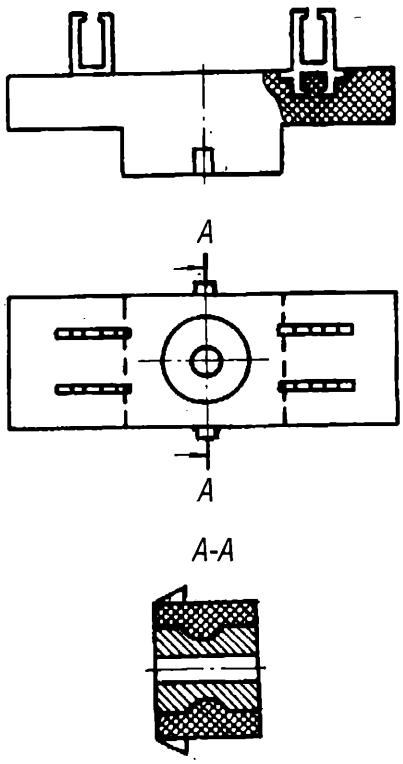
Фиг. П03.36. Щриховане на съседни детайли



Фиг. П03.37. Щриховане на съседни детайли чрез почерняне



Фиг. П03.38. Изобразяване на съседни обекти



Фиг. П03.39. Условно изобразяване на всички елементи зад секущата равнина

П03.5. ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА СГЛОБЕНА ЕДИНИЦА

Изобразяването на сглобени единици се извършва най-вече по правилата, изложени по-горе. Някои допълнителни правила са:

1) Щриховката на съседни детайли трябва да бъде с различно направление и гъстота (фиг. П03.36).

2) Между почернени сечения на допиращи се детайли се оставя светла ивица с широчина не по-голяма от 0,7 mm (фиг. П03.37) с цел тяхното разграничаване.

3) Съседни обекти, неучастващи в чертежа на сглобената единица, при необходимост се изобразяват чрез тънка прекъсвана с две точки линия (фиг. П03.38).

4) Допуска се да не се изобразяват всички елементи, лежащи зад секущата равнина (фиг. П03.39).

Особености при изобразяване на сглобени единици в различните видове чертежи са дадени т. 5.7.1 и 5.7.2.

П03.6. АКСОНОМЕТРИЧНО ПРОЕКТИРАНЕ

Чертежите, получени по метода на ортогоналното проектиране (метод на Монж) се отличават с голяма точност на предаване на формата на обекта, но те страдат от един съществен недостатък — не са нагледни. За да може по един чертеж човек да си представи формите на изобразявания обект, е необходимо той да притежава достатъчно развита пространствена представа, навици и практика на четене на чертежи. Нагледен чертеж се получава, ако се използва аксонометричния метод на проектиране. При него обаче се нарушава пропорцията между размерите и се изменят ъглите на разположение на повърхнините, които са разположени в различни равнини и образуват формата на обекта.

Аксонометричната проекция представлява успоредна проекция на обекта върху една проекционна равнина, върху която нито една от осите на координатната система (x, y, z), свързана с обекта, не се изобразява като точка.

Обикновено обектът съдържа стени, успоредни на някои от координатните оси, поради което при проектирането му в аксонометричната равнина той се явява завъртян и проекцията съдържа като видими перпендикулярните му стени и при това се получава "дълбочина" на обекта или нагледност.

Тъй като аксонометричната равнина не е успоредна на координатните оси, отсечки от обекта, които са успоредни на координатните оси върху аксонометричната равнина, се проектират с известно изменение.

Коефициенти на скъсяване се наричат числата u_x, u_y и u_z, показващи колко пъти е по-къса аксонометричната проекция на отсечка, успоредна съответно на ос x, y и z, в сравнение с истинската големина. Коефициентите на скъсяване са различни при различните видове аксонометрии. В зависимост от съотношението на коефициентите на скъсяване, аксонометричните проекции се делят на:

— изометрични ($u_x = u_y = u_z$);

— диметрични (два от трите коефициента са равни помежду си);

— триметрични (трите коефициента са различни помежду си).

От тези коефициенти на скъсяване произтича и

наименованието "аксонометрична проекция". В превод от гръцки "аксонометрия" означава "измерване по осите".

Изометрична аксонометрия

Най-разпространената аксонометрична проекция е изометричната. При нея при проектиране на 3-те оси на обекта (детайла) се получават съответните проекции на осите, които се наричат аксонометрични оси. При изометрията те са разположени на 120° една от друга (фиг. П03.40а), като размерите по трите оси се скъсяват ($u_x = u_y = u_z = 0.816$). За по-лесно изпълнение се използва така наречената увеличена аксонометрия, при която всеки коефициент на скъсяване се увеличава 1.225 пъти и става 1, при което размерите не се намаляват, а се изпълняват в истинска големина.

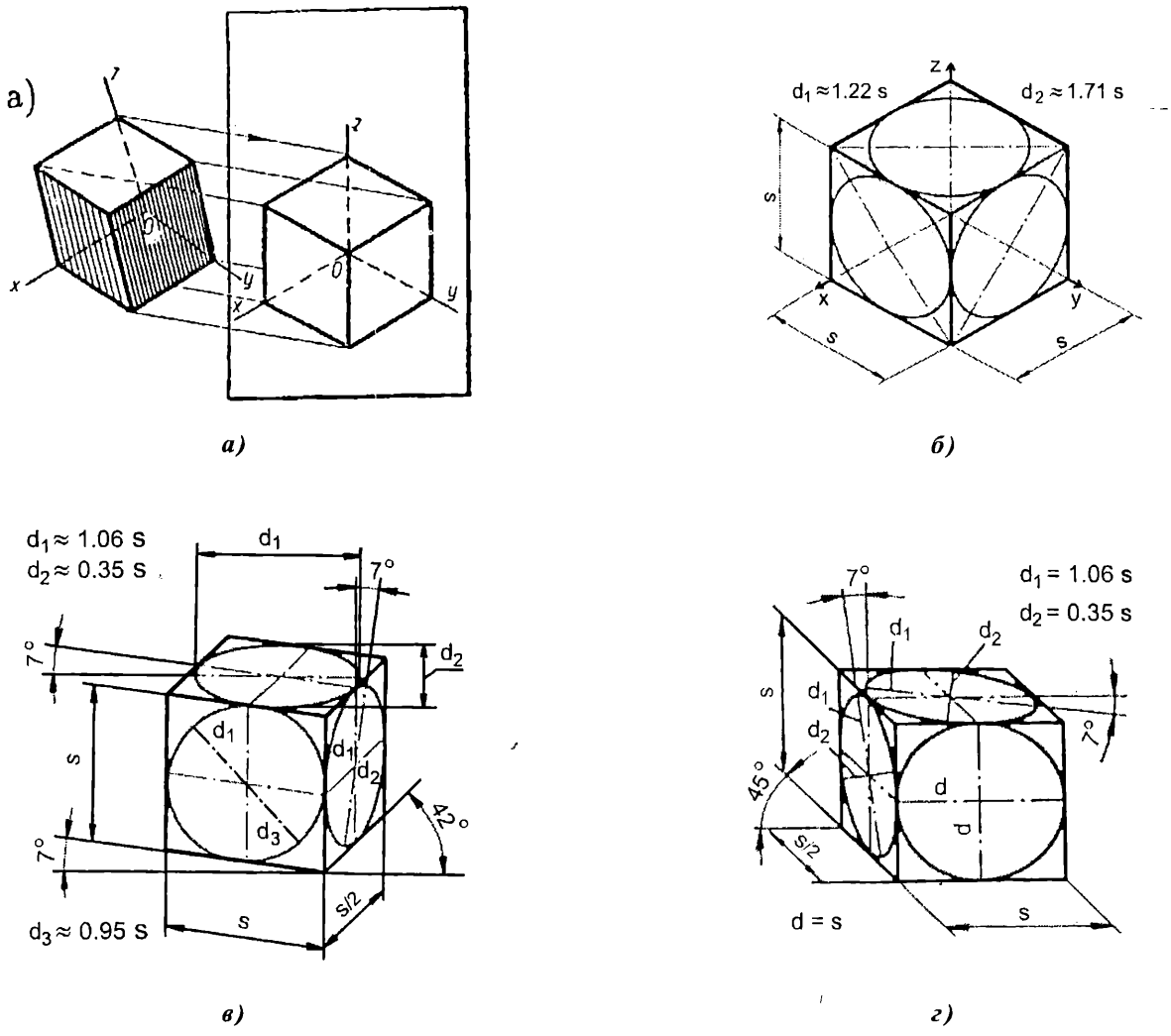
Аксонометричното изображение на куб със страна единица е показано на фиг. П03.40б. Аксонометричната проекция на окръжност представлява елипса и при увеличена изометрия е с голяма ос, равна на 1.22s и малка ос 0.71s, където s е диаметърът на окръжността. Изометричната аксонометрия създава еднаква зрителна представа за размерите по трите аксонометрични оси, но проекцията на окръжност и в трите взаимно перпендикулярни равнини е елипса.

Диметрична аксонометрия

Димертичната аксонометрична проекция се използува когато единия от изгледите на изобразявания обект е от съществено значение. Отношението на коефициентите на скъсяване по трите оси е съответно $u_x : u_y : u_z = 1/2 : 1 : 1$, а ъглите на завъртане на осите x и y са съответно — 42° и 7° спрямо хоризонта. Проекциите на куб със страна единица и разположението на осите на окръжностите в трите аксонометрични равнини са показани на фиг.П03.40в.

Наклонена аксонометрия

Наклонената аксонометрична проекция е проекция при която проекционната равнина е успоредна на една



а) *б)* *в)* *г)*

Фиг.П03.40. Аксонометрична проекция

а) разположение на аксонометричните оси;
б) изометрична проекция; в) диметрична проекция;
г) кабинетна аксонометрична проекция

Шегите с царете не са безопасни (лат.).

от координатните равнини и на основна страна на изобразявания обект. При нея проекцията на основната страна на изобразявания обект е в истинска големина и съответно две от координатните оси са под прав ъгъл, а направлението на третата ос и коефициента на скъсяване по нея са произволни. Използват се няколко вида наклонени аксонометрични проекции заради лесното им изпълнение.

— Кавалиерна аксонометрия

Кавалиерната аксонометрична проекция е проекция при която съществената за изобразяване страна на обекта се проектира във вертикалната проекционна равнина, а проекцията на третата ос е под 45° спрямо проекциите на другите две оси и коефициентите на скъсяване по трите оси са равни $u_x = u_y = u_z = 1$. Кавалиерната проекция е много лесна за изпълнение, но запазването на пропорциите по третата ос изкривява значително изображението на обекта.

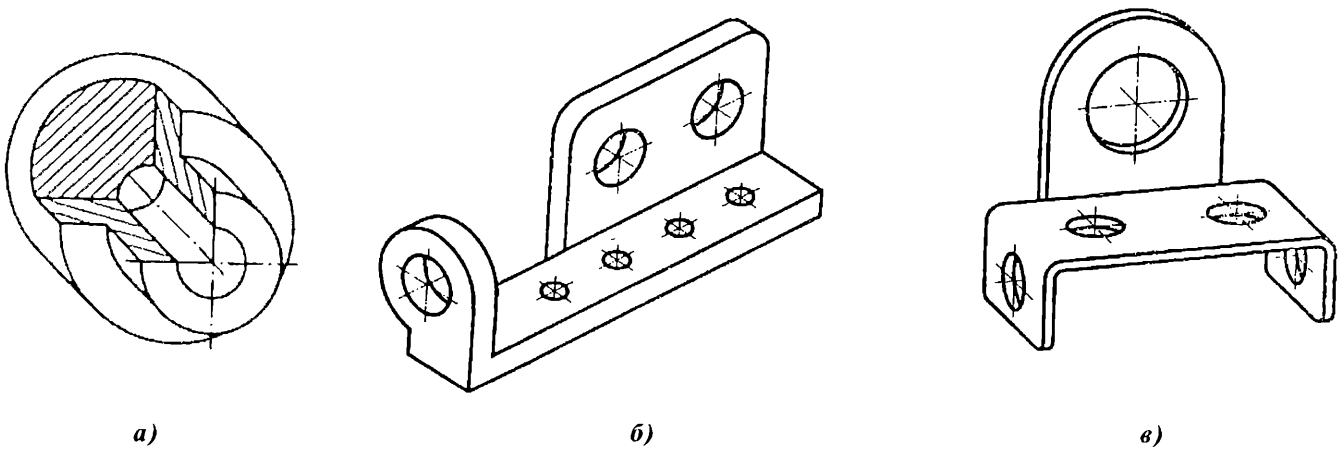
— Кабинетна аксонометрия

Кабинетната аксонометрична проекция е подобна на кавалиерната аксонометрична проекция, като коефициентът на скъсяване по 3-та ос е намален на половина т.е. $u_x : u_y : u_z = 1/2 : 1 : 1$.

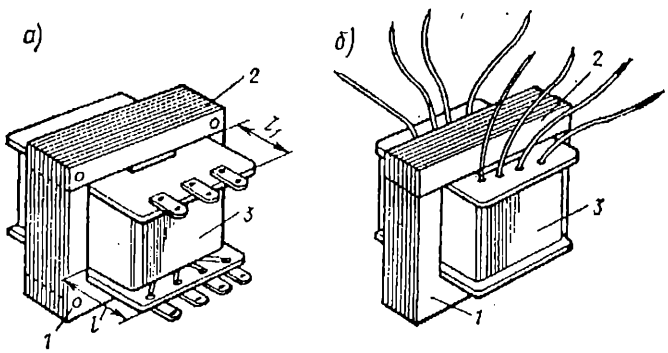
Това осигурява значително по-добри пропорции на изображението. Кабинетна аксонометрична проекция на куб със страна 1 и разположението на осите на окръжностите в трите аксонометрични равнини са показани на фиг.П03.40г.

В аксонометричните изображения секущите равнини се проектират успоредно на проекционните равнини и сеченията се щриховат успоредно на диагонала на съответната стена на аксонометричния куб. Препоръчва се скритите контури и ръбове да не се изобразяват (Фиг.П03.41).

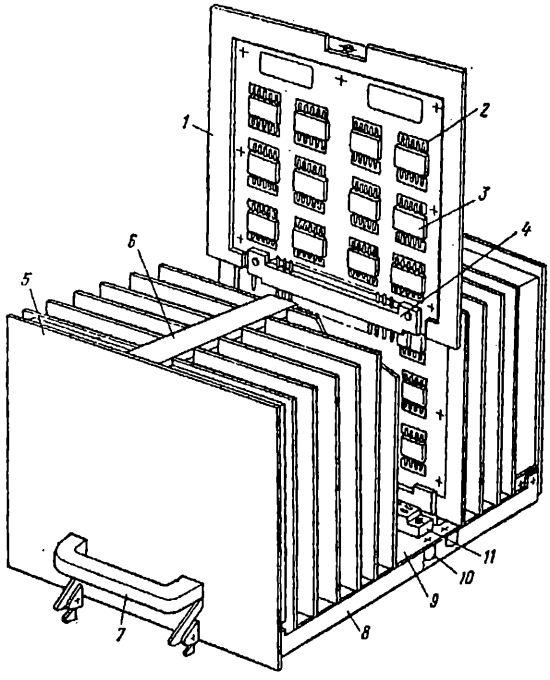
Примери за изпълнение на аксонометрични проекции са дадени на фиг. П03.41 — П03.44.



Фиг.П03.41. Аксонометрични изображения на детайли
а) изпълнение на щриховка; б) изометрично; в) диметрично



Фиг. П03.42. Аксонометрични изображения на трансформатор:
1, 2 — магнитопроводни пластини;
3 — бобина

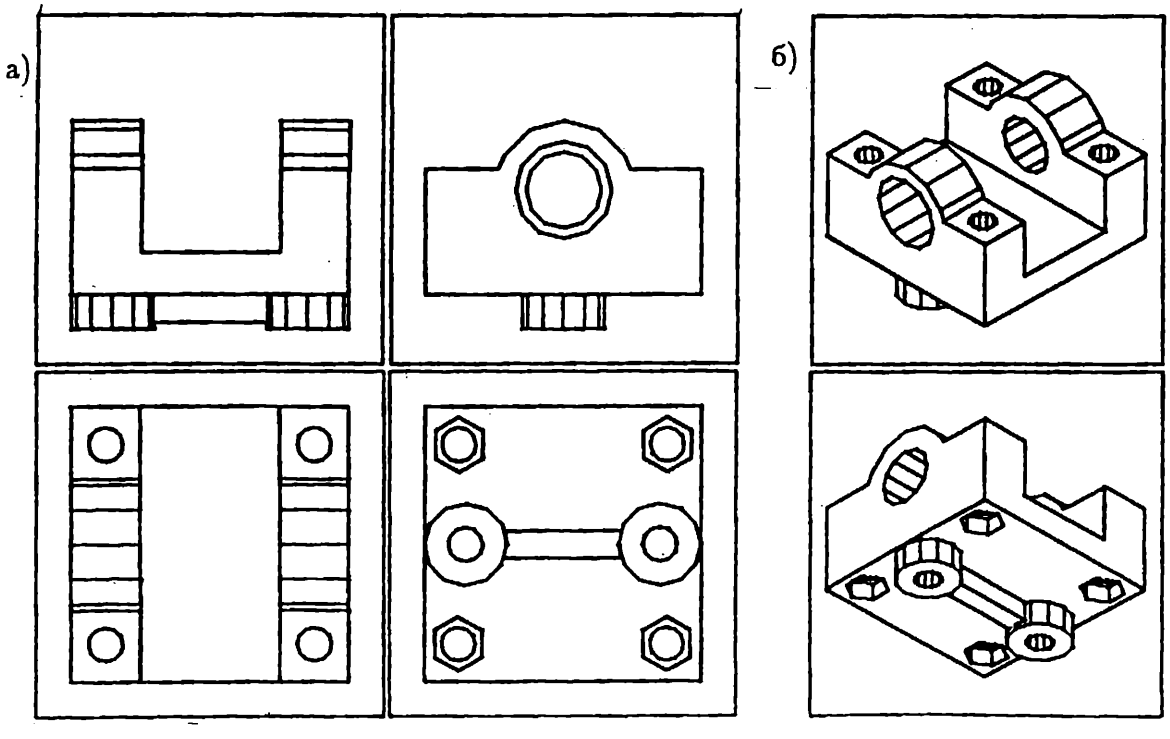


Фиг. П03.43. Аксонометрично изображение на шаси с печатни възли: *1 – печатен възел; 2 – изводи; 3 – интегрални схеми; 4 - ножов съединител на печатния възел; 5 – предна стена; 6 – фиксатор; 7 – ръкохватка; 8 – надлъжен профил; 9 – основа; 10 – напречник; 11 – ножови съединители на шасито.*

Дъно

два пръста въздух
лунни кръгове по пода
сянка съм
боса
подът на кухнята е хладен
зима е
изпивам чашата до дъно

Ваня Клечерова

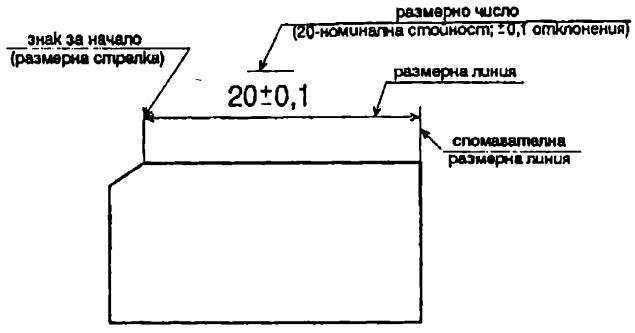


Фиг. П03.44. Проекции на детайл
а) правоъгълни; б) аксонометрични (изпълнението е с CAD програмна система)

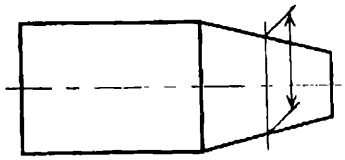
П04.1. ГРАФИЧНИ КОМПОНЕНТИ

В случая се имат предвид правилата (съгласно БДС ISO 129) за формално записване (нанасяне) на размерите на чертежите на изделията. Графичните компоненти на размер са дадени на фиг. П04.1.

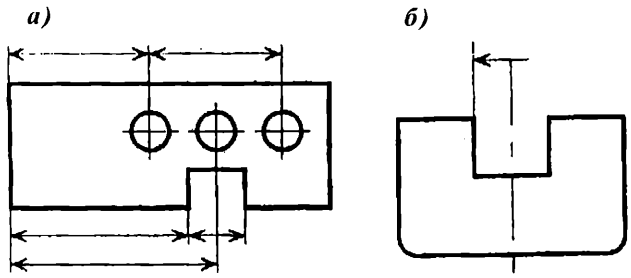
Дефинираните в стандарта основни правила за отделните компоненти са:



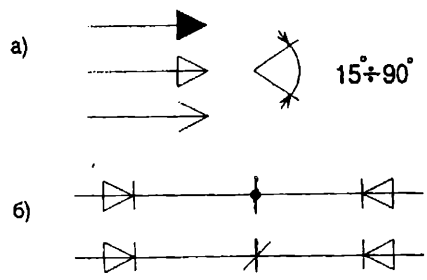
Фиг. П04.1. Графични компоненти на размер



Фиг. П04.2. Наклонена спомагателна размерна линия



Фиг. П04.3. Разположение на размерната линия: а) пресичане на размерна линия; б) възможност за оразмеряване на симетричен елемент



Фиг. П04.4. Краища на размерни линии: а) видове размерни стрелки; б) наклонена отсечка или точка

а) за **спомагателна размерна линия**:

- тънка непрекъсната линия, която е продължение на контурна или осова линия и завършва малко след размерната линия, като е перпендикулярна на нея; допуска се при необходимост двете спомагателни линии да бъдат наклонени спрямо размерните линии, но успоредни помежду си (фиг. П04.2);
- осите и контурните линии могат да изпълняват ролята на спомагателна размерната линия (фиг. П04.3);
- пресичането и от други линии се допуска само при необходимост.

б) за **размерна линия**:

- тя е тънка непрекъсната линия (изключение правят случаите от фиг. П04.7 и П04.8), която е продължение на контурна или осова линия и която може да бъде пресичана от други линии само при липса на друга възможност (фиг. П04.3*а*); в последния случай пресичащите се линии не се прекъсват;
- осите и линиите на контура не могат да изпълняват ролята на размерни линии;
- размерната линия е успоредна и равна на оразмеряваната отсечка; изключение по отношение на равенството прави случаят на наличие на симетрия (фиг. П04.3*б*), (когато се допуска да се нанесе част от размерната линия, но тя трябва да преминава оста на симетрия) и случая на нанасяне на радиуси (фиг. П04.9*б, в*);
- размерната линия може да се замени с показна линия (фиг. П04.14*в*).

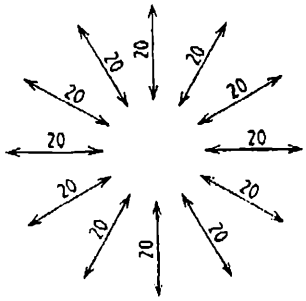
в) за **знака за начало**:

- обикновено като знак за начало се използва размерна стрелка (фиг. П04.4), като в един чертеж трябва да се използва само един от посочените равностойни видове;
- като правило размерните стрелки се поставят накрая на размерната линия (фиг. П04.3); при липса на място за поставяне на размерните числа или начертаване на стрелките, те се разполагат от външната страна на размерната линия, която в този случай се удължава (фиг. П04.4*б*);
- размерните стрелки се поставят в двата края на размерната линия, с изключение на случаите от фиг. П04.9 и П04.14*а, в*;
- при съвпадащи размерни линии и липса на място за стрелките се допуска размерните стрелки (освен крайните) да се заменят с наклонена отсечка или точка (фиг. П04.4*б*);
- при опростеното нанасяне на размерите от обща база, за знак (фиг. П04.15) за начало се използва окръжност с диаметър 3 *mm*.

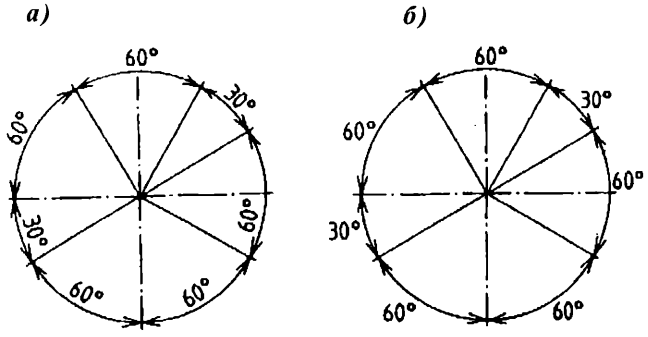
г) за **размерно число**:

- в чертежите се използва една и съща единица за измерване (милиметри) без тя да се означава;
- има два начина за разположение на размерните числа — успоредно на размерните линии и успоредно на основния надпис; в един чертеж трябва да се използва само единият начин.

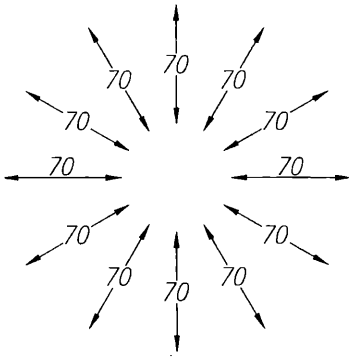
При **разположение на размерните числа успоредно на размерните линии**, размерните числа за линейните размери се разполагат в съответствие с фиг. П04.15 (успоредно на размерната мрежа), а тези за ъгловите —



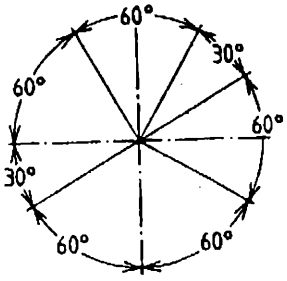
Фиг. П04.5. Разполагане на размерни числа за линейни размери без прекъсване на размерните линии



Фиг. П04.6. Разполагане на размерни числа за ъглови размери без прекъсване на размерните линии:
а) успоредно на хордата; б) хоризонтално



Фиг.П04.7. Разполагане на размерни числа за линейни размери с прекъсване на размерните линии



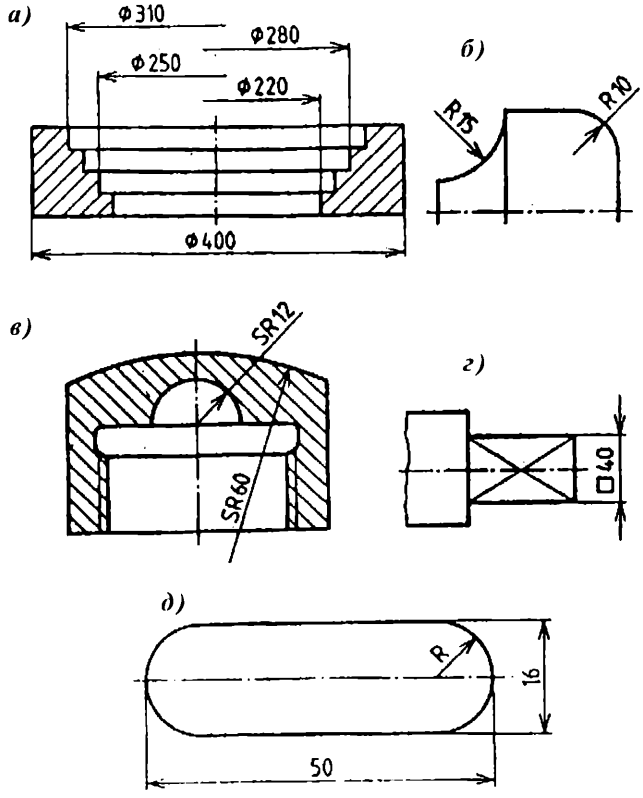
Фиг.П04.8. Разполагане на размерни числа за ъглови размери с прекъсване на размерните линии

в съответствие с фиг. П04.6*а* (успоредно на хордата на съответната дъга) или с фиг. П04.6*б* (хоризонтално близо до хордата);

При **разполагане на размерните числа успоредно на основния надпис** нехоризонталните размерни линии за линейни размери се прекъсват (за предпочитане около средата) — фиг. П04.7; размерните линии за ъгловите размери също се прекъсват (фиг. П04.8), като в мястото на прекъсването се записва размерното число.

д) за **знаците**:

- пред размерните числа се поставят следните знаци:
  ∅ - за диаметър (напр. ∅ 20);



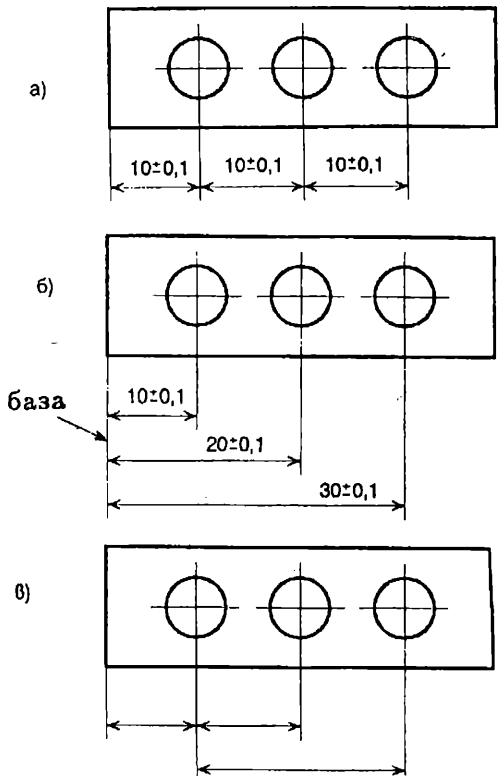
Фиг. П04.9. Знаци при оразмеряването:
а) на цилиндрични повърхнини; б) на закръгления;
в) на сферични повърхнини;
г) на призматични тела с квадратно сечение;
д) възможност да не се записва размерно число.

R — за радиус (напр. *R6*);
□ - за квадрат (напр. □ 8);
S∅ - за диаметър на сфера (напр. *S*∅*15*);
SR — за радиус на сфера (напр. *SR6*);
⌒ - за дължина на дъга (напр. $\overset{\frown}{35}$ или ⌒ 35).

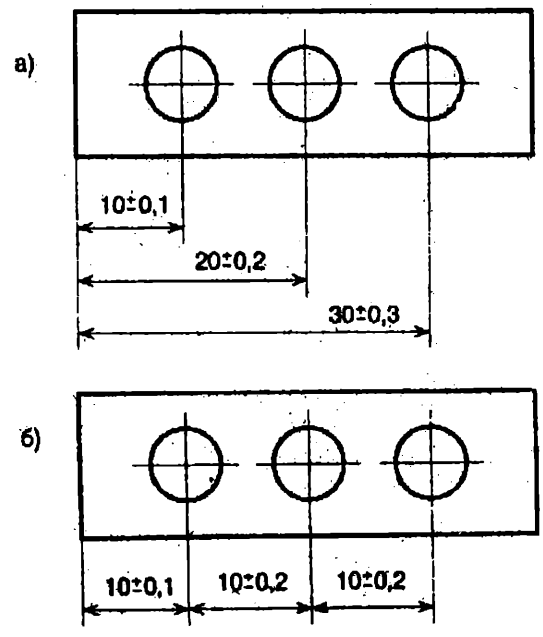
Примери за използване на знаците са дадени на фиг. П04.9. Допуска се да не се поставя размерно число след *R* в случаите, когато стойността му може да се установи от другите размери (фиг. П04.9*д*).

е) за **методите за нанасяне на размери**:

Методите за нанасяне на размери по дадена ос на оразмеряване са три: верижен (фиг. П04.10*а*), базов (фиг. П04.10*б*), комбиниран (фиг. П04.10*в*). Изборът на един или друг метод зависи от влиянието му върху функцията на изделието. В примера на фиг. П04.10*а*, ако се изнасят размерите от една база (лявата крайна повърхнина), ще се получи резултата от фиг. П04.11, а пресмятанията на размерите между отворите за примера от фиг. П04.10 са дадени на фиг. П04.11. Пресмятанията са направени чрез решаване на съответните размерни вериги. От казаното следва, че когато размерите са с предписани гранични отклонения (вж. т. 6.7.3.1) въпрос на анализ на конкретните изисквания при изработване и монтаж е изборът на единия или другия метод. В действителност рядко няколко съседни размера са с предписани гранични отклонения, поради което изборът на метод се диктува преди всичко от гледна точка



Фиг. П04.10. Методи за нанасяне на размери:
а) верижен; б) базов; в) комбиниран.

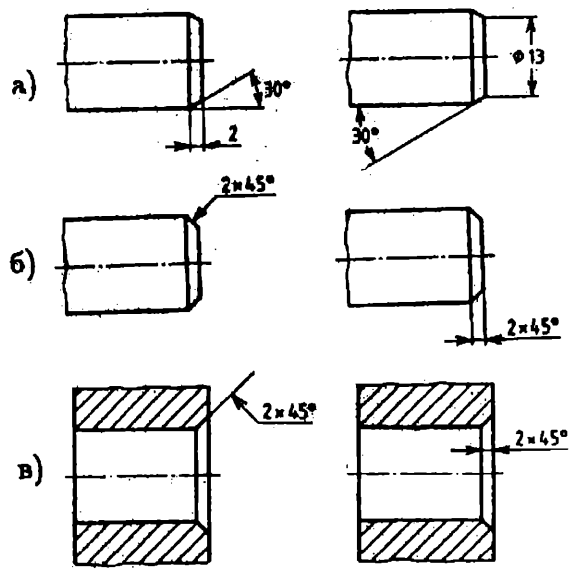


Фиг. П04.11. Влияние на избора на базата при оразмеряване

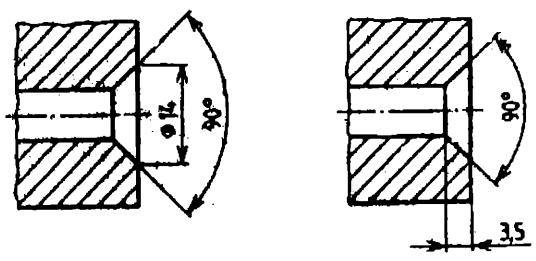
на изработването на детайла, а там най-често се използва комбинирания метод.

ж) за особени случаи на нанасяне на размери:

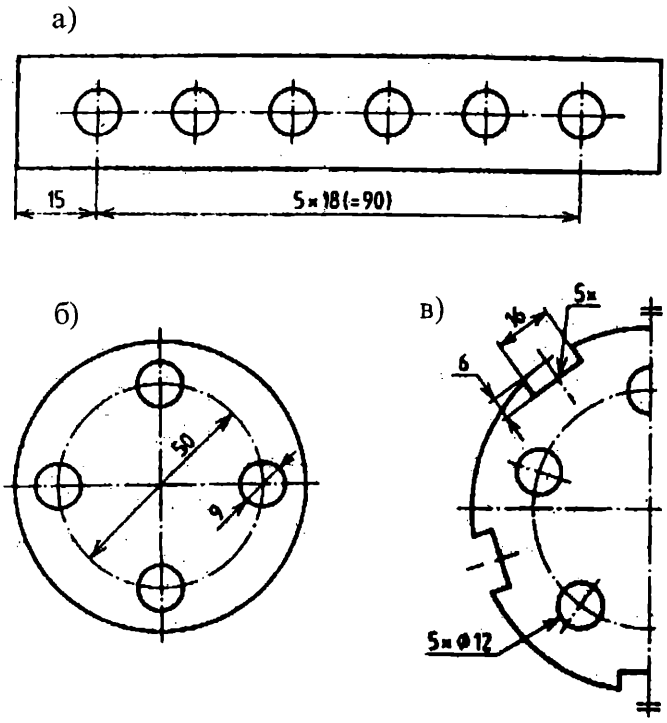
- **фаските** (пресечени конуси с малка височина, служещи преди всичко за по-лесно сглобяване) се оразмеряват в съответствие с фиг. П04.12*а*, а когато ъгълът при основата е 45°, както е показано на фиг. П04.12*б,в*;
- **ферзенките** (пресечени вътрешни конуси с по-голяма височина,околната повърхнина на което контактува с други детайли, напр. винт със скрита глава) се оразмеряват в съответствие с фиг. П04.13.
- верига от еднакви размери за равномерно разположени елементи може да се замени съгласно фиг. 4.67*а*; допуска се при очевидност на ъглови интервали размерите им да не се нанасят (фиг. П04.14*б*);
- оразмеряването на еднакви повтарящи се елементи е показано на фиг. П04.14в;
- базовото оразмеряване може да се извърши и в съответствие с фиг. П04.15 (т.н. опростено базовото оразмеряване).



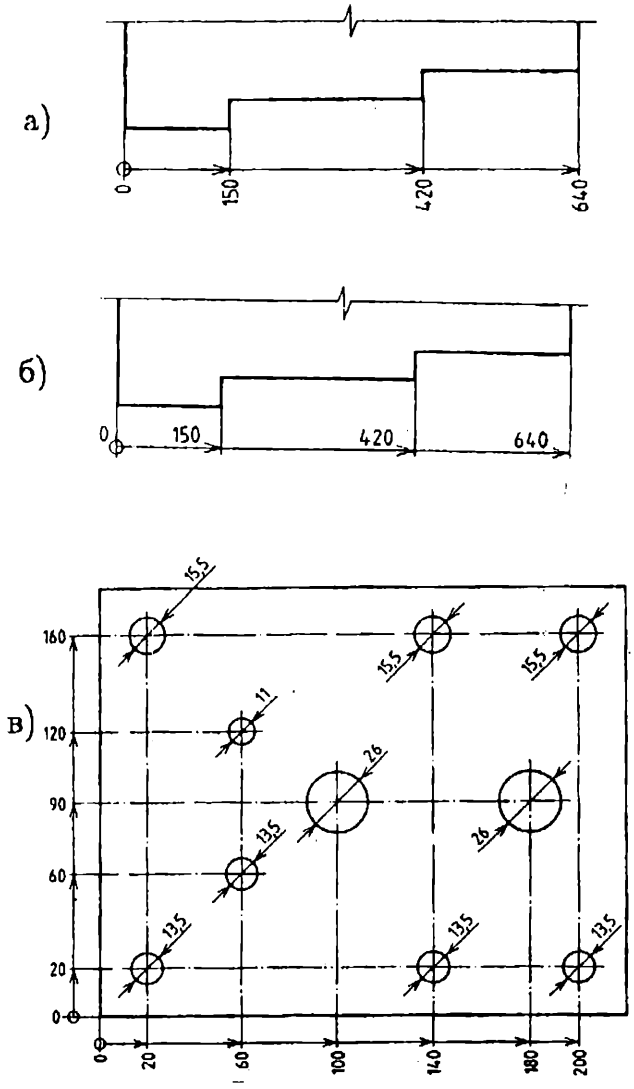
Фиг. П04.12. Оразмеряване на фаски:
а) чрез самостоятелни линеен и ъглов размер;
б) чрез комбиниран линеен и ъглов размер за фаска към външна повърхнина; в) чрез комбиниран линеен и ъглов размер за фаска към вътрешна повърхнина



Фиг. П04.13. Оразмеряване на ферзенки



Фиг. П04.14. Повтарящи се размери:
а) верига от еднакви размери;
б) повтарящи се ъглови интервали (90°);
в) повтарящи се елементи



	X	Y	Ø
1	20	160	15,5
2	20	20	13,5
3	60	120	11
4	60	60	13,5
5	100	90	26
6			
7			
8			
9			
10			

Фиг. П04.15. Опростено базово оразмеряване:
а) еднопосочно с вертикално разположени размерни числа; б) еднопосочно с хоризонтално разположени размерни числа; в) двупосочно; г) координатно

Ужас

Една несмела бяла пеперуда
Лети във въздуха лъчист.
Попадна в слънчевия кръг и-чудно-
тя стана черна. Чисто черна.

Стефан Гечев

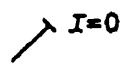
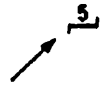
Графични символи с общо предназначение (БДС EN 60617-2)

ВИДОВЕ ТОК И НАПРЕЖЕНИЕ

Наименование	Символ
Постоянен ток Стойността на напрежението може да се записва вдясно от символа, а типът на мрежата – вляво. *Пример:* 2M ⎓ 220/110 V	⎓
Променлив ток Числената стойност на честотата или на честотния обхват може да се добавя вдясно от символа. *Примери:* Променлив ток 50 Hz Променлив ток в честотен обхват от 100 kHz до 600 kHz Стойността на напрежението също може да се запише вдясно от символа. Броят на фазите и наличието на неутрала могат да се запишат вляво от символа. *Пример:* Променлив ток: трифазен, мрежа с неутрала, 400 V (230 V между фаза и неутрала), 50 Hz. Следващите символи могат да се използват, когато в една и съща схема трябва да се разграничат различни честотни обхвати като например:	~ ~ 50 Hz ~ 100...600 kHz 3/N~400/230V 50Hz
Относително ниски честоти (промишлени или инфразвукови честоти).	≂
Средни честоти (звукови честоти).	≋
Относително високи честоти (свръхзвукови, носещи честоти и радиочестоти).	≋
Изправен ток с променлива съставяща (когато е необходимо да се разграничи от изправен и филтриран ток).	⎓
Положителна полярност	+
Отрицателна полярност	-
Неутрала	N
Среден проводник	M

РЕГУЛИРУЕМОСТ, ПРОМЕНЛИВОСТ И АВТОМАТИЧНА НАСТРОЙКА

Наименование	Символ
Регулируемост, общ символ	
Регулируемост, нелинейна	

Наименование	Символ
Променливост, вътрешна, общ символ Информация за регулиращите величини, например напрежение или температура, могат да се запишат до символа.	
Променливост, вътрешна, нелинейна	
Предварителна настройка Информация, отнасяща се до условията, при които е разрешена регулируемостта, се отбелязват близо до символа. *Пример:* Предварителна настройка е разрешена само при ток, равен на нула.	 
Степенно задействане Към фигурата може да се прибави и цифра, показваща броя на степените.	
Регулируемост по степени, посочени 5 степени	
Променливост, непрекъсната *Пример:* Предварителна настройка, променяща се непрекъснато	 
Автоматична настройка Регулируемата величина може да се отбележи близо до символа. *Пример:* Усилвател с автоматична настройка на усилването	 

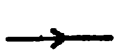
Регулируемостта е вид външна променливост, която позволява да се извършва настройка, т.е. установяване на подходяща стойност на променливата величина.

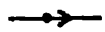
Променливостта е външна, когато променливата величина се управлява чрез външно устройство, например когато съпротивлението се управлява чрез регулатор.

Променливостта е вътрешна, когато променливата величина зависи от свойствата на самото устройство, например когато съпротивлението се променя във функция на напрежението или на температурата.

Знакът за регулируемост и променливост трябва да бъде нанесен върху основния символ, но под ъгъл приблизително 45° спрямо осовата му линия.

ПОСОКА НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА ПОТОКА

Наименование	Символ
Разпространение, еднопосочно Поток, еднопосочен, например на енергия, сигнал, информация	
Разпространение, двупосочно, едновременно Едновременно предаване и приемане	
Разпространение, двупосочно, неедновременно Последователно предаване и приемане	

Наименование	Символ
Предаване Точката може да се изпусне, ако стрелката, комбинирана със символа, върху който е поставена, е достатъчна, за да се избегне всякаква неяснота.	
Приемане Точката може да се изпусне, ако стрелката, комбинирана със символа, върху който е поставена, е достатъчна, за да се избегне всякаква неяснота.	
Енергиен поток от шините	
Енергиен поток към шините	
Двупосочен енергиен поток	

ЕФЕКТ ИЛИ ЗАВИСИМОСТ

Наименование	Символ
Топлинен ефект	
Електромагнитен ефект	
Магнитострикционен ефект	
Ефект или зависимост от магнитно поле	
Закъснение	
Полупроводников ефект	
Ефект на свързване с електрическо разделяне	

ИЗЛЪЧВАНЕ

Наименование	Символ
Електромагнитно излъчване, нейонизиращо, например радиовълни или видима светлина Когато източникът и обектът са показани, стрелките трябва да сочат от източника към обекта Източник  Обект Когато има обект, но няма показан определен източник, стрелките трябва да сочат надолу и надясно.  Когато няма показан определен обект, стрелките трябва да сочат нагоре и надясно 	
Кохерентно излъчване, нейонизиращо (например кохерентна светлина)	

Наименование	Символ
Излъчване, йонизиращо Когато е необходимо, да се посочи видът на йонизиращото излъчване, до символа могат да се добавят следните означения или букви: α = алфа-частица β = бета-частица γ = гама-лъчи δ = деутрон ρ = протон η = неутрон π = пи-мезон κ = К-мезон μ = мю-мезон X = Х-лъчи	
Електромагнитно излъчване, нейонизиращо, двупосочно, например излъчване от радар или фотореле с огледален отражател.	
Кохерентно излъчване, нейонизиращо, двупосочно	

Стрелки, насочени към символ, означат, че устройството, представено със символа, ще реагира на излъчване от посочения тип.

Стрелки, насочени навън от символ, означават разпространение на посочения тип излъчване чрез устройството, представено със символа.

Стрелки, разположени вътре в даден символ, означават вътрешен източник на излъчване.

ФОРМИ НА ИМПУЛСИТЕ

Наименование	Символ
Положителен импулс	
Отрицателен импулс	
Променливотоков импулс	
Стъпална положителна функция	
Стъпална отрицателна функция	
Трионовиден импулс	

УСТРОЙСТВА ЗА ЗАДЕЙСТВАНЕ, ГРУПА 1

Наименование	Символ
Ръчно устройство за задействане, общ символ	
Ръчно устройство за задействане, защитено срещу непреднамерено действие	
Задействане чрез издърпване	
Задействане чрез завъртане	

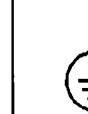
Наименование	Символ
Задействане чрез натискане	
Задействане чрез доближаване	
Задействане чрез допир	
Аварийно устройство за задействане, тип гъба	
Задействане с кормилно колело	
Задействане с педал	
Задействане с лост	
Задействане със снемаема ръкохватка	
Задействане с ключ	
Задействане с манивела	
Задействане чрез ролка	
Задействане чрез ексцентрик Когато е необходимо, профилът на ексцентрика може да се изобрази по-подробно. Това правило е приложимо също и при линейните разгънати повърхнини. *Примери:* Профил па ексцентрик Профил на линейно устройство Профил на ексцентрик (в линейно ръзгънат вид) Задействане чрез ексцентрик и ролка	   
Задействане чрез акумулирана механична енергия Допуска се в квадрата да се посочи условно означение, определящо вида на акумулираната енергия.	
Пневматично или хидравлично задействане, еднократно действие	
Пневматично или хидравлично задействане, двукратно действие	
Електромагнитно задействане	
Задействане чрез електромагнитно устройство, например за защита срещу свръхтокове	

Наименование	Символ
Задействане чрез термочувствително устройство, например за защита срещу свръхтокове	
Задействане чрез електродвигател	
Задействане чрез електрически часовник	
Полупроводниково устройство за задействане	

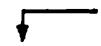
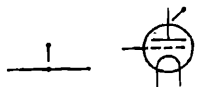
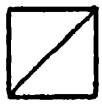
УСТРОЙСТВА ЗА ЗАДЕЙСТВАНЕ, ГРУПА 2

Наименование	Символ
Задействане чрез ниво на течност	
Задействане чрез брояч	
Задействане чрез дебита на протичащия флуид *Пример:* Задействане чрез дебита на газов поток	 
Задействане чрез относителна влажност	

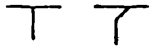
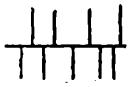
ЗАЗЕМЯВАНЕ И СВЪРЗВАНЕ КЪМ МАСА, ЕКВИПОТЕНЦИАЛНОСТ

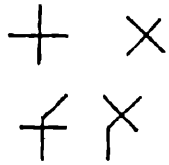
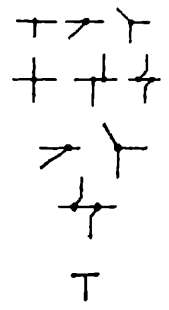
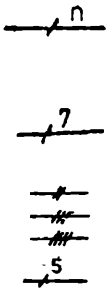
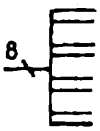
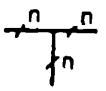
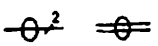
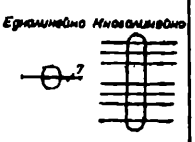
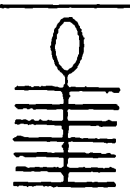
Наименование	Символ
Заземяване, общ символ Допуска се да се даде допълнителна информация, за да се определи начинът или целта на заземяване, ако това не е очевидно	
Безшумово заземяване	
Защитно заземяване Този символ може да се използва вместо символ "заземяване, общ символ", за да се означи заземяване, притежаващо определена защитна функция, като например за защита срещу поражения от електрически ток в случай на повреда.	
Маса Шаси Щриховането може да се избегне напълно или частично, ако не води до неяснота. Ако щриховката се изпуска, линията представяща масата или шасито, трябва да бъде по-дебела, както е показано по-долу. 	
Еквипотенциалност	

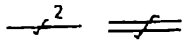
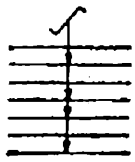
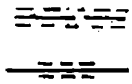
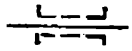
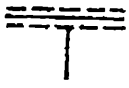
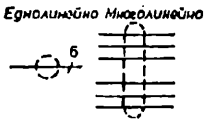
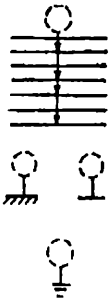
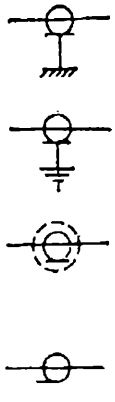
ДРУГИ

Наименование	Символ
Повреда (Означение на предполагаемото място на повредата)	
Искра Пробив	
Постоянен магнит	
Подвижен (например плъзгащ) контакт	
Индикатор за контрол в точка *Примери:* 	
Преобразувател, общ символ, *например:* Преобразувател с голяма мощност Преобразувател на сигнали Измервателен преобразувател Когато посоката на преобразуване не е очевидна, тя може да се посочи със стрелка върху контура на символа. Символ или означение, посочващи входната или изходната величина, формата на вълната и т.н., могат да се дадат във всяка от половините на общия символ, за да се посочи видът на преобразуването.	
Преобразуване	
Аналогов Този символ се използва само когато е необходимо да се разграничат аналогови от други форми на сигнали и връзки.	
Цифров Този символ се използва само когато е необходимо да се разграничат аналогови от други форми на сигнали и връзки.	

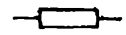
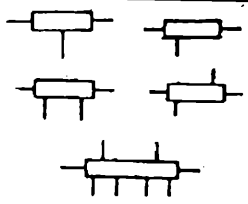
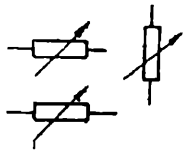
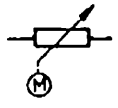
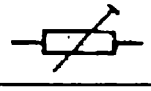
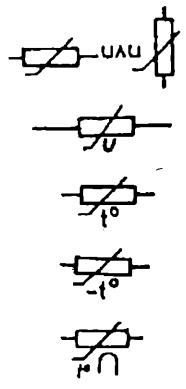
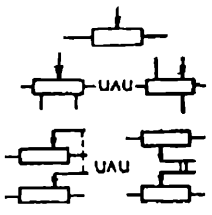
ЕЛ. ВРЪЗКИ (БДС 2.734-82)

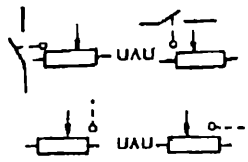
Наименование	Символ
Линия за електрическа връзка Заб. Допуска се за линиите за групова връзка да се използуват дебели и много дебели линии	
Графично разклоняване (сливане) на линии за групова връзка	
Графично разклоняване (сливане) на линии за електрическа връзка и линии за групова връзка	
Графично пречупване на линия за електрическа връзка, линия проводник (кабел или шина) под ъгъл 90° Заб. Допуска се ъгълът да бъде 135°	

Наименование	Символ
Графично пресичане на линии за електрическа връзка, линии за групова връзка, електрически несвързани проводници (кабели или шини). Линиите трябва да се пресичат под ъгъл 90° Заб. Не се допуска, ако линията има пречупване под ъгъл 135°, в точката на пречупването да се пресича с друга линия	
Линия за електрическа връзка с разклонения: а) с едно разклонение б) с две разклонения Заб. 1. Допуска се отклонението да се изобразява под ъгли, кратки на 45° Заб. 2. Допуска се линиите за електрическа връзка с разклонения да се изобразяват без точки	
Линия за електрическа връзка с разклонение в няколко паралелни вериги с напълно еднакви елементи	
Групова линия за електрическа връзка с общо функционално предназначение, например n-броя отделни линии Заб. 1. При еднолинейно изобразяване n се заменя с число за броя на линиите в групата Заб. 2. Допускат се следните означения за група от две, три и четири линии. При по-голям брой линии (например 5) се използва означението	
Преминаване на група линии за електрическа връзка с общо функционално предназначение от многолинейно изобразяване към еднолинейно	
Група линии за електрическа връзка с общо функционално предназначение, всяка от които има разклонение	
Линии за електрическа връзка, изпълнени с двужилен кабел	
Група линии за електрическа връзка, изпълнени с многожилен кабел, например седемжилен	
Група линии за електрическа връзка, четири от които са изпълнение с многожилен кабел	

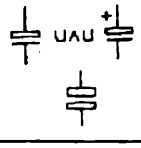
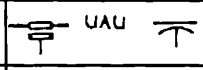
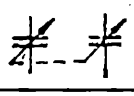
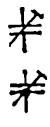
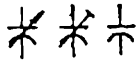
Наименование	Символ
Линии за електрическа връзка, изпълнени с два усукани проводника (усукана двойка)	
Група линии за електрическа връзка, четири от които са изпълнени с усукани проводници	
Линия за електрическа връзка, изпълнена с гъвкав проводник	
Екраниран проводник или кабел Заб. Допуска се екранирането да е на отделни участъци на екранираната линия	
Частично екраниран проводник или кабел	
Екранирана линия за електрическа връзка с разклонение	
Екранирана линия за електрическа връзка с разклонение от екрана	
Група от шест линии за електрическа връзка в общ екран	
Група линии за електрическа връзка, четири от които са в общ екран Заб. Свързването на екрана с корпуса (масата) или земята се изобразява по следните начини: а) с корпуса (масата) б) със земята	
Коаксиален кабел: а) свързан с корпуса (масата) б) заземен в) екраниран Заб. Ако коаксиалната структура не продължава, се използва означението (допирателната към окръжността е насочена по посока на коаксиалната структура)	

РЕЗИСТОРИ (БДС 2.721-80)

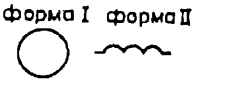
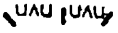
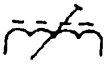
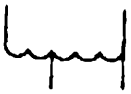
Наименование	Символ
Постоянен резистор, общо означение	
Постоянен резистор с допълнителни отклонения	
Резистор — нагревателен елемент	
Измервателен шунт	
Променлив резистор, общо означение Заб. Допуска се линията за връзка да се доведе направо до знака на регулиране	
Управляем променлив резистор, например с електродвигател	
Донастройващ резистор (тример — потенциометър)	
Резистор с подвижен контакт, например гривна, общо означение	
Нелинеен резистор а) общо означение б) в зависимост от приложеното напрежение (варистор) в) терморезистор (термистор) с пряко подгряване и положителен температурен коефициент г) терморезистор (термистор) с пряко подгряване и отрицателен температурен коефициент д) терморезистор (темристор) с косвено подгряване и положителен температурен коефициент	
Въгленов стълб (тангометър)	
Потенциометър: а) общо означение б) с допълнителни отклонения в) свързан, например сдвоен	

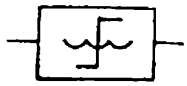
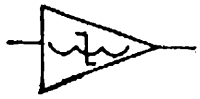
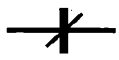
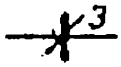
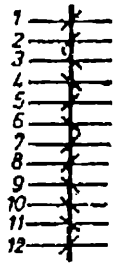
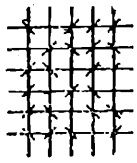
Наименование	Символ
г) със затварящи контакти, изобразен без разделяне д) със затварящи контакти, изобразен с разделяне	

КОНДЕНЗАТОРИ (БДС 2.724-80)

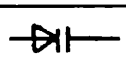
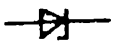
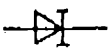
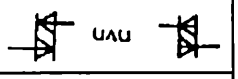
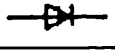
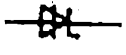
Наименование	Символ
Постоянен кондензатор, общо означение	
Постоянен кондензатор с означен външен електрод	
Многосекционен постоянен кондензатор (например двусекционен)	
Постоянен екраниран кондензатор с извод от корпуса	
Постоянен екраниран кондензатор с извод от корпуса	
Полярен кондензатор	
Електролитен кондензатор: а) полярен б) неполярен	
Проходен кондензатор	
Променлив (въртящ) кондензатор: а) общо означение б) с означение на ротора	
Многосекционен променлив кондензатор (например двусекционен)	
Донастройващ променлив кондензатор (тример-кондензатор): а) общо означение б) с означение на ротора Заб. Ако е необходимо да се посочи подвижният електрод (роторът) на променлив или донастройващ кондензатор, външният електрод на постоянен кондензатор или електродът с по-нисък потенциал, може да се използва означение	 
Варикоид	

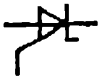
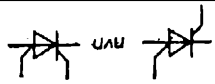
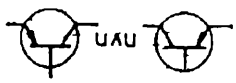
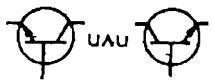
ИНДУКЦИОННИ БОБИНИ, ДРОСЕЛИ, ТРАНСФОРМАТОРИ, ТРАНСДУКТОРИ И МАГНИТНИ УСИЛВАТЕЛИ (БДС 2.727-81)

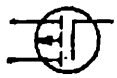
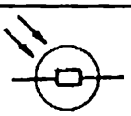
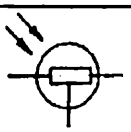
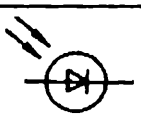
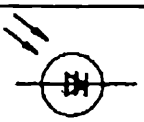
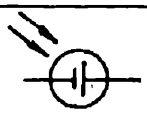
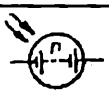
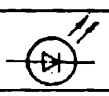
Наименование	Символ
Намотка без отклонения Намотка с отклонения Заб. Броят на полуокръжностите на намотките и посоката на изводите не се определят	Форма I Форма II 
Феромагнитен магнитопровод (сърдечник, ядро)	
Магнитодиелектричен магнитопровод (изобразява се само при необходимост)	
Феромагнитен магнитопровод с въздушна междина	
Феритен магнитопровод (сърдечник, ядро) — изобразява се с дебела линия	
Намотка (бобина, дросел) с магнитопровод, например магнитодиелектричен	
Магнитопровод на трансдуктор	
Индукционна бобина (дросел) с магнитодиелектричен магнитопровод	
Донастройваща се бобина с магнитодиелектричен магнитопровод	
Дросел с феромагнитен магнитопровод	
Еднофазен трансформатор, общо означение	
Еднофазен трансформатор с феромагнитен магнитопровод и замасен електростатичен екран	
Еднофазен трансформатор с отклонение от намотката	
Еднофазен автотрансформатор	
Токов измервателен трансформатор	
Напреженов измервателен трансформатор	

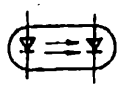
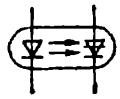
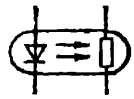
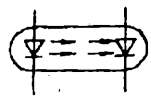
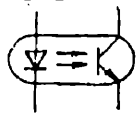
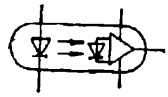
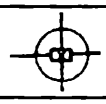
Наименование	Символ
Трансдуктор, общо означение	
Магнитен усилвател, общо означение	
Запаметяващ (наслагващ) трансформатор, общо означение	
Една намотка върху един феритен магнитопровод	
Намотка с три навивки върху един феритен магнитопровод	
Дванадесет намотки върху едно ядро	
Запаметяващ (наслагващ) трансформатор с пет ядра с по няколко намотки върху всяко ядро	

ПОЛУПРОВОДНИКОВИ УРЕДИ (БДС 2.711-79)

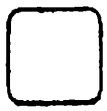
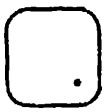
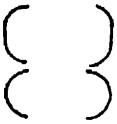
Наименование	Символ
Диод, общо означение	
Диод с температурен ефект	
Капацитивен диод (варикап)	
Тунелен диод	
Лавинен изправителен диод с едностранен ефект на лавинния пробив (ценеров диод, стабилитрон)	
Лавинен изправителен диод с двустранен ефект на лавинния пробив	
Обърнат диод	
Двупосочен диод	
Диоден тиристор, запушващ в обратна посока	
Диоден тиристор, пропускащ в обратна посока	

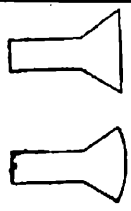
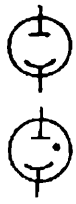
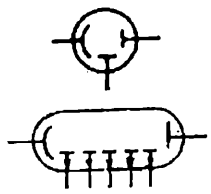
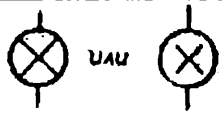
Наименование	Символ
Диоден симетричен тиристор	
Триоден тиристор, общо означение	
Триоден тиристор, запушващ в обратна посока, с управление в анода	
Триоден тиристор, запушващ в обратна посока, с изключване и управление в анода	
Триоден тиристор, пропускащ в обратна посока, с управление в анода	
Триоден тиристор, запушващ в обратна посока, с управление в катода	
Триоден тиристор, запушващ в обратна посока, с изключване и управление в катода	
Триоден тиристор, пропускащ в обратна посока, с управление в катода	
Симетричен триоден двупосочен тиристор	
Тетроден тиристор запушващ в обратна посока	
Транзистор тип PNP	
Транзистор тип NPN	
Транзистор тип PNP с извод от вътрешния екран	
Лавинен транзистор тип NPN	
Еднопроходен транзистор с P-база (двубазов диод)	
Двубазов транзистор тип NPN	
Двубазов транзистор тип NPIN с извод от областта I	
Двубазов транзистор тип PNIP с извод от областта I	

Наименование	Символ
Полеви транзистор с N-канал Заб. Електродите G и S трябва да са на една линия	
Полеви транзистор с P-канал	
Полеви транзистор с изолиран затвор: а) без извод от подложка обогатен тип с N-канал	
б) без извод от подложка обогатен тип с N-канал	
в) с извод от подложка обогатен тип с P-канал	
г) с вътрешно съединение между изтичането и подложката	
д) обеднен тип с N-канал	
г) обеднен тип с P-канал	
Полеви транзистор обеднен тип с два изолирани затвора	
Фоторезистор	
Диференциален фоторезистор	
Фотодиод	
Фототиристор	
Фотоелемент (слънчев фотоелемент)	
Фотобатерия с n слънчеви фотоелемента	
Фототранзистор тип PNP	
Фототранзистор тип NPN базата не е изведена	
Луминесцентен диод (светодиод)	

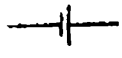
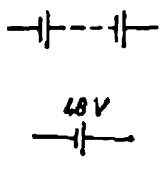
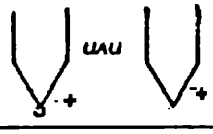
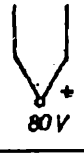
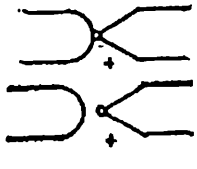
Наименование	Символ
Диоден оптрон	
Тиристорен оптрон	
Резисторен оптрон	
Диоден оптрон, изобразен чрез разделяне	
Оптоелектронен уред с фототранзистор: а) без извод от базата	
б) с извод от базата	
Оптоелектронен уред с фотодиод и умножител	
Генератор на Хол	

ЕЛЕКТРОВАКУУМНИ И ЙОННИ УРЕДИ (БДС 2.723-80)

Наименование	Символ
Балон на:	
а) електровакуумен уред	
б) йонен уред (разположение на точката не е определено)	
	
в) комбиниран електровакуумен уред при отделно изобразяване на системите от електроди	
г) комбинирана електронна лампа с вътрешен разделителен екран с изводи от балона	

Наименование	Символ
д) приемна телевизионна тръба (кинескоп), осцилоскопна тръба, проекционна тръба и скиатрон Заб. 1. Допуска се екранът на приемната телевизионна тръба (кинескопа) да се изобразява дъгообразна	
Фотоелемент: а) електронен б) йонен	
Фотоелектронен умножител с вътрешна електронна емисия: а) с един анод б) с пет анода	
Лампа с нажежаема жичка — общо означение (БДС 2.722-80)	

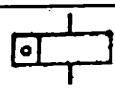
ЕЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ И ЕЛЕКТРОТЕРМИЧНИ ИЗТОЧНИЦИ (БДС 2.705-79)

Наименование	Символ
Галваничен елемент (първичен или вторичен) Заб. Допуска се знакът + да не се поставя	
Батерия, състояща се от няколко галванични елемента Заб. Допуска се за батерия да се използва горното означение, като над него се нанесе напрежението на батерията, например 48V	
Термоелемент (термодвойка)	
Батерия от термоелементи, например с напрежение 80 V	
Електротермичен преобразувател: а) с пряко нагряване б) с косвено нагряване	

ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ВЪРТЯЩИ СЕ МАШИНИ (БДС 2.704-79)

Наименование	Символ
Генератор за постоянен ток, общо означение	
Генератор за променлив ток, общо означение	
Синхронен генератор, общо означение	
Двигател за постоянен ток, общо означение	
Двигател за променлив ток, общо означение	
Синхронен двигател, общо означение	
Асинхронен двигател с накъсо съединен ротор, общо означение	
Асинхронен двигател с фазен ротор, общо означение	
Синхронен преобразувател, общо означение	
Селсин, общо означение	

ЕЛЕКТРОИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ (БДС 2.738-82)

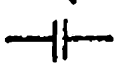
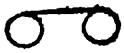
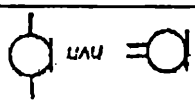
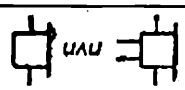
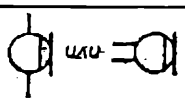
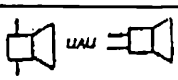
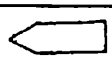
Наименование	Символ
Датчик за измерване на неелектрическа величина, общо означение Електроизмервателен уред — общо означение а) показващ б) регистриращ в) интегриращ (например електромер)	
Галванометър	
Осцилоскоп	
Брояч на импулси	

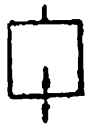
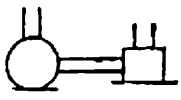
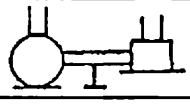
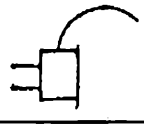
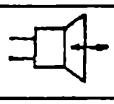
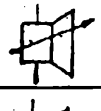
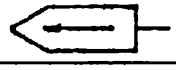
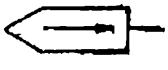
Наименование	Символ
Електрически часовник: а) вторичен	
б) първичен	
Уред записващ: а) с точкова регистрация	
б) с непрекъсната регистрация	
Уред с цифрова индикация	
Уред с цифрова регистрация — печатащ	
Уред с регистрация чрез перфориране	
Измервателен механизъм: а) еднонамотъчен амперметър	
б) еднонамотъчен волтметър	
в) еднофазен ватметър	

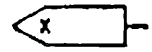
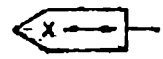
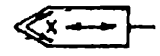
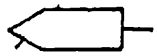
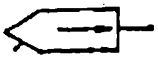
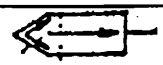
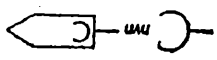
ЕЛЕКТРОМАГНИТ (БДС 8348-70)

Наименование	Символ
Електромагнит: а) общо означение	
б) с една намотка	
в) с две намотки за едностранно действие	
г) с две намотки за двустранно действие	
Заб. 1 . В правоъгълника може да се впише съответният знак за вида на тока, например електромагнит за променлив ток	
Заб. 2. Допуска се изводите на електромагнита да се означат от едната страна на правоъгълника	
Заб. 3. Допуска се електромагнитите да се означават по следния начин: а) електромагнит за последователно включване	
б) електромагнит за паралелно включване	
Поляризиран електромагнит	

ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНИ УРЕДИ (БДС 2.716-79)

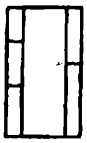
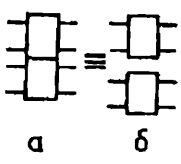
Наименование	Символ
Принцип на действие на уреда: а) оптичен	
б) електростатичен (кондензаторен)	
в) магнитен	
г) пиезоелектричен (кристален)	
д) магнитострикционен	
ж) електродинамичен с подвижна бобина	
з) електромагнитен с подвижна лента	
и) стереофоничен	
к) запис или възпроизвеждане (стрелката показва посоката на предаване на сигнала)	
л) изтриване на записаната информация	
м) с използване на диск	
н) използване на филм или магнитна лента	
о) използване на магнитен барабан	
п) възпроизвеждане или запис на ниски честоти	
р) възпроизвеждане или запис на високи честоти	
Микрофон — общо означение	
Симетричен микрофон — общо означение	
Слушалка — общо означение	
Ларингофон — общо означение	
Високоговорител — общо означение	
Акустична глава — общо означение	

Наименование	Символ
Хидрофон (ултразвуков приемо-предавател) — общо означение	
Записващо и (или) възпроизвеждащо устройство — общо означение	
Електростатичен (кондензаторен) микрофон	
Въгленов микрофон	
Електромагнитен стерефоничен микрофон	
Микротелефон	
Микротелефон с изключване на захранването на микрофона	
Слушалка за закрепване на главата	
Електромагнитна слушалка	
Електродинамична слушалка	
Пиезоелектричен ларингофон	
Високоговорител с подвижна бобина	
Високоговорител — микрофон	
Високоговорител с регулатор на интензивността (силата) на звука	
Магнитострукционен високоговорител	
Монофонична записваща глава	
Монофонична възпроизвеждаща глава	

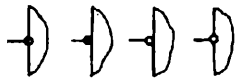
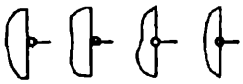
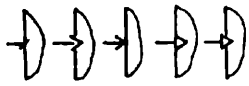
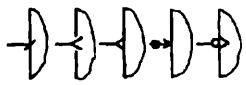
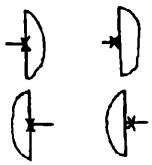
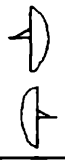
Наименование	Символ
Изтриваща глава	
Монофонична записваща, възпроизвеждаща и изтриваща глава	
Стереофонична записваща възпроизвеждаща и изтриваща глава	
Механична глава	
Монофонична механична възпроизвеждаща глава	
Стереофонична механична възпроизвеждаща глава	
Монофонична механична пиезоелектрична възпроизвеждаща глава	
Магнитна глава	

ЕЛЕМЕНТИ НА ЦИФРОВАТА ТЕХНИКА (БДС 2.749-85)

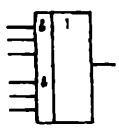
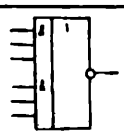
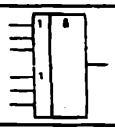
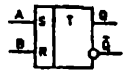
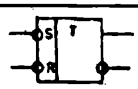
Полета

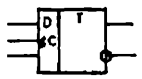
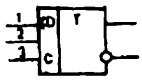
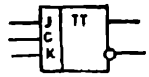
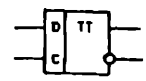
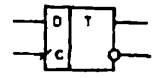
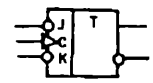
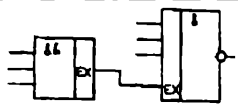
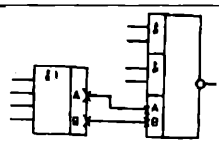
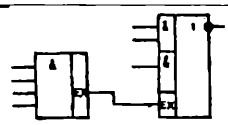
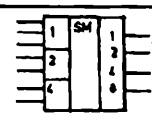
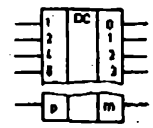
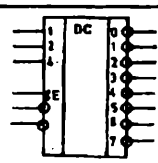
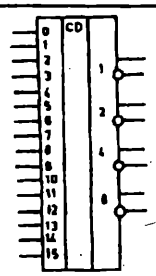
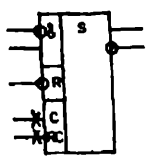
Наименование	Символ
Основно поле	
Основно поле с ляво допълнително поле	
Основно поле с дясно допълнително поле	
Основно поле с ляво и дясно допълнително поле	
Основно поле с допълнителни полета, разделени на зони. Броят на зоните е неограничен	
Входове'на елемент	
Изходи на елемент	
Група елементи, изобразени в една колона а. комбинирано б. некомбинирано	

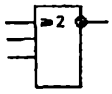
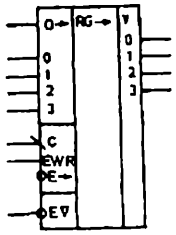
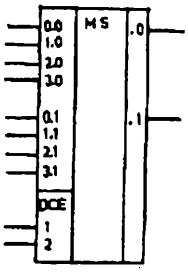
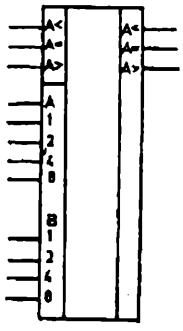
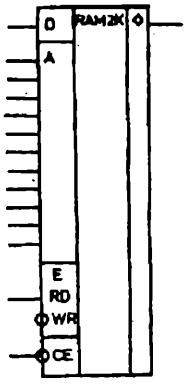
Входове и изходи

Наименование	Символ
Директен статичен вход	
Директен статичен изход	
Инверсен статичен вход	
Инверсен статичен изход	
Директен динамичен вход	
Инверсен динамичен вход	
Изход, неносещ логическа информация изобразен отляво изобразен отдясно	
Указател на поляритета Състоянието "логическа 1" съответства на по-малко положителното ниво вход изход	

ПРИМЕРИ

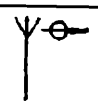
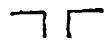
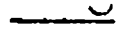
Наименование	Символ
И-ИЛИ	
И-ИЛИ-НЕ	
ИЛИ-И	
RS-тригер с директни входове	
RS-тригер с инверсни входове	

Наименование	Символ
DV-тригер (управляващи входове, свързани по "И")	
DV-тригер (информационни входове, свързани по "И")	
JK-тригер	
D-тригер	
D-тригер с динамичен синхронен вход	
JK-тригер с динамичен синхронен вход	
Функционален "И" разширител за разширение по "И" (еднополюсно включване на разширителя)	
Функционален "И" разширител за разширение по "ИЛИ"	
Функционален "И" разширител за разширение на група входове по "И"	
Суматор	
Дешифратор - общо означение Заб. Линията на прекъсване е показана условно	
Дешифратор с управление, преобразуващ три разреда от двоичен код в осем разреден позиционен код	
Шифратор	
Едновибратор, имащ входове "Пуск" по схема "И" вход "Изчистване" и изводи за включване на времезадаващи елементи C, R	

Наименование	Символ
Мажоритарен елемент, изпълняващ функция гласуване 2 от 3	
Преместващ четириразреден регистър, имащ изходи в състояние висок импеданс и динамичен вход С, реагиращ на изменение на сигнала от състояние "логическа 1" в състояние "логическа 0"	
Селектор-мултиплексор двуразреден от четири направления в едно	
Схема за сравнение на две четириразредни числа	
Оперативно запомнящо устройство статичен тип с информационен капацитет 2К	

АНТЕНИ (БДС 2.703-79)

Наименование	Символ
Антена, общо означение	
Предавателна антена с вертикална линейна поляризация	

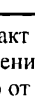
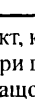
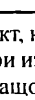
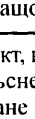
Наименование	Символ
Приемателна антена с хоризонтална линейна поляризация	
Антена, с кръгова поляризация	
Радиогонометрична антена (радиофар)	
Въртяща се антена, например в една посока	
Противовес	
Антена с феромагнитна сърцевина	
Рамкова антена	
Симетричен вибратор	
Сгънат вибратор	
Рефлектор или директор, пръчковиден или плосък	
Сгънат вибратор с три директора и един рефлектор	
Рефлектор: а) криволинеен б) ъглов	

КОМУТАЦИОННИ АПАРАТИ И УСТРОЙСТВА ЗА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА (БДС EN 60617-7)

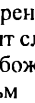
Наименование	Символ
Функция "контактор"	
Функция "автоматичен прекъсвач"	
Функция "разединител"	
Функция "товаров прекъсвач — разединител"	
Функция "автоматизирано задействане"	
Функция "позиционен прекъсвач" 1 . Този отличителен символ може	

Наименование	Символ
да се прибавя към прости символи на контакти, за да се означи позиционен прекъсвач, ако не е необходимо да се посочва начина на задействане на контакта. При по-сложни случаи, където е желателно да се посочи начина на задействане. 2. За да се представи контакт който се задейства механично в две посоки, символът трябва да се постави от двете страни на символа за контакт.	
Функция "автоматично възвръщане", например пружинно възвръщане	
Функция "неавтоматично възвръщане"	
Принудително задействане на контактите на прекъсвач	

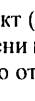
КОНТАКТИ С ДВЕ ИЛИ ТРИ ПОЗИЦИИ

Наименование	Символ
Нормално отворен контакт Този символ може да се използва също така, като общ символ за прекъсвач	Форма 1  Форма 2 
Нормално затворен контакт	
Превключващ контакт, който изключва преди да включи	
Превключващ контакт, с изключено положение в средата	
Превключващ контакт, който включва преди да изключи	Форма 1  Форма 2 
Контакт с два нормално отворени контакта	
Контакт с два нормално затворени контакта	

ИМПУЛСНИ КОНТАКТИ С ДВЕ КОМУТАЦИОННИ ПОЛОЖЕНИЯ

Наименование	Символ
Импулсен нормално отворен контакт, който се затваря за момент след задействане на неговия задвижващ механизъм	
Импулсен нормално отворен контакт, който се затваря за момент след освобождаване на неговия задвижващ механизъм	
Импулсен нормално отворен контакт, който се затваря за момент след задействане или при освобождаване на задвижващия механизъм	

КОНТАКТИ С ИЗПРЕВАРВАЩО И ЗАКЪСНЯВАЩО ДЕЙСТВИЕ

Наименование	Символ
Нормално отворен контакт (в група от няколко нормално отворени контакти), който се затваря по-рано от другите контакти на групата	
Нормално отворен контакт (в група от няколко нормално отворени контакти), който се затваря по-късно от другите контакти на групата	
Нормално затворен контакт (в група от няколко нормално затворени контакти), който се отваря по-късно от другите контакти на групата	
Нормално затворен контакт (в група от няколко нормално затворени контакти), който се отваря по-рано от другите контакти на групата	

КОНТАКТИ СЪС ЗАКЪСНЕНИЕ ПРИ ЗАДЕЙСТВАНЕ

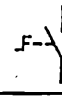
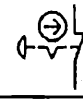
Наименование	Символ
Нормално отворен контакт, който се затваря със закъснение при включване на устройството, съдържащо контакта	
Нормално отворен контакт, който се отваря със закъснение при изключване на устройството, съдържащо контакта	
Нормално затворен контакт, който се отваря със закъснение при включване на устройството, съдържащо контакта	
Нормално затворен контакт, който се затваря със закъснение при изключване на устройството, съдържащо контакта	
Нормално отворен контакт, който се отваря и затваря със закъснение при включване или изключване на устройството, съдържащо контакта	

КОНТАКТИ С АВТОМАТИЧНО И НЕАВТОМАТИЧНО ВЪЗВРЪЩАНЕ

Наименование	Символ
Нормално отворен контакт с автоматично възвръщане	

Наименование	Символ
Нормално отворен контакт с неавтоматично възвръщане	
Нормално затворен контакт с автоматично възвръщане	
Двупътен контакт със средно изключено положение и с автоматично възвръщане от лявото положение и неавтоматично възвръщане от дясното положение	

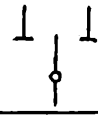
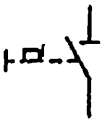
ЕДНОПОЛЮСНИ ПРЕКЪСВАЧИ

Наименование	Символ
Прекъсвач с ръчно задействане, общ символ	
Бутонен прекъсвач с нормално отворен контакт, задействан чрез натискане и автоматично възвръщане	
Бутонен прекъсвач с нормално отворен контакт, задействан чрез издърпване и автоматично възвръщане	
Бутонен прекъсвач с нормално отворен контакт, задействан чрез завъртане и неавтоматично възвръщане	
Бутонен прекъсвач с нормално отворен контакт с принудително задействане чрез натискане (например: аларма)	
Аварийен прекъсвач (тип "гъба") с принудително отваряне на нормално затворен контакт и с фиксиране	

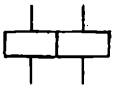
ПОЗИЦИОННИ ПРЕКЪСВАЧИ

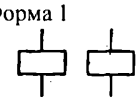
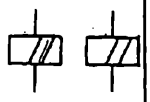
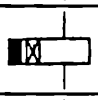
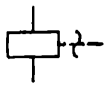
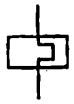
Наименование	Символ
Позиционен прекъсвач, нормално отворен контакт	
Позиционен прекъсвач, нормално затворен контакт	
Позиционен прекъсвач, задействан механично в две посоки за управление на две отделни вериги	
Позиционен прекъсвач с принудително отваряне на нормално затворен контакт	

КОМУТАЦИОННИ АПАРАТИ В СИЛОВИ ВЕРИГИ

Наименование	Символ
Контактор Главен нормално отворен контакт на контактора (отворен контакт в незадействано положение)	
Контактор с автоматично изключване, предизвикано от вградено измервателно реле или изключвател	
Контактор Главен нормално затворен контакт на контактор (нормално затворен контакт в незадействано положение)	
Автоматичен прекъсвач	
Разединител	
Двупътен разединител с изключено положение в средата	
Прекъсвач-разединител (товаров прекъсвач)	
Прекъсвач-разединител с автоматично изключване, предизвикано от вградено измервателно реле или изключвател	
Разединител с блокиращо устройство и ръчно задействане	

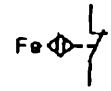
ДВУПОЗИЦИОННИ РЕЛЕТА. УСТРОЙСТВА ЗА ЗАДЕЙСТВАНЕ

Наименование	Символ
Устройство за задействане, общ символ Бобина на реле, общ символ	Форма 1 
Устройство за задействане с няколко намотки може да се покаже чрез включване на съответен брой наклонени линии	Форма 2 
Примери: Устройство за задействане с две отделни намотки, изобразени обединено	Форма 1  Форма 2 

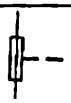
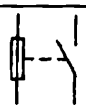
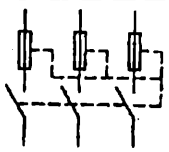
Наименование	Символ
Устройство за задействане с две отделни намотки, изобразени отделно	Форма 1  Форма 2 
Бобина на реле със забавено изключване	
Бобина на реле със забавено включване	
Бобина на реле със забавено включване и изключване	
Бобина на бързодействащо реле (с бързо включване и изключване)	
Бобина на реле за променлив ток	
Бобина на реле с механичен резонанс	
Бобина на реле с механична блокировка	
Бобина на поляризовано поле	
Бобина на реле с остатъчно намагнитване	Форма 1  Форма 2 
Устройство за задействане на топлинно реле	
Устройство за задействане на електронно реле	

ПРЕКЪСВАЧИ

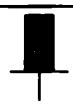
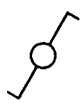
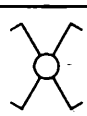
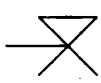
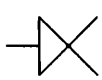
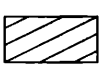
Наименование	Символ
Сензорен прекъсвач за допир, нормално отворен контакт	
Прекъсвач за приближаване, нормално отворен контакт	
Прекъсвач за приближаване, действащ при приближаване на магнит, нормално отворен контакт	

Наименование	Символ
Прекъсвач за приближаване, действащ при приближаване на желязо, нормално затворен контакт	

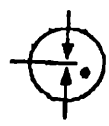
ЗАЩИТНИ УСТРОЙСТВА. ПРЕДПАЗИТЕЛИ СЪС СТОПЯЕМА ВЛОЖКА И ПРЕДПАЗИТЕЛ-ПРЕКЪСВАЧИ

Наименование	Символ
Предпазител със стопяема вложка, общ символ	
Предпазител със стопяема вложка оставащ под напрежение след стопяване от страната, изобразена с дебела линия	
Предпазител със стопяема вложка с ударник (сигнален контакт)	
Предпазител със стопяема вложка с ударник с три извода	
Предпазител със стопяема вложка с ударник и сигнален контакт с отделна верига за сигнализация	
Триполюсен прекъсвач, който изключва автоматично при сигнал за задействане на кой да е от трите предпазителя с ударник	
Предпазител — прекъсвач	
Предпазител — разединител	
Предпазител, товаров прекъсвач — разединител	

ЕЛЕКТРООБЗАВЕЖДАНЕ И ИНСТАЛАЦИИ В ПЛАНОВЕТЕ (БДС 2.746-84)

Наименование	Символ
Кутия щепселна	
Кутия щепселна със защитен контакт	
Кутия щепселна телефонна	
Щепсел	
Щепсел със защитен контакт	
Прекъсвач еднополюсен	
Прекъсвач двуполюсен	
Прекъсвач многопозиционен, еднополюсен	
Прекъсвач за две вериги или девиаторен	
Прекъсвач кръстат, еднополюсен	
Тяло осветително с лампа с нажежаема спирала, окачено	
Тяло осветително с лампа с нажежаема спирала, за монтаж на стена	
Тяло осветително с лампа с нажежаема спирала, за монтаж на таван	
Табло апартаментно	

РАЗРЯДНИЦИ И ОТВОДИТЕЛИ

Наименование	Символ
Искров разрядник	
Разрядник с разделена на две искрова междина	
Мълниеотвод	
Защитна газоразрядна тръба	
Симетрична защитна газоразрядна тръба	

Приложение П 06. ПРИМЕРНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

1. Увод

1.1. Предпоставки за разработка на новото изделие

1.2. Основание за разработката

1.3. Ограничителни изисквания към изделието и неговата разработка

2. Предназначение и област на приложение

2.1. Конкретизация на технико-икономическото задание

2.2. Предназначение на обекта на проектиране

2.3. Области на приложение на обекта на проектиране

3. Техническа характеристика

3.1. Основни показатели и параметри на обекта

3.2. Допълнителни показатели и параметри на обекта

3.3. Възможни и допустими отклонения в показателите и параметрите спрямо ТИЗ

3.4. Сравнителен анализ с аналогични изделия

4. Описание и обосновка на избраната конструкция на изделието

4.1. Структурно и функционално описание на изделието

4.2. Описание и обосновка на проектния вариант

4.3. Описание на модели на изделието

4.4. Изследване на модели и макети, анализ и оценки

4.5. Патентна чистота на изделието

4.6. Изпълнение на изискванията на ТИЗ

4.7. Социални аспекти на разработката и приложението на изделието

5. Изчисления

5.1. Пресмятане на стойностите на показатели на изделието и съставните му части

5.2. Пресмятане на стойности на параметри на изделието и съставните му части

5.3. Якостни пресмятания

5.4. Геометрична съвместимост на съставните части

5.5. Изпълнение на точностни изисквания към изделието и съставните му части

6. Технико-икономически показатели

6.1. Производителност

6.2. Срок за морално и физическо остаряване

6.3. Ефективност от приложението на изделието в зададената област

6.4. Ефективност от приложението на изделието във възможни други области

6.5. Външно-търговска ефективност

6.6. Социална ефективност

7. Приложение на изделието

7.1. Организация на работата с изделието

7.2. Необходима предварителна подготовка за използване на изделието

7.3. Изменения в околната техносфера вследствие прилагането на изделието

7.4. Сведения за обслужването и ремонта на изделието

7.5. Утилизация на изделието

8. Унификация и стандартизация

8.1. Използвани унифицирани съставни части

8.2. Използвани стандартизирани съставни части

8.3. Коефициент на унификация и стандартизация

8.4. Възможност за типизация, унификация и стандартизация на изделието

Две хубави очи

Две хубави очи. Душата на дете
в две хубави очи; – музика – лъчи:
Не искат и не обещават те...
Душата ми се моли,
дете,
Цушата ми се моли!

Яворов

1. Увод

1.1. Показатели и параметри съгласно ТИЗ

1.2. Показатели и параметри, подлежащи на пресмятане

2. Функционални и якостни пресмятания на изделието

2.1. Използвани методи и методики

2.2. Начални данни

2.3. Резултати от пресмятанията

2.4. Анализ на получените резултати

3. Функционални и якостни пресмятания на ... (за всяка самостоятелна съставна част на изделието)

3.1. Използвани методи и методики

3.2. Начални данни

3.3. Резултати от пресмятанията

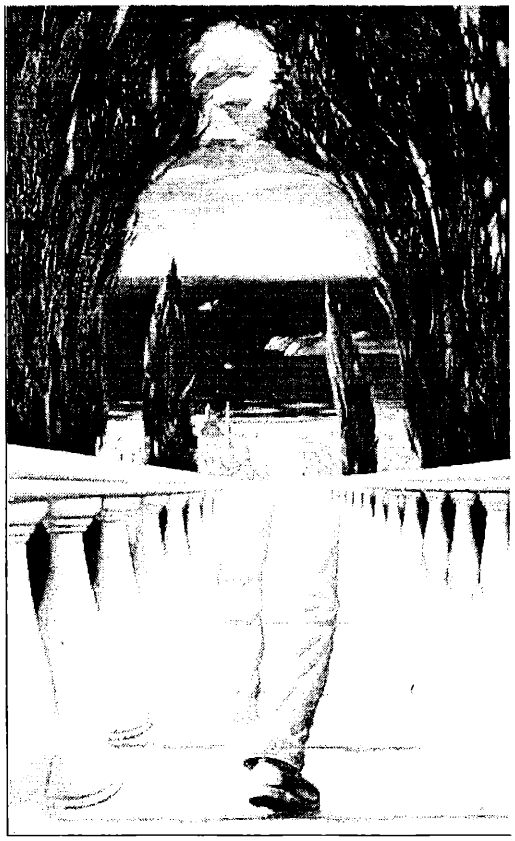
3.4. Анализ на получените резултати

4. Анализ на изпълнението на изискванията на ТИЗ

4.1. Обобщение на получените резултати

4.2. Сравнителен анализ за степента на изпълнение на ТИЗ

5. Предложения за изменения в началните данни



П 08.01. В чертежи на сглобени единици

1. Разположение на елементите на конструкцията

1.1. Да се осигури против самоотвиване детайл позиция (напр.) 9.

1.2. Еднакво ориентиране на ръкохватките позиции (напр.) 4 и 17.

1.3. Минимално разстояние между позиции (напр.) 2 и 8 - не по-малко от 1,3 mm.

2. Настройка и регулиране

2.1. Разстоянията (хлабините) се регулират с винта, позиция (напр.) 14.

2.2. Броят на регулиращите шайби се уточнява при монтажа.

2.3. Ходът на преместване на котвата - (напр.) от: 1,1 до 1,2 mm.

2.4. Допуска се разместване местата на детайли позиции (напр.) 8 и 18.

2.5. Настройка при $t = 20°C$.

2.6. Настройка съгласно изискванията на . . .

2.7. Регулиране на хода L в зависимост от експлоатационните условия.

3. Качество и надеждност на изделието

1.1. Надеждност на изделието - (напр.) 10^{12} цикъла.

1.2. Ниво на шума - до (напр.) 40 децибела.

1.3. Виброустойчивост - до (напр.) 10^3 колебания в минута при амплитуда 0,8 mm.

1.4. Не се допуска саморазвиване на резбови съединения.

4. Условия и методи за изпитание

4.1. Изпитание на изделието - съгласно БДС ...

4.2. Ударно натоварване - до (напр.) 10^4 kg/cm^2.

4.3. Студоустойчивост - до -40°C.

5. *Маркиране и щемпелуване*

5.1. На етикета (опаковката) да се маркира (напр.) "EU".

5.2. Да се маркира съгласно . . .

5.3. Да се щемпелува само върху детайл позиция (напр.) 6.

5.4. Маркиране - по БДС и ISO...

5.5. Маркиране на (напр.) испански език.

6. Транспортиране и съхранение

6.1. Транспортиране в специална опаковка.

6.2. Опаковка - по 10 броя.

6.3. Съхранение при 5°C и 40% влажност.

6.4. Проверка на изделието след 6 месеца съхранение.

7. *Условия за експлоатация*

7.1. Допуска се експлоатация при температура до (напр.) +60°C.

7.2. Допуска се експлоатация в тропически условия.

7.3. Не се използува във взривоопасна среда.

7.4. За взривоопасна среда - изпълнение по чертеж (напр.) КР8.04.07.

8. Други технически изисквания

8.1. Смазване преди монтажа.

8.2. Покриване с маслен филм преди опаковка.

8.3. Отклонение на масата (напр.) +0,020 kg.

8.4. Изделието да отговаря на ... (цитира се международен документ).

8.5. Краищата на проводниците, към които ще се монтират накрайници, се зачистват на дължина според присъединителните тръбички на накрайниците.

8.6. Накрайниците се запояват към проводниците с ПОК 60, БДС 7745-72.

8.7. Свободните краища на проводниците се зачистват на дължина L = 8 mm и се калайдисват с ПОК 60, БДС 7745-72. Не се допускат капки от припой и стърчащи нишки по повърхността на жилата.

8.8. Означенията X11 и X12 на контактните съединения поз. 14 и 15 да се нанесат на подходящо място на черупките с алкидемайллак по БДС ... с контрастен цвят и печатен шрифт 3,5 по БДС ...

8.9. Бандажирането на снопа с канап винилитов да става чрез привързване на всяко разклонение на снопа.

8.10. Преди обработка на краищата на проводниците отделни клонове на снопа да се подравнят чрез издърпване, а при необходимост и чрез изрязване до посочените на чертежа размери.

8.11. Всички спойки се изпълняват с припой ПОК 60 БДС 7745-72.

П 08.02. В чертежи на детайли

1. *Структура и свойства на материала*

1.1. Пукнатини и всмукнатини не се допускат.

12. Отливката да се подложи на стареене.

1.3. Не се допускат включвания от друг материал.

1.4. Шупли с диаметър, по-голям от (напр.) 1,5 mm не се допускат

1.5. Твърдост (напр.) НВ 60 на повърхнини (напр.) А и С

1.6. Отгряване до НВ (напр.) 60.

1.7. Допуска се замяна на материала с (напр.) "фенопласт м. ФЕ-Ш, черен", по БДС 10-80.

2. Оразмеряване

2.1. Непосочените радиуси (напр.) R5.

2.2. Технологичните наклони са (напр.) 1:10.

2.3. Непоказаните скосявания (напр.) 1x45°.

2.4. Стъпката на координатната мрежа (напр.) 2,54 mm.

2.5. Широчина на печатните проводници (напр.) 1,2 mm.

2.6. Минимално разстояние между печатните проводници и контактните площадки (напр.) 0,7 mm.

3. Качество на повърхнините

3.1. Побитости и следи от чернова обработка не се допускат.

3.2. Острите ръбове да се изчистят.

3.3. Гънки в зоната на сгъване не се допускат.

3.4. Резбите да бъдат без изкъртени и набити навивки.

3.5. Покритие (напр.)- CuZu37/el.Cd19ml на повърхнините (напр.) А и С.

3.6. Необработените повърхнини да се боядисат с (напр.) антикорозионен лак.

3.7. Покритие на повърхнината А с (напр.) антикорозионен лак.

3.8. Покритие върху проводниците и контактните площадки (напр.) - elSn90Pb7.5mt.

4. Условия и методи за изпитание

4.1. При изпитание да се спазват изискванията на БДС ...

4.2. Изпитание на студоустойчивост съгласно БДС ....

4.3. Корозионна устойчивост съгласно БДС ....

4.4. Диелектричност съгласно БДС ....

5. Маркиране ч щемпелуване

5.1.Да се маркира каталожния номер на детайла.

5.2. Да се щемпелува със заводски знак по повърхнина *А*.

5.3. Да се маркира съгласно БДС ...

6. Транспортиране и съхранение

6.1. Транспортиране в специална опаковка.

6.2. Съхранение при 5-10°C и 40% влажност.

7. Други технически изисквания

7.1. Центровите отвори да се запазят.

7.2. Отклонение на масата (напр.) ±1,5%.

7.3. Технически изисквания и материал съгласно чертеж (напр.) Е14.07.01.

7.4. Съгласуване на ремонтни размери със фирмата-производител.

А. Контактор

На фиг. П. 09.1 е показан контактор тип РБП-100 I, чиито технически данни са:

- номинален ток на главните контакти 100 А
- наминално напрежение на главните контакти 80 V
- брой на главните контакти I
- номинално захранващо напрежение на бобината 80V
- допустимо отклонение на захранващото напрежение 85-110%

По-съществените неизправности, възможните причини за тях и начините за отстраняване са дадени в таблицата.

За провеждане на ремонти работи на контактора е нужно да се познава процеса на разглобяването му.

То протича в следния ред:

1. Снема се дъгогасителната камера 19;
2. Освобождава се контактния възел, като се отвиват болтове 4;
3. Снема се неподвижния контакт 20;
4. Освобождават се изводите на бобината от клемите, развива се винта 22 и се сваля бобината 2 заедно със сърцевината 3 и магнитопровода 1.
5. Изважда се сърцевината от бобината.
6. Разглобявайки клемата 10 и отвивайки болта 11 се освобождава гъвкавото съединение 12.
7. Завърта се четката 14 и заедно с пружината 13 се сваля от щифта 15.
8. Сваля се подвижният контакт 18 от челюстта 17. (Ако той е износен, допуска се да се завърти на 180°).

Сглобяването на контактора става в обратния ред.

За правилната му работа е от значение запазването на разстоянието 2,8+0,4 *mm*. То се измерва при включен контактор между контакта 18 и челюстта 17 и се регулира с преместване на неподвижния контакт 20.

Ходът на котвата, мерен по оста на бобината, трябва да е 4,5 mm и се регулира с навиване или отвиване на болта 5 и неговата контрагайка.

Възвратната пружина 6 трябва да се натегне до 19,5 mm.

При ремонта трябва да се спазват и следните изисквания:

а) свалянето на дъгогасителната камера не се разрешава при включено напрежение на контактите;

б) при присъединяването на проводниците към клемите трябва строго да се съблюдава полярността;

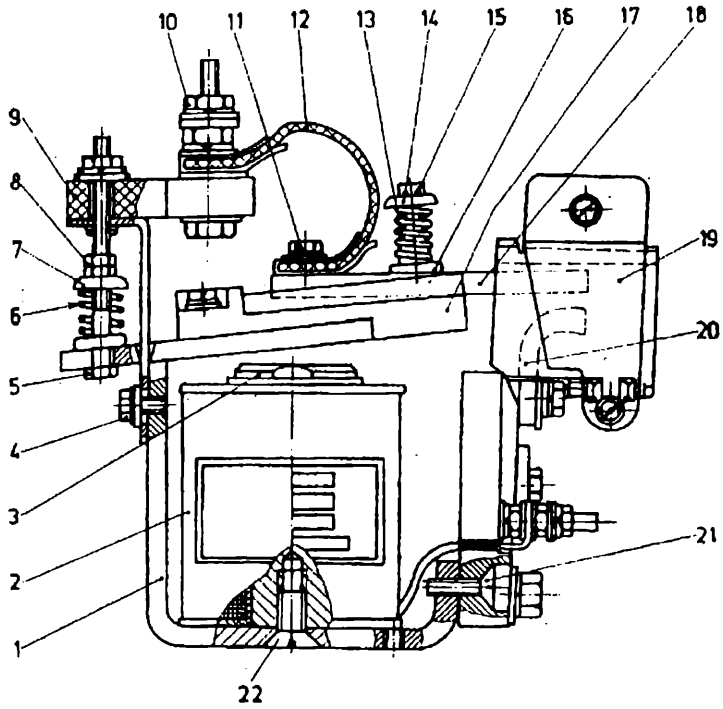
в) след сглобяване се смазват с предписаната смазка шарнирите и шпилките (направляващи контактните пружини).

След ремонта контакторът се подлага на изпитания съгласно изисквания на методиката за изпитване на фирмата-производител. Резултатите се нанасят в типов протокол.

неизправности	възможни причини	начини за отстраняване
Контакторът не се включва	липса на захранващо напрежение	да се провери включването
	захранващото напрежение е по-малко от 85% от номиналното	да се дозареди акумулаторната батерия
	изгоряла бобина възвратната пружина 6 е пренатегната механични задръжки	да се замени бобината да се регулира натягането на пружината да се провери и отстрани
Контакторът не се изключва	слабо изтегната възвратна пружина 6	да се натегне
	недостатъчна сила на възвратната пружина 6	да се замени пружина 6
	контактите са съединени от капки метал	да се почистят капките
	заварени контакти	да се заменят
Прегряване на контактите	силно износване и обгаряне на контактите	да се заменят
	вибрации на контактната система вследствие понижено напрежение	да се зареди акумулаторната батерия
	несвоевременна защита на тока от късо съединение	да се заменят предпазителите с предписаните в документацията
Прегряване на бобината	нарушена изолация или късо съединение между намотките	да се замени бобината

Б. Спомагателен електродвигател

На фиг. П.09.2 е показан спомагателен електродвигател, тип ДСБ 2,7/8/20, задвижващ зъбна хидравлична (маслена) помпа, със следните технически данни:



Фиг. П. 09.1 Контактор

1 – магнитопровод; 2 – бобина; 3 – сърцевина (комплект); 4 – болт; 5 – специален болт; 6 – възвратна пружина; 7 – четка; 8 – гайка; 9 – горна челюст (комплект); 10 – входна клема; 11 – болт; 12 – гъвкаво съединение; 13 – пружина на подвижния контакт; 14 – четка; 15 – щифт; 16 – специална шайба; 17 – челюст на подвижния контакт; 18 – подвижен контакт; 19 – дъгогасителна камера; 20 – неподвижен контакт; 21 – винт; 22 – винт

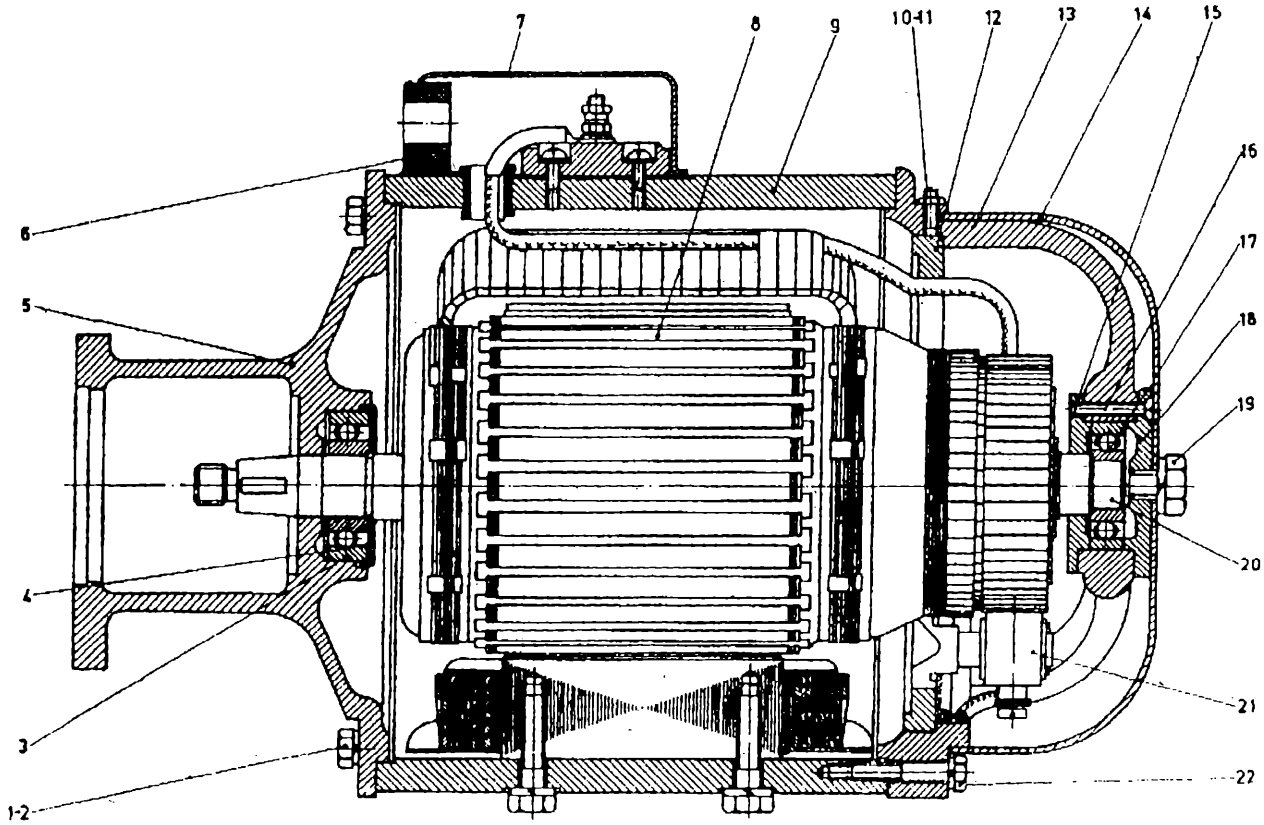
- възбуждане - смесено
- номинална мощност - 2,7 kW
- номинално напрежение - 80 V
- обороти в минута - 2000
- номинален момент - 12,9 Nm
- посока на въртене (гледана от страната на колектора) - лява
- брой на полюсите - четири
- режим на работа - S_2 = 60 min
- защита - IP-44

В таблицата на следващата страница са дадени данни за нормалните и граничните стойности в mm на диаметрите, по които е реализирана сглобка, както и на хлабините и стегнатостите (означени съответно с "+" и "-"). Тези данни се следят при обслужването и ремонта на електродвигателя.

В. Тягов електродвигател

На фиг. П.09.3 е дадена карта за технологичен процес за дефектоване на вала на тяговия електродвигател СТ 15/7,5/14 със следните технически данни:

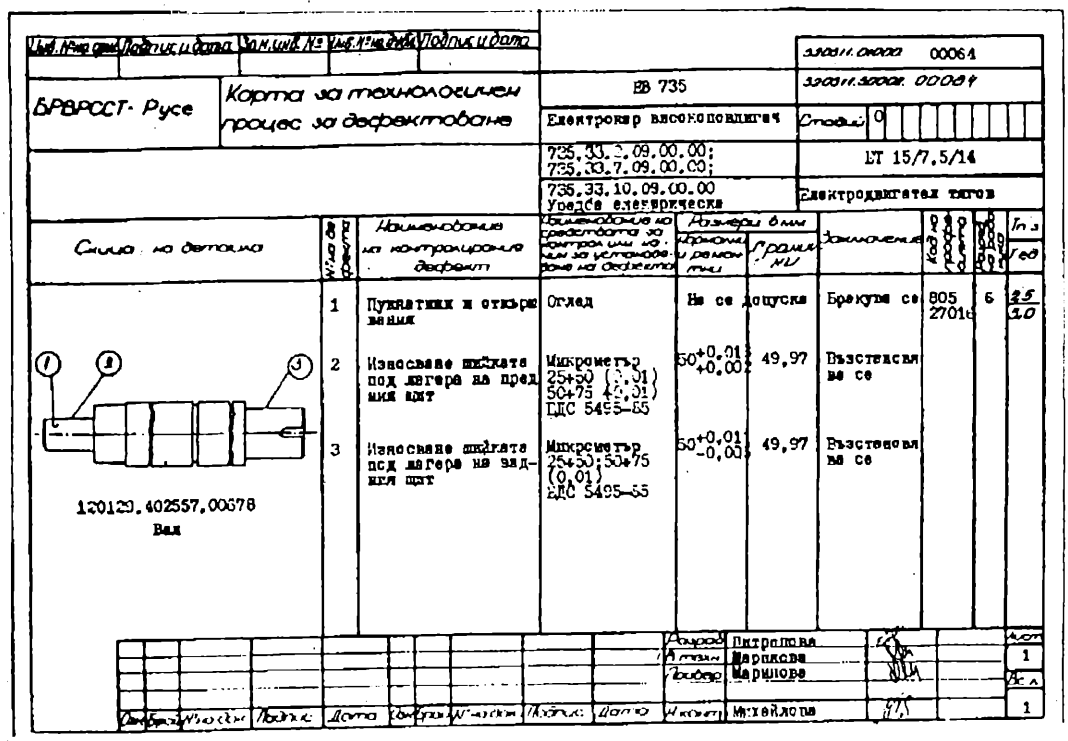
- номинално напрежение - 80 V
- номинална мощност - 15 kW
- обороти в минута - 1400
- наминален ток - 106 A
- посока на въртене - реверсивна
- режим на работа - S_2 = 60 min
- защита - IP-23



Фиг. П. 09.2. Спомагателен електродвигател тип ДСБ 2,7/8/20

1 – болт; 2 – пружинна шайба; 3 – сачмен лагер; 4 – вътрешна лагерна капачка; 5 – заден щит; 6 – гумена втулка; 7 – капак; 8 – ротор; 9 – статор; 10 – стопорен винт; 11 – гайка; 12 – траверса с четкодържатели; 13 – преден щит; 14 – предпазен капак; 15 – вътрешна лагерна капачка; 16 – винт; 17 – сачмен лагер; 18 – външна лагерна капачка; 19 – болт; 20 – вал; 21 – четка; 22 – болт

Позиция на съединените детайли	Каталожен номер	Размери, mm		Хлабини (стегнатости), mm	
		норм.	гран.	норм.	крайни
5	2630900.02	A∅62 +0,020	62,06	+0,033	+0,07
3	305 БДС 4843-72	B∅62 -0,010 -0,013	61,97	-0,010	
3	305 БДС 4843-72	A∅25 -0,010	25,01	-0,002	+0,002
20	2630931.04	B∅25 +0,017 +0,002	24,98	-0,027	
13	2630900.06	A∅52 +0,020	52,06	+0,033	+0,07
17	304 БДС 4843-72	B∅52 -0,010 -0,013	51,97	-0,10	
17	304 БДС 4843-72	A∅20 -0,010	20,01	+0,002	+0,02
20	2630931.04	B∅20 +0,017 +0,002	19,98	-0,027	



Фиг. П. 09.3. Карта за технологичен процес

УКАЗАТЕЛ НА ИЕ ЗА ОСНОВНИТЕ ОПЕРАЦИИ НА KOLLER „ПРЕОБРАЗУВАНЕ - ОБРАТНО ПРЕОБРАЗУВАНЕ" И „УВЕЛИЧАВАНЕ- НАМАЛЯВАНЕ" НА ЕНЕРГИЯ И ИНФОРМАЦИЯ

Изход / Вход	**1- Дължина, Напречено сечение, Обем**	**2- Скорост**	**3-Ускорение**	**4- Сила, Налягане, Механична енергия**	**5- Маса, Инерционен Момент, Плътност**	**6- Време, Обороти**	**7- Механични вълни (звук)**
1	2	3	4	5	6	7	8
А - Дължина, Напречно сечение, Обем	Лост, Клин, Капиляр, Сгъстяване, Тяга, Непрекъснат поток	Неразривна струя, Вискозитет, Закон на Торичели, Връзка между линейна и ъглова скорост	Центробежно ускорение	Закон на Хук, Повърхностно напрежение, Закон на Бойл-Мариот, Закон на Кулон, Закон на Архимед, Привличане, Центробежна сила, Хидростатично налягане, Капилярно налягане	Инерционен момент	Коравина, Математично махало, Физично махало	Механично изменение на дължина, Поглъщане на звук
Б - Скорост	Статично въртене на течност	Лост, Клин, Удар, Непрекъснат поток	Кориолисово движение Ускорение, Заряд в магнитно поле, Центробежно ускорение	Кинетична енергия на постъпателно или въртеливо движение Кориолисова сила, Динамични закони за постъпателно и въртеливо движение, Закон на Бернули, Вихрови токове, Вискозитет, Ламинарно течение, Завихряне, Профилно стесняване, Ефект на Магнус, Съпротивление на поток	-	Ефект на Доплер, Вихров поток	Ефект на Доплер, Неравномерност на движението
В - Ускорение	-	-	Лост, Клин, Непрекъснат поток	Втори закон на Нютон	-	-	-
Г - Сила, Налягане, Механична енергия	Закон на Хук, Сгъстяване, Сила на Кулон, Закон на Кулон, Закон на Архимед, Закон на Бойл-	Кинетична енергия на въртеливо и постъпателно движение, Закон на Бернули, Импулс, Момент на импулса, Жироскопен ефект, Закон за съхраняване на импулса, Закон за съхраняване момента на им-	Втори закон на Нютон	Непрекъснат поток, Лост, Триене, Еластичен хистерезис	Закон на Бойл-Мориот	Струна	Неравномерност на движението, Налягане на вълна

	Мариот	пулса, Скорост на звука, Вискозитет, Завихряне, Пре-местване чрез тяга					
Д - Маса, Инерционен момент, Плътност	-	Скорост на звука	Закони на Нютон за постъпателно и въртеливо движение	Закон за всемирното привличане, Втори закон на Нютон, Центробежна сила, Кинетична енергия на постъпателно и въртеливо движение, Кориолисова сила	-	Махало	
Е -Време, Обороти	Стояща вълна, Трептения на струна, Принудени трептения	Дисперсия	-	Абсорбция резонансна	-	Трептения	Дисперсия
Ж -Механична вълна (звук)	Възбуждане на звук	-	-	Звуково налягане	-	-	Отражение, Интерференция Поглъщане
З -Температура, Топлина	Топлинно разширение	Скорост на звука	-	Топлинно разширение, Повърхностно напрежение, Закон на Гей-Люсак, Осмотично налягане	Изобарен процес	Собствени трептения	-
И-Електрическо съпротивление	-	-	-	-	-	-	-
К - Ел. напрежение, Ел. ток, Ел. поле	Обратен пиезоелек-тричен ефект, Електро-стрикция	Електрокинетично явление	Заряд в ел. поле	Закон на Ампер, Електроосмоза, Електрофореза, Закон на Кулон, Относителна диелектрична проницаемост, Електричен хистерезис	-	Ефект на Джозефсон	-
Л -Капацитет	-	-	-	-	-	-	-
М -Магнитно поле, Индуктивност	Механо-стрикция, Магнито-стрикция	Закон за електромагнитната индукция, Вихрови токове	-	Закон на Ампер, Закон на Кулон, Феромагнетици, Парамагнетици, Намагнитяване на феромагнетици, Магнитен хистерезис	-	-	-
Н -Електромаг-нитни вълни (светлина, излъчване)	-	-	-	Налягане от излъчването	-	-	-

Изход / Вход	8- Температура, Топлина	9- Ел. съпротивление	10- Ел. напрежение, Ел.ток, Ел. поле	11- Капацитет	12- Магнитно поле, Индуктивност	13- Електромагнитни вълни (светлина, излъчване)
1	9	10	11	12	13	14
А- Дължина, Напречно сечение, Обем	Пластична деформация, Топлопроводност, Излъчване, Конвекция	Дължина и сечение на проводник, Електролит	Прав пиезоелектричен ефект, Разстояние между плочите на кондензатор	Кондензатор- разстояние между плочите, Кондензатор- площ на плочите, Кондензатор- изместване на диелектрика, Кондензатор- дебелина на диелектрика	Дължина на бобина, Въздушна междина, Изместване на сърцевина, Взаимно положение на две бобини	Интерференция, Адсорбия, Дифракция, Дифракционна решетка, Разсейване
Б- Скорост	Конвекция, Адиабатично разширение	-	Електромагнитна индукция, Електрокинетичен ефект, Йонизация	-	Скорост на заряд	Двойно лъчепречупване на поток, Ефект на Доплер
В- Ускорение	-	-	Електродинамичен ефект	-	-	Заряд
Г- Сила, Налягане, Механична енергия	Еластичен хистерезис, Конвекция, Вихрови токове, Тубулентност, Пластична деформация, Триене, Първо начало на термодинамиката, Ефект на Джаул-Томсън	Проводник	Прав пиезоелектричен ефект, Електрокинетичен ефект, Кондензатор, Контактно електричество, Йонизация, Ефект на Баркхаузен, Магнитна анизотропия	Изменение на разсейването между плочите на кондензатор, Диелектрична проницаемост	Магнитна проницаемост, Магнитоеластичен ефект, Магнитна анизотропия	Изкуствена анизотропия, показател на пречупване, Триене
Д- Маса, Инерционен момент, Плътност	Адиабатично разширение	-	-		Магнитна възприемчивост	Пречупване
Е- Време, Обороти	Диелектрична загуба на топлина, Вихрови токове	Скин-ефект, Комплексно съпротивление	Ефект на Джозефсон	-	-	Разсейване
Ж- Механична вълна (звук)	Триене	-	-	-	-	Дифракция

З- Температура, Топлина	Топене, Кристализация, Изпарение, Кипене, Кондензация, Топлопроводност, Конвенция, Излъчване	Проводник, Полупроводник и Свръхпроводимост, Термойонизация	Ефект на Зеебек; Термоелектронна емисия, Шумов ефект, Пироелектричен ефект	Зависимост на капацитета от температурата	Точка на Кюри, Магнитна проницаемост, Ефект на Хопкинс	Ефект на Вин, Формула на Планк, Закон на Стефан-Болцман, Течни кристали, Показател на пречупване
И- Електрическо съпротивление	-	-	Омично съпротивление	-	-	-
К- Ел. напрежение, Ел. ток, Ел. поле	Закон на Джаул-Ленц, Ефект на Пелтие, Ефект на Томсън, Светлинна дъга	Варистор, Тунелни диоди, Полеви транзистор	Трансформатор (взаимна индукция), Магнитен усилвател, Поляризация на диелектрик, Фотоелектронен умножител	Варикап (кондензаторен диод), Вариконд (сегнетокерамичен кондензатор), Сегнетоелектрици	Крива на намагнитването, Закон на Био-Савар	Електролуминисценция, Ефект на Черенков, Ефект на Кер, Лазер полупроводников, Ефект на Щарк, Течни кристали, Динамично разсейване на светлината, Тлеещ разряд
Л- Капацитет	-	Комплексно съпротивление	Съхранение на заряд	-	-	-
М- Магнитно поле, Индуктивност	Ефект на Риг-Ледюк, Адиабатично размагнитване	Ефект на Томсън, Комплексно съпротивление, Свръхпроводимост	Ефект на Хол, Плазма, Електромагнитна индукция	-	Ефект на насищането, Намагнитване на феромагнетици	Ефект на Фарадей
Н-Електромагнитни вълни (светлина, излъчване)	Излъчвана топлина	Фотоефект в спиращия слой, Фотосъпротивление, Изменение съпротивлението на кристали, Йонизация	Външен фотоефект	-	-	Лазер, Двойно лъчепречупване Закон на Малюс, Закон на Брюстер, Интерференция, Фотолуминисценция, Поглъщане

ЛИТЕРАТУРА

1. AutoCAD, Пълен професионален справочник, С., СофтПрес, 2006.

2. *Александров А.*, Електрически апарати, Полиграфически комплекс на ТУ-София, 2004.

3. БДС, БДС EN, БДС ISO и БДС EN , действуващи към 1.07.2008 г.

4. *Беевска Б.А., П.Д.Беевски.* Печатни платки. Проектиране и технология на производство, С., Техника, 1989.

5. *Боянов Б.* Съществува ли душата? Тайните на естествения интелект, С., Изд. "Верен", 1998.

6. *Боянов Й., Л. Райковска, В. Фурнаджиев.* Автоматизаця на проектирането и конструирането в електрониката, С., Техника, 1991.

7. *Василева Т., Н. Тюлиев.* Проектиране на печатни платки с персонални компютри, С., Техника, 1992.

8. *Вълков С.А., Н.С. Вълкова.* Технология на електронните апаратури, С., Техника, 1989.

9. *Ганева Н., М. Лепаров, Г.Станчев.* Основи на инженерното проектиране, ръководство, С., Софттрейд, 2008.

10. *Гановски В., Д. Чакърски.* Автоматизация на инженерно-техническата подготовка на дискретното производство, С., Техника, 1986.

11. *Георгиев И. и др.* Графично програмиране, С., Графика с компютър, 1986.

12. *Георгиев И., И. Сиклунов.* Графично моделиране в проектирането и производството, С., Техника, 1985.

13. *Гордан И., М.Люка.* Машинная графика и автоматизация конструирования, пер. с франц., М., Мир, 1987.

14. *Горин Ю.В.* Применение физических эффектов и явлений при решении изобретательских задач, http://www.triz-summit.ru/ru/section.php?docId=3672 /// 2007.

15. *Григоров Б., Р. Митрев* SolidWorks: Практическо ръководство, С., Перфект Консулт, 2008.

16. *Динов Н.* Приложения на схемата на размерните връзки на един от методите за съставяне на сборни аксиални размерни вериги, Машиностроене, 10/1991.

17. *Зайцев И. В.* Технология электроаппаратостроения, М., Высшая школа, 1982.

18. *Зарипов М., Н. Зайнуллин, И. Петрова.* Энерго-информационный метод научно- технического творчества, М., ВНИИПИ, 1988.

19. *Келър Р.* Технология на експертните системи, С., Техника, 1990.

20. *Купенов Д.* Технология на електрическите машини и апарати, III част, С, Техника, 1980.

21. *Лепаров М., Д. Оракалиев*, Техническо документиране (инженерна гледна точка), С., „Софттрейд" 2002.

22. *Лепаров, М., М. Вичева, М. Георгиев.* Техническо документиране (инженерна гледна точка), „Софттрейд", С., 2005.

23. *Лепаров М.Н.* Метод "Класификации" за решаване на евристични задачи, 16 нац. научно-техн. конф. с межд. участие „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2007, Семково., 2007.

24. *Лепаров М.Н.* Някои методи за решаване на евристични проблеми, 14 юбилейна нац. научно-техн. конф „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2005, Созопол, 2005.

25. *Лепаров М.Н.* Относно аналогиите в метода „Синектика" за решаване на евристични задачи, 15 нац. научно-техн. конф. с межд. участие „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2006, С., 2006.

26. *Лепаров М.Н.* Относно евристичните методи, 14 юбилейна нац. научно-техн. конф. „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2005, Созопол, 2005.

27. *Лепаров М.Н.* Относно метода „Отрицание на признаците" в техническото творчество, сп. Интелектуална собственост, бр.3, 1995.

28. *Лепаров М. Н.* Относно метода на фокусните обекти, научна сесия на ВМЕИ, С, 1989.

29. *Лепаров М.Н.* Относно методи за решаване на евристични задачи, 15 нац. научно-техн. конф. с межд. участие „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2006, С., 2006.

30. *Нанчева Н.* Физични ефекти и явления, С., Сиела, 2003.

31. *Норенков И.П., В.В. Манышев.* Основы теории и проектирования САПР, М., Высшая школа, 1990.

32. *Орлоев Н.* Вземане на управленски решения. Методи за творчество, Русе, Русенски университет, 2000.

33. *Орлоев Н.* Вземане на управленски решения. Синтез, оценка, избор, Русе, Русенски университет, 2000.

34. *Орлоев Н.А.* Методологически основи на конструирането. Правила и принципи, Русе, ВТУ „Ангел Кънчев", 1985.

35. *Петренко А.И., О.И. Семенков.* Основи на системите за автоматизирано проектиране, С., Техника, 1986.

36. *Половинкин А.И.* Основы инженерного творчества, С-Петербург, изд. Лань, 2007.

37. *Половинкин А.И.* Теория проектирования новой технике (закономмерности техники и их применение), Волгоград, Всесоюзная ассоциация „Эвристика", 1990.

38. *Пранчов Р.Б.* Материалознание в електрониката, С, Техника, 1989.

39. Разработка и оформление конструкторской документации РЕА, справочник под ред. Е.Т. Романычевой, М., Радио и связь, 1989.

40. *Рачев Д.А.* Справочник на радиолюбителя, С., Техника, 1990.

41. *Сандалски Б.П., М.Н.Лепаров.* Размерен анализ и оразмеряване, С., Техника, 1982.

42. *Сапаров В.Е., Н.А. Максимов.* Системи стандартов в електросвязь и радиоэлектронике, М., Радио и связь, 1985.

43. *Станков В.* Евристичните предизвикателства в съвременния свят, С., Акад. изд. "Марин Дринов", 2002.

44. *Съйкова И, С. Съйкова.* Технология на творческото мислене, С., 1999.

45. Терминологичен справочник, под общата ред. на П. Станков, С., ТУ-София, 1992.

46. Техническое творчество: теория, методология, практика, энцикл. словарь- справочник, под ред. А.И Половинкина и В.В.Попова, М., Научно- произв. объединение „Информ- система", 1995.

47. *Тодоров Н., Д. Чакърски.* Автоматизация на проектирането в машиностроенето, С., Техника, 1994.

48. *Тодорова А.К., Дюстабанов Г, И.* Електротехнически материали, С., Техника, 1988.

49. *Усатенко С.Т., Т.К. Каченюк, М.В. Терехова.* Выполние электрических схем по ЕСКД, М., Издательство стандартов, 1989.

50. *Цонев М. Г.* Методи за техническо творчество, С., Техника, 1986.

51. *Чакърски Д. и др.* Ръководство по дисциплинна „Автоматизация на проектирането", С., ТУ, 1991.

52. *Хубанова В., М. Георгиев.* Ръководство за автоматизация на техническото документиране, С., Софттрейд, 2000.

53. AutoCAD 2008, User's Cuide, Autodesk, 2008.

54. *Barlier C., R. Bourgeois,* Memotech Productique. Conception et dessin, Castella, Paris, 2003.

55. CADStar 10.0, User's Guid, Zuken-Redac, 2008.

56. *Chevalier A.* Guide du dessinateur industriel, Hachette Technique, Paris, 2004.

57. *Earle J.H.* Engineering Design Graphica, Addison-Wesley Publ.Comp., 1990.

58. Future Directions for Intelligent Systems and Information Sciences. The Future of Speech and Image Technologies, Brain Computers, WWW and Bioinformatics, editor N. Kasabov, Phisica- Verlag, A Springer- Verlag Company, 2000.

59. *Joineau C.*, L'analyse de la valeur, Paris, 1982.

60. *Klein M.* Einfuerung in die DIN-Normen, Teubner, 1989.

61. *Koller R.* Konstruktionsmethode fur den Kaschinen — Gerate — und apparatebau — Berlin: Springer — Verlag, 1976.

62. *Luzadder W.J.* Funamentals of Engineering Drawing, New Jerscy, 1981.

63. Maitriser la conception par l'Analyse de la valeur, Edition BTE Conseil Formation, 1991.

64. *Miles L.D.* Technique of Value Analysis and Engineering, 1961.

65. *Niçmann G., H.*Winter Maschinelemente, Springer Verlag, 1989.

66. *Otto K., K.* Wood Product Design. Techniques in Engineering and New Product Development, NJ, Prentice Hall, 2001.

67. *Pahl G. Beitz W.* Konstruktionslehre, Springer Verlag, 1986.

68. *Pahl G., W. Beitz.* Engineering Design. A Systematic Approach, Springer- Verlag Berlin, 2001

69. SolidWorks 2008, User's Guid, SolidWorks Corporation, 2008.

70. *Zwicky F.*, Themorphological Approach to Discovery Invention Research and Construction, Berlin, Springerm 1967.

Изборът на съдбата

Птица в небето
Ябълка на дървото
Елен в гъсталака
Във въздуха лети стрела

Керана Ангелова

проф. д-р инж. Михаил Николов Лепаров
доц. д-р инж. Милка Дончева Вичева
доц. др. инж. Милчо Тодоров Георгиев

ОСНОВИ НА ИНЖЕНЕРНОТО ПРОЕКТИРАНЕ
първо издание

Технически редактор инж. Стайка Ангелова
Предпечатна подготовка "СОФТТРЕЙД"
ISBN 978-954-334-082-8

Издава "СОФТТРЕЙД"
тел. 02/9575998; GSM: 088 43 50 53
e-mail: softtrade@dir.bg; rosimiteva@hotmail.com

Наоколо е пасторално

/светъл стих/

Големият бакърен котел
е в центъра на двора.
Пълен — с кладенчова вода.

Наоколо е така пасторално.
И сядам на трикрако столче.

Предстои ми да гледам —
храбрия слалом на слънцето.

Как ще цамбурне с лъчите си
в котела —
досущ като златна рибка.
И цял ден ще се смее
на своя отблясък
в кривите огледала —
закачени на водните капки.
Ще е така безгрижно...

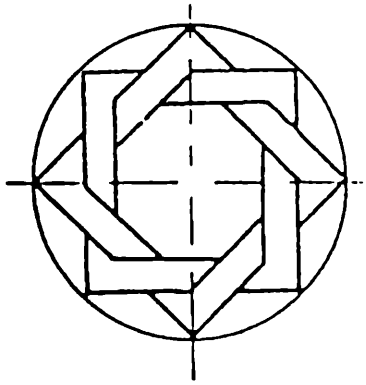
Чак довечера —
когато храброто слънце
наметне сухата си хавлия
и си отиде —
ще се изкъпя в неговата вода.
И ще получа —
слънчево покритие.

Нищо чудно —
да ми поникнат лъчи.

Вера Балева

**Ако си прочел този учебник,
значи не си живял напразно.**

Завъртете Земята -
вече е правилно проектирана!



Десетте божи заповеди

(и не само те – преди и след прочитането на тази книга)

1. ***Аз съм Господ, Бог твой; да нямаш други богове освен*** *ОИП.*
2. ***Не прави кумир и никакво изображение на онова****, което Аз не съм казал.*
3. ***Не изговаряй напразно името на Господа*** *– Доцент, ако не си сигурен, че го няма наоколо.*
4. ***Помни съботния ден*** *– и го посвети изцяло на Нас.*
5. ***Почитай баща си и майка си****, а най-вече професора си и асистента си, за да не изкараш дълги години с Нашите образи.*
6. ***Не убивай*** *Учителя си – ще ти потрябва за заверка на семестъра.*
7. ***Не прелюбодействай*** *– дори графично, дори текстово.*
8. ***Не кради*** *чужди идеи – твоите са по-гениални.*
9. ***Не лъжесвидетелствай*** *– за ОИП или добро или нищо.*
10. ***Не пожелавай нищо, което е на ближния ти*** *– нито компютъра му, нито варианта му, нито дори асистентката му.*

Цена 18.00 лв.