

Розділ 9

Зображення з'єднань деталей

- ◆ Нарізові з'єднання
- ◆ Шпонкові та шліцьові з'єднання
- ◆ Зубчасті зачеплення
- ◆ Зварні з'єднання
- ◆ Паяні та клеєні з'єднання

9.1. Нарізові з'єднання

Способи з'єднання деталей поділяють на дві основні групи: рознімні та нерознімні. *Рознімними* називають з'єднання, які можна розібрати без порушення цілісності складових частин виробу. До них належать нарізові, шпонкові, шліцьові, клинові, штифтові та профільні з'єднання. Найпоширенішими серед рознімних з'єднань є нарізові, основний з'єднувальний елемент у яких — нарізь.

Нарізові з'єднання можуть бути реалізовані за допомогою нарізі, безпосередньо виконаної на з'єднувальних деталях, або за допомогою нарізових кріпильних деталей. До стандартних кріпильних деталей загальної призначеності належать болти, гвинти, шпильки, гайки. Під гайки та головки болтів (гвинтів) під час з'єднання деталей підкладають шайби, які захищають деталі від пошкоджень. Для запобігання саморозгвинчуванню кріпильних деталей, що піддаються ударним навантаженням або вібраціям, застосовують пружинні шайби, шплінти, штифти тощо.

Механічні властивості болтів, гвинтів та шпильок із вуглецевих сталей регламентує ГОСТ 1759.4-87. Він встановлює для них 11 класів міцності: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.8; 8.8; 9.8; 10.9; 12.9. Перше число в позначці класу міцності відповідає 1/100 номінального значення тимчасового опору розриву в Н/мм², друге (після крапки) — 1/10 відношення номінального значення межі плинності до тимчасового опору розриву в процентах. Добуток двох зазначених чисел відповідає 1/10 номінального значення межі плинності у Н/мм².

Механічні властивості гайок визначає ГОСТ 1759.5-87. Згідно з його положеннями класи міцності гайок з номінальною висотою, що дорівнює або більше ніж $0,8 d$, де d — номінальний діаметр нарізі гайки, позначаються цифрою, яка вказує найбільший клас міцності болтів, з якими вони можуть сполучатися у з'єднанні.

Наприклад, клас міцності гайки, що може згвинчуватися з болтами класів міцності 3.6, 4.6, 4.8, позначається цифрою 4. Усього таких класів сім: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14. Для гайок, у яких номінальна висота менша за $0,8 d$, клас міцності позначають двома цифрами (наприклад, 04, 05), де друга цифра відповідає $1/100$ номінального напруження від випробувального навантаження у Н/мм², а перша вказує на те, що навантажувальна здатність з'єднання даної гайки з болтом нижча, ніж у гайок, розглянутих у попередньому випадку.

Форму та розміри кріпильних деталей встановлено відповідними стандартами.

Болт являє собою циліндричний стрижень з головкою на одному кінці та нарізю під гайку на іншому. Болти використовують для скріплення двох або кількох деталей. Існують різні типи болтів, які різняться між собою формою та розмірами, точністю виготовлення, способом виконання нарізі. Найпоширенішими є болти з шестигранною головкою. Вони випускаються трьох класів точності: *A* — підвищеної, *B* — нормальної, *C* — грубої — і мають кілька виконів (ГОСТ 7798–70). Приклади болтів різних виконів показано на рис. 9.1.

Умовні позначки болтів складають відповідно до загальної структури позначок кріпильних виробів, яка містить:

- 1 — назву виробу (болт, гвинт тощо);
- 2 — викін (викін 1 не зазначають);
- 3 — позначку нарізі та її діаметра;
- 4 — крок нарізі (для нарізі з дрібним кроком);
- 5 — позначку поля допуску нарізі;
- 6 — довжину стрижня (для болта, гвинта, шпильки) у міліметрах;
- 7 — клас міцності;
- 8 — марку сталі або сплаву;
- 9 — позначку виду покриття;
- 10 — товщину покриття в міліметрах;
- 11 — номер стандарту на конструкцію та розміри кріпильного виробу.

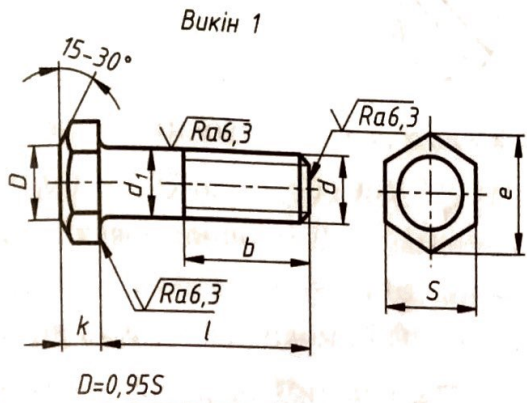
Наприклад, умовна позначка болта викону 1 з діаметром нарізі $d = 12$ мм, з розміром «під ключ» $S = 18$ мм, довжиною $l = 60$ мм, з великим кроком нарізі з полем допуску 6g, класу міцності 5.8, без покриття така: *Болт М12-6g×60.58 (S18)*.

Позначка болта з таким самим діаметром і довжиною, викону 2, з розміром «під ключ» $S = 19$ мм, з дрібним кроком нарізі з полем допуску 6g, класу міцності 10.9, зі сталі марки 40X, з покритвом 01 (цинкове з хроматуванням) товщиною 6 мкм така: *Болт 2М12×1,25-6g×60.109.40X.016 ГОСТ 7798–70*.

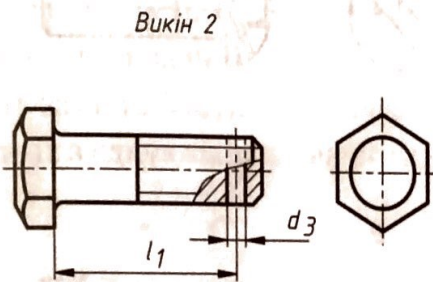
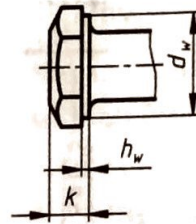
Гвинт — це циліндричний стрижень, на одному кінці якого виконано нарізь, а на іншому є головка. За призначеністю гвинти поділяють на кріпильні та встановлювальні. Останні застосовують для фіксування взаємного розташування деталей.

Вони відрізняються від кріпильних гвинтів тим, що їх стрижень нарізаний повністю і має натискний кінець циліндричної, конічної або плоскої форми.

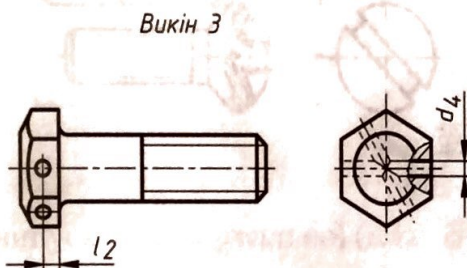
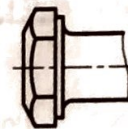
$$\sqrt{Ra_{12,5}} (\sqrt{ })$$



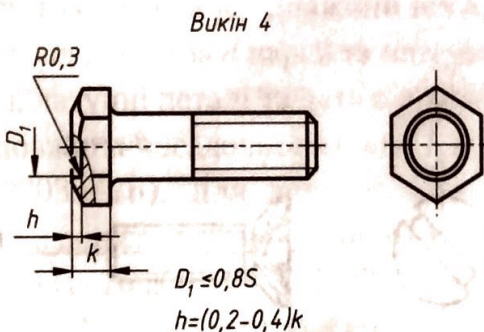
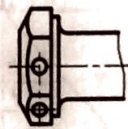
Варіант
виконання головки



Варіант
виконання головки



Варіант
виконання головки



Варіант
виконання головки

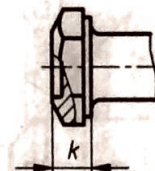


Рис. 9.1

Кріпильні гвинти виготовляють із циліндричною (ГОСТ 1491–80) (рис. 9.2, а), напівкруглою (ГОСТ 17473–80) (рис. 9.2, б), напівпотайною (ГОСТ 17474–80) (рис. 9.2, в) та потайною (ГОСТ 17475–80) (рис. 9.2, г) головками, а також із головками під ключ і з рифленням.

$\sqrt{Ra6,3}(\checkmark)$

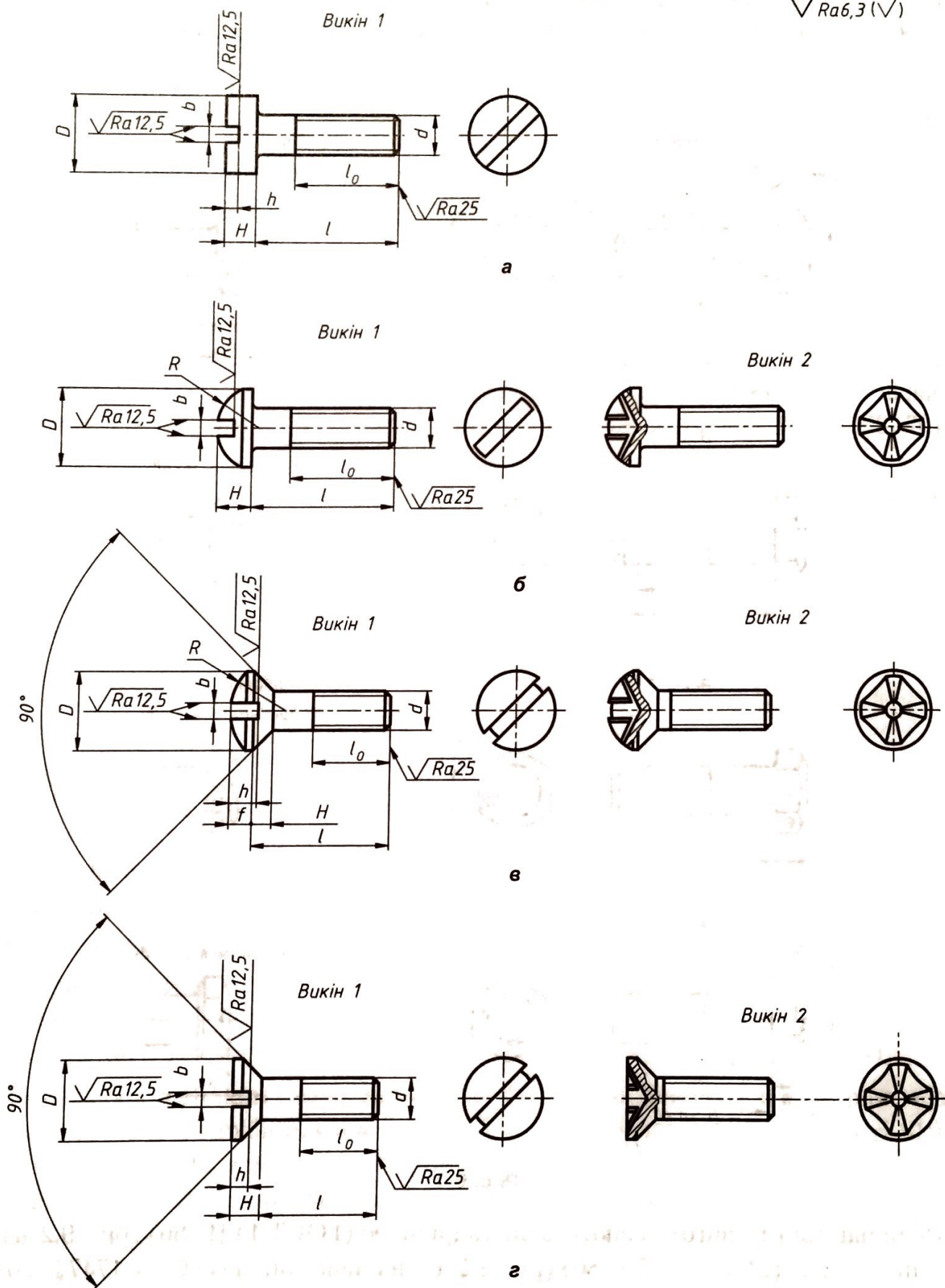


Рис. 9.2

Гвинти з напівкруглою, напівпотайною та потайною головками виготовляють у двох виконах. Головки гвинтів другого викону мають хрестоподібний шліц.

Гвинти випускають двох класів точності: А — підвищеної та В — нормальної.

Приклади умовних познач гвинтів:

- Гвинт *A.M12-6g×50.58 ГОСТ 1491-80* — гвинт із циліндричною головкою, класу точності А, діаметром нарізи $d = 12$ мм, з великим кроком нарізи, з полем допуску 6g, довжиною $l = 50$ мм, класу міцності 5.8, без покриву;
- Гвинт *B.M12×1,25-6g×50.109.40X.019 ГОСТ 1491-80* — гвинт із циліндричною головкою, класу точності В, з діаметром нарізи $d = 12$ мм, з дрібним кроком нарізи 1,25 мм, з полем допуску 6g, довжиною $l = 50$ мм, класу міцності 10.9, зі сталі марки 40X, з покритвом 01 (цинкове з хроматуванням) завтовшки 9 мкм.

Шпилька являє собою циліндричний стрижень, на обох кінцях якого є нарізь (рис. 9.3). Один кінець шпильки (його називають посадочним) вгвинчують у нарізевий отвір деталі, а на інший кінець (гайковий) нагвинчують гайку. Шпильки застосовують замість болтів, коли немає місця для головки болта чи коли одна з деталей, що їх з'єднують, має значну товщину.

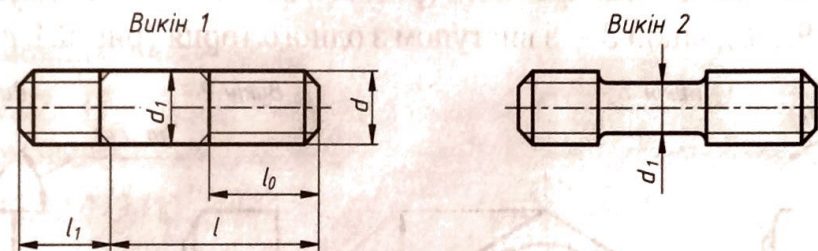


Рис. 9.3

Шпильки випускають нормальної (клас В) та підвищеної (клас А) точності.

Конструкція та розміри шпильок визначаються кількома стандартами залежно від класу точності та від довжини посадочного кінця. Останній, у свою чергу, залежить від діаметра d нарізи та матеріалу деталі. Для вгвинчування у сталі, бронзові, латунні деталі та деталі з титанових сплавів застосовують шпильки, у яких довжина посадочного кінця $l_1 = 1,0d$ (шпильки за ГОСТ 22032-76 або ГОСТ 22033-76). Для деталей з ковкого та сірого чавуну застосовують шпильки з довжиною посадочного кінця $l_1 = 1,25d$ або $l_1 = 1,6d$ (шпильки за ГОСТ 22034-76 або ГОСТ 22035-76 та ГОСТ 22036-76 або ГОСТ 22037-76 відповідно). У деталі з легких сплавів (алюмінію, магнію) угвинчують шпильки, що мають довжину посадочного кінця $l_1 = 2d$ або $l_1 = 2,5d$ (шпильки за ГОСТ 22038-76 або ГОСТ 22039-76 та ГОСТ 22040-76 або 22041-76 відповідно). Парні номери стандартів позначають шпильки класу точності В, а непарні — класу точності А.

Приклади умовних познач шпильок:

- Шпилька *M16-6g×120.58 ГОСТ 22032-76* — шпилька класу точності *B*, з діаметром нарізі $d = 16$ мм, великим кроком, з полем допуску *6g*, довжиною $l = 120$ мм, класу міцності 5.8, без покриття;
- Шпилька *2 M16×1,5-6g×120.109.40X ГОСТ 22032-76* — аналогічна шпилька викону 2, з дрібним кроком $P = 1,5$ мм, з полем допуску *6g*, класу міцності 10.9, зі сталі марки *40X*, з покритвом 02 завтовшки 6 мкм.

Гайка — це деталь з нарізевим отвором, призначена для нагвинчування на стрижень з такими самими параметрами нарізі. Форми гайок різноманітні: шестигранні, квадратні, круглі, гайки-баранчики (для нагвинчування вручну). Найширше застосування мають шестигранні гайки.

Шестигранні гайки можуть бути нормальної висоти (гайки за ГОСТ 5915-70 та ГОСТ 5927-70), низькі (за ГОСТ 5916-70), високі (за ГОСТ 15523-70 та ГОСТ 15524-70) та особливо високі (за ГОСТ 15525-70) і мати підвищену, нормальну або грубу точність (відповідно класи точності *A*, *B* та *C*).

Найширше застосовують гайки за ГОСТ 5915-70. Їх виготовляють трьох виконів: викін 1 — з двома конічними фасками (рис. 9.4, *a*), викін 2 — з однією конічною фаскою (рис. 9.4, *б*), викін 3 — з виступом з одного торця (рис. 9.4, *в*).

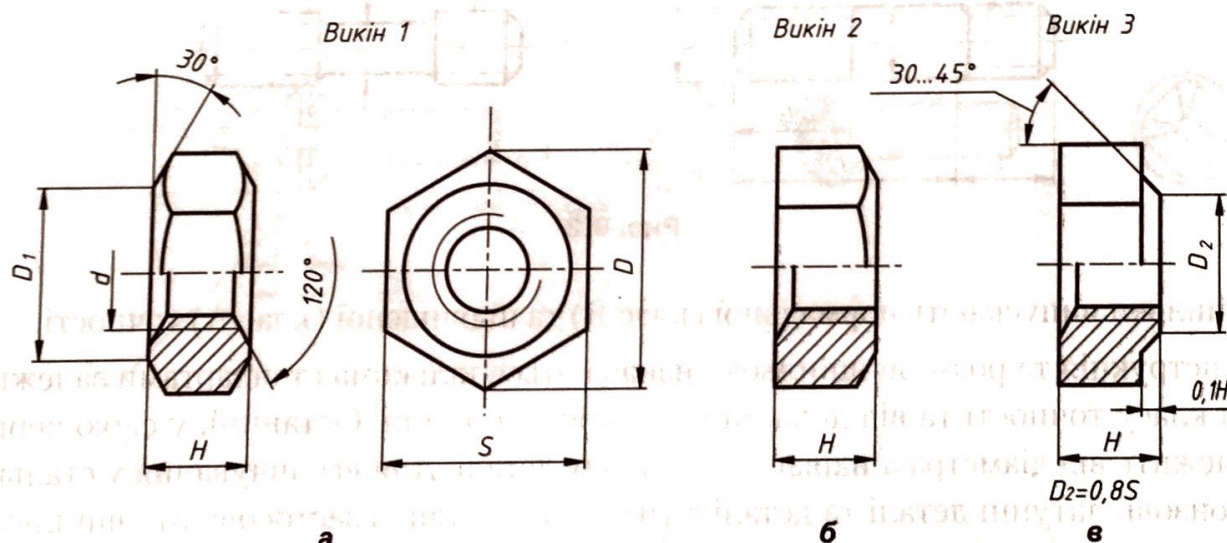


Рис. 9.4

Приклади умовних познач гайок:

- Гайка *M12-6H.12 ГОСТ 5915-70* — гайка викону 1, з діаметром нарізі 12 мм, з великим кроком, з полем допуску *6H*, класу міцності 12, без покриття.
- Гайка *2M12×1,25-6H.12.016 ГОСТ 5915-70* — гайка викону 2, з наріззю діаметром 12 мм та дрібним кроком 1,25 мм, з полем допуску *6H*, класу міцності 12, з покритвом 01 (цинкове з хроматуванням) завтовшки 6 мкм.

Шайба являє собою кільце, яке підкладають під гайку або головку болта (гвинта). Площина шайби збільшує опорну поверхню та захищає деталь від пошкоджень

під час загвинчування гайки ключем. З метою запобігання саморозгвинчуванню нарізевого з'єднання в разі ударів і вібрацій застосовують пружинні та стопорні шайби.

Круглі шайби за ГОСТ 11371–78 мають два викони (рис. 9.5): викін 1 — без фаски, викін 2 — з фаскою. Внутрішній діаметр шайби завжди на 0,2...2 мм більший за діаметр нарізі на стрижні, на який шайбу надівають.

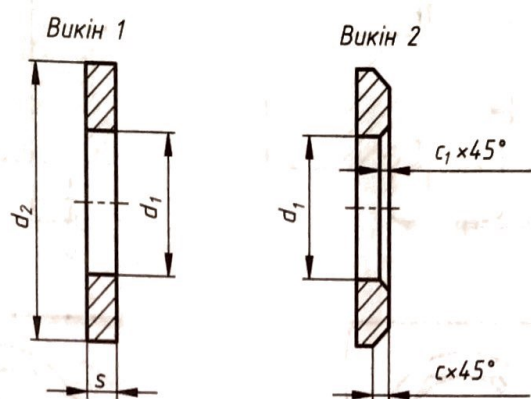


Рис. 9.5

Матеріали, з яких виготовляють шайби, умовно поділяють на групи: наприклад, сталь марки Ст.3 входить до групи 02, а сталь марки 45 — до групи 06.

Приклади умовних познач шайб:

- Шайба 12.02.019 ГОСТ 11371–78 — шайба викону 1 для кріпильної деталі з діаметром нарізі 12 мм, з матеріалу групи 02, з покритвом 01 завтовшки 9 мкм;
- Шайба 2.12.02.019 ГОСТ 11371–78 — аналогічна шайба, але викону 2.

Зображення нарізових з'єднань виконують відповідно до вимог чинних стандартів. Розрізняють конструктивне, спрощене та умовне зображення нарізових з'єднань. У разі конструктивного зображення нарізових з'єднань кріпильні деталі креслять за розмірами, які є функцією зовнішнього діаметра d нарізі. Ці розміри використовують тільки для побудови зображень, і на робочих креслениках кріпильних виробів їх наносити не можна.

Спрощені та умовні зображення регламентовано ГОСТ 2.315–68. Їх дозволено використовувати на складальних креслениках та креслениках загального виду. На спрощених зображеннях фаски, скруглення, а також зазори між стрижнем і отвором не показують. На видах, отриманих проєкціюванням на площину, перпендикулярну до осі нарізі, нарізь на стрижні зображають одним колом, що відповідає її зовнішньому діаметру.

У випадках, коли на кресленику діаметри стрижнів кріпильних виробів не перевищують 2 мм, застосовують умовні зображення нарізових з'єднань, на яких кріпильні деталі зображають спеціальними знаками.

З'єднання болтом. Конструктивне та спрощене зображення з'єднання болтом показані на рис. 9.6 (відповідно а та б).

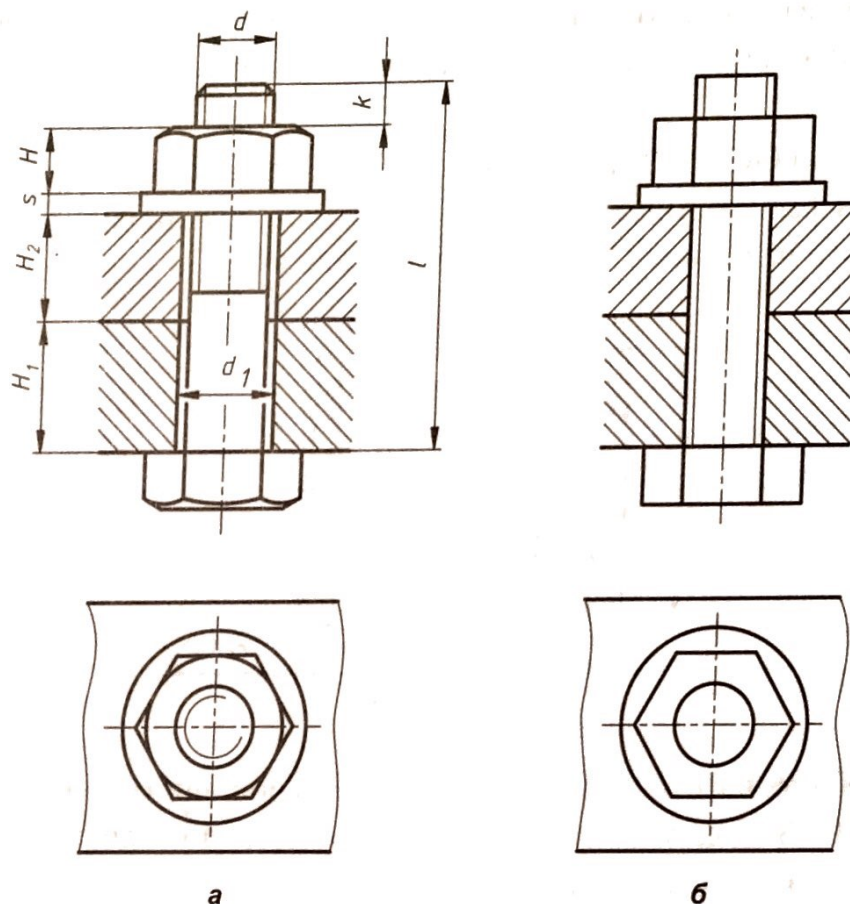


Рис. 9.6

У разі виконання з'єднання болтом у деталях, які потрібно з'єднати, свердлять співвісні наскрізні отвори. В отвори вставляють болт, на нарізевий кінець якого надівають шайбу та нагвинчують гайку. Для полегшення складання діаметри наскрізних отворів під болти мають бути дещо більшими за діаметри стрижнів болтів. ГОСТ 11284–75 встановлює значення діаметрів наскрізних отворів залежно від значень діаметра стрижня кріпильної деталі. Три ряди значень визначають отвір залежно від потрібної точності з'єднання.

Довжину болта l (під нею розуміють довжину його стрижня) розраховують за формулою $l = H_1 + H_2 + H + k + s$, де H_1 та H_2 — товщини деталей, що їх з'єднують; H — висота гайки, $H = 0,8d$; k — довжина виходу стрижня болта за гайку, $k = (0,25 \dots 0,5)d$; s — товщина шайби, $s = 0,15d$. Розрахункову довжину болта заокруглюють до найближчого стандартного значення.

З'єднання шпилькою. У разі з'єднання шпилькою в одній з деталей виконують глухий отвір з нарізною — гніздо під шпильку, а в іншій — наскрізний отвір із більшим діаметром (за ГОСТ 11284–75). Шпильку вгвинчують посадочним кінцем у гніздо, на гайковий кінець надівають другу деталь, зверху деталі надівають шайбу та нагвинчують гайку. Конструктивне та спрощене зображення з'єднання шпилькою показані на рис. 9.7 (відповідно *а* та *б*).

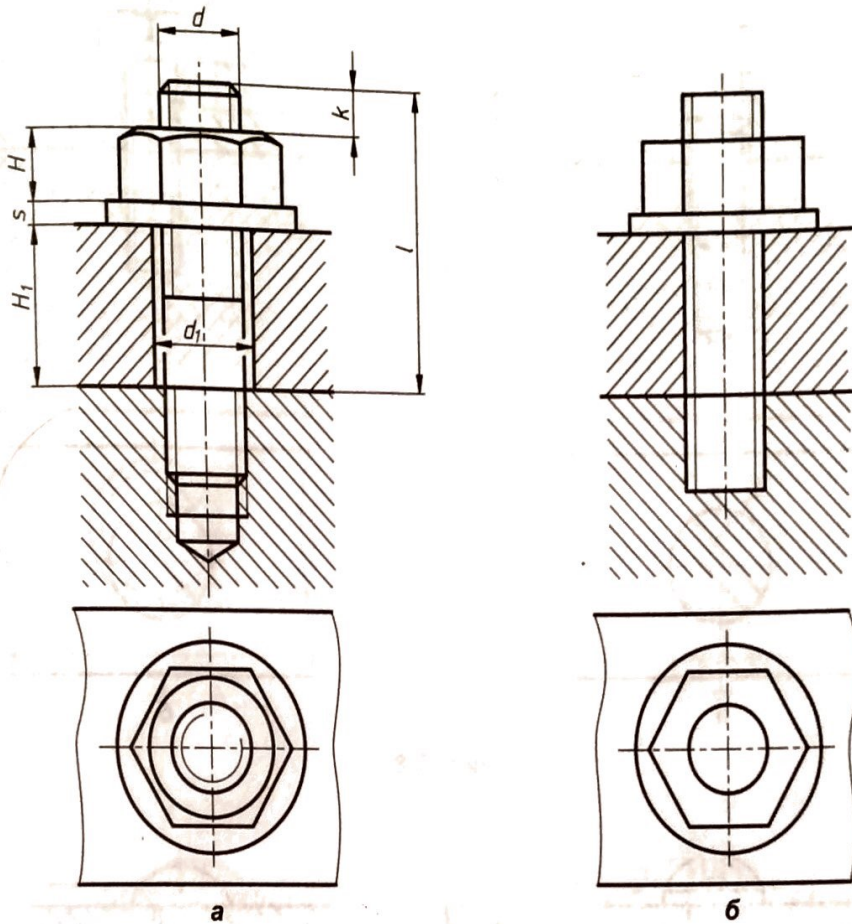


Рис. 9.7

Довжину шпильки l (під нею розуміють ту частину шпильки, на яку надівають деталь та нагвинчують гайку) розраховують за формулою $l = H_1 + H + s + k$, де H_1 — товщина деталі, яку надівають на шпильку; H — висота гайки, $H = 0,8d$; s — товщина шайби, $s = 0,15d$; k — довжина виходу стрижня болта за гайку, $k = (0,25 \dots 0,5)d$. Розрахункову довжину болта заокруглюють до найближчого стандартного значення.

З'єднання гвинтом. Приклади конструктивного та спрощеного зображень з'єднань гвинтами з циліндричною та напівкруглою головками показані відповідно на рис. 9.8 та 9.9 (*а* — конструктивне зображення, *б* — спрощене). Одна з деталей, що їх з'єднують, має гніздо з нарізю, а інша — наскрізний отвір із дещо більшим діаметром. Якщо застосовують гвинт із потайною (рис. 9.10) або напівпотайною (рис. 9.11) головками, то на відповідному боці деталі роблять зенкування під головку гвинта. Гвинт пропускають через наскрізний отвір і вгвинчують у гніздо. Межа нарізи гвинта має бути дещо вище за лінію рознімання деталей.

Довжину l гвинта складають довжина l_1 вгвинченого нарізевого кінця та товщина H_1 деталі, яку приєднують. Довжину нарізевого кінця вибирають залежно від матеріалу деталі аналогічно до того, як це роблять для шпильки. Отримане розрахункове значення довжини гвинта заокруглюють до найближчого стандартного.

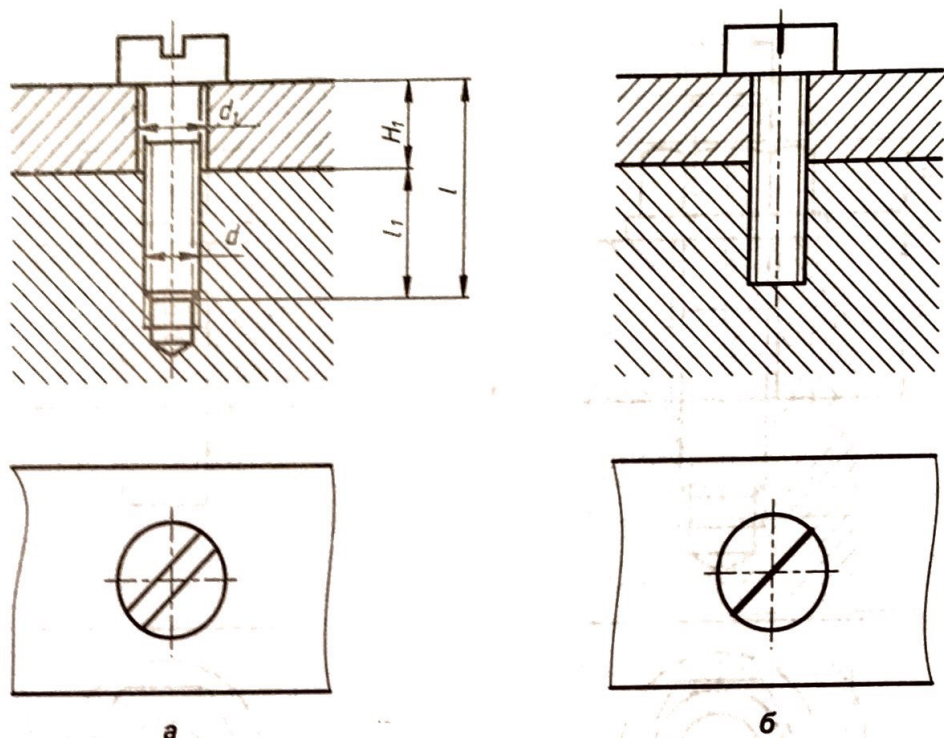


Рис. 9.8

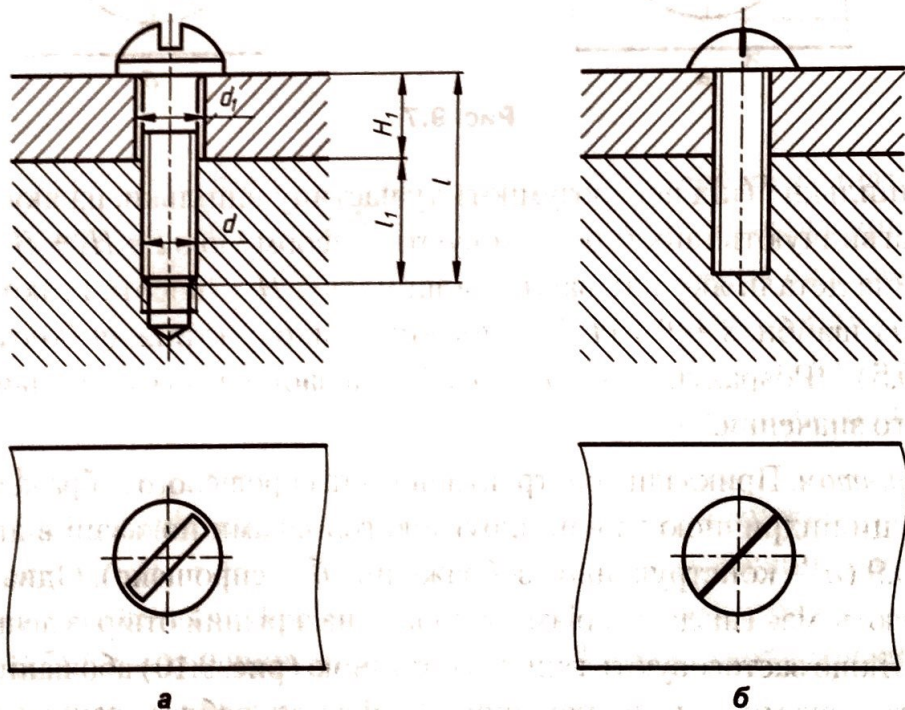


Рис. 9.9

На спрощених зображеннях шліци на головках гвинтів слід зображати однією суцільною лінією: на одному виді по осі гвинта, на іншому — під кутом 45° до рамки кресленика.

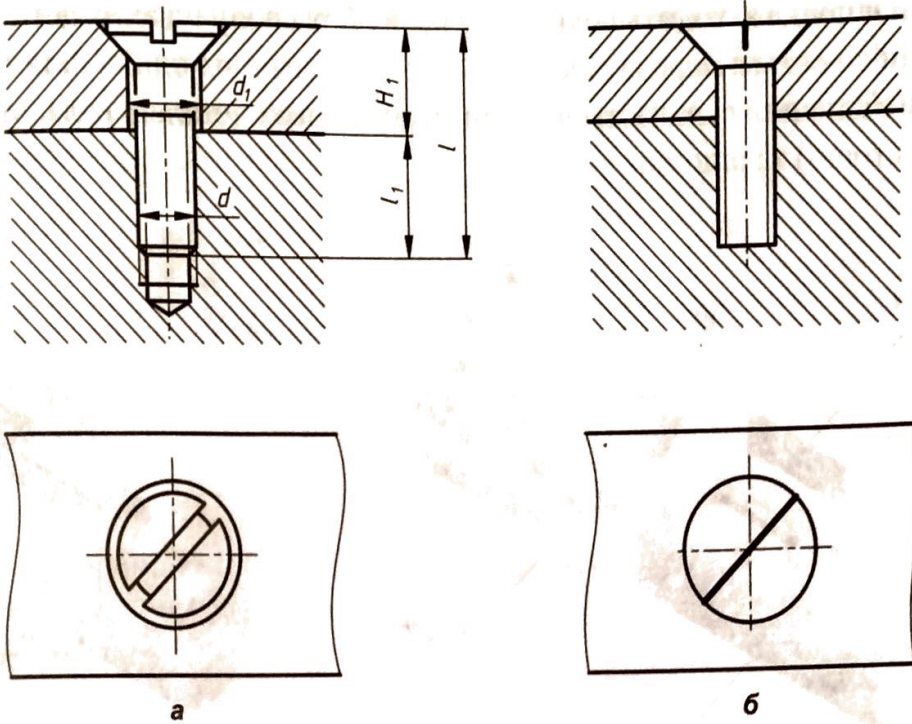


Рис. 9.10

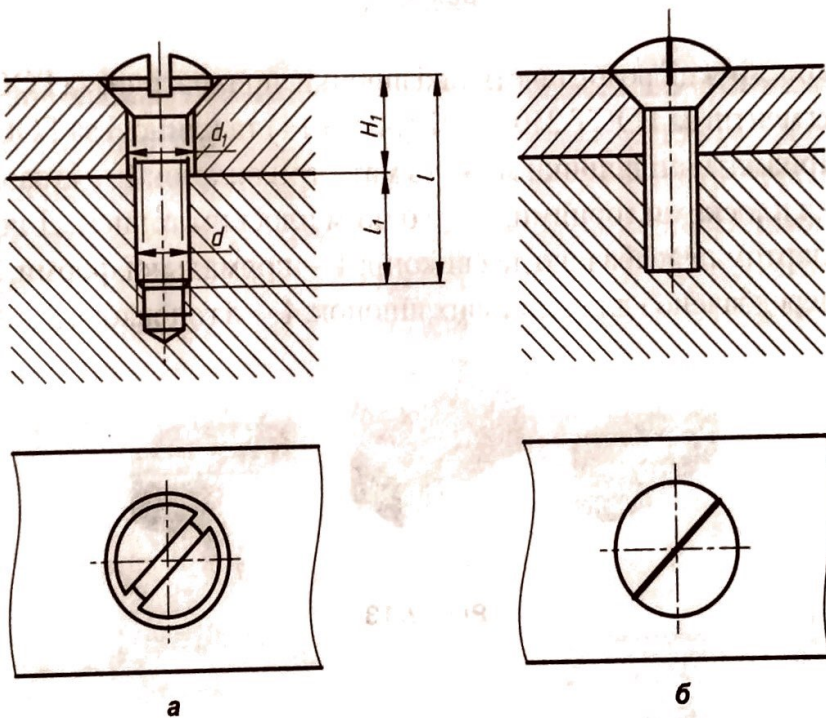


Рис. 9.11

9.2. Шпонкові та шліцьові з'єднання

Шпонкові з'єднання призначені для з'єднання валів з насадженими на них деталями (зубчастими колесами, шківками, маховиками тощо) за допомогою шпонок (рис. 9.12).

У з'єднанні шпонка заходить водночас у пази обох сполучуваних деталей, завдяки чому здійснюється передача крутильного моменту від однієї деталі до іншої. Шпонкове з'єднання складається як мінімум із трьох деталей: вала, втулки (коlesa, шківa тощо) та шпонки.

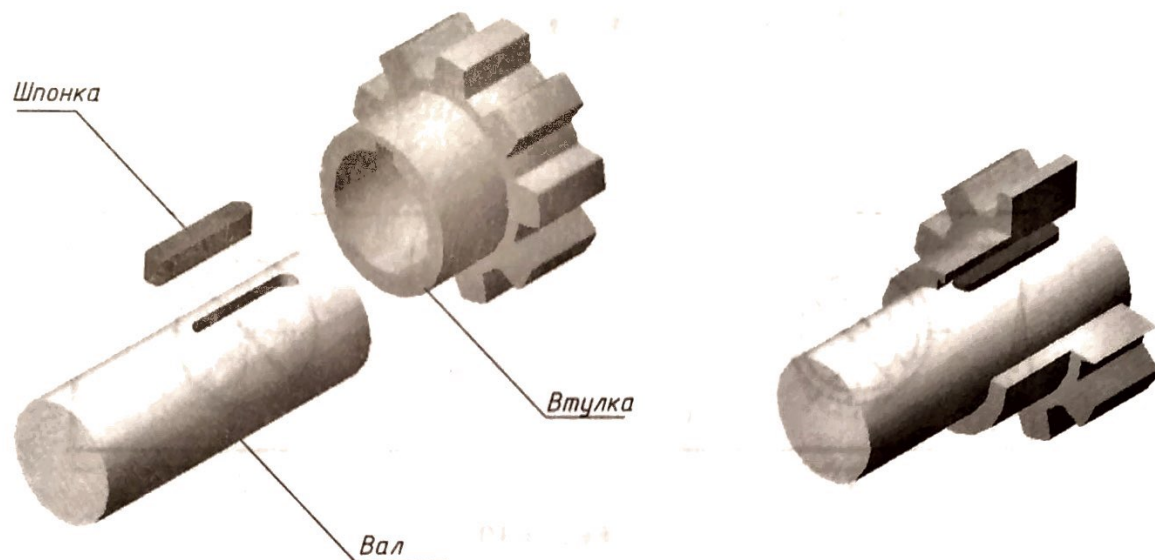


Рис. 9.12

Залежно від конструкції розрізняють такі шпонки: призматичні за ГОСТ 23360–78 (рис. 9.13), сегментні за ГОСТ 24071–97 (рис. 9.14) та клинові за ГОСТ 24068–80 (рис. 9.15). Призматичні шпонки можуть мати три викони: 1 — із заокругленими торцями, 2 — з плоскими торцями, 3 — з одним плоским торцем. Для сегментних шпонок стандартом передбачено два викони: 1 — нормальної форми, 2 — низької. Два викони передбачено і для клинових шпонок: 1 — з головкою, 2 — без головки.

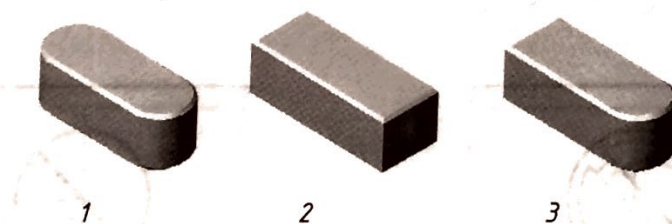


Рис. 9.13



Рис. 9.14

Розміри елементів шпонкового з'єднання залежать від зусиль, що виникають у з'єднанні під час передавання крутильного моменту. В особливо відповідальних

випадках для їх вибору проводять розрахунок з'єднання на міцність, в основному ж дотримуються рекомендацій відповідних стандартів і призначають розміри шпонок та пазів за наведеними у стандартах таблицями залежно від діаметра вала в місці встановлення шпонки.

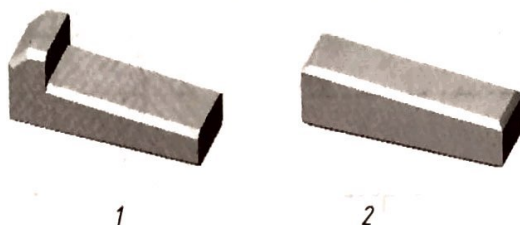


Рис. 9.15

Умовні позначки шпонок визначаються стандартами і містять: назву, викін (викін 1 не зазначають), розміри (ширину, висоту, довжину), номер стандарту. Приклади умовних позначок:

- Шпонка 10×8×60 ГОСТ 23360–78 — призматична, першого викону, з розмірами поперечного перерізу 10×8 мм, довжиною 60 мм;
- Шпонка 2.10×8×60 ГОСТ 23360–78 — шпонка з такими самими розмірами викону 2.

Зображення шпонкових з'єднань виконують за загальними правилами. Якщо вал не пустотілий, то в повздовжньому розрізі з'єднання поблизу місця встановлення шпонки виконують місцевий розріз вала. Шпонку показують нерозітнутою. На зображенні з'єднання призматичною шпонкою зазор між неробочими поверхнями (основною паза у втулці та виступною поверхнею шпонки) показують збільшеним так, щоб між лініями, що є проекціями цих поверхонь, була відстань не менше 0,8 мм. На рис. 9.16–9.18 показані зображення з'єднань деталей відповідно призматичною, сегментною та клиновою шпонками.

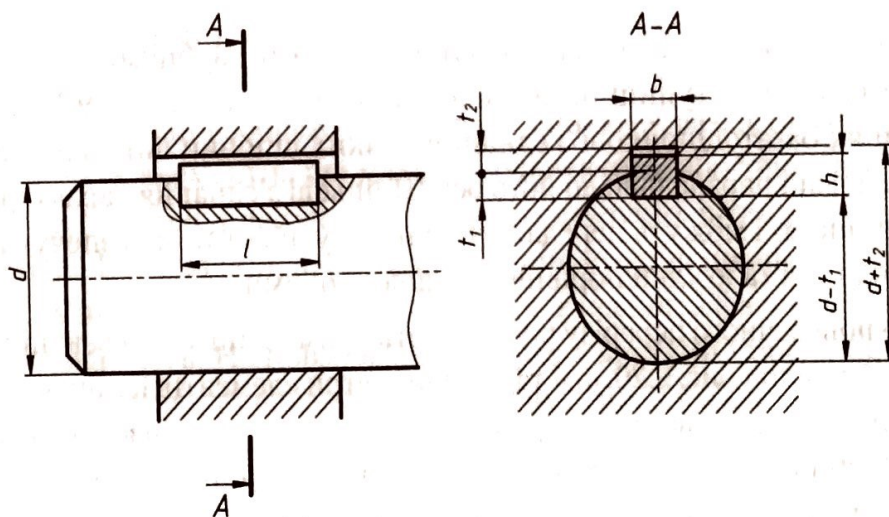


Рис. 9.16

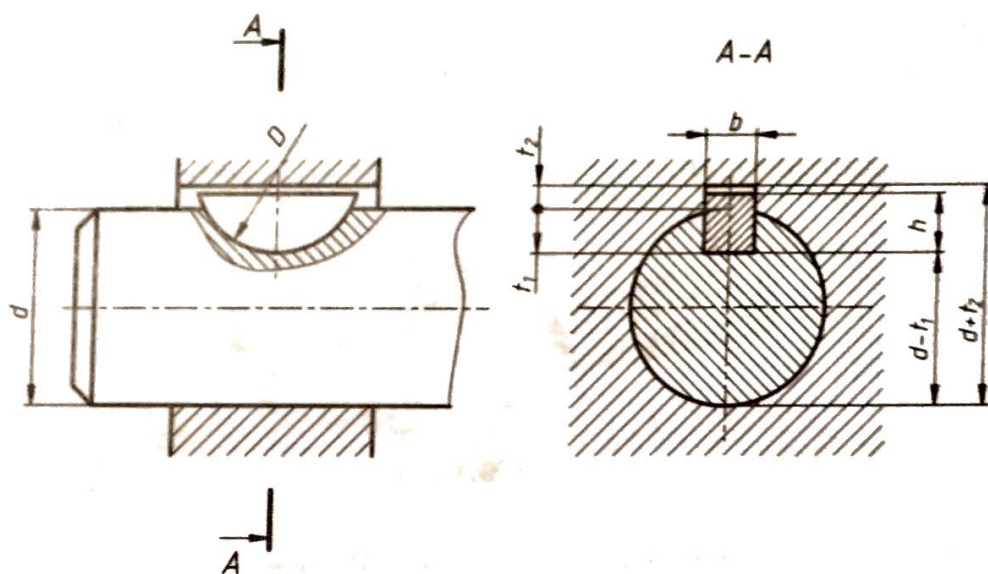


Рис. 9.17

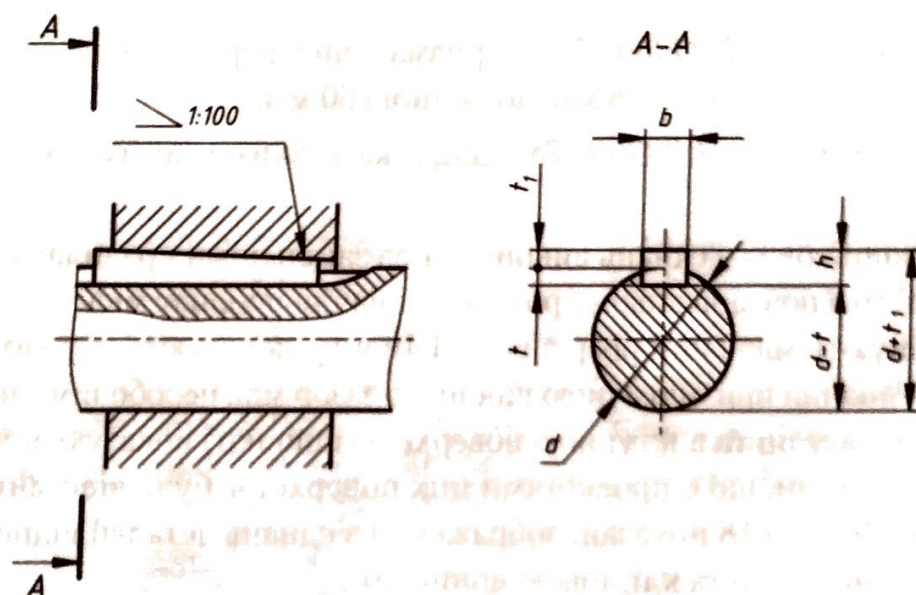


Рис. 9.18

З'єднання шліцьові (зубчасті) утворюються шліцами (зубцями) на валу та відповідними пазами у ступиці насадженої на нього деталі (рис. 9.19). Їх можна розглядати як багатошпонкові з'єднання, у яких шпонки виконані разом з валом і розташовані паралельно до його осі. Шліцьові з'єднання характеризуються значною міцністю і можуть передавати більші зусилля та забезпечувати краще центрування вала та втулки порівняно зі шпонковими.

За формою поперечного перерізу розрізняють прямобічні, евольвентні та трикутні шліци (відповідно рис. 9.20, а, б та в). Параметри елементів шліцьових з'єднань із прямобічним та евольвентним профілями шліців стандартизовано (відповідно ГОСТ 1139–80 та ГОСТ 6033–80). Для прямобічних шліцьових з'єднань стандарт передбачає три серії з'єднань – легку, середню та важку, які відрізняються одна від одної висотою та кількістю шліців.

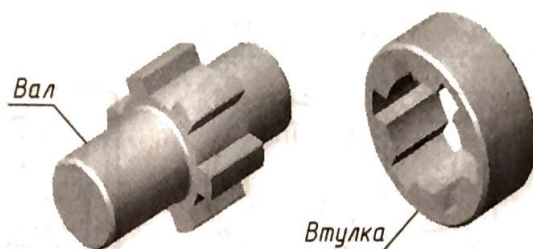


Рис. 9.19

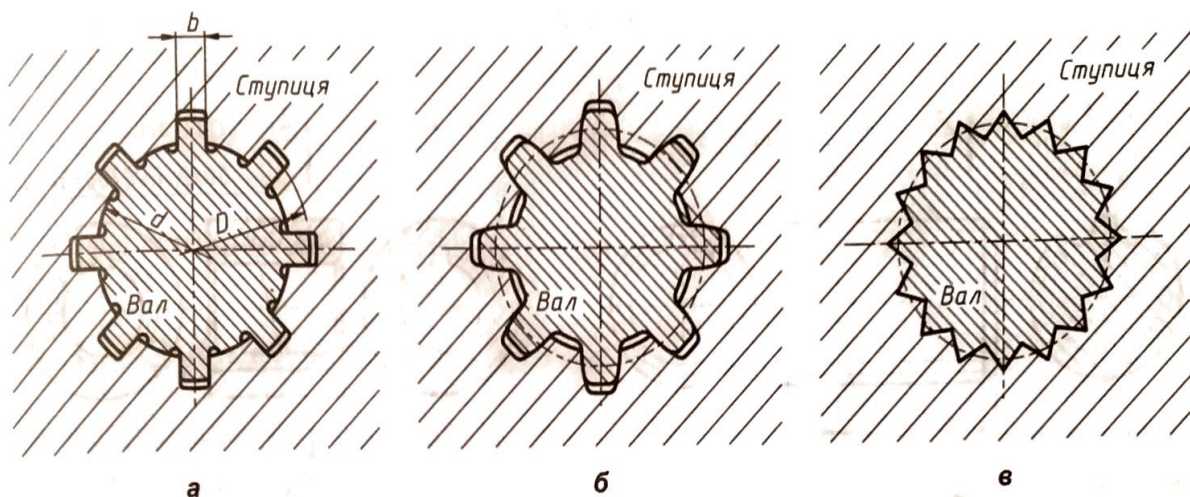


Рис. 9.20

Центрування втулки на валу можна здійснювати за допомогою стикання по зовнішньому діаметру D (з утворенням зазору по внутрішньому діаметру), по внутрішньому діаметру d (з утворенням зазору по зовнішньому діаметру) та по бічних гранях b шліців (з утворенням зазорів по зовнішньому та внутрішньому діаметрах).

На креслениках шліцьові з'єднання та їх елементи зображують умовно за ГОСТ 2.409–74. Кола та твірні поверхонь виступів (шліців) валів і отворів показують суцільними товстими лініями, а западин — суцільними тонкими. Межу шліцьової поверхні, між шліцами повного профілю та збігом, а також сам збіг показують суцільними тонкими лініями. У повздовжньому розрізі поверхні як виступів, так і западин зображують суцільними товстими лініями, а у поперечному розрізі коло западин зображують тонкою лінією. У разі зображення шліцьових з'єднань та їх елементів, що мають евольвентний або трикутний профіль, ділильні кола та твірні ділильних поверхонь показують штрихово-пунктирною тонкою лінією. На площині, перпендикулярній до осі шліцьового вала чи отвору, показують профіль одного виступу та двох западин, а фаски на кінці вала та в отворі не показують. На повздовжніх розрізах виступи умовно суміщають із площиною кресленика та показують нерозітнутими, а у з'єднаннях в отворі показують тільки ту частину виступів, яка не закрита валом. На рис. 9.21, а, б та в наведено приклади умовних зображень прямобічних шліців відповідно на валу, в отворі та у з'єднанні. Аналогічні зображення для евольвентних шліців показані на рис. 9.22, а, в.

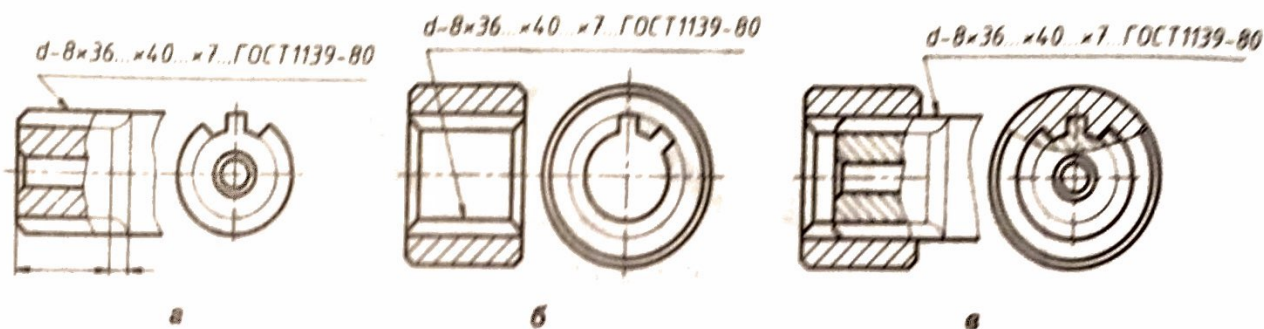


Рис. 9.21

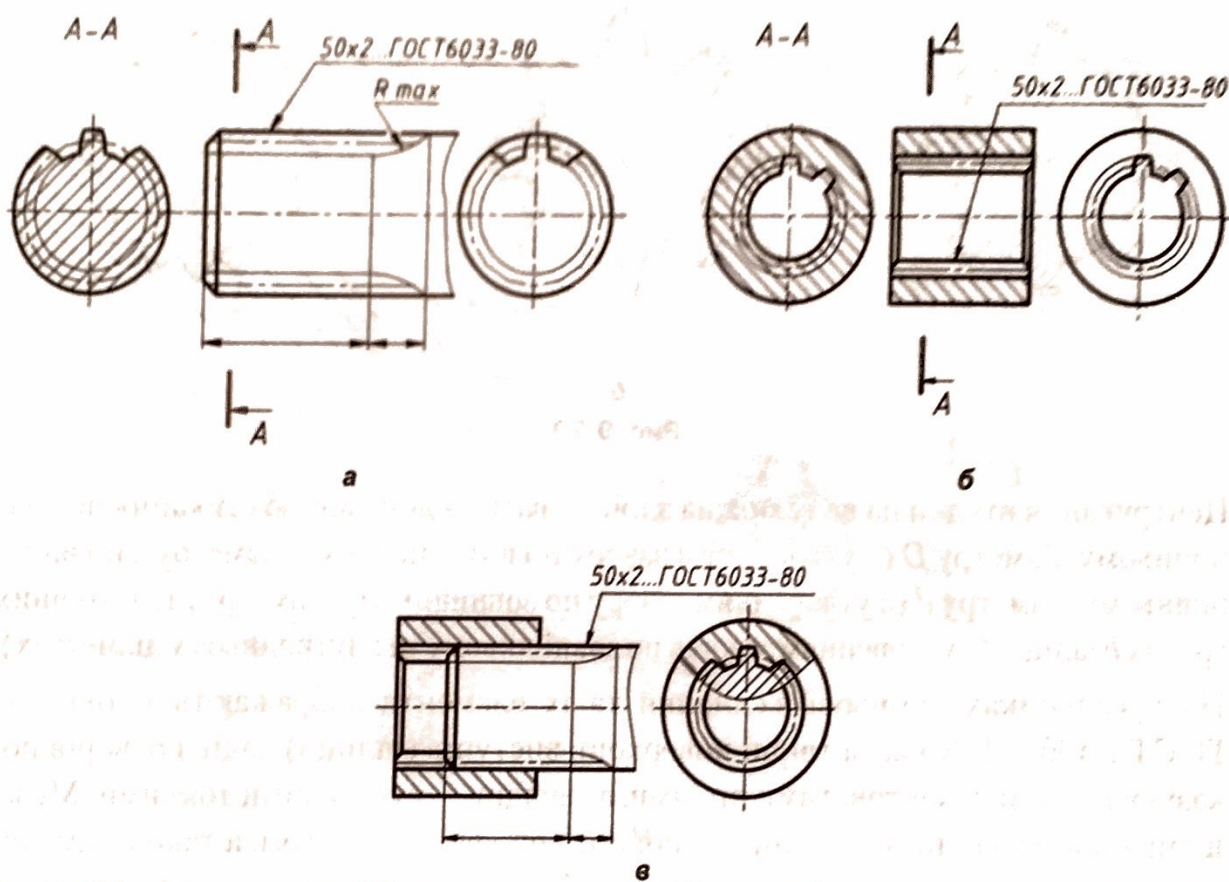


Рис. 9.22

На креслениках шліцьових деталей (вала, втулки), а також кресленику їх з'єднання наносять умовну позначку, яку розташовують на полиці лінії-винос-ки. Умовна позначка деталей і з'єднань для прямобічного профілю відповідно до ГОСТ 1139-80 має містити літеру, що позначає поверхню центрування, кількість шліців, внутрішній діаметр d , зовнішній діаметр D , ширину шліца b , посадку (на складальному кресленику та кресленику загального виду) або допуск на розмір (на кресленику деталі), а також номер стандарту. Наприклад, умовна позначка для шліцьового вала з прямобічними шліцями, із центруванням по внутрішньому діаметру d , з кількістю шліців $z = 8$, внутрішнім діаметром $d = 36$ і полем допуску $e8$, зовнішнім діаметром $D = 40$ та полем допуску $a11$, шириною шліца $b = 7$ і полем

допуску f_8 така: $d-8\times 36e8\times 40a11\times 7f8$ ГОСТ 1139-80. На навчальних креслениках допуски на розміри та посадки можна не проставляти.

Умовна позначка на креслениках евольвентного шліцевого вала, втулки та їх з'єднання має містити значення номінального діаметра з'єднання D , значення модуля m , посадки (на складальному кресленику та кресленику загального виду) або допуск на розмір (на кресленику деталі), а також номер стандарту. Кількість шліців у позначці не зазначають, оскільки вона залежить від значень D та m . Наприклад, для з'єднання з номінальним (зовнішнім) діаметром $D = 50$ мм і модулем $m = 2$ мм умовна позначка матиме такий вигляд:

- у разі центрування по зовнішньому діаметру: $50\times H7/h6\times 2$ ГОСТ 6033-80;
- у разі центрування по внутрішньому діаметру: $50\times 2\times H7/h6$ ГОСТ 6033-80;
- у разі центрування по бічних сторонах: $50\times 2\times 9H/9g$ ГОСТ 6033-80.

9.3. Зубчасті зачеплення

Зубчасті зачеплення належать до передач (рухомих з'єднань). Вони призначені для передавання руху від однієї ланки механізму до іншої. Складовими частинами зубчастих передач є зубчасті колеса, черв'яки, рейки. Передавання руху здійснюється за допомогою зачеплення зубців двох сполучених зубчастих коліс або черв'ячної пари. Зубчасте колесо з меншою кількістю зубців прийнято називати шестернею, а з більшою — колесом. За однакової кількості зубців шестернею називають ведуче зубчасте колесо, а колесом — ведене. Літерні позначки параметрів, спільних для шестерні та колеса, записують відповідно з індексами 1 і 2.

Залежно від взаємного розташування осей ведучої та веденої ланок застосовують різні передачі: циліндричні — у разі паралельних осей (рис. 9.23), конічні — у разі осей, що перетинаються (рис. 9.24), черв'ячні — у разі мимобіжних осей (рис. 9.25).

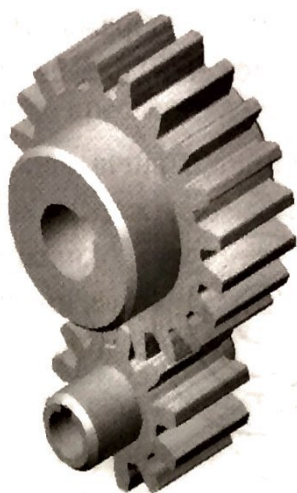


Рис. 9.23

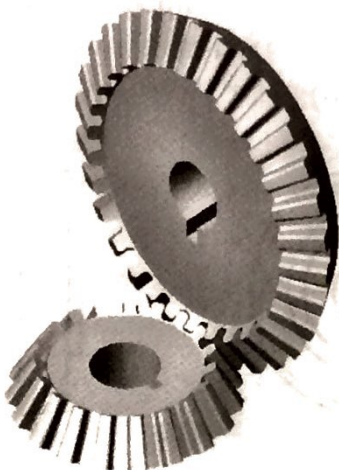


Рис. 9.24



Рис. 9.25

Для перетворення обертального руху на поступальний (рідше навпаки) застосовують зубчасто-рейкову передачу (рис. 9.26), яка є окремим випадком циліндричної зубчастої передачі.

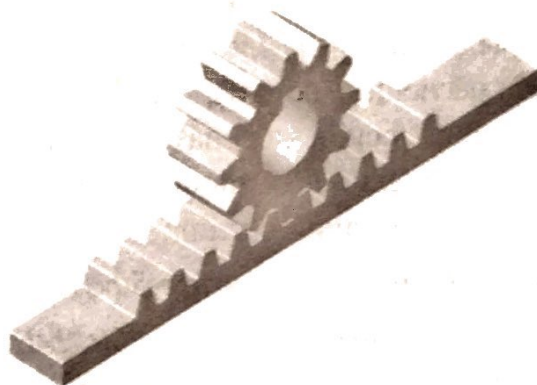


Рис. 9.26

Залежно від розміщення зубців на ободі коліс розрізняють прямозубі передачі, косозубі, шевронні, з круговими зубцями. Залежно від форми та профілю зуба передачі бувають евольвентні, циклоїдальні, із зачепленням Новикова.

У більшості механізмів і машин застосовують зубчасті передачі із зовнішнім зачепленням, тобто із зубчастими колесами, у яких зубці нарізано на зовнішніх поверхнях; рідше застосовують передачі з внутрішнім зачепленням, коли на одному колесі зубці нарізано на внутрішній поверхні.

У разі виконання креслеників зубчастих коліс, рейок, черв'яків, а також складальних креслеників, що містять зазначені деталі, застосовують умовні зображення. Загальні правила побудови цих зображень регламентовані ГОСТ 2.402–68 і зводяться до такого:

- зубці зубчастих коліс та витки черв'яків зображають у осьових розрізах та перерізах (рис. 9.27, а), зубці рейок — у поперечних (рис. 9.28); у решті випадків зубці та витки не показують, а зображувані деталі обмежують поверхнями виступів; якщо необхідно показати профіль зуба чи витка, їх зображають на виносному елементі, допускається проказувати їх на обмеженій ділянці зображення деталі (рис. 9.27, б);

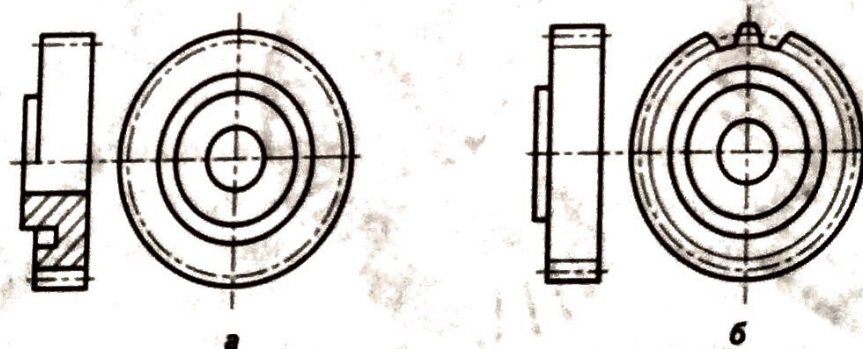


Рис. 9.27

- кола та твірні поверхонь виступів зубців та витків показують суцільними основними лініями (див. рис. 9.27), в тому числі й у зоні зачеплення (рис. 9.29);

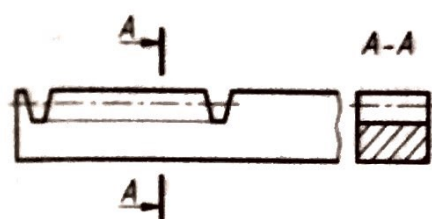


Рис. 9.28

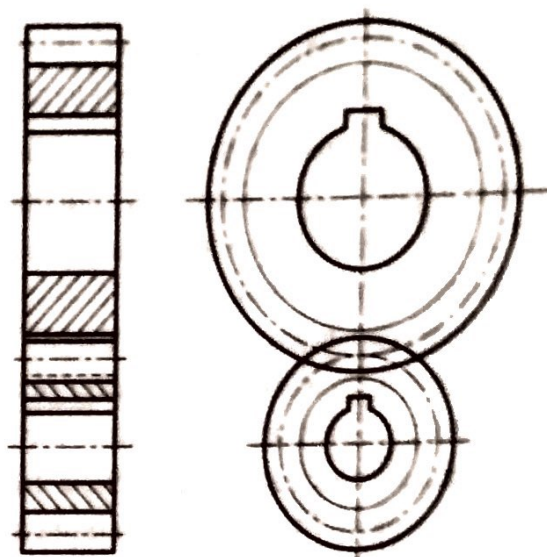


Рис. 9.29

- кола та твірні поверхонь западин зубців та витків у розрізах і перерізах показують по усій довжині суцільними товстими лініями (див. рис. 9.29); на видах їх допускається показувати суцільними тонкими лініями (див. рис. 9.27, б та рис. 9.28);
- на креслениках зубчастих коліс, рейок, черв'яків показують ділительні кола, ділительні лінії, твірні ділительних поверхонь (циліндрів, конусів) та кола більших основ ділительних конусів; на складальних креслениках зубчастих та черв'ячних передач показують початкові кола, початкові лінії, твірні початкових поверхонь та кола більших основ початкових конусів; ділительні та початкові кола і лінії, твірні ділительних і початкових поверхонь, кола більших основ ділительних і початкових конусів показують штрихово-пунктирними тонкими лініями (див. рис. 9.27–9.29);
- на осьових розрізах і перерізах зубчастих коліс, а також на поперечних розрізах і перерізах рейок та черв'яків зубці та витки умовно суміщають з площиною кресленика і показують нерозітненими (див. рис. 9.27–9.29);
- якщо січна площина проходить перпендикулярно до осі зубчастого колеса, вздовж черв'яка чи вздовж рейки, то зубчасті колеса, черв'яки і рейки, як правило, показують нерозітненими; у разі необхідності показати їх розітненими застосовують місцевий розріз і проводять штриховку до ліній поверхні западин;
- якщо січна площина проходить через осі обох зубчастих коліс, що перебувають у зачепленні, то на розрізі в зоні зачеплення зуб одного з коліс (переважно ведучого) показують розташованим перед зубом сполучуваного з ним

колеса (див. рис. 9.29); якщо січна площина проходить через вісь черв'ячного колеса чи черв'яка, то виток черв'яка показують перед зубом колеса; якщо січна площина проходить через вісь зубчастого колеса рейкового зачеплення, то зуб колеса показують перед зубом рейки; у названих випадках невидимі контури допускається не наносити, якщо це не ускладнює читання кресленика.

Правила виконання креслеників зубчастих коліс, рейок, черв'яків у частині зазначення параметрів зубчастого вінця регламентовані низкою стандартів, а саме: ГОСТ 2.403–75 визначає правила виконання креслеників евольвентних циліндричних зубчастих коліс, ГОСТ 2.404–75 — зубчастих рейок, ГОСТ 2.405–75 — конічних зубчастих коліс, ГОСТ 2.406–76 — циліндричних черв'яків і черв'ячних коліс. Згідно з положеннями вказаних стандартів параметри зубчастого вінця зазначають у обов'язковій таблиці, яку розташовують у правій верхній частині кресленика, як показано на рис. 9.30. Таблиця параметрів має складатися з трьох частин, які мають бути відділені одна від одної суцільними основними лініями: перша частина — основні дані; друга частина — дані для контролю; третя — довідкові дані. Тип даних, що їх зазначають у кожній з частин таблиці, регламентовано для кожного виду деталі відповідним стандартом. Таблиця, наведена на рис. 9.30, є прикладом зазначення параметрів (відповідно до ГОСТ 2.404–75) зубчастого вінця на кресленику прямозубої зубчастої рейки зі стандартним вихідним контуром. На навчальних креслениках у таблицях зазвичай зазначають лише основні параметри.

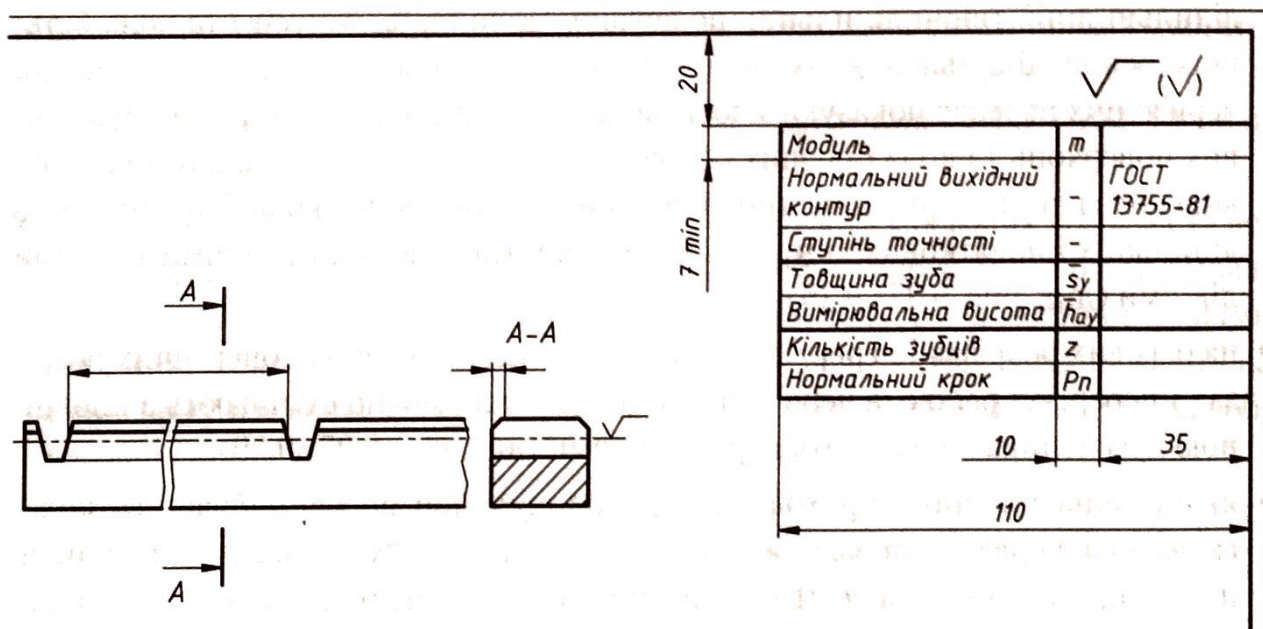
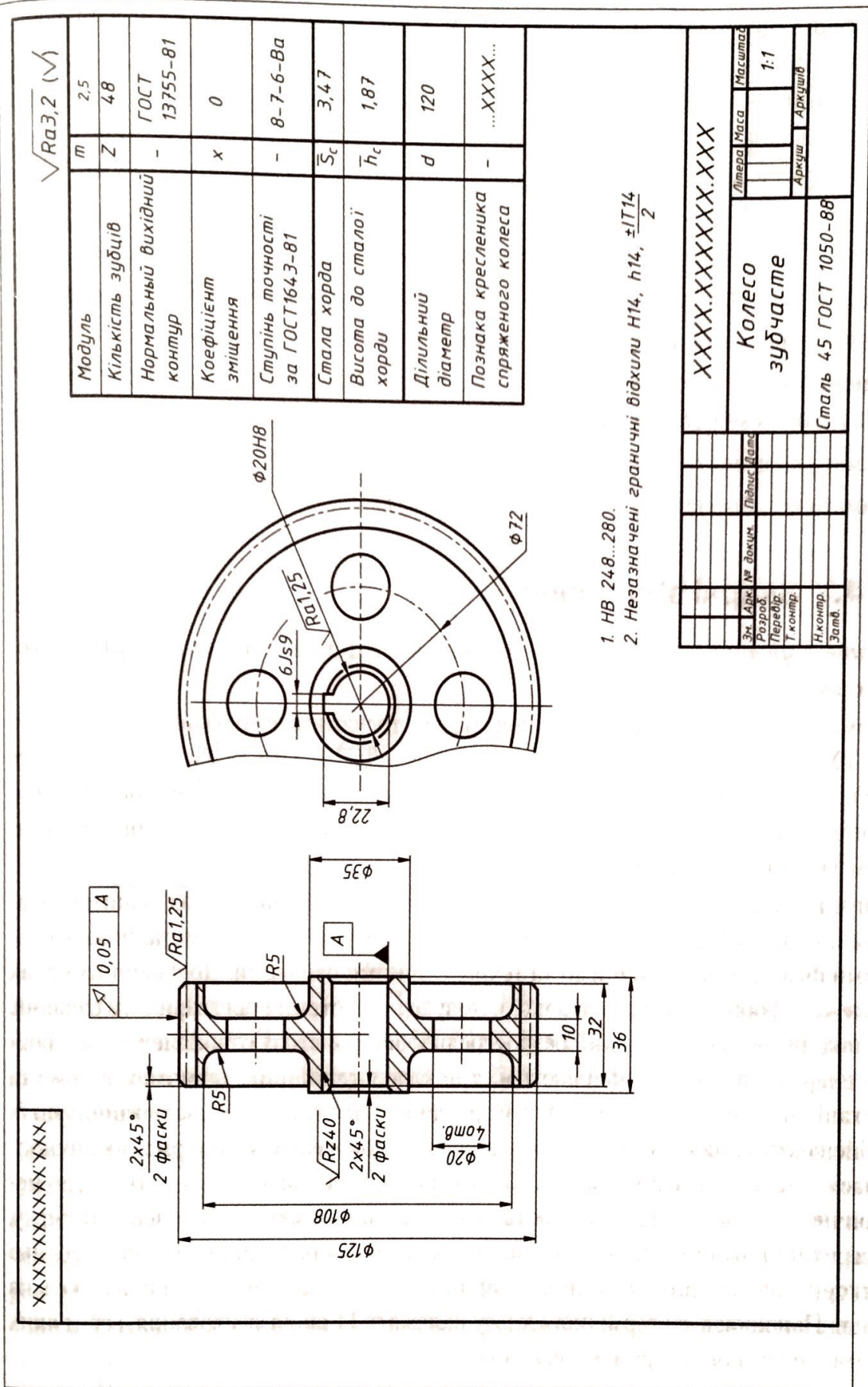


Рис. 9.30

На рис. 9.31 наведено приклад кресленика прямозубого циліндричного колеса. Одним з основних параметрів такого колеса є діаметр d ділильного кола, який слугує базою для визначення елементів зубців та їх розмірів.



Відстань уздовж дуги ділильного кола між сусідніми зубцями колеса визначає коловий ділильний крок P_t зубців: $P_t = \pi d/z$. Величину, у π разів меншу за коловий ділильний крок, називають *модулем* і позначають літерою m : $m = P_t/\pi$. Інакше модуль можна визначити як частину діаметра ділильного кола, що припадає на один зуб колеса: $m = d/z$. Значення модулів стандартизовано. ГОСТ 9563–60 передбачає два ряди модулів:

- ряд 1: 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16;
- ряд 2: 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14.

Першому ряду слід надавати перевагу над другим.

Ділильне коло ділить висоту h зуба на дві нерівні частини: $h = h_a + h_f$, де h_a — висота головки зуба, $h_a = m$, h_f — висота ніжки зуба, $h_f = 1,25 m$.

Діаметр кола виступів зубців: $d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$.

Діаметр кола западин: $d_f = d - 2h_f = m(z - 2,5)$.

9.4. Зварні з'єднання

Зварне з'єднання — це нерознімне з'єднання заготованок, яке виконують зварюванням.

Терміни та визначення основних понять, що стосуються зварювання, встановлено ДСТУ 3761.1–98 — ДСТУ 3761.5–98. Згідно з ДСТУ 3761.2–98 *зварювання* — це технологічний процес отримання нерознімного з'єднання між заготованками за допомогою нагрівання та плавлення чи (і) пластичного деформування стисканням заготованок у місцях з'єднування.

Існує велика кількість способів зварювання, які класифікують за різними ознаками. ГОСТ 19521–74 встановлює класифікацію зварювання металів за основними фізичними, технічними та технологічними ознаками. До фізичних ознак належать форма енергії, що її використовують для отримання зварного з'єднання, та вид джерела енергії, який безпосередньо використовують. Залежно від форми енергії зварювання поділяють на три класи: термічний, термомеханічний та механічний. До термічного класу зварювання належать види зварювання, що їх здійснюють плавленням з використанням теплової енергії; до термомеханічного класу — такі, що їх здійснюють з використанням теплової енергії та тиску; до механічного — такі, що їх здійснюють з використанням механічної енергії та тиску. У середині кожного класу залежно від джерела енергії, що його безпосередньо використовують для отримання зварного з'єднання, зварювання поділяють на види. Наприклад, до термічного класу належать 11 видів зварювання, серед яких дугове, електронно-променеве, газове та ін.

До технічних ознак, за якими класифікують зварювання, належать спосіб захисту металу в зоні зварювання (у вакуумі, у захисному газі, під флюсом тощо), а також

ступінь механізації процесів зварювання (ручне, механізоване, автоматизоване й автоматичне зварювання). Класифікація за технологічними ознаками встановлена окремо для кожного виду зварювання.

Ділянка зварного з'єднання, яка утворилася внаслідок оплавлення та кристалізації металу з'єднуваних поверхонь, або внаслідок їхньої пластичної деформації під час зварювання тиском, або внаслідок поєднання оплавлення, кристалізації та деформації з'єднуваних поверхонь, називається *зварним швом*.

Залежно від взаємного розташування заготовок, що їх зварюють, розрізняють стикові з'єднання (рис. 9.32, а), кутові (рис. 9.32, б), внапусток (рис. 9.32, в), Т-подібні (інакше таврові) (рис. 9.32, г), торцеві (рис. 9.32, д). В умовній позначці шва їх відповідно зазначають літерами С, У, Н, Т, Тр.

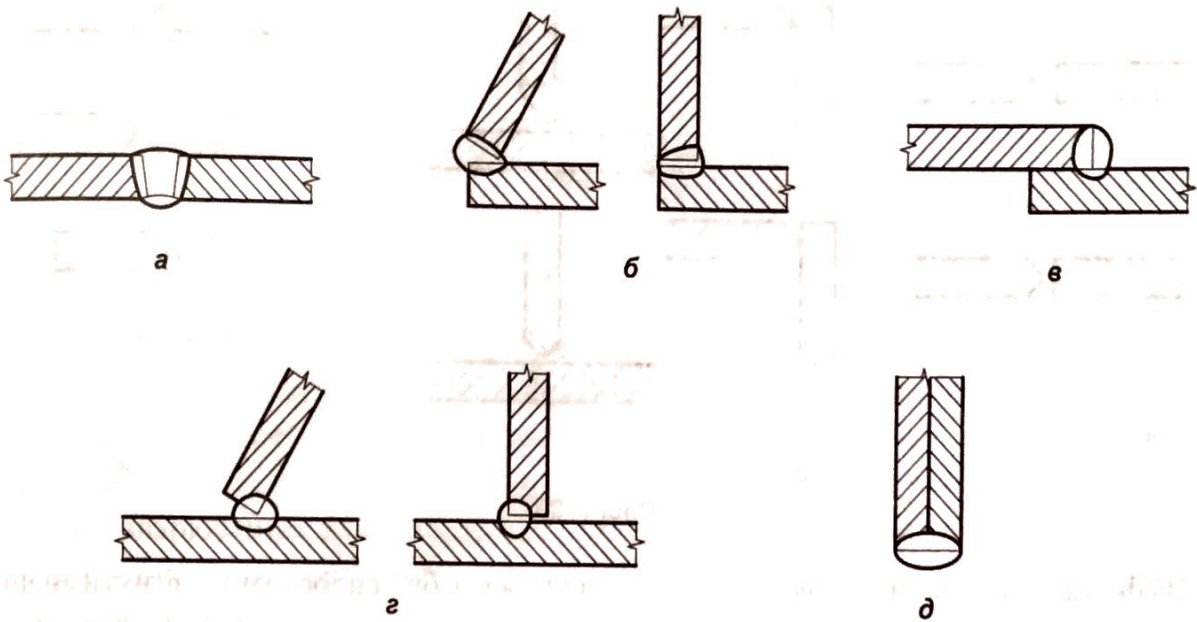


Рис. 9.32

Вид з'єднання визначає і вид зварного шва. Зварні шви поділяються на стикові (шви стикових з'єднань), кутові (шви кутових з'єднань, Т-подібних та з'єднань внапусток), точкові (у яких зв'язок між з'єднуваними поверхнями у разі з'єднування внапусток здійснюється проплавами округлої форми).

Зварні шви можуть бути безперервними (виконаними по усій довжині з'єднуваних крайок заготовок) або переривчастими (виконаними з установленими проміжками нез'єданого металу по довжині з'єднуваних крайок заготовок). У свою чергу, двобічні переривчасті та точкові шви можуть бути ланцюговими (у яких зварені ділянки та проміжки між ними розташовані з протилежних боків з'єднання один проти одного) та шаховими (у яких проміжки нез'єданого металу з одного боку з'єднання розташовані проти зварених ділянок шва з протилежного боку). Залежно від технології зварювання, розташування шва та товщини заготовок, що їх зварюють, зварні шви можуть виконуватися без підготовки крайок (рис. 9.33, а)

і з їх підготовкою — з відбортовуванням (рис. 9.33, б), зі скосом однієї (рис. 9.33, в) чи обох (рис. 9.33, г) крайок.

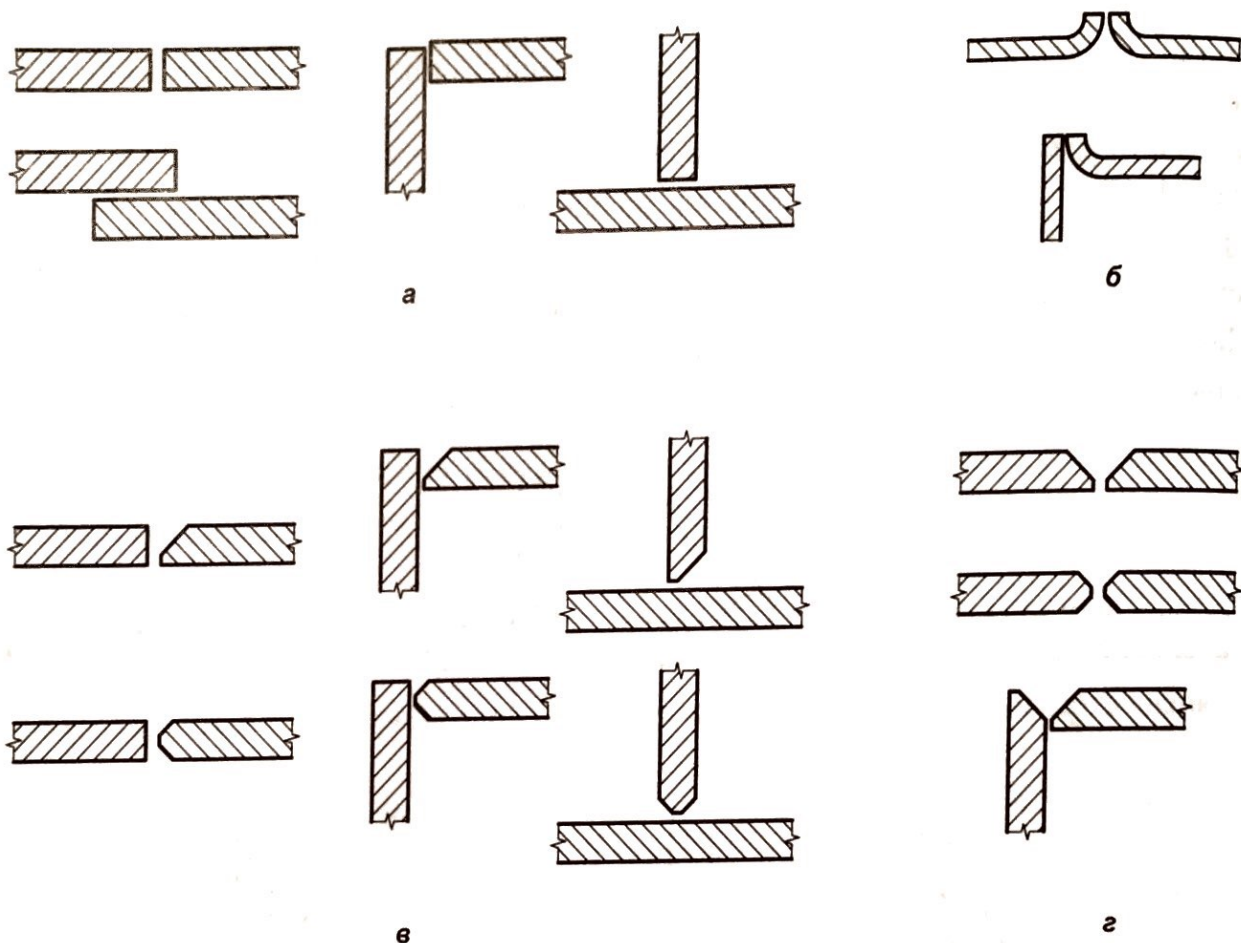


Рис. 9.33

За формою зовнішньої поверхні зварні шви можуть бути плоскими, увігнутими чи випуклими. Форма зварного шва впливає на його фізико-механічні властивості. Різкий перехід від основного металу до зварного шва в разі концентрованих напружень може призвести до руйнування з'єднання. Тому в ході виготовлення відповідальних конструкцій випуклості на швах знімають механічним способом.

На креслениках зварні шви зображають умовно відповідно до ДСТУ 2222-93 та ГОСТ 2.312-72.

Видимі зварні шви, незалежно від способу зварювання, зображають суцільними товстими лініями (рис. 9.34, а), а невидимі — штриховими (рис. 9.34, б). Видиму одиночну зварну точку зображають знаком «+» (рис. 9.35, а), який виконують суцільною товстою лінією в розмірах, зазначених на рис. 9.35, б; невидимі точки не зображають.

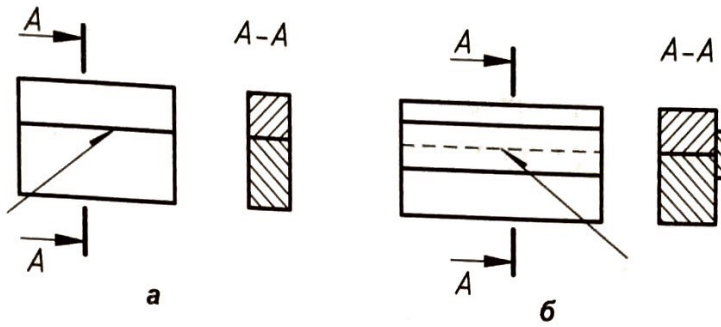


Рис. 9.34

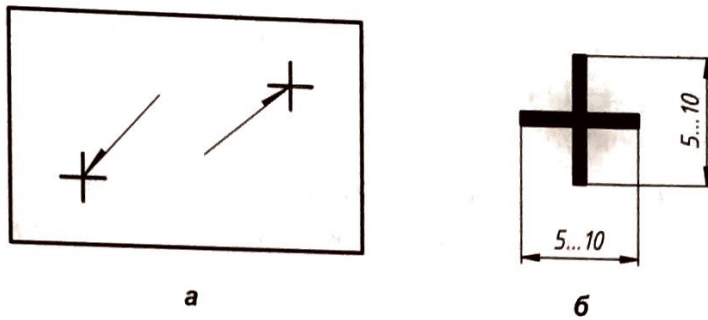


Рис. 9.35

Від зображення шва чи одиночної точки проводять лінію-виноску з однією стрілкою (див. рис. 9.34, 9.35, а). Для нанесення умовної позначки зварного шва до лінії-виноски додають полицю. Умовну позначку шва наносять на полиці лінії-виноски, проведеної від зображення шва з лицьового боку (рис. 9.36, а) і під полицею лінії виноски, проведеної від зображення шва зі зворотного боку (рис. 9.36, б). За лицьовий бік беруть: для однієї шва — бік, з якого виконують зварювання; для двобічного шва з несиметрично підготовленими крайками — бік, з якого виконують зварювання основного шва; для двобічного шва із симетрично підготовленими крайками можна взяти будь-який бік.

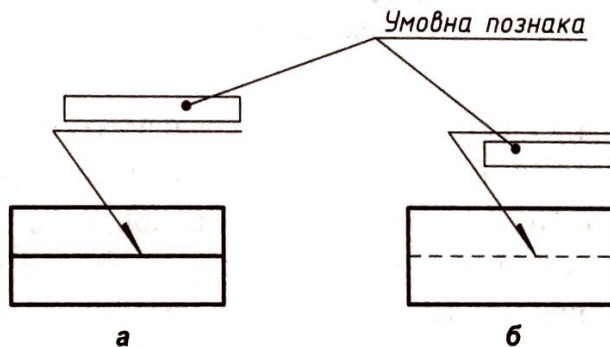


Рис. 9.36

Структура умовної позначки зварного шва в загальному випадку має містити:

- допоміжні знаки: $\bigcirc$ — для шва по замкненому контуру або $\lceil$ — для монтаж-ного шва; ці знаки наносять у місці перетину лінії-виноски з горизонтальною площею;
- позначку стандарту на типи та конструктивні елементи швів;
- літерно-цифрову позначку шва згідно з цим стандартом;
- умовну позначку способу зварювання (для ГОСТ 5264–80 не зазначають);
- знак $\triangle$ та розмір катета шва згідно зі стандартом;
- для переривчастих швів значення у міліметрах довжини звареної ділянки, за яким має йти знак / — для ланцюгових швів або знак Z — для шахових швів, а також значення кроку;
- допоміжні знаки ($\square$ — шов по незамкненому контуру, Ω — опуклість шва зняти, $\sim$ — напливи та нерівності обробити з плавним переходом до основного металу);
- позначку шорсткості механічно обробленого шва.

Допоміжні знаки виконують суцільними тонкими лініями. Висота знаків має бути однаковою з висотою цифр, що входять до позначки шва.

Приклад нанесення на кресленику позначки зварного шва наведено на рис. 9.37.

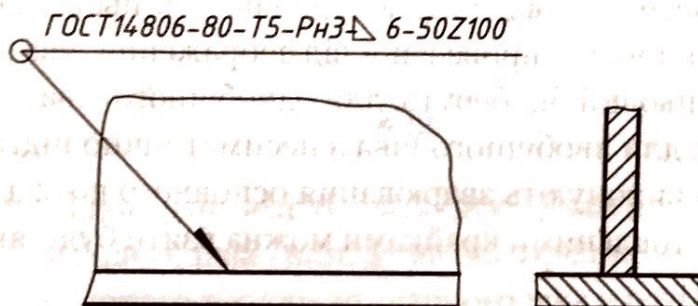


Рис. 9.37

Зміст складових позначки такий: $\bigcirc$ — шов виконано по замкненому контуру згідно з ГОСТ 14806–80, який встановлює форму та розміри шва в разі електродугового зварювання алюмінію; T5 — двобічний шаховий шов Т-подібного з'єднання без ско-су крайок (будь-який бік можна взяти як лицьовий); PH3 — шов виконано ручним зварюванням неплавким електродом у захисних газах (допускається не зазначати); $\triangle 6$ — катет шва дорівнює 6 мм; довжина проварюваної ділянки 50 мм, крок 100 мм.

Якщо на кресленику зображено кілька однакових швів, то умовну позначку шва наносять лише біля одного із зображень, а від зображень решти однакових швів

проводять лінії-виноски з полицями. Усім однаковим швам присвоюють один і той самий порядковий номер, який наносять:

- на лінії-виносці, відведеній від зображення шва, що має позначку (рис. 9.38, а);
- на полиці лінії-виноски, відведеної від зображення шва, що не має позначки, з лицьового боку (рис. 9.38, б);
- під полицею лінії-виноски, відведеної від зображення шва, що не має позначки, зі зворотного боку (рис. 9.38, в).

Кількість однакових швів допускається зазначати на лінії-виносці, що має полицю з нанесеною позначкою (рис. 9.38, а).

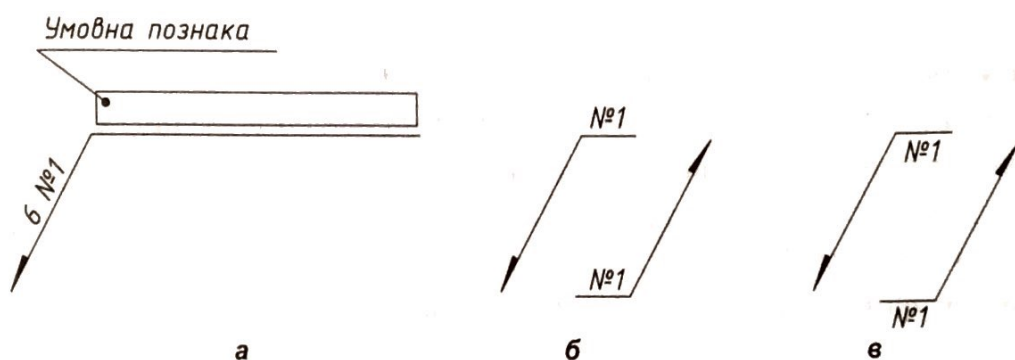


Рис. 9.38

За наявності на креслені швів, виконаних за одним і тим самим стандартом, позначку стандарту зазначають у технічних вимогах кресленника (записом типу «Зварні шви ... за ГОСТ ...») або у таблиці.

9.5. Паяні та клеєні з'єднання

Паяними називають нерознімні з'єднання, отримані в результаті *паяння* — технологічного процесу з'єднування заготовок нагріванням їх до температури плавлення металевого припою, нижчої за температуру плавлення основного металу, з одночасним змочуванням розплавленим припоєм з'єднуваних поверхонь, затіканням його в щілини між ними та подальшою кристалізацією під час охолодження (ДСТУ 3761.2–98).

Розрізняють паяння легкоплавкими та тугоплавкими припоями. Легкоплавкі припої мають температуру плавлення до 400 °С та незначну механічну міцність. До складу легкоплавких припоїв входять олово та свинець (ПОС, ПОСК, ПОССу за ГОСТ 21930–76 чи ГОСТ 21931–76 залежно від форми випуску). Тугоплавкі припої мають температуру плавлення вищу за 500 °С. Такими припоями можна отримати міцність паяного з'єднання, близьку до міцності основного металу з'єднуваних деталей. До тугоплавких припоїв належать припої на основі срібла

(ПСр, ПерМО, ПСрМЦКд, ПСрКдМ за ГОСТ 19738–74, ГОСТ 19739–74 чи ГОСТ 19746–74), мідно-нікелеві (МН, МНА за ГОСТ 849–70), кадмієві (КдОАС, Кд за ГОСТ 1467–77), магнієві (Мг 96, Мг 90 за ГОСТ 804–72).

Клеємі з'єднання — це нерознімні з'єднання деталей, що їх отримують за допомогою зв'язувальних речовин (клеїв), які наносять на з'єднувані поверхні. Склеювати можна практично будь-які матеріали, причому як однорідні, так і неоднорідні. Залежно від вимог, що їх ставлять до клеєного з'єднання, та від матеріалів з'єднуваних деталей застосовують різні види клеїв.

Правила зображення та позначання на кресленнях паяних та клеєних з'єднань встановлює ГОСТ 2.313–82. Згідно з його положеннями місце з'єднання елементів зображають суцільною лінією завтовшки 2s. Позначають паяння та склеювання за допомогою умовних знаків, показаних відповідно на рис. 9.39 та 9.40, які наносять на лінії-виносці суцільною основною лінією. Лінію-виноску закінчують двобічною стрілкою, якщо вказують безпосередньо шов, або точкою, якщо вказують невидимі площини з'єднання. Шви, виконані по замкненій лінії, позначають колом діаметром від 3 до 5 мм, яке виконують тонкою лінією (рис. 9.41). Шви, обмежені певною ділянкою, позначають, як показано на рис. 9.42.



Рис. 9.39

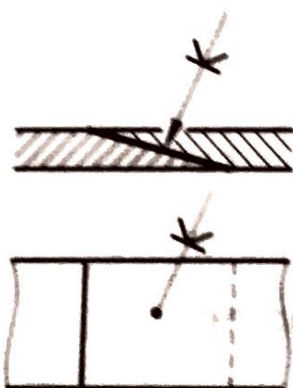


Рис. 9.40

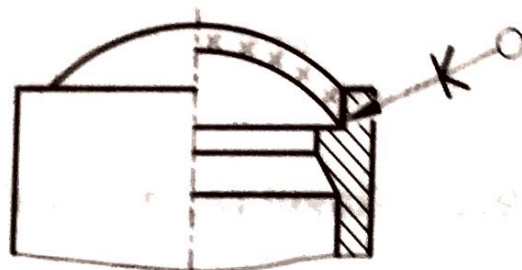


Рис. 9.41

На зображенні паяного шва у разі необхідності зазначають розміри шва та шорсткість поверхні.

Познаку припою чи клею за відповідним стандартом або технічними умовами наводять у технічних вимогах креслення записом типу «ПОС 40 ГОСТ 21931–76», «Клей БФ-2 ГОСТ 12172–74». У разі потреби в тому самому пункті технічних вимог наводять вимоги до якості шва. Посилання на номер пункту розташовують на полиці лінії-виноски, проведеної від зображення шва (рис. 9.43).

У разі виконання швів припоєм або клеєм різних марок усім швам, виконаним одним і тим самим матеріалом, присвоюють один порядковий номер, який наносять на лінії-виносці. При цьому в технічних вимогах матеріал зазначають записом типу «ПОС 40 ГОСТ 21931–76 (№1), ПМЦ 36 ГОСТ 23137–78 (№2), Клей БФ-2 ГОСТ 12172–74 (№3), ...».

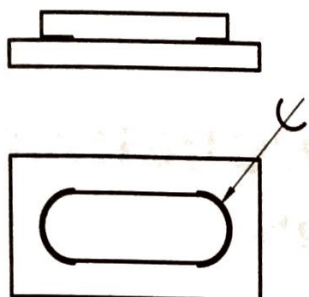


Рис. 9.42

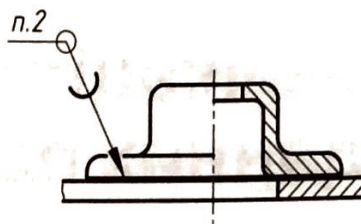


Рис. 9.43

Запитання для самоперевірки

1. Як поділяють способи з'єднання деталей? Які з'єднання називають рознімними?
2. Які деталі відносять до кріпильних?
3. Що таке болт? Яка структура умовної позначки болта?
4. Що являє собою гвинт? Які бувають види гвинтів?
5. Як виконують з'єднання шпилькою? Від чого залежить довжина посадочного кінця шпильки?
6. Як зображають та позначають на креслениках шліцьові з'єднання?
7. Яких умовностей слід дотримуватися у разі зображення зубчастих коліс?
8. Як зазначають параметри зубчастого вінця?
9. Що називають зварним швом? Як зображають та позначають зварні шви?
10. Як зображають на креслениках з'єднання, отримані паянням та склеюванням?
11. Чим відрізняються умовні позначки паяного та клеєного швів?

Розділ 10

Специфікація та кресленики складаних одиниць

- ◆ Специфікація складаної одиниці
- ◆ Складальний кресленик
- ◆ Габаритний кресленик
- ◆ Монтажний кресленик
- ◆ Кресленик загального виду
- ◆ Деталювання кресленика загального виду

10.1. Специфікація складаної одиниці

Специфікацією називається конструкторський документ, який визначає склад складаної одиниці, комплексу чи комплекту.

Специфікація, як і складальний кресленик виробу, належить до робочої конструкторської документації, яку розробляють після розроблення кресленика загального виду та креслеників деталей.

Форма та порядок заповнення специфікації регламентовані ГОСТ 2.106–96. Її складають на аркушах формату А4 за формами 1 (для заголовкового аркушу) та 1а (для наступних аркушів), наведеними відповідно на рис. 10.1 та 10.2.

До специфікації заносять складові частини, що входять до виробу, а також конструкторські документи, що стосуються виробу в цілому та його складових частин.

У загальному випадку специфікація складається з розділів, які розташовують у такій послідовності: документація, комплекси, складанні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Наявність тих чи інших розділів визначається складом виробу, на який складають специфікацію. Назву кожного розділу записують у вигляді заголовка у графі «Найменування» та підкреслюють суцільною тонкою лінією. Після рядка заголовка слід залишити вільний рядок. Як здійснюється запис у кожному розділі, описується далі.

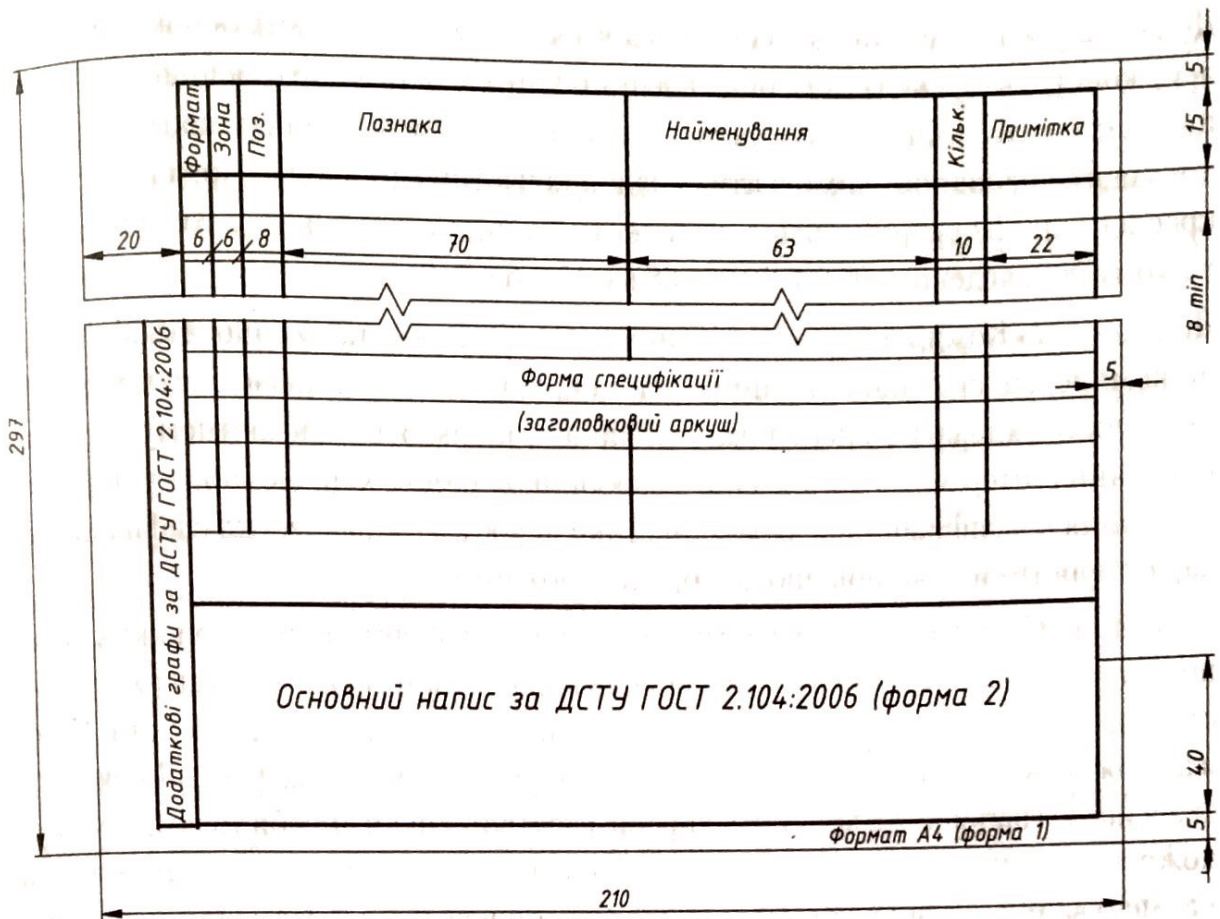


Рис. 10.1

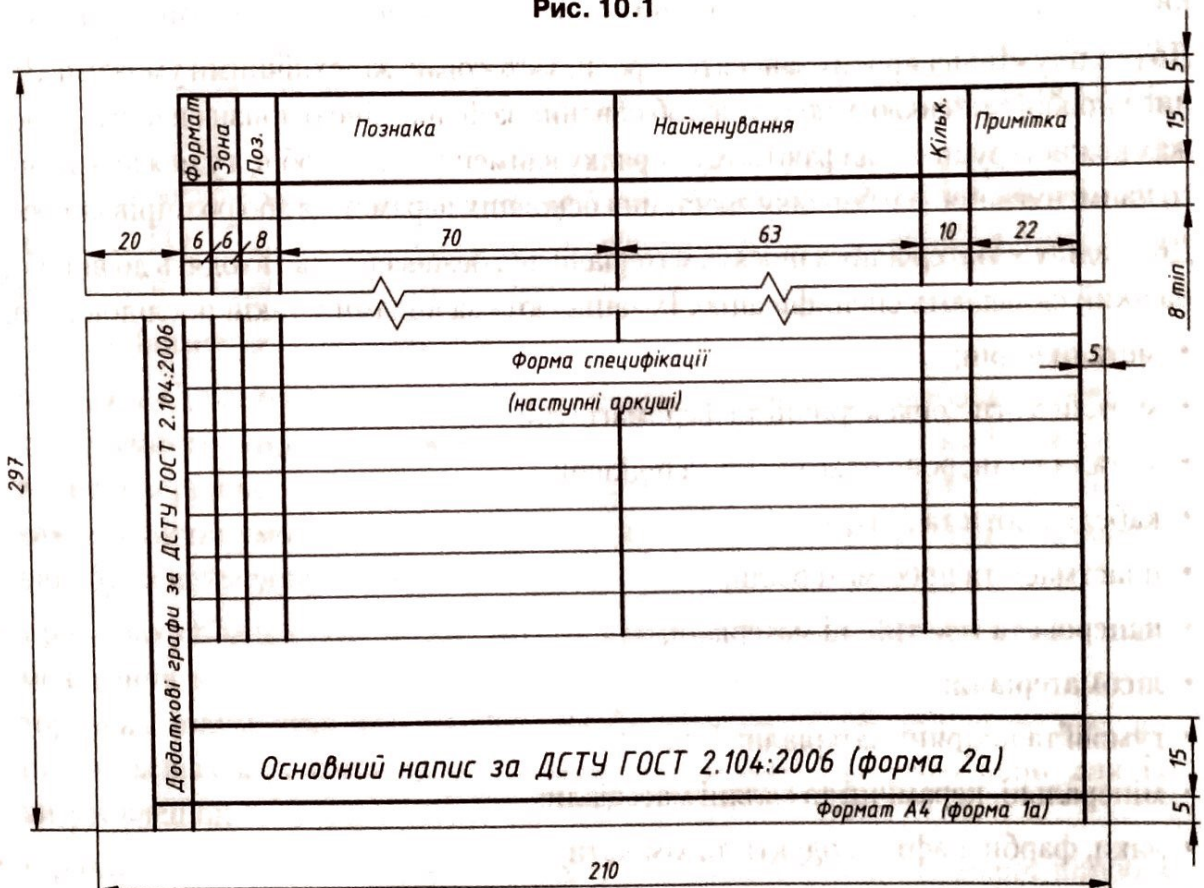


Рис. 10.2

До розділу «Документація» заносять документи, що складають основний комплект конструкторських документів даного виробу, окрім його специфікації, розпису експлуатаційних документів та розпису документів для ремонту, а також документи основного комплекту складових частин (деталей), окрім їх робочих креслеників. Конструкторські документи на виріб записують у тому порядку, у якому їх наведено в ГОСТ 2.102–68 (див. табл. 7. 2).

До розділів «Комплекси», «Складанні одиниці» та «Деталі» заносять відповідно комплекси, складанні одиниці та деталі, що безпосередньо входять до виробу, на який складають специфікацію. Запис здійснюють у алфавітному порядку поєднання літер кодів організацій-розробників, у межах цих кодів — у порядку зростання класифікаційної характеристики виробу, за однакової класифікаційної характеристики — відповідно до порядкового номера.

У розділі «Стандартні вироби» записують вироби, форму та розміри яких встановлено стандартами. Спочатку записують вироби, застосовані за міждержавними стандартами, далі — державними, галузевими та стандартами підприємств. У межах кожної категорії стандартів вироби об'єднують у групи за їх функційною призначеністю (наприклад, кріпильні вироби, електротехнічні вироби тощо). У межах кожної групи їх записують у алфавітному порядку найменувань, у межах кожного найменування — у порядку зростання познач стандартів, а у межах кожної позначки стандарту — у порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу.

До розділу «Інші вироби» заносять вироби, застосовані за технічними умовами. Запис виробів здійснюють по групах, об'єднаних за функційною призначеністю, у межах кожної групи — у алфавітному порядку найменувань виробів, а у межах кожного найменування — у порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу.

До розділу «Матеріали» заносять матеріали, що безпосередньо входять до виробу, на який складають специфікацію. Їх записують за видами у такій послідовності:

- метали чорні;
- метали магнітоелектричні та феромагнітні;
- метали кольорові, благородні та рідкісні;
- кабелі, дроти та шнури;
- пластмаси та прес-матеріали;
- паперові та текстильні матеріали,
- лісоматеріали;
- гумові та шкіряні матеріали;
- мінеральні, керамічні та скляні матеріали;
- лаки, фарби, нафтопродукти та хімікати;
- інші матеріали.

у межах кожного виду матеріали записують у алфавітному порядку найменувань, а у межах кожного найменування — у порядку збільшення розмірів або інших технічних параметрів. У розділ «Матеріали» не записують матеріали, необхідну кількість яких не можна визначити за розмірами елементів виробу (наприклад, припої, клеї, лаки, фарби). Вказівки щодо їх використання дають у технічних вимогах на полі кресленика.

До розділу «Комплекти» заносять розпис експлуатаційних документів, розпис документів для ремонту, застосовані за конструкторськими документами комплекти, які безпосередньо входять до виробу та постачаються разом з ним, а також пакування, призначене для виробу.

Графи специфікації заповнюють наступним чином.

У графі «Формат» зазначають формат документа. Якщо документ виконано на аркушах різних форматів, то у графі проставляють знак * (зірочка), а формати зазначають у графі «Примітка» у порядку їх зростання. Для деталей, на які не виконано кресленики, у графі зазначають БЧ (без кресленика). У розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» та «Матеріали» графу «Формат» не заповнюють.

У графі «Зона» вказують позначку зони кресленика, у якій є номер позиції складової частини виробу, яку записують. Графу заповнюють, якщо кресленик розбито на зони відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.104:2006.

У графі «Поз.» (позиція) зазначають порядкові номери складових частин виробу в послідовності їх запису в специфікації. Для розділів «Документація» та «Комплекти» цю графу не заповнюють.

У графі «Познака» вказують позначки конструкторських документів і виробів відповідно до ГОСТ 2.201–80. Цю графу не заповнюють для розділів «Стандартні вироби», «Інші вироби» та «Матеріали».

У графі «Найменування» зазначають:

- у розділі «Документація» для документів, що входять до основного комплекту документів виробу, на який складають специфікацію, тільки їх найменування, наприклад: «Складальний кресленик», «Схема електрична принципова», «Технічні умови»; для документів на складові частини — найменування виробу та найменування документа;
- у розділах «Комплекси», «Складанні одиниці», «Деталі», «Комплекти» — найменування виробів відповідно до основного напису на основних конструкторських документах цих виробів; для деталей, на які не випущено креслеників, зазначають найменування, матеріал та інші дані, необхідні для їх виготовлення;
- у розділі «Стандартні вироби» — найменування та умовні позначки виробів відповідно до стандартів на них;

- у розділі «Інші вироби» — найменування та умовні позначки виробів відповідно до документів на їх постачання із зазначенням позначок цих документів;
- у розділі «Матеріали» — позначки матеріалів, встановлені стандартами чи технічними умовами на ці матеріали.

Для запису ряду виробів та матеріалів, що різняться розмірами та іншими даними і застосовані за одним і тим самим документом, допускається загальну частину найменування цих виробів чи матеріалів з позначкою вказаного документа записувати на кожному аркуші специфікації один раз у вигляді спільного найменування (заголовка). Під спільним найменуванням записують для кожного із зазначених виробів і матеріалів тільки їх параметри та розміри.

У графі «Кільк.» (кількість) зазначають:

- для складових частин — їх кількість на один виріб;
- для матеріалів — загальну кількість матеріалів на один виріб із зазначенням одиниці вимірювання; допускається одиниці вимірювання зазначати у графі «Примітка» у безпосередній близькості від графі «Кільк.».

У розділі «Документація» графу «Кільк.» не заповнюють.

У графі «Примітка» подають додаткові відомості щодо виробів, документів, матеріалів, унесених до специфікації (наприклад, для деталей, на які не випущено кресленики, зазначають масу, для документів, випущених на двох і більше аркушах різних форматів, записують позначки форматів, перед переліком яких ставлять знак «зірочки»: *) А4, А3).

Після кожного розділу специфікації допускається залишати кілька вільних рядків для додаткових записів. Допускається резервувати і номери позицій, які проставляють у специфікацію після заповнення резервних рядків.

Специфікацію допускається суміщати зі складальним креслеником за умови їх розміщення на одному аркуші формату А4. Такому суміщеному документу присвоюють позначку основного документа.

10.2. Складальний кресленик

Складальним креслеником називається графічний документ, який містить зображення складаної одиниці та інші дані, необхідні для її складання, виготовлення та контролювання. Складальний кресленик виконують на стадії розроблення робочої конструкторської документації.

Відповідно до ГОСТ 2.109–73 складальний кресленик має містити:

- зображення складаної одиниці, яке дає уявлення про розташунок і взаємозв'язки складових частин, що їх з'єднують за даним креслеником, та забезпечує можливість здійснення складання та контролювання складаної одиниці.

Допускається розташовувати на складальних креслениках додаткові схематичні зображення з'єднань та розташунок складових частин виробу;

- розміри, граничні відхили та інші параметри і вимоги, які мають бути виконані або проконтрольовані за складальним креслеником. Допускається зазначати як довідкові розміри деталей, які визначають характер сполучення;
- вказівки щодо характеру сполучення та методів його здійснення, якщо точність сполучення забезпечується не заданими граничними відхилами розмірів, а підбиранням, припасовуванням тощо, а також вказівки про виконання нерознімних з'єднань (зварних, паяних, тощо);
- номери позицій складових частин, що входять до виробу;
- габаритні розміри виробу;
- установчі, приєднавчі та інші необхідні довідкові розміри;
- технічну характеристику виробу (у разі необхідності).

Зазначимо, що габаритні розміри, перенесені з креслеників деталей, або такі, що є сумою розмірів кількох деталей, відносять до довідкових. До довідкових відносять і розміри, які перенесені з креслеників деталей і використовуються як установчі та приєднавчі, а також розміри, що визначають граничні положення окремих елементів конструкції.

У разі зазначення установчих та приєднавчих розмірів мають бути нанесені:

- координати розташунок, розміри з граничними відхилами елементів, що слугують для з'єднання зі сполучуваними деталями;
- інші параметри (наприклад, для зубчастих коліс, що слугують елементами зовнішнього зв'язку, — модуль, кількість та напрямок зубців).

Кількість зображень на складальному кресленику залежить від складності конструкції виробу. Вона має бути мінімальною, але достатньою, щоб дати повне уявлення про взаємний розташунок та з'єднання складових частин. Зображення виконують відповідно до ГОСТ 2.305–68 або стандартів ДСТУ ISO серії 128.

Розріз на складальному кресленику є сукупністю розрізів окремих складових частин, що входять до складаної одиниці. Штрихування у розрізах однієї й тієї самої деталі на усіх зображеннях виконують у один і той самий бік з однаковою відстанню між лініями штриховки. Штриховку суміжних деталей з одного й того самого матеріалу відрізняють зміною напрямку на протилежний, зміною кроку або зсувом штрихів.

На складальному кресленику дозволяється зображати частини виробу, які переміщуються, у їх крайньому або проміжному положенні, зазначаючи розміри, що характеризують ці положення. Допускається наносити зображення примежових (сусідніх) виробів («обстановку») та розміри, що визначають їх взаємний розташунок. Складові частини виробу, які розміщені за «обстановкою», зображають як

видимі. У разі потреби допускається зображати їх як невидимі. Вироби «обстановки» показують спрощено суцільними тонкими лініями і наводять необхідні дані щодо їх місця встановлення, методів кріплення та приєднування.

Складальні кресленики слід виконувати, як правило, зі спрощеннями, які відповідають вимогам ГОСТ 2.109–73 та інших стандартів ЄСКД.

На складальних креслениках допускається не показувати:

- фаски, скруглення, проточки, заглибини, виступи, рифлення та інші дрібні елементи;
- зазори між стрижнем та отвором;
- кришки, щити, кожухи, перегородки тощо, якщо необхідно показати закриті ними складові частини виробу. При цьому над зображенням роблять відповідний напис, наприклад «Кришку поз. 3 не показано»;
- видимі складові частини виробу або їх елементи, які розташовані за сіткою, а також ті, що частково закриті складовими частинами, що розташовані спереду;
- написи на табличках, шкалах та інших подібних елементах, зображаючи лише їх контур.

Вироби з прозорого матеріалу зображують як непрозорі. Допускається складові частини виробу та їх елементи, розташовані за прозорими предметами, зображати як видимі (наприклад, стрілки приладів, внутрішню будову ламп тощо).

Вироби, розташовані за гвинтовою пружиною, яку зображено лише перерізами витків, зображують до зони, що умовно закриває ці вироби і визначається осьовими лініями перерізів витків (рис. 10.3).

На складальних креслениках застосовують такі способи спрощеного зображення складових частин виробу:

- на розрізах зображують нерозітненими складові частини, на які виконано самостійні складальні кресленики;
- типові, покупні та інші вироби, що широко використовуються, дозволяється зображати зовнішніми обрисами. Зовнішні обриси виробу, як правило, слід спрощувати, не показуючи дрібних виступів, западин тощо.

На складальних креслениках, що містять зображення кількох однакових складових частин, допускається виконувати повне зображення однієї складової частини, а зображення решти – спрощено у вигляді зовнішніх обрисів.

Зварний, паяний або клеєний виріб із однорідного матеріалу в з'єднанні з іншими виробами в розрізах і перерізах штрихують в один бік, зображуючи межі між деталями суцільними основними лініями (рис. 10.4). Допускається не показувати межу між деталями, тобто зображати конструкцію як монолітне тіло.

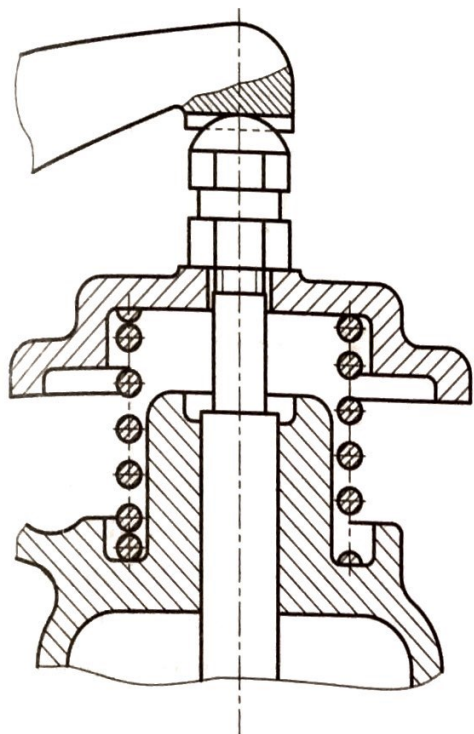


Рис. 10.3

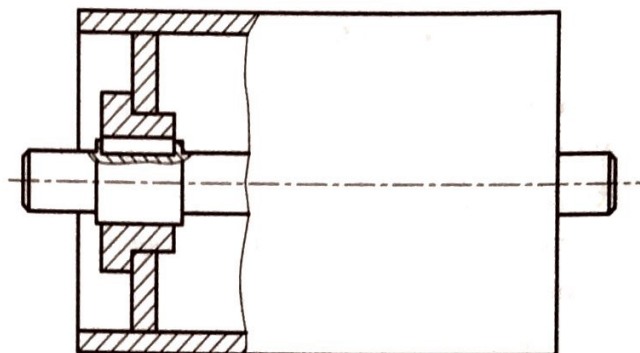


Рис. 10.4

На складальному кресленику всі складові частини складаної одиниці нумерують відповідно до номерів позицій, зазначених у специфікації цієї складаної одиниці. Номери позицій наносять на полицях ліній виносок, проведених від зображень складових частин.

Зазначати номери позицій слід на тих зображеннях, на яких відповідні складові частини проєкціюються як видимі, як правило, на основних видах та розрізах, що їх замінюють.

Номери позицій розташовують паралельно до основного напису кресленика поза контуром зображення та групують у колонку або рядок по можливості на одній лінії. Розмір шрифту номерів позицій має бути на один-два номери більшим за розмір шрифту розмірних чисел на тому самому кресленику.

Номер позиції наносять на кресленику зазвичай один раз; у разі необхідності можна повторно зазначати номери позицій однакових складових частин.

Допускається робити загальну лінію-виноску з вертикальним розташуванням номерів позицій:

- для групи кріпильних деталей, що належать до одного й того самого місця кріплення (рис. 10.5);
- для групи деталей з чітко вираженим взаємозв'язком, що виключає різне розуміння, у разі неможливості підвести лінію-виноску до кожної складової частини (рис. 10.6);

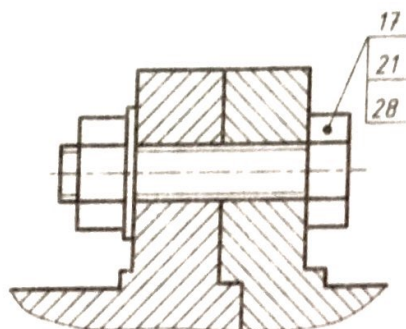


Рис. 10.5

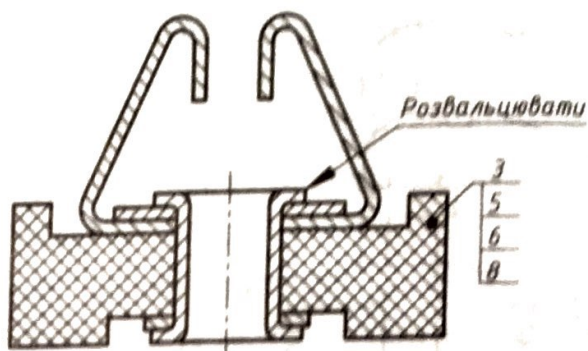


Рис. 10.6

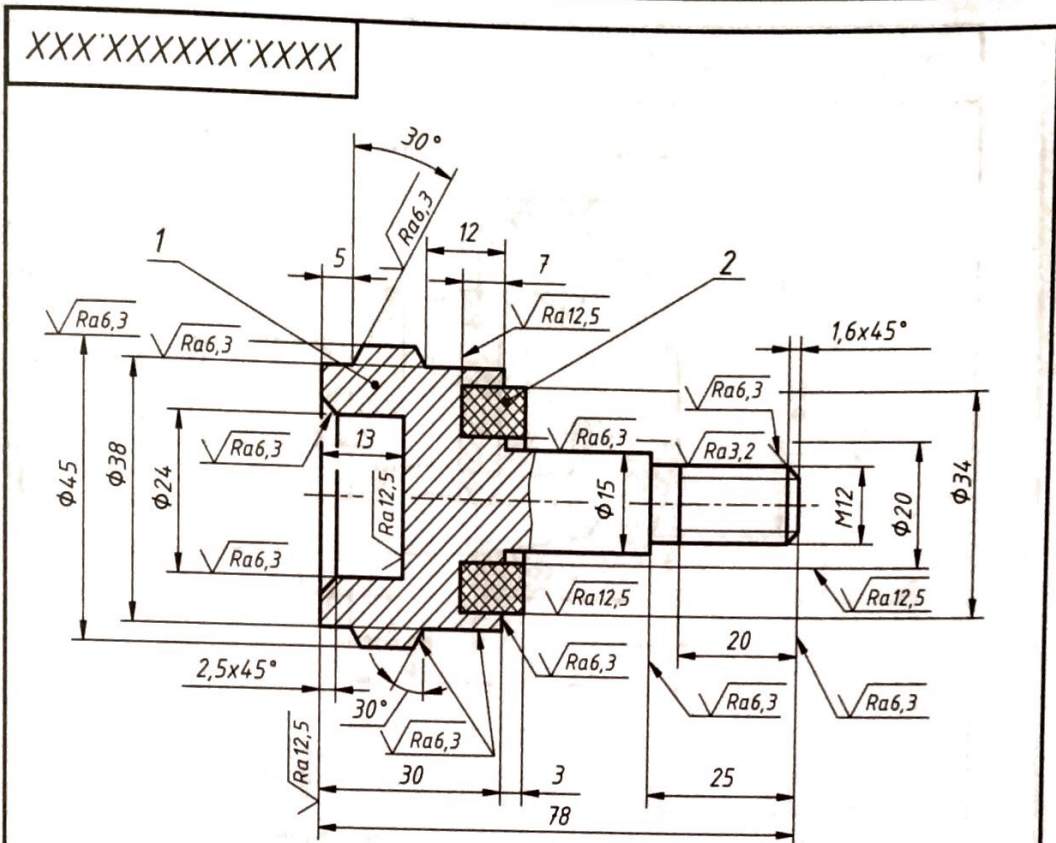
- для окремих складових частин виробу, якщо графічно зобразити їх складно; у цьому випадку допускається ці складові частини не показувати, а місцезнаходження їх визначати за допомогою лінії-виноски, відведеної від видимої складової частини, і на полі кресленника, у технічних вимогах поміщати відповідну вказівку, наприклад «Джгути поз. 12 під скобами обгорнути пресшпаном поз. 22».

Якщо складанню одиницю виготовляють наплавленням на деталь металу чи сплаву, заливанням поверхонь або елементів деталі металом, сплавом, пластмасою, гумою та іншими матеріалами, то кресленик на такі деталі допускається не випускати. На креслениках цих складаних одиниць зазначають розміри поверхонь або елементів під наплавлення, заливання тощо, розміри остаточно готової складаної одиниці та інші дані, необхідні для виготовлення та контролю (рис. 10.7). Розміри для усіх елементів остаточно готової складаної одиниці (окрім виступних елементів арматури) зазначають і у випадку, коли на армувальну деталь виготовляють самостійний кресленик, оскільки ці дані необхідні для проектування формотвірних поверхонь прес-форми (рис. 10.8). Метал, сплав, що їх наплавляють, пластмасу, гуму та інші матеріали, якими заливають армувальні деталі, записують у специфікацію складаної одиниці у розділ «Матеріали».

На складальному кресленнику виробу, що містить деталі, на які не випущено робочих креслеників, на зображенні та (або) в технічних вимогах наводять додаткові до зазначених у специфікації дані, необхідні для виготовлення деталей (шорсткість поверхонь, відхили форми тощо).

Якщо для виготовлення за складальним креслеником деталі нескладної конфігурації (без випуску на неї самостійного кресленника) встановлюють певний сортовий матеріал, то відповідні розміри деталі наводять у специфікації. Якщо немає потреби встановлювати певний сортовий матеріал для деталі, то на складальному кресленнику всі розміри наносять біля зображення цієї деталі, а у специфікації зазначають тільки марку матеріалу.

Приклади виконання складального кресленника та специфікації складаної одиниці наведені на рис. 10.9–10.11.



1. Граничні відхили розмірів H12, h12, $\pm \frac{IT12}{2}$

Формат	Зона	Поз.	Познака	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Деталі</u>		
БЧ		1	XXXX.XXXXXXX.XXX	Клапан		
				Сталь 20 ГОСТ1050-88	1	
				<u>Матеріали</u>		
		2		Суміш гумова НО-68-1 нта		
				ТУ 38 005 1166-98	0,06 кг	
				XXXX.XXXXXXX.XXX		
				Клапан		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Маса
Розроб.						Масштаб
Перев.						1:1
Т.контр.					Аркуш	Аркушів
Н.контр.						
Затв.						

Рис. 10.7

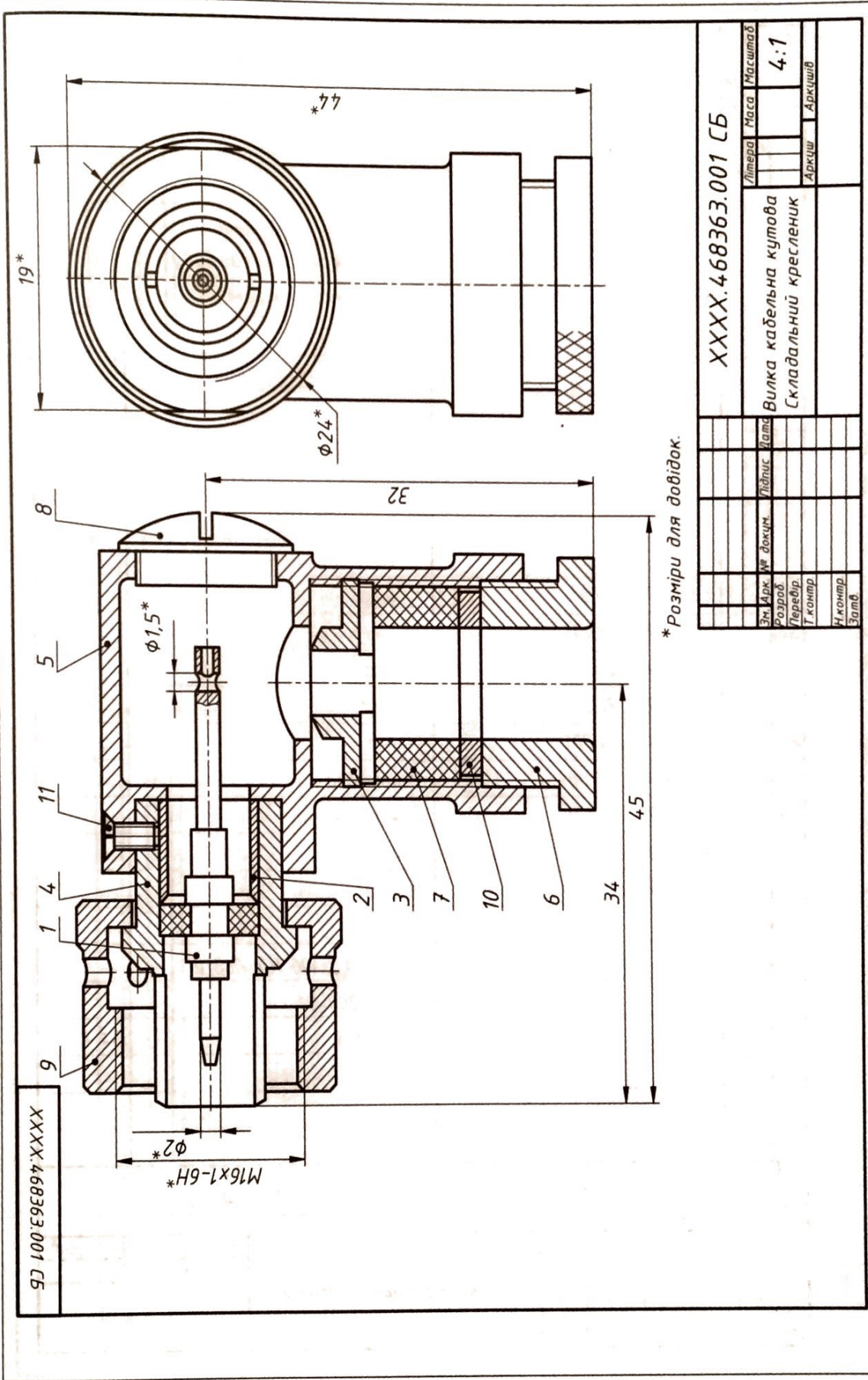


Рис. 10.9

Формат	Зона	Поз	Познака	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			XXXX.468363.001 СБ	Складальний кресленик		
A2			XXXX.468363.001 В0	Кресленик загального виду		
A3			XXXX.468363.001 ГЧ	Габаритний кресленик		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A4	1		XXXX.468342.001	Контакт	1	
				<u>Деталі</u>		
A4	2		XXXX.71114.1.001	Втулка	1	
A4	3		XXXX.711543.001	Гвинт	1	
A3	4		XXXX.715744.001	Стакан	1	
A3	5		XXXX.731372.001	Корпус	1	
A4	6		XXXX.753129.001	Гвинт	1	
A4	7		XXXX.754252.001	Ущільнювач	1	
A4	8		XXXX.758161.001	Заглушка	1	
A3	9		XXXX.758453.001	Гайка	1	
Б4	10		XXXX.758491.001	Шайба		
				Стрічка		
				ДПРНП 1,5x100 НД 168 ШТ		
				ГОСТ 2208-91		
				D=14, d=8	1	1,3 а
XXXX.468363.001						
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера Аркуш Аркушів		
Розроб.						
Перевір.						
Н.контр.						
Затв.				Вилка кабельна кутова		
					1	2

Рис. 10.10

10.3. Габаритний кресленик

Габаритним називається кресленик, що містить контурне (спрощене) зображення виробу з габаритними, установчими і приєднавчими розмірами.

Габаритні кресленики можна виконувати на стадії розробляння як проектної, так і робочої конструкторської документації, залежно від характеру, призначеності чи умов виготовлення виробу.

Габаритні кресленики не призначені для виготовлення за ними виробів і не мають містити даних для виготовлення та складання.

На габаритному кресленику зображення виробу виконують з максимальними спрощеннями. Виріб зображають так, щоб були видні крайні положення частин, що переміщуються, висуваються чи відкидаються. Кількість видів на габаритному кресленику має бути мінімальною, але достатньою, щоб дати уявлення про зовнішні обриси виробу та його виступні елементи (важелі, маховики, кнопки тощо). Зображення виробу виконують суцільними основними лініями, а обриси частин, що переміщуються, у їх крайніх положеннях, — тонкими штрихово-пунктирними з двома крапками.

На габаритному кресленику допускається зображати тонкими лініями «обстановку» — деталі та складанні одиниці, що не входять до складу виробу.

На габаритному кресленику наносять габаритні, установчі та приєднавчі розміри, а також, у разі потреби, розміри, що визначають положення виступних частин. Установчі та приєднавчі розміри, необхідні для ув'язки з іншими виробами, мають бути зазначені з граничними відхилами. На габаритному кресленику не зазначають, що всі наведені на ньому розміри є довідковими.

На габаритному кресленику дозволяється поміщати вказівки щодо зберігання, транспортування та експлуатації виробу.

Приклад виконання габаритного кресленика показано на рис. 10.12.

10.4. Монтажний кресленик

Монтажним називається кресленик, що містить контурне (спрощене) зображення виробу, а також дані, згідно з якими його встановлюють (монтують) на місці експлуатування.

Монтажний кресленик має містити:

- зображення виробу, який монтують;
- зображення виробів, що їх застосовують у монтажі, а також повне чи часткове зображення пристрою (конструкції, фундаменту), до якого кріпиться виріб;
- установчі та приєднавчі розміри з граничними відхилами;

- перелік складових частин, необхідних для монтажу;
- технічні вимоги до монтажу виробу.

Монтажні кресленики випускають на вироби, що їх монтують на одному певному місці (пристрої, об'єкті, фундаменті) або ж на декількох різних місцях. Монтажний кресленик випускають також у тому випадку, коли необхідно показати з'єднання складових частин комплексу між собою на місці експлуатування.

Монтажний кресленик виконують за правилами, встановленими для складальних креслеників, з урахуванням правил, викладених нижче.

Виріб, який монтують, зображають на кресленнику спрощено, показуючи його зовнішні обриси. Детально показують елементи конструкції, які необхідні для правильного монтажу виробу.

Пристрій (об'єкт, фундамент), до якого кріпиться виріб, зображають спрощено, показуючи лише ті частини, які необхідні для правильного визначення місця та способу кріплення виробу.

Зображення виробу, який монтують, та виробів, що входять до комплексу монтажних частин, виконують суцільними основними лініями, а пристрій, до якого кріпиться виріб, — суцільними тонкими.

На монтажному кресленнику зазначають приєднавчі, установчі та інші розміри, які необхідні для монтажу.

Перелік складових частин, необхідних для монтажу, може бути виконаний за формою 1 ГОСТ 2.106–96, за винятком граф «Формат» і «Зона», і має бути розташований на першому аркуші кресленика. У перелік записують виріб, який монтують, а також складанні одиниці, деталі та матеріали, необхідні для монтажу. Допускається замість переліку зазначати позначки цих складових частин на полицях ліній-виносів.

На монтажному кресленнику на полиці лінії-виноска чи безпосередньо на зображенні зазначають найменування та (або) позначку пристрою (об'єкта) чи частини пристрою, до якого кріпиться виріб.

10.5. Кресленик загального виду

Кресленик загального виду – це кресленик, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Кресленик загального виду належить до проектних документів і розробляється на стадіях технічної пропозиції, ескізного та технічного проектів. Він є основою для подальшого розроблення креслеників деталей, специфікації та складального кресленика виробу. Вимоги до виконання кресленика загального виду регламентують ГОСТ 2.118–73, ГОСТ 2.119–73 та ГОСТ 2.120–73.

Відповідно до ГОСТ 2.119–73 кресленик загального виду ескізного проекту в загальному випадку має містити:

- зображення виробу (види, розрізи, перерізи), текстову частину та написи, необхідні для розуміння конструктивного устрою виробу, взаємодії його складових частин і принципу роботи виробу;
- найменування, а також позначки (якщо вони є) тих складових частин виробу, для яких потрібно зазначити дані (кількість, вказівки щодо матеріалу тощо) або запис яких є необхідним для пояснення зображення кресленика загального виду;
- розміри та інші дані, що їх наносять на зображення;
- схему, якщо вона потрібна, але оформляти її окремим документом недоцільно;
- технічну характеристику виробу, якщо це необхідно для зручності порівняння варіантів за креслеником загального виду.

Зображення на кресленику загального виду виконують з максимальними спрощеннями, передбаченими стандартами ЄСКД для робочих креслеників. Складові частини виробу, у тому числі запозичені (розроблені раніше) і покупні, зображують зі спрощеннями (іноді у вигляді контурних обрисів), якщо при цьому забезпечено розуміння конструктивного устрою виробу, взаємодії його складових частин та принципу роботи.

Найменування та позначки складових частин виробу на креслениках загального виду зазначають одним із таких способів:

- на полицях ліній-виносок;
- у таблиці, яку розташовують на тому самому аркуші, що і зображення виробу;
- у таблиці, виконаній на окремих аркушах формату А4, які вважають наступним аркушами кресленика загального виду.

За наявності таблиці на полицях ліній-виносок зазначають номери позицій складових частин.

Таблиця в загальному випадку складається з таких граф: «Поз.», «Позначка», «Кільк.» «Додаткові вказівки». Запис складових частин у таблицю рекомендується виконувати в такому порядку: запозичені вироби, покупні вироби, заново розроблювані вироби.

Елементи кресленика загального виду (номери позицій, текст технічних вимог, написи та ін.) виконують за правилами, встановленими стандартами ЄСКД для робочих креслеників.

На стадії технічного проекту кресленик загального виду виконують за тими самими правилами, що й на стадії ескізного проекту. Окрім того, у разі необхідності на ньому наводять (ГОСТ 2.120–73):

- вказівки щодо вибраних посадок деталей (наносять розміри та граничні відхили сполучуваних поверхонь за ГОСТ 2.307–68);
- технічні вимоги до виробу, наприклад щодо застосовування певних видів покриттів, методів зварювання, які забезпечують необхідну якість виробу (ці вимоги треба брати до уваги в ході подальшого розроблення робочої документації);
- технічні характеристики виробу, які необхідні для подальшого розроблення креслеників.

Розглянемо детальніше позначання на кресленику посадок деталей.

Посадкою називається характер з'єднання деталей, який визначається різницею їх розмірів до складання. Посадки використовують для забезпечення відносної рухомості або нерухомості сполучуваних деталей.

Різні види посадок для даного квалітету та інтервалу номінальних розмірів утворюються за рахунок поєднання полів допусків отвору та вала (див. підрозділ 8.4). Залежно від вибраного поєднання посадка може бути з *натягом* (коли найбільший граничний розмір отвору менший за найменший граничний розмір вала чи дорівнює йому), з *зазором* (коли найменший граничний розмір отвору більший за найбільший граничний розмір вала чи дорівнює йому) та *перехідною* (коли в з'єднанні можна отримати як зазор, так і натяг залежно від дійсних розмірів отвору та вала). Схематичні подання посадок із зазором, натягом та перехідних наведені відповідно на рис. 10.13, а, б та в.

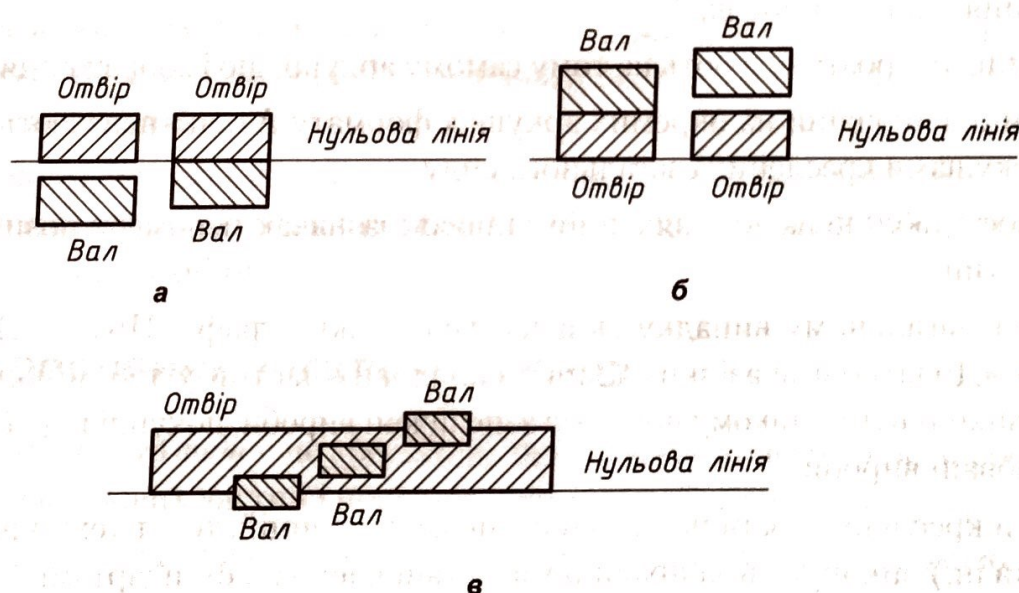


Рис. 10.13

Найраціональнішим є такий спосіб утворення посадок, коли одна деталь (отвір або вал) у різних посадках має постійний розташунок поля допуску, а потрібний характер посадки забезпечується підбором розташунок поля допуску другої сполучуваної деталі (вала чи отвору). Деталь, у якій поле допуску залишається без змін і не залежить від виду посадки, називають *основною деталлю системи*. Якщо цією деталлю є отвір, то з'єднання виконане *в системі отвору*, якщо основною деталлю є вал — *у системі вала*. Схематичні зображення посадок у системі отвору та системі вала показані відповідно на рис. 10.14 та 10.15.

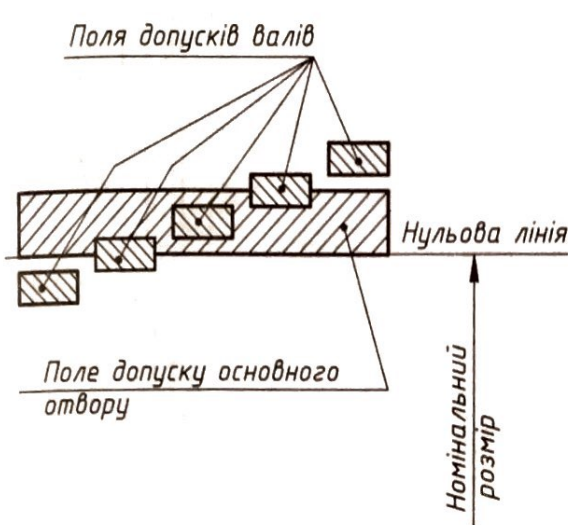


Рис. 10.14

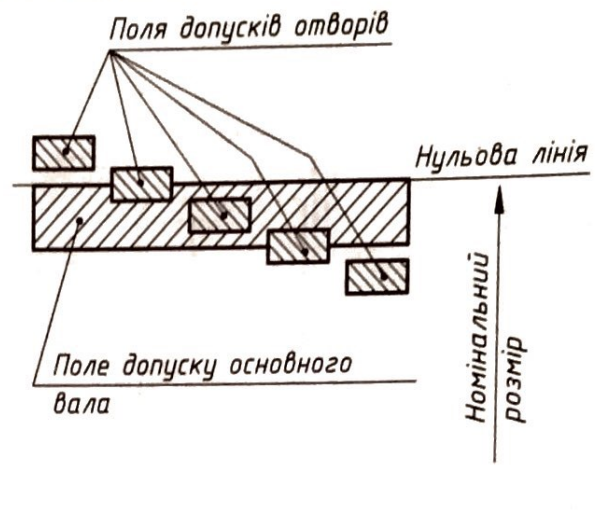


Рис. 10.15

У системі отвору нижній відхил розміру основного отвору дорівнює нулю й умовно позначається літерою H , у системі вала верхній відхил розміру основного вала дорівнює нулю й умовно позначається h . Система отвору має переважне застосування порівняно із системою вала внаслідок, як правило, простішої технології оброблення деталей.

Умовність позначання посадки на кресленку полягає в тому, що ні зазор, ні натяг не мають графічного зображення. Вал та отвір на кресленку мають однаковий розмір, що відповідає номінальному. Характер з'єднання визначається за позначкою посадки, яку записують у вигляді дробу, у чисельнику якого зазначають позначку поля допуску отвору, а у знаменнику — позначку поля допуску вала, наприклад $H7/g6$ або $\frac{H7}{g6}$. Позначку посадки наносять після розмірного числа, що визначає номінальний розмір, наприклад $\varnothing 40 H7/g6$. Дозволяється посадку позначати у вигляді дробу, у чисельнику якого зазначають числові значення граничних відхилів отвору, а в знаменнику — числові значення граничних відхилів вала, наприклад $40 \frac{+0,25}{-0,25} / \frac{-0,50}{-0,50}$. Приклад виконання кресленка загального виду показано на рис. 10.16.

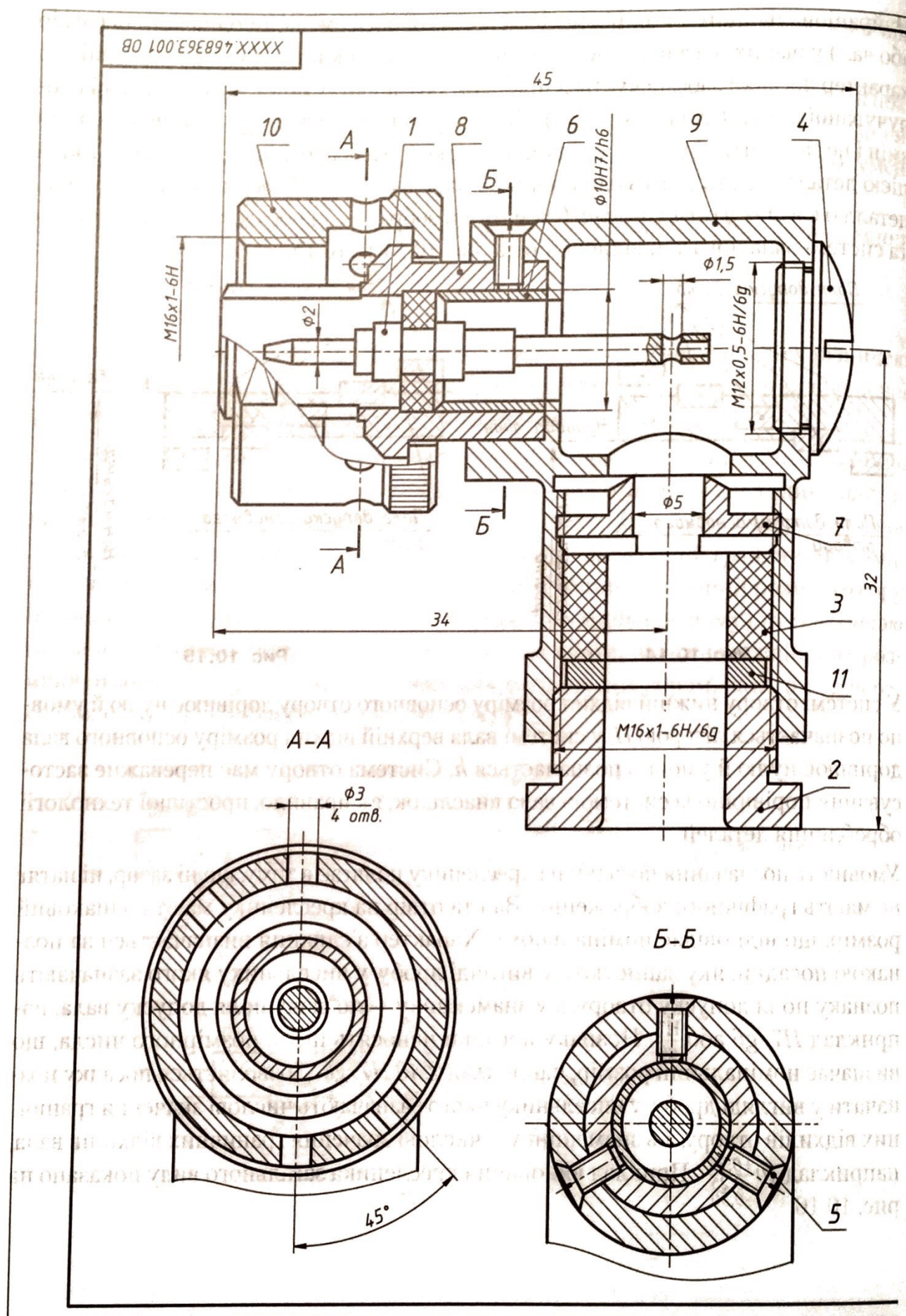
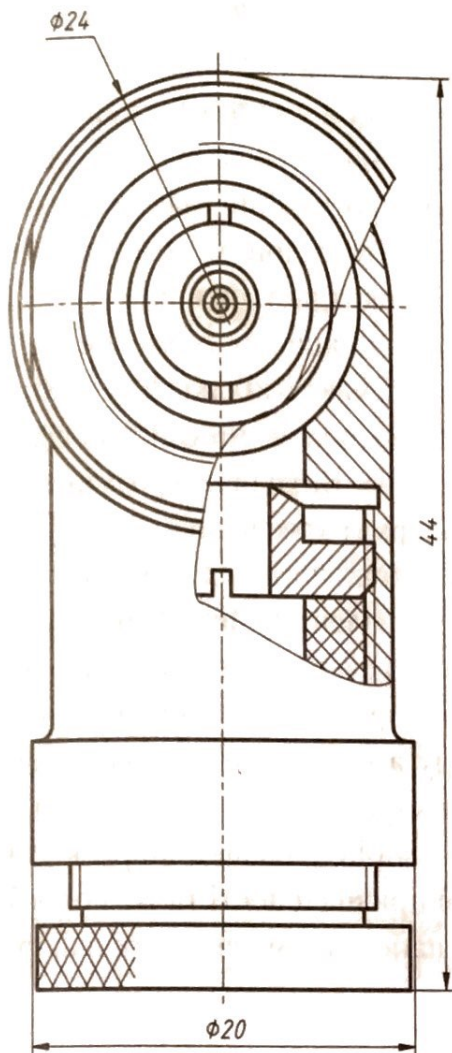


Рис. 10.16



Поз.	Познака	Найменування	Кільк.	Додаткові вказівки
		<u>Запозичені вироби</u>		
1	XXXX.468342.001	Контакт	1	
2	XXXX.753129.001	Гвинт	1	
3	XXXX.754252.001	Ущільнювач	1	
4	XXXX.758161.001	Заглушка	1	
		<u>Покупні вироби</u>		
5		Гвинт М2-6х5.33		
		ГОСТ 17475-80	3	
		<u>Заново розроблювані вироби</u>		
6	XXXX.711141.001	Втулка	1	
7	XXXX.711543.001	Гвинт	1	
8	XXXX.715744.001	Стакан	1	
9	XXXX.731372.001	Корпус	1	
10	XXXX.758453.001	Гайка	1	
11	XXXX.758491.001	Шайба	1	

Технічна характеристика

- 1. Хвильовий опір 50 Ом.
- 2. Робоча напруга (амплітудне значення) 500 В.
- 3. Діапазон частот до 3000 МГц.
- 4. Кількість з'єднань-роз'єднань не менша ніж 5000.

XXXX.468363.001 В0							
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	Вилка кабельна кутова		
Разроб.							
Перев.					Кресленик загального виду		
Т.контр.							
Н.контр.					Літ. Маса Масштаб		
Затв.							
					5:1		
					Аркуш Аркушів		

10.6. Деталювання кресленика загального виду

У практиці проектування робочі кресленики деталей отримують, використовуючи інформацію, що міститься в кресленнику загального виду. Процес виконання креслеників деталей за кресленником загального виду називається *деталюванням*.

Перш ніж розпочати виконання креслеників окремих деталей, потрібно прочитати кресленик складаної одиниці. Читання кресленика починають з основного напису, звідки дізнаються найменування виробу та масштаб зображень. Далі знайомляться з розташуванням зображень, з'ясовують їх проекційний взаємозв'язок. За зображеннями й таблицею складових частин виробу за допомогою номерів позицій визначають, з яких деталей і в якій кількості складається виріб та як ці деталі взаємодіють між собою. Після цього беруться до аналізу геометричних форм окремих деталей. З'ясувавши форму деталі, визначають кількість необхідних для неї зображень та вибирають головне, керуючись положеннями, викладеними раніше у розділі «Виконання креслеників деталей». Виходячи з розмірів та складності деталі, вибирають масштаб зображень та формат кресленика. Виконуючи зображення деталі, слід пам'ятати, що кресленики загального виду допускають умовності та спрощення, у той час як на робочому кресленнику деталь має бути зображена зі всіма конструктивними та технологічними елементами. На виконанні зображення наносять усі необхідні розміри. Розміри фасок, проточок, канавок тощо визначають не за кресленником загального виду, а за стандартами на ці елементи. Вивчивши за кресленником загального виду характер сполучення деталі з іншими деталями, наносять граничні відхилення розмірів. Позначки шорсткості поверхонь деталі наносять, виходячи з функційної призначеності та технології виготовлення. Закінчують виконання кресленика нанесенням текстової інформації та заповненням основного напису.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке специфікація?
2. З яких розділів складається специфікація та в якому порядку їх розміщують?
3. У якому порядку здійснюють запис у розділі «Стандартні вироби»?
4. Яку інформацію має містити складальний кресленик?
5. Які умовності та спрощення допускаються на складальних креслениках?
6. Яких правил слід дотримуватися в ході нанесення номерів позицій?
7. Як зазначають розміри деталей, на які не випущено окремих креслеників?
8. Які розміри зазначають на габаритних креслениках?
9. Що таке кресленик загального виду та яку інформацію він має містити?
10. Що називається посадкою та якими бувають посадки?
11. Якої послідовності дій слід дотримуватися в ході деталювання кресленика загального виду?

Розділ 11

Виконання креслеників деяких виробів радіоелектронної апаратури

- ◆ Кресленики виробів з обмотками та магнітопроводами
- ◆ Кресленики друкованих плат
- ◆ Виконання кресленика та специфікації друкованого вузла

11.1. Кресленики виробів з обмотками та магнітопроводами

Кресленики виробів з електричними обмотками (електричних машин, трансформаторів, котушок індуктивностей тощо), як правило, є складальними креслениками і в загальному випадку мають містити зображення виробу, що дає уявлення про склад, розташунок та взаємодію його складових частин, габаритні, приєднавчі та установчі розміри, номери позицій складових частин, технічні вимоги до виготовлення та контролювання виробу. Основним конструкторським документом виробу з обмотками та магнітопроводами є специфікація, виконана відповідно до вимог ГОСТ 2.106–96.

Особливості виконання креслеників виробів з електричними обмотками відображені в ГОСТ 2.415–68. Згідно з його положеннями, зображаючи вироби типу якорів (роторів), статорів та індукторів електричних машин в повздовжньому розрізі, як правило, показують верхню половину предмета. Якщо необхідно показати нижню половину предмета, на кресленику дають лише її контур. Зображення обмоток в розрізах та перерізах залежить від виду обмотки. Одновиткову, двовиткову та стрижневу обмотки в поперечних розрізах та перерізах не штрихують, багатовиткову штрихують «в клітинку» (рис. 11.1); при цьому напрям штриховки має бути паралельним до осі паза (для якорів і статорів) або осі каркаса котушки (для трансформаторів та дроселів). На розрізі котушки вздовж проводів обмотки її зображають так, як показано на рис. 11.2. Кількість зображених на кресленику витків є умовною, вона не може відповідати фактичній їх кількості, а також

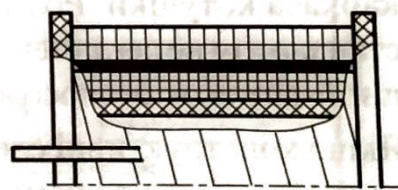


Рис. 11.1

не залежить від кількості шарів обмотки та товщини проводу. У разі необхідності на креслениках котушок з обмотками показують напрям намотування (див. рис. 11.2).

Одношарову та багатошарову ізоляцію, якщо її товщина на кресленику 2 мм і більше, штрихують як неметалеві матеріали, а ізоляцію, товщина якої менше ніж 2 мм, зачорнюють (рис. 11.3).

Багатошарову ізоляцію з одного й того самого матеріалу зображають як монолітне тіло, не проводячи ліній, що розмежовують окремі шари ізоляції (рис. 11.3, а). Суміжні шари ізоляції, виконаної з різних матеріалів, розмежовують суцільними основними лініями (рис. 11.3, б). Проводи неізольованих котушок на видах не креслять, а котушку зображають як монолітне тіло.

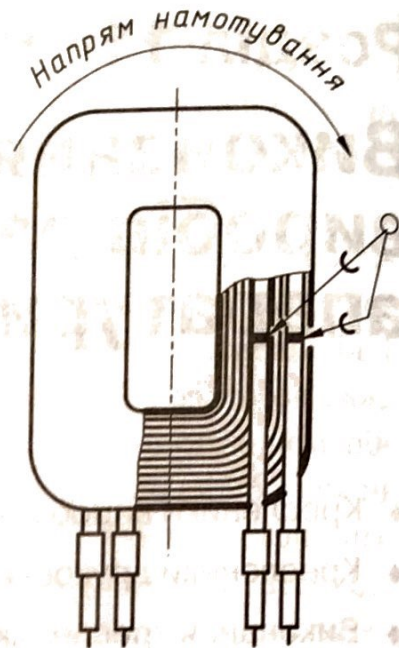


Рис. 11.2

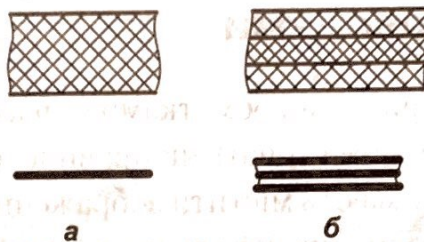


Рис. 11.3

Вказівки про кількість шарів і витків обмотки, ізоляції, а також дані про їх розташунок поміщають у технічних вимогах або в таблиці даних обмотки. Порядок розміщення даних у таблиці має відповідати порядку намотування, починаючи від каркаса котушки. Розміри граф таблиці та їх зміст визначаються розробником і стандартом не регламентуються. Короткі записи допускається поміщати на полицях ліній-виносок безпосередньо біля зображення, наприклад «2 шари», «25 витків».

Якщо конструктивні елементи кріплення виводів до обмотки, ізоляції місць паяння тощо зобразити неможливо, усі вказівки про порядок кріплення виводів, способи ізоляції наводять у технічних вимогах або у таблиці даних обмотки.

На складальному кресленику виробу з обмотками, як правило, поміщають схему обмотки. У разі необхідності початок та кінець кожної обмотки позначають відповідно буквами *П* та *К* з додаванням номера обмотки, наприклад *П1*, *П2* або *К1*, *К2*. На кресленику наводять також дані про просочування, паяння та лакофарбовий покрив, які зазначають у технічних вимогах.

На рис. 11.4 та 11.5 наведено приклади оформлення складального кресленика та специфікації котушки.

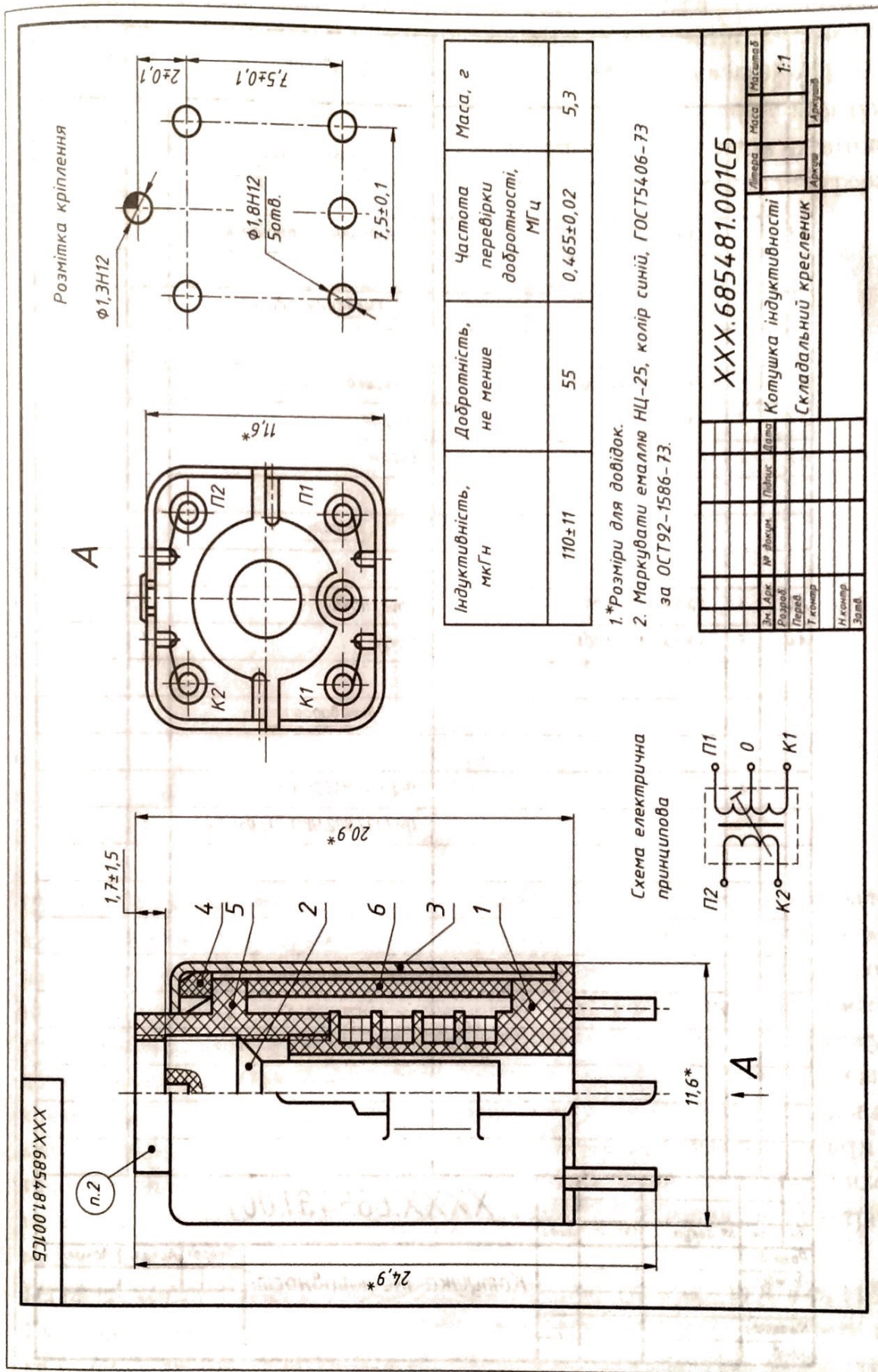


Рис. 11.4

У разі виконання креслеників виробів з шихтованими (які набирають з листів) та витими (які навивають зі стрічок) магнітопроводами слід керуватись положеннями ГОСТ 2.416–68, який встановлює умовні зображення цих видів магнітопроводів.

Шихтовані та виті магнітопроводи у поперечних розрізах та перерізах штрихують, як показано на рис. 11.6, а і б. У розрізах та перерізах вздовж листів магнітопроводи не штрихують. Виті магнітопроводи у повздовжніх розрізах та перерізах (відносно стрічок) штрихують, як показано на рис. 11.7.



Рис. 11.6

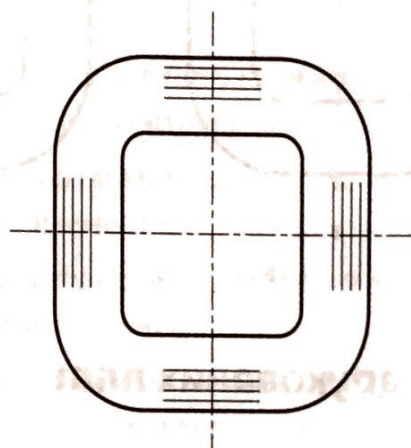


Рис. 11.7

Штрихування виконують суцільними тонкими лініями. Відстань між паралельними лініями штриховки має бути однаковою для усіх перерізів даного предмета, що їх виконують в одному й тому самому масштабі. Цю відстань вибирають у межах від 1 до 10 мм залежно від площі штриховки та необхідності різноманітності штриховки суміжних перерізів. Лінії штриховки (див. рис. 11.6) обмежують допоміжними діагоналями, які на кресленику не показують. Довжину ліній штриховки в разі позначання витих магнітопроводів не регламентують, але ця довжина має бути приблизно однаковою. Напрямок ліній штриховки має відповідати розташуванню листів або витків стрічки магнітопроводів. Кількість ліній штриховки не залежить від кількості листів (витків стрічки) і від товщини листів (стрічки) магнітопроводу.

На видах магнітопроводи показують як монолітні тіла (рис. 11.8, а та 11.9, а). Якщо немає розрізів магнітопроводів, допускається на виді проводити кілька штрихових ліній у напрямку розташування листів (рис. 11.8, б) або стрічок (рис. 11.9, б).

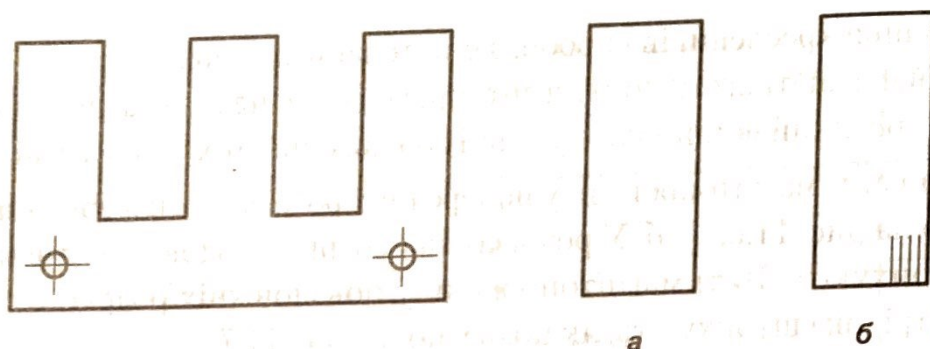


Рис. 11.8

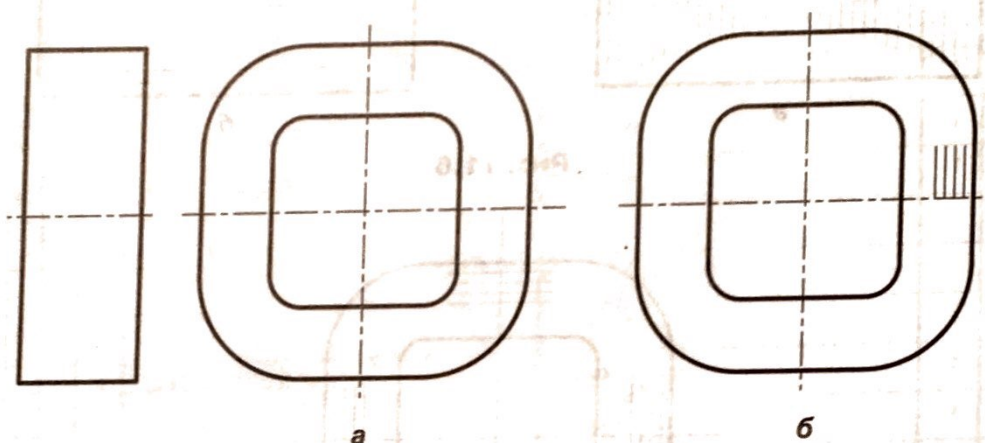


Рис. 11.9

11.2. Кресленики друкованих плат

Друкована плата є основним конструктивним елементом для друкованого монтажу електронних компонентів відповідно до електричної принципової схеми. Терміни та визначення основних понять в галузі друкованих плат встановлює ДСТУ 2646–94. Наведемо ті з них, які буде використано в подальшому викладі матеріалу.

Друкований монтаж — спосіб монтажу, згідно з яким сполучення елементів електричного пристрою виконано за допомогою друкованих провідників.

Друкована плата — основа, яка вміщує провідний рисунок та необхідні отвори.

Рисунок (друкованої плати) — конфігурація провідникового і (або) діелектричного матеріалів, отримана друком відповідного зображення на друкованій платі.

Провідний рисунок — рисунок друкованої плати, утворений провідниковим матеріалом.

Основа (друкованої плати) — частина друкованої плати, на поверхні або в об'ємі якої виконано провідний рисунок.

Однобічна друкована плата — друкована плата з провідним рисунком лише на одному боці.

Двобічна друкована плата — друкована плата, провідний рисунок якої виконано на двох протилежних боках з потрібними сполученнями між ними.

Багатошарова друкована плата — друкована плата, провідний рисунок якої виконано шарами в об'ємі та на поверхні основи.

Гнучка друкована плата — друкована плата, яка має гнучку основу.

Жорстка друкована плата — друкована плата, яка має жорстку основу.

Друкований вузол — друкована плата, до якої підімкнено зовнішні елементи та виконано всі процеси обробляння (паяння, покривання та ін.).

Товщина (друкованої плати) — товщина матеріалу основи друкованої плати, включаючи провідний рисунок або рисунки.

Друкований провідник — одна провідна смужка у провідному рисунку.

Ширина друкованого провідника — поперечний розмір друкованого провідника в будь-якому місці, видимому в плані.

Контактна площадка (друкованої плати) — частина провідного рисунка, використовувана для сполучення елементів радіоелектронної апаратури.

Контактна група — група контактних площадок, призначених для монтажу багатовивідного зовнішнього елемента.

Металізований отвір (друкованої плати) — отвір у друкованій платі з осадженим на стінках провідниковим матеріалом.

Монтажний отвір (друкованої плати) — отвір, використовуваний для з'єднання виводів зовнішніх елементів з друкованою платою, а також для будь-якого електричного сполучення з провідним рисунком.

Перехідний отвір — наскрізний металізований отвір, який служить тільки для електричного сполучення провідників, розташованих на різних шарах плати.

Кріпильний отвір (друкованої плати) — отвір, використовуваний для механічного кріплення друкованої плати на шасі або для механічного кріплення зовнішніх елементів до друкованої плати.

Бік монтажу (друкованої плати) — бік друкованої плати, на якому розміщено більшість зовнішніх елементів.

Бік паяння (друкованої плати) — бік друкованої плати, протилежний до боку монтажу друкованої плати.

Координатна сітка (кресленика друкованої плати) — сітка, яка визначає положення елементів рисунка друкованої плати у прямокутній або полярній системі координат.

Вузол координатної сітки — точка перетину ліній координатної сітки.

Крок координатної сітки — відстань між сусідніми лініями координатної сітки у лінійних або кутових одиницях.

Для виготовлення друкованих плат використовують фольговані та нефольговані листові діелектричні матеріали. Найширше використовують фольговані діелектрики. Для їх виробництва використовують папір або склотканину, просочені синтетичними композиційними смолами, а також полімерні плівки з лавсану, фторопласту тощо. На поверхню листових діелектричних матеріалів з одного або з двох боків, залежно від призначеності друкованих плат, наклеюють мідну фольгу товщиною 20, 35 або 50 мкм. Таким чином виготовляють одnobічні або двобічні фольговані діелектрики. Приклади деяких фольгованих матеріалів наведено у табл. 11.1.

Таблиця 11.1. Матеріали друкованих плат

Назва матеріалу	Марка матеріалу	ГОСТ, ТУ	Товщина фольги, мкм	Товщина матеріалу з фольгою, мм	Галузь застосування
Склотекстоліт фольгований одnobічний	СФ-1-35	ГОСТ 10316-68	35	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0	Одnobічні друковані плати
	СФ-1-50		50	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0	
Склотекстоліт фольгований двобічний	СФ-2-35		35	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0	Двобічні друковані плати
	СФ-2-50		50	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0	
Склотекстоліт теплостійкий фольгований одnobічний	СТФ-1	ТУ 16-503.161-77	35	0,13; 0,15; 0,20; 0,25; 0,35; 0,5; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5	Одnobічні друковані плати з підвищеною нагрівостійкістю
Склотекстоліт теплостійкий фольгований двобічний	СТФ-2		35	0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0	Двобічні друковані плати з підвищеною нагрівостійкістю

Виготовлення друкованих плат (ДСТУ 2646-94) здійснюють хімічним, електрохімічним або комбінованим методами. Останнім часом набуває поширення новий метод виготовлення — адитивний.

Хімічний (субтрактивний) метод полягає в тому, що на мідну фольгу, приклеєну до діелектрика з одного або двох боків, наносять фоторезистивний рисунок друкованої плати. Фоторезист — це світлочутливий матеріал, який під впливом актинічного випромінювання змінює властивості, перш за все розчинність. За-

готованку з нанесеним рисунком піддають травленню, в результаті чого в незахищених фоторезистом ділянках фольга розчиняється. Після цього фоторезист видаляють, провадять свердління монтажних отворів і лудіння провідників та контактних площинок. Таким чином, у разі застосування хімічного методу монтажні отвори не металізуються, що є одним із суттєвих недоліків.

В *електрохімічному* методі провідний рисунок отримують у результаті осадження металу на нефольгований діелектрик. При цьому попереднє осадження тонкого шару металу здійснюють хімічним відновленням, а вибіркове — гальванічним осадженням.

Комбінований метод є поєднанням перших двох методів. Провідний рисунок отримують витравлюванням міді, а металізацію отворів здійснюють електрохімічним способом. Залежно від того, на якому етапі відбувається травлення фольги (до металізації отворів чи після металізації) розрізняють відповідно негативний та позитивний комбінований методи виготовлення друкованих плат.

Адитивний метод полягає у створенні провідного рисунка за допомогою вибіркового осадження провідникового матеріалу на нефольгований матеріал основи.

Розробляючи друковані плати, потрібно задовольняти багато вимог щодо забезпечення їх конструктивних параметрів. Ці вимоги викладено в міждержавних стандартах ГОСТ 10317–79, ГОСТ 23751–86 та низці інших. Слід зауважити, що деякі положення цих стандартів є застарілими і не відповідають сучасному рівню розвитку електроніки, тому на поточний момент вітчизняні розробники та виробники електроніки поряд з використанням положень зазначених міждержавних стандартів використовують положення стандартів IPC. IPC (The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits) — це міжнародна асоціація виробників електроніки, основним завданням якої є розроблення та випуск нормативної документації та рекомендацій, які забезпечують координацію між виробниками електронних компонентів, друкованих плат, обладнання, матеріалів та виробниками електроніки. Сформулюємо основні рекомендації з конструювання друкованих плат, базуючись на положеннях стандартів IPC, ГОСТ 10317–79 та ГОСТ 23751–86.

Згідно з ГОСТ 10317–79 лінійні розміри кожного з боків друкованої плати мають бути кратними:

- 2,5 за довжини до 100 мм;
- 5,0 за довжини до 350 мм;
- 10,0 за довжини понад 350 мм.

Максимальний розмір будь-якого з боків не має перевищувати 470 мм. Співвідношення лінійних розмірів сторін має бути не більшим ніж 1:3.

Граничні відхилення всіх лінійних розмірів мають відповідати встановленим ГОСТ 25347–82 і бути не більшими за 12-й квалітет для сполучуваних розмірів контуру друкованої плати та за 14-й квалітет — для несполучуваних розмірів (ГОСТ 23751–86).

З метою спрощення компоновання блоків та уніфікації розмірів рекомендовано вибирати останні з табл. 11.2.

Таблиця 11.2. Лінійні розміри друкованих плат

У міліметрах

Ширина	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина	Довжина	Ширина	Довжина
20	30	60	90	100	120	140	150
	40		100		130		200
30	40		140	110	150	150	150
		160	170		170		
40	60	75	75	120	180		
45	75		90		140		200
	80		170	150	160	170	
50	60	80	130	120		160	200
	80		140		170	180	
	100	90	90		170	200	
	150		120			200	280
60	60	90	150	130	200	200	360
	80		170				

Для розміщення зовнішніх елементів та трасування провідників друкованої плати використовують координатну сітку ліній у прямокутній або полярній системі координат. ГОСТ 10317–79 встановлює основний крок координатної сітки рівним 2,50 мм, а додаткові — 1,25; 0,625; (0,5) мм. Зауважимо, що на теперішній час ці положення є застарілими, оскільки з'явилися компоненти з кроком виводів, меншим за 0,5 мм, а також використовуються компоненти закордонного виробництва з кроком у частки дюйма. У зв'язку з цим, базуючись на положеннях стандартів IPC, у ході розроблення друкованих плат як основний крок координатної сітки беруть 0,50 мм в обох напрямках. Якщо координатна сітка з номінальним кроком 0,50 мм не задовольняє вимоги конкретної конструкції, то слід застосувати координатну сітку з основним кроком 0,05 мм. Для конструкцій, у яких використано елементну базу з кроком 0,625 мм, допускається застосування кроку координатної сітки 0,625 мм. Крок координатної сітки вибирають відповідно до

кроку більшості елементів, які встановлюють на друковану плату. Якщо є потреба застосувати крок, відмінний від основних кроків, то він має бути кратним до основних кроків. Перевагу слід надавати таким крокам:

- $n \times 0,05$ мм, де $n = 5, 10, 15, 20, 25$;
- $n \times 0,50$ мм, де $n = 1, 2, 5, 6, 10$.

У разі використання мікросхем закордонного виробництва з відстанями між выводами за дюймовою системою допускається застосування таких кроків:

- $n \times 2,54$ мм;
- $n \times 0,635$ мм.

Діаметри монтажних та перехідних отворів (металізованих і неметалізованих) мають відповідати ГОСТ 10317–79, який встановлює такий ряд значень: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3,0 мм. Центри отворів мають бути розміщені у вузлах координатної сітки. У разі застосування зовнішніх (дискретних) елементів з кроком виводів, не кратним до кроку координатної сітки, у вузлі координатної сітки розташовують один з отворів, який розглядають як основний. Решту отворів розташовують відповідно до робочого кресленика елемента.

Застосування різних діаметрів отворів в одній платі слід обмежувати. Не рекомендується застосовувати більше ніж три різні діаметри монтажних та перехідних отворів. Діаметри монтажних та перехідних отворів слід вибирати:

- неметалізованих — залежно від діаметрів виводів зовнішніх елементів, які встановлюють у ці отвори (табл. 11.3);
- металізованих — залежно від діаметрів виводів зовнішніх елементів і товщини плати, в якій виконують отвори (табл. 11.4).

Таблиця 11.3. Діаметри неметалізованих отворів

У міліметрах

Номинальний діаметр неметалізованого отвору	Діаметр виводу, не більший за
0,6	0,4
0,8	0,6
1,0	0,8
1,3	1,0
1,5	1,2
1,6	1,5
2,0	1,7

Таблиця 11.4. Діаметри металізованих отворів

У міліметрах

Номінальний діаметр металізованого отвору	Діаметр виводу, не більший за	Номінальна товщина плати, не більша за
0,6	0,4	1,2
0,8	0,5	1,6
1,0	0,7	2,0
1,3	0,8	2,5
1,5	1,0	3,0
1,6	1,2	3,0
2,0	1,5	3,0

Контактні площинки друкованої плати можуть мати довільну форму (круглу, прямокутну, квадратну тощо). У зовнішніх шарах вона залежить від форми виводів зовнішніх елементів, характеру розташування виводів (радіально-перпендикулярно чи аксіально-паралельно до площини монтажу), способу з'єднання виводів з контактними площинками (в отвори паянням чи внапусток до контактних площинок паянням або зварюванням), способу виготовлення друкованої плати. Контактну площинку, призначену для першого виводу багатовивідного елемента, як правило, виконують іншої форми, ніж решту площинок групи.

Правила виконання креслеників друкованих плат встановлює ГОСТ 2.417-91.

У креслеників однобічної, двобічної та багатошарової друкованої плати має бути найменування «Плата друкована». Розміри плати на кресленику мають бути зазначені одним із таких способів:

- нанесенням координатної сітки в прямокутній системі координат;
- нанесенням координатної сітки в полярній системі координат;
- комбінованим способом за допомогою розмірних ліній та координатної сітки в прямокутній або полярній системі координат;
- у вигляді таблиці координат елементів провідного рисунка (провідників, контактних площинок тощо).

У разі нанесення розмірів за допомогою координатної сітки лінії сітки потрібно нумерувати. Крок нумерації визначають конструктивно, беручи до уваги насиченість і масштаб зображення; його можна виражати в міліметрах (рис. 11.10) або у кількості ліній координатної сітки (рис. 11.11).

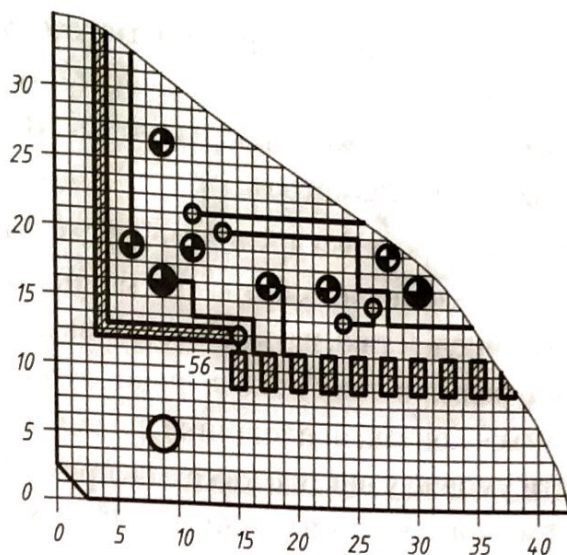


Рис. 11.10

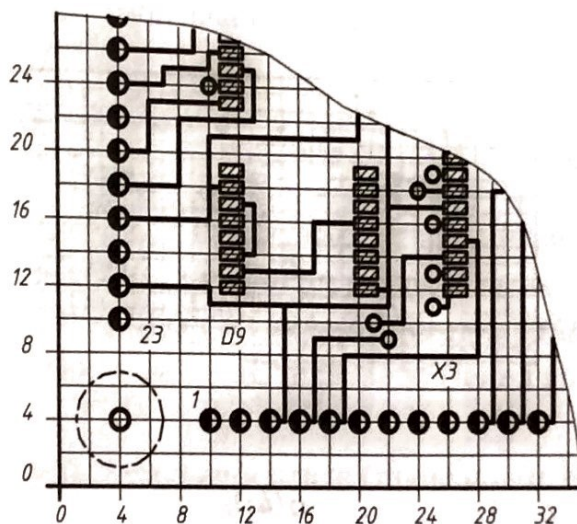


Рис. 11.11

Координатну сітку наносять тонкими суцільними лініями на все поле кресленика або на частину поверхні друкованої плати, або рисками по периметру контуру друкованої плати. Допускається виділяти на кресленику окремі лінії координатної сітки, що чергуються через певні інтервали (див. рис. 11.11), при цьому в технічних вимогах кресленика слід поміщати вказівку типу «Лінії координатної сітки нанесено через одну».

За початок відліку в прямокутній системі координат на головному виді кресленика друкованої плати слід брати:

- центр крайнього лівого або правого нижнього отвору;
- лівий або правий нижній кут друкованої плати (див. рис. 11.11);
- ліву або праву нижню точку, утворену лініями побудови (див. рис. 11.10).

Координатну сітку в полярній системі координат застосовують для креслеників друкованих плат, що мають певну послідовність розташування друкованих провідників з радіальною орієнтацією. Крок координатної сітки в полярній системі координат зазначають за кутом і діаметром.

Якщо розміри та конфігурація рисунка друкованої плати обумовлені в технічних вимогах, то допускається її елементи зображати умовно. Круглі контактні площинки з отворами, в тому числі й такі, що мають зенківку, а також контактні площинки довільної форми, розміри яких не зазначено, зображають на кресленику одним колом. Допускається контактні площинки, в тому числі й круглі, залежно від їх розмірів зображати умовно у вигляді квадрата, прямокутника, багатокутника тощо. Розміри та форму контактних площинок зазначають у технічних вимогах кресленика. Для нанесення розмірів елементів контактних груп рекомендується винести зображення контактної групи у збільшеному масштабі (рис. 11.12).

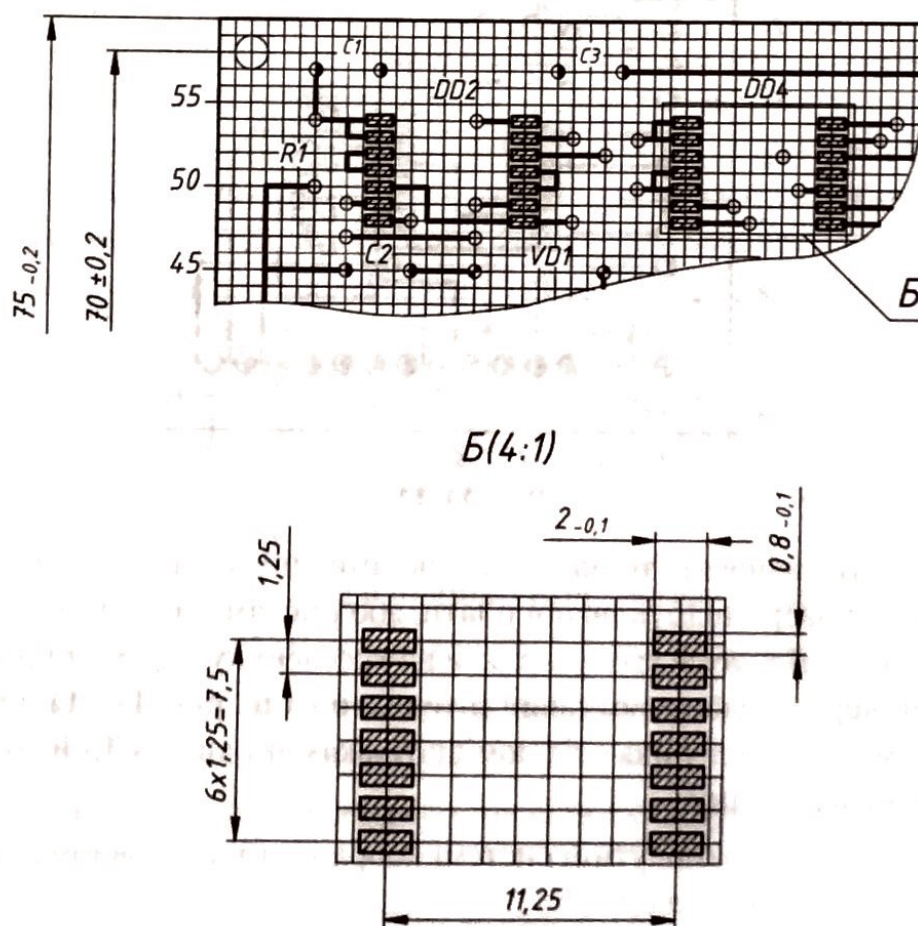


Рис. 11.12

Близькі за діаметром отвори зображають колами з однаковим діаметром, обов'язково наносячи умовну позначку відповідно до ГОСТ 2.307. Приклади таких умовних позначок показано на рис. 11.13. Відомості про діаметр отвору, його умовну позначку, діаметр контактної площинки, наявність металізації, кількість отворів об'єднують у таблицю, рекомендовану форму якої наведено на рис. 11.14.

Діаметр, мм	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5
Умовна позначка отвору					

Рис. 11.13

30	30	35	30	25
Умовна позначка отвору	Діаметр отвору, мм	Наявність металізації в отворі	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
				

Рис. 11.14

Провідники на кресленику слід позначати однією лінією, що є віссю симетрії провідника. Числове значення ширини провідника зазначають у технічних вимогах. Можна зображати провідники двома лініями; при цьому, якщо вони збігаються з лініями координатної сітки, числове значення ширини провідника не зазначають.

Окремі елементи рисунка друкованої плати (провідники, екрани, ізоляційні ділянки) допускається виділяти на кресленику штриховкою, зачорненням тощо.

Ділянки друкованої плати, які не допускається займати друкованими провідниками та контактними площадками, на кресленику необхідно обводити штрихово-пунктирною потовщеною лінією (див. рис. 11.11). Розміри цих ділянок визначають за координатною сіткою або наносять на кресленику.

Зображення друкованої плати з елементами, що повторюються, допускається виконувати не повністю в обсязі, що забезпечує однозначність читання кресленика. При цьому має бути вказана закономірність розташування таких елементів.

Маркування друкованої плати розміщують на вільному місці плати. У разі маркування способом, яким виконано провідний рисунок, допускається застосовувати будь-який шрифт; при цьому в технічних вимогах кресленика спосіб маркування не зазначають.

Над основним написом наносять технічні умови, які складають, групуючи їх за технологією виготовлення, і записують, наприклад, у такій послідовності.

- Плату виготовити ... (вказати метод).
- Плата має відповідати ... (вказати стандарт або технічні умови).

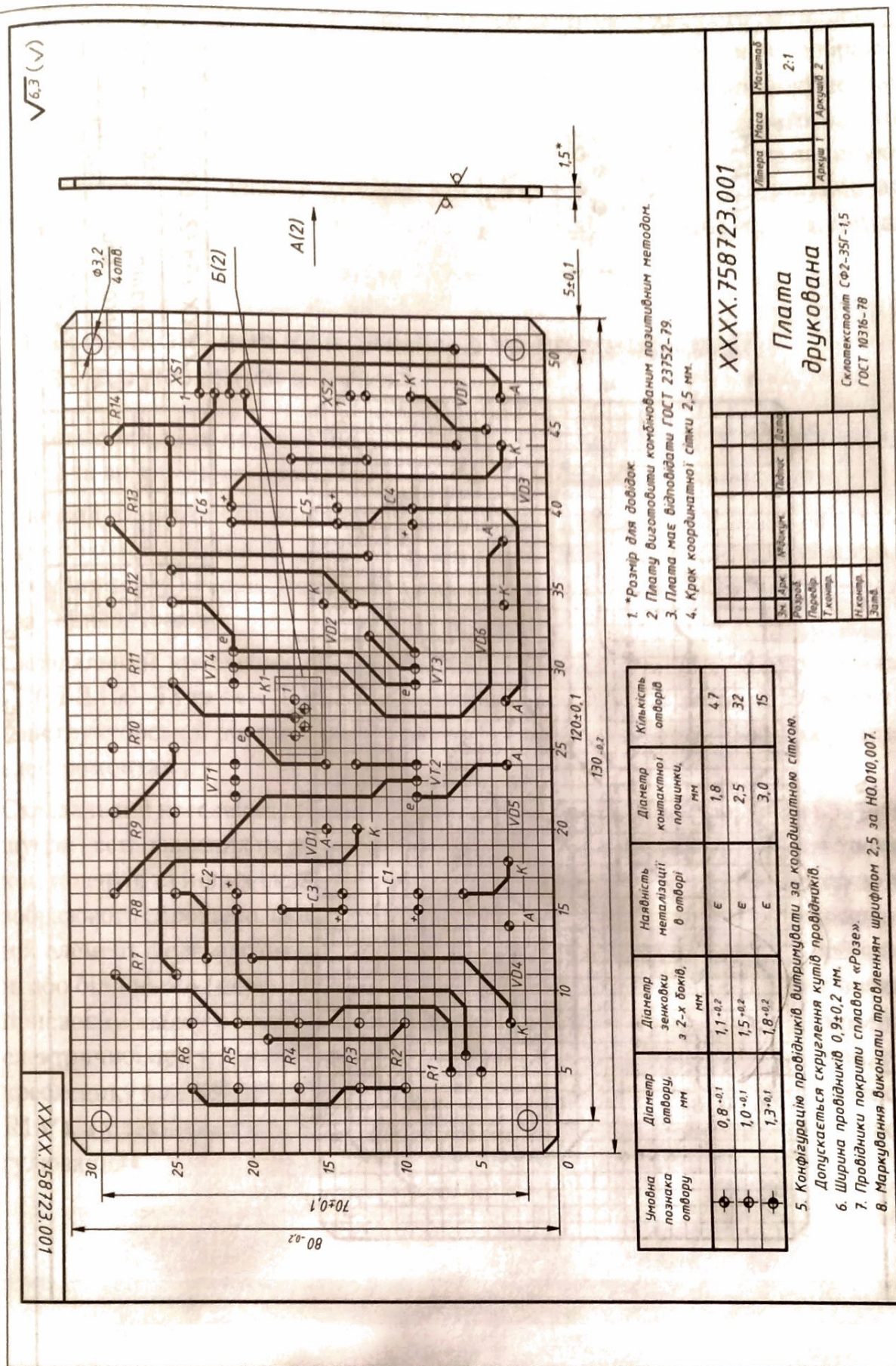
- Крок координатної сітки ... мм.
- Конфігурацію провідників витримувати за координатною сіткою з відхиленням від кресленика ... мм.
- Допускається скруглення кутів контактних площинок і провідників.
- Місця, обведені штрихово-пунктирною лінією, провідниками не займати.
- Ширина провідників у вільних місцях ... мм, у вузьких — ... мм.
- Відстань між двома провідниками, між двома контактними площинками або між провідником і контактною площинкою у вільних місцях не менша ніж ... мм, у вузьких — не менша ніж ... мм.
- Провідники покрити сплавом «Розе».
- Маркування виконати травленням шрифтом ... за НО.010.007.

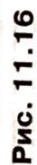
Познаку друкованій платі та її кресленку присвоюють за загальними правилами відповідно до класифікатора ЄСКД. Для друкованих плат цим класифікатором виділено групи класифікаційної характеристики 758700–758800. Група 758700 включає друковані плати на жорсткій основі з прямолінійним та непрямолінійним контуром у плані; одно- та двобічні; з друкованими провідниками, елементами, схемою. У межах цієї групи подальший розподіл за підгрупами та видами здійснюють відповідно до табл. 11.5.

Таблиця 11.5. Розподіл за підгрупами та видами у групі 758700

Група	Підгрупа	Вид	Опис
7587__	1		З друкованими провідниками, одnobічні
	2		З друкованими провідниками, двобічні
	3		З друкованою схемою, одnobічні
	4		З друкованою схемою, двобічні
	5		З друкованими елементами
		1	Завширшки до 20 мм включно
		2	Завширшки понад 20 до 50 мм включно
		3	Завширшки понад 50 до 125 мм включно
		4	Завширшки понад 125 до 200 мм включно
		5	Завширшки понад 200 до 400 мм включно
		6	Завширшки понад 400 мм

Приклад виконання кресленика двобічної друкованої плати наведено на рис. 11.15 та рис. 11.16.





У разі застосування автоматизованого та напіваавтоматизованого методів конструювання допускається кресленики друкованих плат випускати без зображення провідного рисунка, включаючи в комплект конструкторської документації документи на носіях даних, що визначають конструкцію та спосіб виготовлення друкованих плат і їх складових частин. Документи на носіях даних записують у специфікацію складанної одиниці. Комплект конструкторської документації на друковану плату за автоматизованого методу проектування має відповідати ГОСТ 2.123–93.

11.3. Виконання кресленика та специфікації друкованого вузла

Друкованим вузлом називають друковану плату, до якої підімкнено зовнішні елементи та виконано всі процеси оброблення (паяння, покривання тощо).

Зовнішні елементи слід розташовувати на платі правильними рядами паралельно один до одного. Кріплять зовнішні елементи за допомогою виводів, які вставляють у монтажні отвори. Не рекомендується у монтажному отворі розташовувати два і більше виводів.

Складальний кресленик друкованого вузла виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.109–73 та ГОСТ 2.413–72. Останній встановлює правила оформлення конструкторської документації виробів, що їх виготовляють із застосуванням електромонтажу.

Складальний кресленик друкованого вузла має давати повне уявлення про розташунок і встановлення на друкованій платі усіх зовнішніх елементів (електронних компонентів та інших складових частин друкованого вузла). Зовнішні елементи зображають спрощено, якщо це не заважає розумінню кресленика. Якщо зовнішній елемент є елементом електричної принципової схеми, то на його зображенні або біля нього (переважно над ним або справа) наносять позиційну позначку, присвоєну цьому елементу в схемі. Якщо зовнішній елемент, що є елементом електричної принципової схеми, має бути підібраний під час регулювання, то на кресленику позиційну позначку цього елемента наносять зі знаком * (наприклад, R16*), а у технічних вимогах поміщають вказівку типу «Підбирають під час регулювання».

На складальному кресленнику друкованого вузла мають бути зазначені номери позицій складових частин, габаритні та приєднавчі розміри, а також мають міститися відомості про способи приєднання зовнішніх елементів до друкованої плати. Допускається не наносити на кресленнику номери позицій, під якими у специфікації записано складові частини, що є елементами електричної принципової схеми вузла та їх занесено до його специфікації у розділах «Стандартні вироби» та «Інші вироби».

У технічних вимогах складального кресленника дають посилання на нормативні документи, які регламентують правила підготовки виводів та встановлення виробів електронної техніки на друковані плати. У випадку, якщо спосіб встановлення зовнішнього елемента на плату не передбачено нормативним документом, на кресленнику наводять відповідний вид або розріз, що пояснює спосіб кріплення цього елемента.

Найменування виробу, що його записують у графі 1 основного напису на складальному кресленнику друкованого вузла, має збігатися з найменуванням електричної принципової схеми.

Специфікацію друкованого вузла виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.106–96, беручи до уваги доповнення та зміни, встановлені ГОСТ 2.413–72.

Складові частини, що є елементами електричної принципової схеми та застосовані за стандартами або технічними умовами, записують у специфікацію на початку відповідного розділу групами в порядку розташування літерних позиційних позначок, наведених у ГОСТ 2.710–81. У середині групи складові частини записують у порядку зростання основних параметрів.

У разі занесення до специфікації складової частини, що є елементом електричної принципової схеми вузла, у графі «Примітка» зазначають позиційну позначку, присвоєну цьому елементу в схемі. Якщо у вузлі кілька однакових складових частин, що є різними елементами схеми (наприклад, резистор С1-4-0,125-5,1 кОм $\pm 10\%$ ГОСТ 25380–88 є опорами R3, R8 та R11), то у графі «Примітка» у відповідному рядку наводять у порядку зростання позиційні позначки елементів. При цьому позиційні позначки елементів з послідовними порядковими номерами зазначають так: «R8 ... R12».

Приклади виконання складального кресленника та специфікації друкованого вузла наведені відповідно на рис. 11.17–11.19.

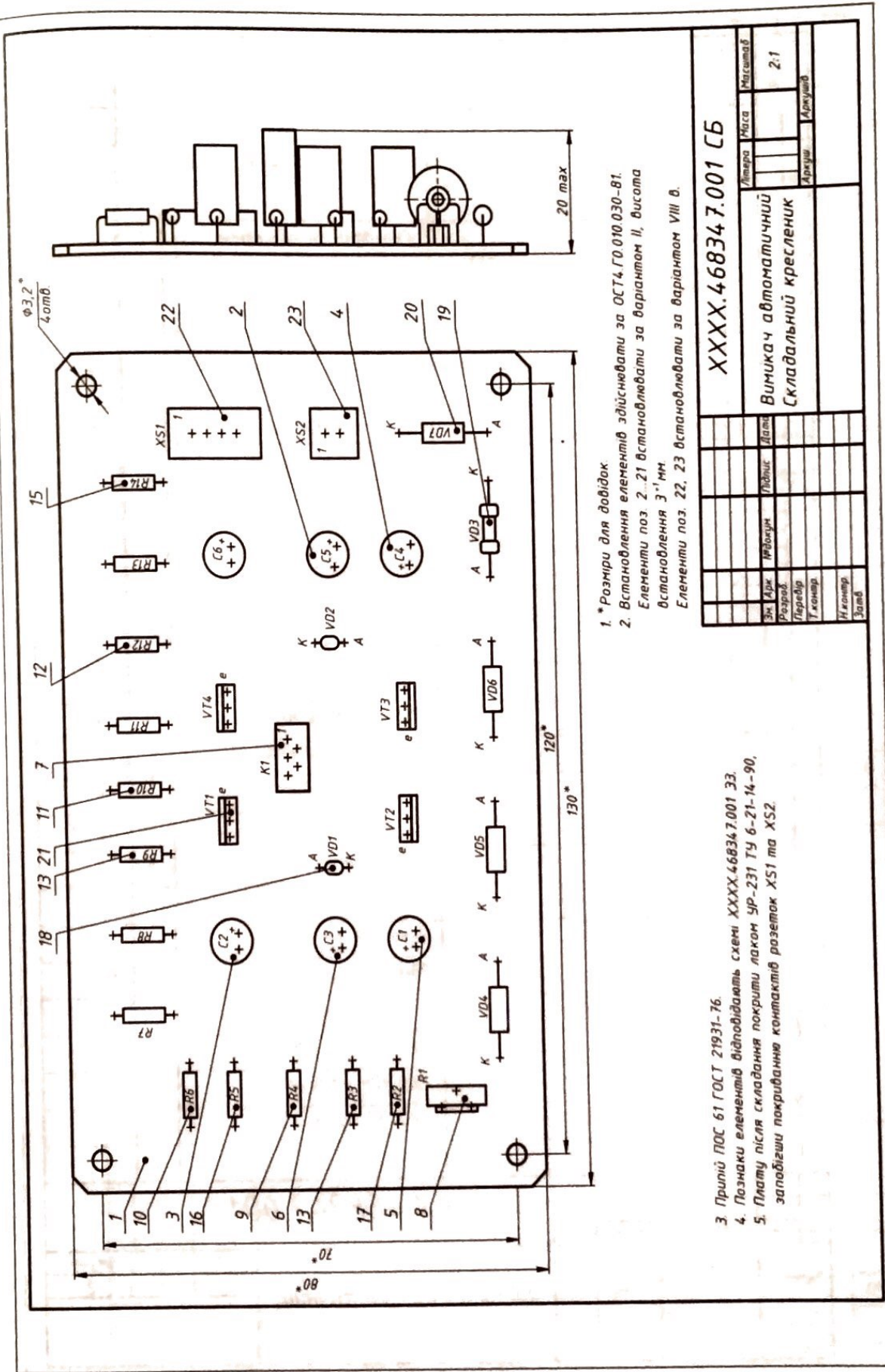


Рис. 11.17

Формат	Зона	Лист	Позначка	Найменування	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			XXXX 468347001 СБ	(кладальний) креслений		
A3			XXXX 468347001 ЗЗ	Схема електрична принципова		
A4			XXXX 468347001 ПЗЗ	Перелік елементів		
				<u>Деталі</u>		
A3	1		XXXX 758723001	Плата	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				Конденсатори К50-35		
				ОЖО.464.214 ТУ		
	2			К50-35-25В-10 мкФ	1	С5
	3			К50-35-25В-22 мкФ	1	С2
	4			К50-35-25В-47 мкФ	1	С4
	5			К50-35-25В-100 мкФ	2	С1, С6
	6			К50-35-50В-4,7 мкФ	1	С3
	7			Реле РЗК-63		
				РВИМ.64.7612.029 ТУ	1	К1
	8			Резистор РП1-630М - -100 кОм ±20%		
				ОЖО.468.396ТУ	1	Р1
XXXX.468347.001						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вимикач автоматичний	
Разроб.						
Перевір.						
Н.контр.						
Затв.						
					Літера	Аркуш
						1 2

Рис. 11.18

Запитання для самоперевірки

1. Які основні особливості зображення на креслениках виробів з обмотками?
2. Як на креслениках зображують магнітопроводи?
3. Яких вимог слід дотримувати, вибираючи розміри друкованої плати?
4. Назвіть способи нанесення розмірів на кресленику друкованої плати.
5. Які умовності припустимі в разі зображення на кресленику друкованої плати отворів та контактних площинок?
6. Які особливості виконання складального кресленика друкованого вузла?
7. Як слід записувати у специфікацію друкованої плати складові частини, що є елементами електричної принципової схеми?