

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Ю. А. Ковальов, С. А. Плешко, М. М. Рубанка

ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

Інтерактивний навчальний посібник

Рекомендовано Вченою радою Київського національного університету технологій та дизайну для студентів всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей: 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями), 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 182 Технології легкої промисловості, факультетів МКТ та ММ

Київ

2024

УДК [744+004.92] (075.8)
К 56

Рецензенти:

Щербань Ю. Ю. – д-р техн. наук, проф., академік міжнародної академії інформатизації, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, заступник директора з навчально-методичної роботи Київського фахового коледжу прикладних наук;

Поліщук О.С. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету;

Воляник О. Ю. – канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри механічної інженерії Київського національного університету технологій та дизайну.

Рекомендовано Вченою радою Київського національного університету технологій та дизайну для студентів всіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей:
015 Професійна освіта (за спеціалізаціями), 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 182 Технології легкої промисловості, факультетів МКТ та ММ
(протокол №2 від 25 вересня 2024 р.)

Ковальов Ю. А.

К 56 Технічне креслення : інтерактивний навч. посіб. / Ю. А. Ковальов, С. А. Плешко, М. М. Рубанка. Київ : КНУТД, 2024. 276 с.
ISBN 978-617-7763-40-5

Посібник складений на базі типової програми з інженерної графіки у відповідності з курсом, що читається в Київському національному університеті технологій та дизайну на кафедрі механічної інженерії. Матеріал викладено відповідно до державних стандартів України. Містить у собі теоретичні основи геометричного та проєкційного креслення, основні правила виконання та оформлення конструкторської документації.

Посібник розрахований для студентів всіх форм навчання.

УДК [744+004.92] (075.8)

ISBN 978-617-7763-40-5

© Ю. А. Ковальов, С. А. Плешко,
М. М. Рубанка, 2024
© КНУТД, 2024

ЗМІСТ

ПРОГРАМА З ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ.....	6
ПЕРЕДМОВА.....	7
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	10
1.1. Предмет технічного креслення.....	10
1.2. Короткий історичний огляд.....	12
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ.....	14
2.1. Відомості про комплекс стандартів системи конструкторської документації.....	14
2.2. Основні поняття.....	15
2.3. Види виробів.....	16
2.4. Основні види конструкторської документації.....	16
2.5. Види текстових конструкторських документів.....	17
2.6. Види графічних конструкторських документів.....	18
2.7. Позначання конструкторської документації.....	18
2.8. Створювання графічних конструкторських документів	19
2.9. Обіг конструкторської документації.....	24
2.10. Додаткові терміни та визначення понять, що їх використовують у конструкторській документації.....	24
Запитання та завдання для самоконтролю.....	25
Література.....	25
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ.....	26
3.1. Загальні положення.....	26
3.2. Формати креслеників. Основний напис та додаткова графа.....	27
3.3. Масштаби.....	32
3.4. Типи ліній на креслениках.....	33
3.5. Шрифти креслярські.....	50
3.6. Графічне зображення матеріалу у розрізах та перерізах.....	54
3.7. Розміри та граничні відхилення.....	57
Запитання та завдання для самоконтролю.....	86
Література.....	86
РОЗДІЛ 4. ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ.....	87
4.1. Основні елементарні геометричні побудови.....	87
4.2. Спряження.....	93
4.3. Лекальні криві. Побудова дотичних до лекальних кривих.....	96
Запитання та завдання для самоконтролю.....	103
Література.....	103

РОЗДІЛ 5. ОФОРМЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА КРЕСЛЕНИКАХ.....	104
5.1. Види на креслениках.....	104
5.2. Розрізи та перерізи.....	108
5.3. Рекомендації по вибору головного виду деталі та необхідної кількості зображень.....	113
Запитання та завдання для самоконтролю.....	114
Література.....	114
РОЗДІЛ 6. АКСОНОМЕТРИЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ	115
6.1. Основні відомості про аксонометричні зображення	115
6.2. Побудова наочних зображень деталей.....	123
Запитання та завдання для самоконтролю.....	126
Література.....	126
РОЗДІЛ 7. РОЗНІМНІ ТА НЕРОЗНІМНІ З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ.....	127
7.1. Загальні положення.....	127
7.2. Різьба та різьбові з'єднання.....	127
7.3. Шпонкові з'єднання.....	148
7.4. Шліцьові (зубчаті) з'єднання.....	149
7.5. Нерознімні з'єднання.....	150
Запитання та завдання для самоконтролю.....	155
Література.....	155
РОЗДІЛ 8. ВИКОНАННЯ РОБОЧИХ КРЕСЛЕНИКІВ ТА ЕСКІЗІВ ДЕТАЛЕЙ.....	156
8.1. Загальні положення.....	156
8.2. Вимоги до робочих креслеників деталей.....	157
8.3. Правила оформлення робочих креслеників.....	158
8.4. Вибір та позначення матеріалів на робочих креслениках.....	162
8.5. Нанесення граничних відхилень на креслениках.....	168
8.6. Позначення шорсткості поверхні, покриття, термічної та іншої обробки деталі.....	173
8.7. Написи та технічні вимоги на робочих креслениках.....	185
8.8. Приклади виконання робочих креслеників деяких деталей.....	187
8.9. Особливості, послідовність та правила виконання ескізів деталей.....	195
Запитання та завдання для самоконтролю.....	203
Література.....	203
РОЗДІЛ 9. ВИКОНАННЯ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА ВИРОБУ.....	204
9.1. Зміст складальних креслеників.....	204
9.2. Вибір кількості зображень.....	206

9.3. Умовності та спрощення на складальних креслениках.....	207
9.4. Розміри на складальних креслениках.....	208
9.5. Оформлення складальних креслеників.....	209
9.6. Специфікація.....	211
9.7. Виконання складальних креслеників.....	217
Запитання та завдання для самоконтролю.....	218
Література.....	218
РОЗДІЛ 10. ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНОГО КРЕСЛЕНИКА.....	222
10.1. Читання складальних креслеників.....	222
10.2. Послідовність виконання деталювання складального кресленика.....	223
Запитання та завдання для самоконтролю.....	237
Література.....	237
РОЗДІЛ 11. СХЕМИ.....	238
11.1 Види схем.....	238
11.2 Загальні положення по виконанню схем.....	239
11.3. Читання схем.....	241
11.4. Електричні схеми.....	241
11.5. Кінематичні схеми.....	247
11.6. Гідравлічні та пневматичні схеми.....	256
Запитання та завдання для самоконтролю.....	261
Література.....	261
Перелік використаних джерел.....	262
Предметний покажчик.....	268

ПРОГРАМА З ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

Комплекс стандартів: Єдина система конструкторської документації (ЕСКД). Види виробів і конструкторських документів.

Основні правила оформлення креслеників. Основний напис. Формати. Лінії. Шрифти креслярські. Правила нанесення розмірів та граничних відхилень. Графічне зображення матеріалу.

Геометричне креслення. Геометричні побудови. Спряження. Лекальні криві.

Проекційне креслення. Зображення: види, розрізи та перерізи. Виносний елемент. Умовності та спрощення.

Аксонетрії. Загальні положення. Положення системи координат. Положення об'єкта. Осі симетрії. Рекомендовані аксонетричні проекції. Ізометрична аксонетрія. Диметрична аксонетрія. Косокутна аксонетрія.

Рознімні та нерознімні з'єднання. Різьби. Зображення та позначення різьби. Рознімні з'єднання: різьбові (болтом, гвинтом, шпилькою, трубні з'єднання), шпонкові, шліцьові. Не рознімні з'єднання: зварні, заклепкові, з'єднання паянням, склеювання, зшиванням.

Ескізи та кресленики деталей загального машинобудування. Послідовність виконання робочого кресленика деталі. Нанесення розмірів та граничних відхилень. Позначення шорсткості поверхонь, покриття, термічної та іншої обробки. Вибір та позначення матеріалу. Технічні вимоги. Написи. Послідовність виконання ескізу деталі з натури. Обмір деталей, нанесення розмірів.

Складальні кресленики та кресленики загального вигляду. Правила виконання. Умовності при виконанні. Нанесення розмірів і позицій. Технічні вимоги та характеристики. Специфікація.

Читання складальних креслеників. Деталювання складальних креслеників або креслеників загального виду.

Схеми. Загальні положення по виконанню. Електричні схеми. Кінематичні схеми. Гідравлічні та пневматичні схеми.

ПЕРЕДМОВА

В науці і техніці користуються зображеннями у вигляді креслеників, ескізів, схем. Найбільше значення і використання мають кресленики, які є зручним та незамінним засобом збереження геометричної інформації. Виконання креслеників, їх графічна побудова, базується на теоретично обґрунтованих методах побудови зображень, які вивчаються в нарисній геометрії.

Оформлення конструкторських документів, як графічних (креслеників) так і текстових базується на нормативних документах, встановлених Держстандартом України. Повний обсяг інформації з питань теорії та практика виконання та оформлення конструкторської документації, достатньо великий. Інформація знаходиться у відповідних монографіях, підручних та нормативних документах. Інформації стосовно змін в Єдиній системі конструкторської документації (ЄСКД) України немає у вільному доступі.

У зв'язку з цим виникла потреба у створенні навчального посібника з технічного креслення, який у компактному вигляді містив би достатній обсяг теоретичних та нормативних положень щодо графічних методів передавання інформації, а саме – виконання, оформлення конструкторської документація, „читання” креслеників. Потреба у посібнику викликана ще і тим, що процес графічної підготовки студентів у закладах вищої освіти (ЗВО) ускладнений рядом фактором. Найголовнішими з них є те, що в програмі середньої школи вилучено предмет „Креслення”, а також низький рівень геометричної підготовки учнів. Усе це не сприяє відповідній графічній підготовці у вступників у ЗВО, а у послідуєчому негативно впливає на розвиток у студентів просторової уяви, яка так потрібна для повноцінної роботи інженерно-технічного працівника. Комп'ютер не замінить працівника, який не може графічного зобразити свій технічний задумок на папері, грамотно виконати і оформити відповідну документацію, а головне „прочитати” технічний кресленик або відповідну схему.

Структура і склад навчального посібника методично відображає обґрунтовану систему викладання теоретичного матеріалу. У перших главах наведені основні правила виконання креслеників у відповідності як до стандартів СКД, способи виконання геометричних побудов, способи отримання та виконання зображень (видів, розрізів, перерізів тощо), правила нанесення розмірів.

Далі докладно розглянуті найбільш поширені способи з'єднання деталей, правила виконання та оформлення ескізів, робочих креслеників деталей (в тому числі типових – валів, шестерень) та складальних креслеників виробів. Правила нанесення розмірів на ескізах та креслениках розглянуті з урахуванням технології виготовлення і особливостей конструкції виробу. Розглянуті також основні конструктивні елементи деталей. Посібник супроводжується необхідною довідковою інформацією, яка необхідна для виконання графічних робіт. Особливістю посібника є наявність QR-кодів після кожної теми, що дає змогу подивитися відео-лекції по темі. Це дозволяє студентам більш глибоко вивчити ту чи іншу тему, при потребі, декілька разів переглянути окремі моменти лекції.

Для кращого засвоєння теоретичного матеріалу та закріплення умінь та навичок в посібнику наведено велику кількість практичних прикладів, в кінці кожного розділу наведено запитання для самоконтролю, що дасть практичну допомогу студентам КНУТД на кафедрі механічної інженерії при вивченні дисципліни „Інженерна та комп'ютерна графіка”.

ВСТУП

Державні стандарти України (ДСТУ) — стандарти, які розроблені відповідно до чинного законодавства України, що встановлюють для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, як стосуються діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості, розроблені на основі консенсусу та затверджені уповноваженим органом. ДСТУ може мати статус Національного, регіонального стандарту. Регіональні стандарти мають додаткову аббревіатуру до ДСТУ.

Національні стандарти ДСТУ ISO ідентичні відповідним стандартам ISO. Усі права щодо використання Європейських стандартів у будь-якої формі і будь-яким способом залишаються за Європейським комітетом зі стандартизації (фр. Comité Européen de normalisation, CEN) та її Національними членами, й будь-яке використання без письмового дозволу Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики (ДССУ) заборонено.

CEN — міжнародна неприбуткова організація, основною метою якої є сприяння розвитку торгівлі товарами та послугами через розробку та запровадження європейських стандартів (євро-норм – EN). CEN також сприяє спільному застосуванню в країнах-членах міжнародних стандартів ISO та ІЕС. На цьому базується один з найважливіших принципів роботи CEN — обов’язкове використання міжнародних стандартів ISO, як основи для розробки євро-норм або доповнення тих результатів, як вже досягнуті в ISO. Україна є асоційованим членом CEN.

ISO (Міжнародна організація із стандартизації) – всесвітня федерація національних органів стандартизації (органів-членів ISO). Міжнародні стандарти готують, як правило, технічні комітети ISO. Кожний орган-член, зацікавлений в галузі, для якої технічний комітет був створений, має право бути представленим у цьому комітеті. Міжнародні організації, урядові і неурядові, які взаємодіють з ISO, також беруть участь у роботі. ISO тісно співпрацює з Міжнародною електротехнічною комісією (ІЕС) з усіх питань стандартизації в галузі електротехніки.

Проекти міжнародних стандартів, які прийняті технічними комітетами, розсилають органам-членам на голосування. Опублікування їх, як міжнародних стандартів, вимагає ухвалення щонайменше 75% органів-членів, що беруть участь у голосуванні.

Міжнародні стандарти ISO розроблені Технічним комітетом ISO/TC 10 Technical drawings, product definition and related documentation (Технічні кресленики, технічні вимоги до виробів і відповідна документація), підкомітетом SC 1 Basic conventions (Основні положення).

Копії міжнародних стандартів, на які є посилання в посібнику, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП „УкрНДНЦ”.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Предмет технічного креслення

Малюнки і географічні карти, схеми і кресленики – все це графічні зображення. *Технічне креслення* – це навчальний предмет, який містить у собі відомості про побудову, виконання та оформлення креслеників, схем, інших видів конструкторських документів, а також розуміння креслеників. Студенти отримують навички роботи з креслярськими інструментами, виконання зображення від руки. Цей вид діяльності допомагає розвитку здатності вирішувати складні задачі, структурувати інформацію, а головне розвинути образне мислення та просторову уяву, які край потрібна інженерно-технічному працівнику, що творчо підходить до своєї професійної діяльності.

У курсі „Технічне креслення” ми замість фрази „розуміти кресленики” будемо казати „читати кресленики”, замість слів „виконувати зображення” іноді вислів „будувати зображення”.

В навчальній дисципліні студенти ознайомляться з прикладами використання конструкторської документації у різних галузях промисловості, а особливо у легкій промисловості, отримують деякі відомості виробничо-технічного характеру, навчаться користуватися довідковою літературою.

На аудиторних заняттях студентам треба буде самостійно розробляти деякі види конструкторської документації для нескладних виробів.

Теоретичне обґрунтування до виконання зображення на креслениках дає курс „Нарисна геометрія”. Це побудова проєкцій, виконання перетину поверхні площиною та прямою тощо.

У сучасному виробництві кресленику відведена особлива роль. Його використовують в машинобудуванні, будівництві, різних галузях промисловості і, зокрема, у легкій промисловості. Кожен день на підприємствах виготовляються різні вироби. Їх неможливо створити без креслеників. По креслениках виготовляють окремі деталі виробів, по ним же збирають з окремих деталей складні вироби, механізми тощо.

Кресленик – це своєрідна графічна мова – така мова інтернаціональна. Вона зрозуміла будь-якому технічно грамотній людині не залежно від того, на якій мові він розмовляє. Часто кресленик називають ще графічним засобом передачі інформації, оскільки він є дуже лаконічним засобом висловлювання технічної думки.

В сучасних умовах виробництва неможливо знайти область людської діяльності, яка не потребувала би вміння „читати кресленики”, а в багатьох випадках і виконувати їх. Людина будь-якої спеціальності, якщо вміє „читати кресленики”, зрозуміє їх, вивчить за ними будову будь-якого складного виробу чи машини.

1.2. Короткий історичний огляд

Графічними зображеннями люди користувалися ще за багато століть до теперішнього часу. Відомо, наприклад, що коли ще не було буквеної письменності, люди висловлювали свої думки за допомогою „картинного” письма – *графічних зображень*.

Кресленик є одним із засобів вивчення предметів реального світу, що нас оточує. Він пройшов довгий шлях розвитку. Проминули століття, перш ніж графічні зображення знайшли сучасний вигляд. Поява кресленика пов'язана з практичною діяльністю людини – будівництво укріплень, міські будівлі тощо. З початку кресленики виконували на землі у тих місцях, необхідно вести будівництво. Потім їх стали виконувати на камені, глиняних плитах тощо [64].

Перші відомості про креслення, що нагадують сучасні, відносяться до XV ст. Так, Леонардо да Вінчі (1452-1519 р. р.), великий італійський вчений і художник, у технічних малюнках і ескізах розкривав свої ідеї в галузі техніки і будівництва.

До нас дійшли видатні пам'ятки матеріальної культури, які свідчать про більш раннє застосування креслень як будівельних документів. Такі споруди, як давньоєгипетський храм Луксор (XV-XIII ст. до н. е.), давньогрецький храм Парфенон в Афінах (447-438 рр. до н. е.), Амфітеатр Колізей у Римі (75-80 р. р. н. е.) не могли бути побудовані без заздалегідь підготовлених проектів.

З початку, різниці між креслеником і малюнком практично не було. Зображення виконували від руки, на око. Такий кресленик не мав розмірів, а робити висновок про зображені предмети можна лише приблизно. Цей кресленик потребував словесні пояснення, тому на ньому робили різні написи.

Поступово кресленики ставали більш досконаліми. Вони виконувалися на папері, з використанням грифельних олівців. Кресленики почали точно передавати обрис зображення споруд, а при їх виконанні, використовували вже креслярські інструменти. Як приклад, можна навести кресленики-малюнки видатного винахідника епохи Відродження Леонардо да Вінчі. Він винайшов найрізноманітніші механізми: верстат крутильний на декілька веретен, прокатний стан, верстат для нарізання гвинтів, верстат для шліфування оптичного скла, шлюзи, декілька видів водопідйомних машин, оборонні споруди, літальні апарати. Багато його винаходів не втілилися у життя, але дали напрям для технічної думки послідуєчих поколінь.

Але кресленики цієї епохи за часту мали одне зображення, яке не давало можливість представити об'єкт повністю або виконувалися у вигляді малюнка, який був виконаний без особистих правил.

Виникає потреба у високій організації праці, уніфікації елементів споруд, фортець, деталей механізмів, достатньої точності їх виготовлення, простої та зручної системи маркування. Це призвело до появи стандартизації.

На креслениках XVIII – першої половини XIX ст. з'являється масштаб. З того часу більшість креслеників розмальовувалося, але на їх виконання йшло багато часу. Тому їх почали поступово спрощувати, використовуючи різні умовності, написи тощо.

Значної досконалості практика побудови креслеників досягла на початку XX ст. Продовжують розвиватися всі види креслень і виникають нові – схематичні або, коротше, схеми: електричні, гідравлічні, пневматичні, кінематичні та комбіновані.

Розробляються різноманітні трафарети для креслення кіл, еліпсів, написів і умовних знаків для схем. Створюються прилади для нанесення штрихування, побудови аксонометричних проєкцій, портативні друкарські машинки для нанесення на креслення цифр, знаків і букв. Механізація креслярських робіт дещо підвищує продуктивність праці конструктора, але не забезпечує відчутного виграшу в часі.

Велика трудомісткість і незначна швидкість ручного виконання креслень змушували шукати засоби механізації їх виконання. Удосконалюються різні креслярські прилади (кульмани).

Значно прискорити виконання проектно-конструкторських робіт дозволяє застосування сучасної техніки на основі ЕОМ та персональних комп'ютерів. Створюється автоматизоване робоче місце конструктора (АРМ).

АРМ оснащується ЕОМ або персональним комп'ютером, до якого підключені пристрої введення та виведення графічної інформації: графічний дисплей з клавіатурою і електромеханічний креслярсько-графічний автомат (графобудівник) або друкуючий пристрій (принтер).

Введення графічної інформації в ЕОМ здійснюється за допомогою графічного дисплея з клавіатурою. За допомогою світлового пера графічна інформація переводиться в цифрову, єдино зрозумілу комп'ютерам інформацію.

Виведення інформації з ЕОМ і перетворення її в графічну, тобто в кресленики, які зрозумілі людині, здійснюється швидкодіючим графічним пристроєм або друкованим пристроєм – принтером.

Комп'ютер це лише інструмент, який пришвидшує виконання технічної документації. Але без розуміння будови об'єкта, без знання правил виконання зображень, складу того чи іншого документа, оформлення документації, не можлива якісна робота фахівця.

Великий вклад у розвиток графічних зображень, у створенні підручників внесли вчені Н.А. Ринін, А.І. Добряков, Д.І. Кагін, Н.Ф. Четверухін, В.О. Гордон, В.Є. Михайленко.



Історія розвитку
технічного креслення
[65]

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

2.1. Відомості про комплекс стандартів системи конструкторської документації

Створення будь-яких виробів виробництва починається з розробки (виконання та оформлення) конструкторської документації. Рівень її виконання суттєво впливає на скорочення термінів виготовлення та впровадження виробів, зниження трудомісткості їх виготовлення, підвищення якості. Фактором, який суттєво впливає на виконання цих завдань є стандартизація.

В Україні постійно змінюється та вдосконалюється нормативна документація, створюється система міждержавних стандартів, які значною мірою охоплюють групу стандартів на виконання креслеників.

Наказом Держстандарту України у 1996 р. введено в дію Систему конструкторської документації (СКД) „Терміни та визначення основних понять” (ДСТУ 3321 : 2003), з 2007 р. введено Єдину систему конструкторської документації (ЄСКД) – ДСТУ (ГОСТ) 2.001 : 2006 „Єдина система конструкторської документації. Загальні положення. Зі зміною № 1”.

У загальному вигляді ЄСКД – це комплекс національних стандартів, які встановлюють взаємопов’язані правила розроблення, оформлювання та обігу конструкторської документації, яку виготовляють і застосовують організації та підприємства України.

Головне призначення нормативної документації – встановити в організаціях і на підприємствах єдині терміни та визначення основних понять конструкторської документації, які забезпечують:

- обмін взаємний конструкторських документів між організаціями та підприємствами без їх переоформлення;
- відсутність дублювання й розроблення документів, які не потрібні виробництву;
- розширення модифікації у процесі конструкторського розроблення проектів промислових виробів;
- спрощення форм конструкторських документів і графічних зображень, що зменшить трудомісткість проектно-конструкторських розробок промислових виробів;
- механізацію та автоматизацію оброблення технічних документів;
- поліпшення умов експлуатації промислових виробів;
- оперативну підготовку документів для швидкого переналагодження діючого виробництва.

Встановлені стандартами правила та положення про порядок розроблення, оформлення та оборотності документації поширюється на усі види конструкторських документів.

2.2. Основні поняття (витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Конструкторський документ – документ, який окремо чи разом з іншими документами визначає склад і конструкцію виробу та містить необхідні данні, згідно з якими розробляють, виробляють, контролюють, приймають, постачають, експлуатують та ремонтують виріб.

Графічний (конструкторський) документ – конструкторський документ, що містить переважно графічне зображення виробу і (або) його складових частин, будови принципу дії та внутрішніх та зовнішніх зв'язків його функціональних частин.

Текстовий (конструкторський) документ – конструкторський документ, що містить переважно суцільний чи поділений на колонки текст. Може мати графічні ілюстрації.

Конструкторська документація – сукупність конструкторських документів, що містять потрібні данні згідно з якими розробляють, виробляють, контролюють, приймають, постачають, експлуатують та ремонтують виріб.

Стадія розроблення конструкторської документації – закінчена стадія процесу розроблення конструкторської документації, яка може полягати в розробленні технічної пропозиції, ескізного проекту, чи робочої конструкторської документації.

Основний конструкторський документ – конструкторський документ, який окремо чи разом з іншими зазначеними в ньому конструкторськими документами повністю й однозначно визначає певний виріб та його склад. Основний конструкторський документ для складанної одиниці – специфікація, а для деталей – кресленик деталі.

Технічне завдання (ТЗ) – документ, що встановлює основне призначення, показники якості виробу, техніко-економічні та спеціальні вимоги до нього та до обсягу, стадій розроблення і складу конструкторської документації Це не є конструкторський документ.

Технологічний контроль – контролювання відповідності конструкції виробу встановленим вимогам до його виробничої, експлуатаційної та ремонтної технологічності, застосовності раціональних методів виготовлення обсягу виробів та визначеної номенклатури застосовуваних матеріалів.

Конструкція виробу – сукупність властивостей виробу, яку характеризують склад його частин, взаємне розташування, форма, розміри і матеріали складових частин та види з'єднання їх між собою.

Нормоконтроль – процес контролювання виконання конструкторської документації згідно з нормами, вимогами і правилами, установленими нормативними документами.

2.3. Види виробів (витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Виріб – будь-який предмет або набір предметів, що їх виробляють на підприємстві.

Деталь – виріб, що виготовляють із матеріалу однієї марки, не виконуючи складальних операцій.

Складанна одиниця; складень – виріб, складові частини якого з'єднуються між собою на підприємстві-виробнику.

Комплекс – кілька розспеціфікованих виробів взаємопов'язаного призначення, які не з'єднують між собою на підприємстві-виробнику.

Комплект – кілька виробів спільної функціонального призначення, переважно допоміжного характеру, які не з'єднують між собою на підприємстві-виробнику.

Нерозспеціфований виріб – виріб, що не має складових частин.

Розспеціфований виріб – виріб, що має кілька складових частин.

Оригінальний виріб – виріб, який вперше розроблено і застосовано у конструкторській документації одного виробу.

Стандартний виріб – виріб, застосовний згідно з нормативним документом, яким цілком і однозначно встановлено його конструкцію, показники якості, методи контролювання, правила приймання та постачання.

Покупний виріб – виріб, виготовлений згідно з технічною документацією на підприємства-виробника, який знаходиться на підприємстві у готовому вигляді.

[*Викін*] [*виконання*] (*виробу*) – різновид конструкції одного з виробів, інформація про які міститься в одному груповому чи базовому основному конструкторському документу.

2.4. Основні види конструкторської документації

(витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Проектна (конструкторська) документація – сукупність конструкторських документів, виконаних на різних стадіях проектування згідно з технічним завданням до розроблення робочої конструкторської документації.

Технічна пропозиція – проектна конструкторська документація, яка містить технічне і техніко-економічне обґрунтування доцільності розроблення виробу на підставі технічного завдання та опрацювання можливих варіантів конструкції виробу.

Ескізний проект – проектна конструкторська документація, яка містить принципові конструктивні розв'язки, достатні, що отримати загальну уяву про конструкцію та принцип дії виробу, а також дані, що визначають його відповідність призначенню, основні параметри і габаритні розміри.

Технічний проект – проектна конструкторська документація, яка містить остаточні технічні розв'язки, що дають повну уяву про конструкцію розроблюваного виробу, та початкові дані для розроблення робочої конструкторської документації.

Робоча (конструкторська) документація – конструкторська документація, розроблена на основі технічного завдання чи проектної конструкторської документації, згідно якою виготовляють, контролюють, приймають, постачають, експлуатують та ремонтують виріб.

Груповий (конструкторський) документ – конструкторський документ, що містить сталі та змінні дані вІконів (виконань) двох і більше виробів.

2.5. Види текстових конструкторських документів

(витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

[РОзпис] [відомість] *технічної пропозиції* – текстовий конструкторський документ, що містить перелік документів, долучених до технічної пропозиції.

[РОзпис] [відомість] *ескізного проекту* – текстовий конструкторський документ, що містить перелік документів, долучених до ескізного проекту.

[РОзпис] [відомість] *технічного проекту* – текстовий конструкторський документ, що містить перелік документів, долучених до технічного проекту.

Пояснювальна записка – текстовий конструкторський документ, що містить опис конструкції та принципу дії розроблювального виробу, обґрунтування прийнятих на стадії його розроблення технічних і техніко-економічних розв'язків.

Специфікація – текстовий конструкторський документ, у якому зазначають склад розспеціфікованого виробу (складАної одиниці, комплексу або комплекту) та розробленої на нього конструкторської документації.

Технічні умови – текстовий конструкторський документ, що містить вимоги до виробу, його виготовлення, контролювання, приймання та постачання, які недоцільно зазначати в інших конструкторських документах на цей виріб.

Таблиця – текстовий конструкторський документ, що містить залежно від його призначення певні данні, зведені в таблицю.

Розрахунок – текстовий конструкторський документ, що містить алгоритм і (або) результат обчислювання параметрів і величин.

Інструкція – текстовий конструкторський документ, який містить вказівки і правила щодо виготовлення виробу (складання, регулювання, контролювання, приймання тощо).

Паспорт – експлуатаційний документ, який засвідчує гарантовані підприємством-виробником основні параметри і характеристики виробу та містить гарантійні зобов'язання і відомості про стилізування виробу.

2.6. Види графічних конструкторських документів (витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Кресленник – графічний конструкторський документ, що містить зображення виробу, визначає його конструкцію та містить дані, згідно з якими розробляють, виготовляють, контролюють, монтують, експлуатують та ремонтують виріб.

Кресленник деталі – кресленник, що містить зображення деталі та інші данні, згідно з якими її виготовляють і контролюють.

Складальний кресленник; кресленник складальної одиниці – кресленник що містить зображення складальної одиниці та інші данні, згідно з якими її складають (виготовляють) і контролюють.

Кресленник загального виду – кресленник, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип роботи виробу.

Електромонтажний кресленник – кресленник що містить зображення монтованих електричних та радіоелектронних виробів, електричних комунікацій між ними і дані, згідно якими їх монтують.

Ескізний конструкторський документ; ескіз – кресленник, виконаний без дотримання масштабу і призначений для разового використання.

Схема – графічний конструкторський документ, на якому за допомогою умовних познач і зображень показано складові частини виробу і зв'язку між ними.

[Електрична] [гідравлічна] [пневматична] [газова] [кінематична] *схема* – схема на якій за допомогою умовних познач і зображень показано [електричні] [гідравлічні] [пневматичні] [газові] [кінематичні] складові частини виробу і зв'язку між ними.

Скомбінована схема – схема, на якій показані елементи і зв'язки різних видів схем одного типу, що належать до одного виробу.

Принципова схема – схема, на якій показано повний склад елементів і зв'язки між ними і яка дає детальну уяву про принцип роботи виробу.

2.7. Позначання конструкторської документації (витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

[Позначання] [позначення] (*конструкторського документа*) – [процес надавання] [подія надання] основному конструкторському документу позначки конструкторського документа відповідно до системи позначання конструкторських документів.

Позначка (конструкторського документа) – код чи сукупність кодів, літер і цифр, складених відповідно до структури позначки

конструкторського документа, яким позначається основних конструкторський документ.

Структура познаки (конструкторського документа) – склад та послідовність розташування знаків чи груп знаків у позначі конструкторського документа.

Познака [вИкону] [виконання] (конструкторського документа) – позначка конструкторського документа, що складається з базової познаки та чергового номера вИкону.

2.8. Створювання графічних конструкторських документів

(витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Формат – розмір зовнішньої рамки аркуша конструкторського документа, виконаної тонкою лінією.

Основний формат – формат конструкторського документа, якому віддають перевагу, розміри якого становлять 1189 x 841 мм або одержані послідовним діленням його на дві рівні частини паралельно до меншої сторони до формату 297 x 210 мм разом з останнім.

Додатковий формат – формат конструкторського документа, який утворюють збільшенням меншої сторони будь-якого основного формату на величину, кратну до її розміру.

Основний напис – сукупність установлених характеристик виробу і виконаного на нього конструкторського документа, які зазначають разом з установленими підписами та відомостями про зміну документа в спеціальному штампі, розташованому в правому куті над нижньою лінією рамки поля документа.

Додаткові написи – дані про реєстрацію, облік і заміну конструкторського документа з установленими підписами та дані замовника, які розміщують у додаткових графах біля рамки поля документа.

Масштаб зображення – відношення розмірів об'єкта, виконаних без спотворення, до їхніх номінальних значень.

Масштаб [зменшення] [збільшення] – масштаб зображення, значення якого [менше] [більше] ніж одиниця.

Лінія контуру – лінія обрису предмета, його поверхонь, розтину чи перерізу, зображена на кресленнику.

Лінія [видного] [невидного] контуру; лінія [видимого] [невидимого] контуру – лінія контуру [видних] [невидних] поверхонь предмета.

Лінія переходу – лінія переходу поверхонь предмета.

Лінія обриву – лінія, що обмежує частину зображення предмета на кресленнику, яку використовують переважно, щоб спростити зображення предметів незмінної форми перерізу і великої довжини.

Осьова лінія – лінія, яка слугує віссю симетрії предмета чи його поверхні, зображених на кресленнику.

Центрова лінія – лінія, яка проходить через центр поверхні обертання предмета, зображеного на кресленнику.

Розмірна лінія – лінія, призначена показувати розмір зображеного на кресленнику предмета чи його частини.

Виносна лінія – лінія, що обмежує вимірювану частину предмета, зображеного на кресленнику.

Зображення предмета – графічне відображення предмета на площині кресленника.

Ортогональна проекція – паралельна проекція предмета чи його частини на площині, перпендикулярній до напрямку проєкціювальних променів, яка утворює суміщену з креслеником одну з граней порожнистого куба, всередині якого уявно розміщено предмет.

Вид (предмета) – ортогональна проекція повернутого до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

Розтин; розріз – ортогональна проекція предмета, якого цілком або частково уявно розітнено одною чи кількома площинами, щоб показати його невидні поверхні.

Переріз – ортогональна проекція фігури, що утворилася внаслідок уявно розітнено одною чи кількома площинами або поверхнями. На перерізі показують тільки те, що одержано в розтинальній площині.

АксонOMETрична проекція – паралельна проекція предмета, отримана за розташованості його аксонOMETричних осей, яка дає наочне зображення предмета.

АксонOMETрична вісь – проекція однієї з осей прямокутної системи координат, до якої віднесено предмет у просторі.

Прямокутна аксонOMETрична проекція – аксонOMETрична проекція предмета на площини проєкцій кресленика, перпендикулярній до напрямку проєкціювальних променів.

Прямокутна ізомЕТрична проекція – прямокутна аксонOMETрична проекція предмета, яка має неспотворені чи однаково спотворені розміри вздовж аксонOMETричних осей X, Y, Z (рис. 2.1).

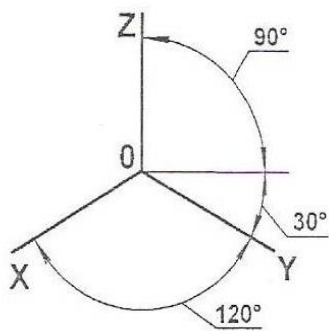


Рис. 2.1

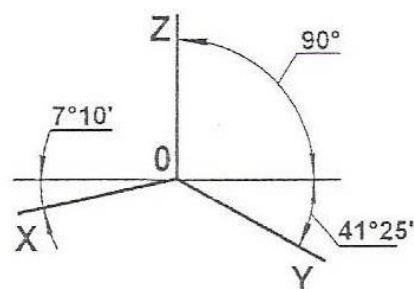


Рис. 2.2

Прямокутна диметрична проекція – прямокутна аксонометрична проекція предмета, яка має неспотворені чи однаково спотворені розміри вздовж аксонометричних осей X , Z і зменшені вдвічі розміри вздовж вісі Y (рис. 2.2).

Косокутна аксонометрична проекція – аксонометрична проекція предмета на площини проекцій кресленика, яка не перпендикулярна до напрямку проекціювальних променів.

Косокутна ізометрична проекція – косокутна аксонометрична проекція, яка має неспотворені розміри вздовж аксонометричних осей X , Y , Z .

Фронтальна ізометрична проекція – косокутна аксонометрична проекція предмета за розташованості аксонометрична осей, показаної на рис. 2.3.

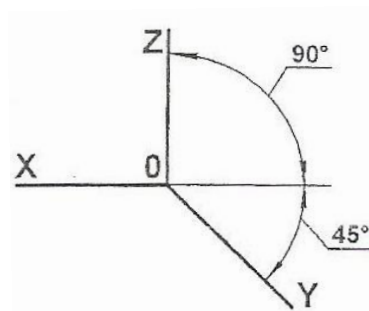


Рис. 2.3

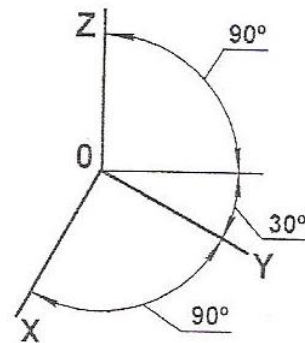


Рис. 2.4

Горизонтальна ізометрична проекція – косокутна аксонометрична проекція предмета за розташованості аксонометрична осей, показаної на рис. 2.4.

Косокутна диметрична проекція – косокутна аксонометрична проекція предмета, яка має неспотворені розміри вздовж аксонометричних осей X , Z і зменшені вдвічі розміри вздовж осі Y .

Основний вид – вид предмета, як результат суміщення його зображення на одній з граней порожнистого куба, всередині якого уявно розташовано предмет, з площиною кресленика (рис. 2.5).

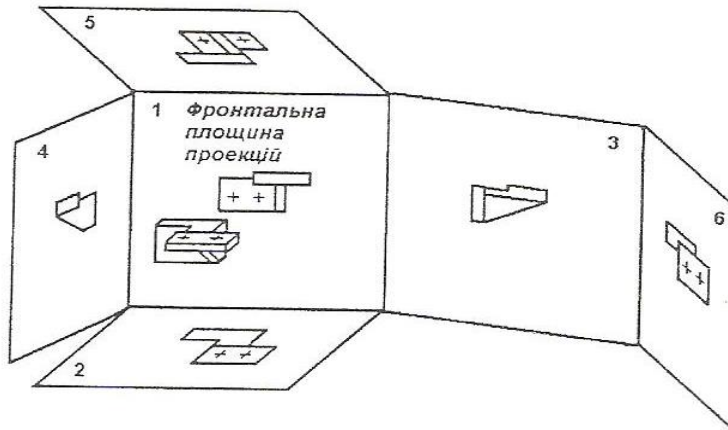


Рис. 2.5

Залежно від вибраної взаємної розташованості спостерігача і предмета основні види такі: 1 – вид спереду (головний вид), 2 – вид зверху, 3 – вид зліва, 4 – вид справа, 5 – вид знизу, 6 – вид ззаду.

Головний вид

– основний вид предмета на фронтальній площині проєкції, який дає найповнішу уяву про його форму і розміри, відносно якого розташовуються інші основні види (рис. 2.6).

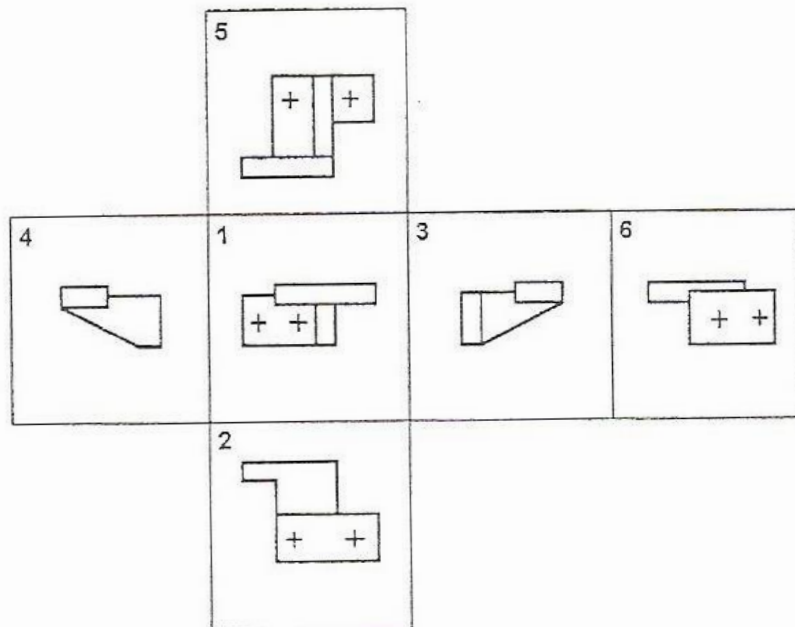


Рис. 2.6

Допоміжний вид – вид предмета на площині, непаралельній до жодної з основних площин проєкцій, призначений для неспотвореного зображення поверхні предмета, як що її неможливо отримати на головному виді.

Місцевий вид – зображення окремої обмеженої ділянки поверхні предмета.

Горизонтальний [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, паралельних до горизонтальної площини проєкцій.

Вертикальний [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, перпендикулярних до горизонтальної площини проєкцій.

Фронтальний [розтин] [розчин] – вертикальний розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, паралельних до фронтальної площини проєкцій.

Повздожній [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, розміщених уздовж найбільшого розміру (довжини чи висоти) предмета.

Поперечний [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, перпендикулярно до найбільшого розміру (довжини чи висоти) предмета.

Профільний [розтин] [розчин] – вертикальний розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, паралельних до профільної площини проєкцій.

Простий [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою однієї розтинальної площини.

Похилий [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою розтинальних площин, що утворюють із горизонтальною площиною проєкцій кут, який відрізняється від прямого.

Складний [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за кількох розтинальних площин.

Східчастий [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою кількох паралельних розтинальних площин.

Ламаний [розтин] [розчин] – розтин, отриманий за допомогою кількох розтинальних площин, що перетинаються.

Місцевій [розтин] [розчин] – розтин, призначений для з'ясування конструкції предмета в окремому обмеженому місці.

Винесений переріз – переріз, розташований на кресленнику поза контуром виду предмета чи в перериві між частинами виду згідно з напрямом стрілок біля лінії перерізу.

Накладений переріз – переріз, розташований безпосередньо на виді предмета уздовж сліду розтинальної площини.

Виносний елемент – додаткове окреме, зазвичай збільшене зображення частини предмета, щоб з'ясувати її форму, розміри, шорсткість поверхні та інші данні.

Лінійний розмір – розмір, поданий у лінійних одиницях виміру. Лінійний розмір на кресленнику зазначають у міліметрах без позначення одиниці виміру.

Кутовий розмір – розмір, поданий у кутових одиницях виміру. Кутовий розмір на кресленнику зазначають у градусах, мінутах і секундах із зазначення одиниці виміру.

Виконавчий розмір – розмір згідно з яким виготовляють чи ремонтують виріб.

Довідковий розмір – розмір, який не виконують за даним кресленником, а подають для зручності користування кресленником.

Установчий розмір – виконавчий чи довідковий розмір виробу, згідно з яким його встановлюють в іншому виробі або на місці монтування.

Приєднавчий розмір – виконавчий чи довідковий розмір, який визначає розташування елементів виробу, за допомогою яких виріб приєднується до іншого виробу.

Габаритний розмір – виконавчий чи довідковий розмір, який визначає границі зовнішні (чи внутрішні) обриси виробу.

Номінальний розмір – розмір, відносно якого визначають граничні розміри і який служить початком відліку відхилів.

Дійсний розмір – розмір, одержаний внаслідок вимірювання з допустимою похибкою.

Розмір шрифту – розмір, що дорівнює висоті заголовкових (великих) літер шрифту в міліметрах. Шрифт – це графічне зображення літер певної абетки і (або) цифр.

2.9. Обіг конструкторської документації

(витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Оригінал – конструкторський документ, виконаний на будь-якому матеріалі і призначений для виготовлення на основі нього правника конструкторського документа.

Правник – конструкторський документ, оформлений справжніми установленими підписами і виконаний на будь-якому матеріалі, придатному для виготовлення з нього копій.

Дублікат – конструкторський документ, ідентичний з правником, виконаний на будь-якому матеріалі, придатному для виготовлення з нього копій, і засвічений підписом особи, яка відповідає за випуск документа.

2.10. Додаткові терміни та визначення понять, що їх використовують

у конструкторській документації

(витяг з ДСТУ 3321 : 2003)

Технічна документація – сукупність документів, необхідних для безпосереднього використання на всіх стадіях життєвого циклу продукції. Відповідно до ДСТУ 3278 до неї належить конструкторська, технологічна, програмна документація, технічне завдання на розроблення продукції.

Кріпильний виріб – виріб для утворення нерухомого з'єднання.

База – поверхня або сукупність поверхонь, вісь, точка, які належать заготованці або виробові, що їх використовують для базування.

[*Унормований*] [*нормований*] – [установлений] [який перебуває у процесі установлення] як норма.

[*Рознімний*] [*нерознімний*] *виріб* – виріб, який можна розібрати, [не порушуючи] [порушуючи] цілісність його складових частин.

Шорсткість поверхні – властивість поверхні предмета мати нерівності з відносно малими кроками на базовій довжині.

[*Покривання*] [*покриття*] – [процес одержування] [подія одержання] покриву.

Покрив – штучно одержані шар чи кілька шарів матеріалу на покриваній поверхні.

[*З'єднування*] [*з'єднання*] [*з'єднина*] (*частини виробу*) – [процес сполучання] [подія сполучання] [сполука] складових частин виробу чи заготованок, визначений (-а) заданими в конструкторській документації їхнім відносним положенням в відом зв'язку між ними, що позбавляє ці частини певної кількості ступенів вільності.

[*Обробляння*] [*оброблення*] – [процес виконання] [подія виконання] сукупності технологічних операцій для [отримання] [отримання] виробу з потрібними властивостями.

УрухОмник; привод (Нд) – механізм чи сукупність механізмів, призначених урухомлювати машини чи механізми.

Нарізь; різьба (Нд) – один або кілька рівномірно розміщених гвинтових виступів постійного перерізу, утворених на бічній поверхні прямого кругового циліндра або прямого кругового конуса.

ВальнИця; підшипник (Нд) – опорна деталь, яка визначає положення вала чи інших частин механізму, які обертаються, хитаються чи гойдаються.

Накривка; кришка (Нд) – верхня частина предмета, якою затуляють в ньому отвір.

Берег сторінки – переважно смуга, яка не використовується, носія даних чи поверхні відображення, розташована між текстовим полем і краєм сторінки текстового документа, яка може містити невеликі ілюстрації, підзаголовки, примітки, номери сторінки тощо.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Яке головне призначення нормативної документації?
2. Які ви знаєте види конструкторських документів?
3. Які ви знаєте види виробів?
4. Назвіть основні види конструкторської документації?
5. Які ви знаєте види текстових документів?
6. Що означає термін „Створювання графічних конструкторських документів”?
7. Які Ви знаєте види аксонометричних проєкцій?
8. В чому полягає обіг конструкторської документації?

Література:

[3] – с. 8-11, [8] – с. 108-110

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

3.1. Загальні положення

Стандарт ДСТУ ISO 128-1 : 2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128” визначає загальні правила виконання усіх видів технічних креслеників як для машинобудування та і для інших галузей промисловості.

Наведемо деякі посилання, які є обов’язковими у разі користування цим стандартом. В подальшому тексті посібника, для зручності при роботі студентів, наведені посилання на відповідні стандарти, які в теперішній час ще використовуються при оформленні креслеників. Ці посилання частіше використовуються при виконанні домашніх завдань студентами.

ISO 129 (всі частини) ”Технічні кресленики. Позначення розмірів та допусків”.

ISO 286-1 : 1988 „Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основні допуски, відхилення та посадки”.

ISO 2553 : 1992 „З’єднання зварні і паяні твердим і м’якими припоями. Умовні зображення на креслениках”.

ДСТУ ISO 2768-1 : 2001 „Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків”.

ДСТУ ISO 2768-2 : 2001 „Основні допуски. Частина 2. Геометричні допуски для елементів без спеціального позначення допусків”.

ДСТУ ISO 3040 : 2007 „Технічні кресленики. Розміри та допуски. Конуси”.

ДСТУ ISO 3098-0 : 2007 „Технічна документація на виробі. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги”.

ДСТУ ISO 5455 : 2005 „Технічні кресленики. Масштаби”.

ДСТУ ISO 5457 : 2006 „Технічна документація на виробі. Кресленики. Розміри та формати”.

ISO 5459 : 1981 „Технічні кресленики. Геометричні допуски. Бази та системи баз геометричних допусків”.

ДСТУ ISO 6433 : 2007 „Технічні кресленики. Позичі”.

ISO 7083 : 1983 „Технічні кресленики. Умовні позначки геометричних допусків. Співвідношення та розміри”.

ISO 7200 „Технічні кресленики. Штампи”.

ДСТУ ISO 7573 : 2007 „Технічні кресленики. Специфікація”.

ISO 8015 : 1985 „Технічні кресленики. Основні принципи позначення допусків”.

ISO 10135 :1 994 „Технічні кресленики. Спрощене зображення формованих, відлитих та викованих деталей”.

ISO 10209-1 : 1992 „Технічна документація на виробі. Словник Частина 1. Терміни, що стосуються технічних креслеників. Загальні положення та види креслеників”.

ISO 15785 : 2002 „Технічні кресленики. Умовні зображення і позначки з'єднань, одержаних склеюванням, фальцюванням і пресуванням”.

Технічний кресленик може складатися з таких елементів:

- аркуш для розміщення кресленика – згідно ISO 5457;
- основний напис на машинобудівних креслениках – згідно ISO 7200 чи – з ISO 9431;
- лінії, які використовують для зображення окремих елементів виробів – згідно ISO 128-20 та ISO 128-24;
- зображення предметів відповідно до ISO серії 128, а саме:
- способів виконання видів предмета, окремих правил і спрощень, використовуваних на креслениках – згідно ISO 128-30 та ISO 128-34;
- виконання розрізів та перерізів – згідно ISO 128-40 та ISO 128-44;
- правила виконання зображення площ перерізів та розрізів – згідно ISO 128-50;
- нанесені розміри – згідно ISO серії 129;
- шрифти – згідно ISO 3098-0;
- виносні позиції – згідно ISO 6433;
- величини, одиниці величин та умовні позначки – відповідно до ISO 31-1 та ISO 1000;
- попереджувальні помітки – згідно ISO 16016.

На машинобудівних креслениках для позначення геометричних характеристик слід керуватися стандартами:

- для позначення лінійних розмірів та допусків – згідно ISO 286-1 та ISO 8015;
- для позначення геометричних розмірів та допусків – згідно ISO 1101, ISO 2692, ISO 5458 та ISO 7083;
- для позначення конусності – згідно ISO 3040;
- для позначення баз і систем баз – згідно ISO 5459;
- для позначення з'єднань зварювальних, паяних – згідно ISO 253;
- для позначення основних допусків – згідно ISO 2768;
- для позначення з'єднань, одержаних склеюванням, фальцюванням і пресуванням – згідно ISO 15785;
- для позначення термічного оброблення – згідно ISO 15787.

3.2. Формати креслеників. Основний напис та додаткова графа

Кресленики виконуються згідно ДСТУ ISO 5457 : 2006 „Технічна документація на виробі. Кресленики. Розміри та формати” на аркушах креслярського паперу форматом (визначення терміну „ формат” див. на стор. 14).

Розміри форматів серії ISO-A.

Оригінал кресленика потрібно виконувати на найменшому за розміром аркуші, якого достатньо, щоб забезпечити чіткість та розуміння

кресленика. Тобто формати креслярських аркушів вибирають залежно від габаритних розмірів креслеників.

Формати визначаються розмірами зовнішньої рамки кресленника (рис. 3.1). Стандарт встановлює п'ять основних форматів (усі розміри в мм): А0 – 841x1189; А1 – 594x841; А2 – 420x594; А3 – 297x420; А4 – 210x297.

Позначку формату потрібно розміщувати в правому нижньому куті кресленника між зовнішньою та внутрішньою рамками (див. рис. 3.1, а).

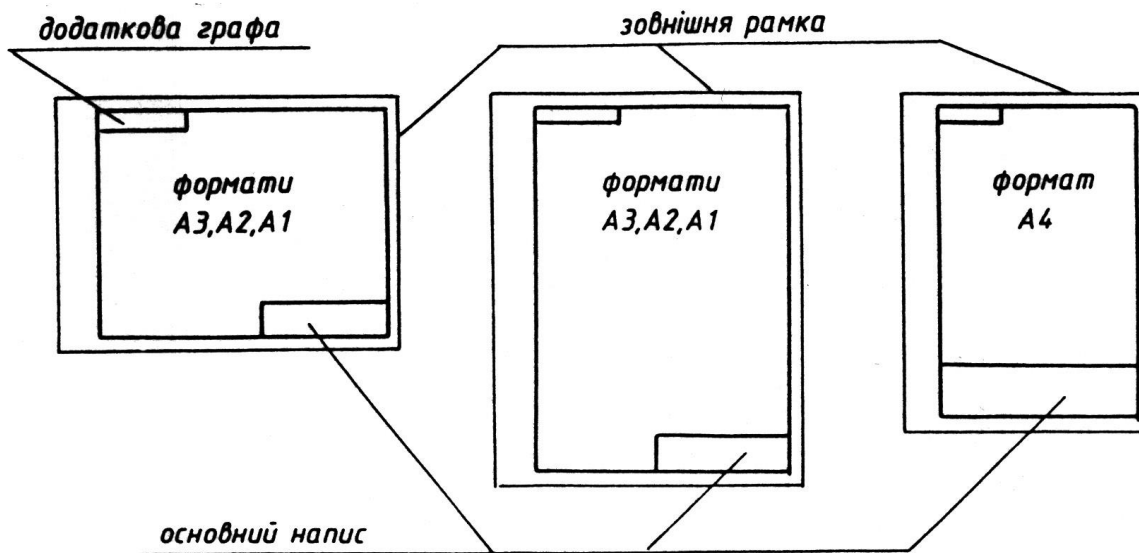


Рис. 3.1, а. Розміщення позначки формату

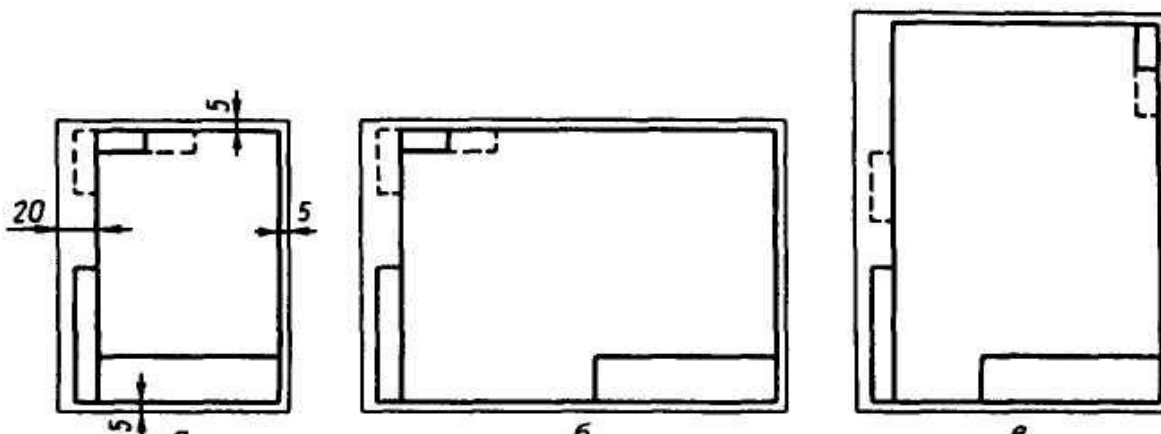


Рис. 3.1, б. Оформлення основних аркуші креслеників

Графічні елементи на форматі. Нанесення границь і рамок.

Поле кресленника (відповідно до ДСТУ ISO 5457 : 2006 використовується термін „берег сторінки”) обмежується рамкою, товщина лінії якої не менше ніж 0,7 мм, на відстані 20 мм від лівої межі аркуша (поле для підшивання) та на відстані 5 мм від інших сторін зовнішньої рамки (див. рис. 3.1, б).

При виконанні кресленика на великому форматі (*A1, A0*), або на декількох аркушах, для полегшення знаходження певних складових частин виробу, доповнення, виправлення тощо, аркуш слід розбивати на *зони*.

Кожну із зон потрібно позначати великими буквами (букви *I* та *O* не можна використовувати) зверху та цифрами – зліва направо з правого боку аркуша. Розміри зон кратні формату A4.

Основний напис.

У правому нижньому куті формату виконують єдиний для всіх форматів основний напис конструкторського документу. Форма і розміри основного напису, які виконують у відповідності до ISO 7200 та ДСТУ ГОСТ 2.104 : 2006 „Основні написи” (ГОСТ 2.104-68), наведена на рис. 3.2, а приклад заповнення граф основного напису, при виконанні домашнього завдання студентами КНУТД, наведено на рис. 3.3. У стандарті ДСТУ ISO 7200:2004 „Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах” описані основні принципи поводження з документами цифрового виконання креслеників при виконанні основного напису та його заповнення, тобто з електронним оформленням документації.

Для графічних конструкторських документів (креслеників, схем тощо) основний напис виконується за формою 1, для текстових документів (перший і заголовний) – за формою 2, а для послідовних аркушів, незалежно від типу документа – за формою 2а.

Звертаємо увагу студентів на те, що основний напис для формату A4 розміщується **тільки** вздовж короткої сторони – 210 мм (рис. 3.1, *а, б*).

В графах основних написів і в додаткових графах (рис. 3.2) зазначають:

- у графі 1 – назву виробу (ГОСТ 2.109-73).. назва виробу записується у називному відмінку. У назві, яка складається з декількох слів, на першому місті ставиться іменник, наприклад „Колесо зубчасте”;
- у 2-й – позначення документу (ГОСТ 2.201-80);
- у 3-й – позначення матеріалу деталі (графу заповнюють на креслениках деталей);
- у 4-й – літеру, яку надано цьому документу. В домашніх завданнях проставляється літера „У”;
- у 5-й – масу виробу (ГОСТ 2.109-73);
- у 6-й – масштаб. Проставляється у відповідності з ДСТУ ISO 5455 : 2005 Технічні кресленики;
- у 7-й – порядковий номер аркушу (якщо аркуш один, графу не заповнюють);
- у 8-й – кількість аркушів документу (заповнюють на першому аркуші);
- у 9-й – назву організації, яка випустила документ;
- у 10-й – характер роботи осіб, які підписують документ;
- у 11-й – прізвища осіб, які підписують документ;
- у 12-й – підписи осіб, прізвища яких зазначені в графі 11;

- у 13-й – дату підписання документу;
- у графах 14...18 – зміни, які вносяться (ГОСТ 2.503-74);
- графи 19 – 32 вводяться в разі потреби.

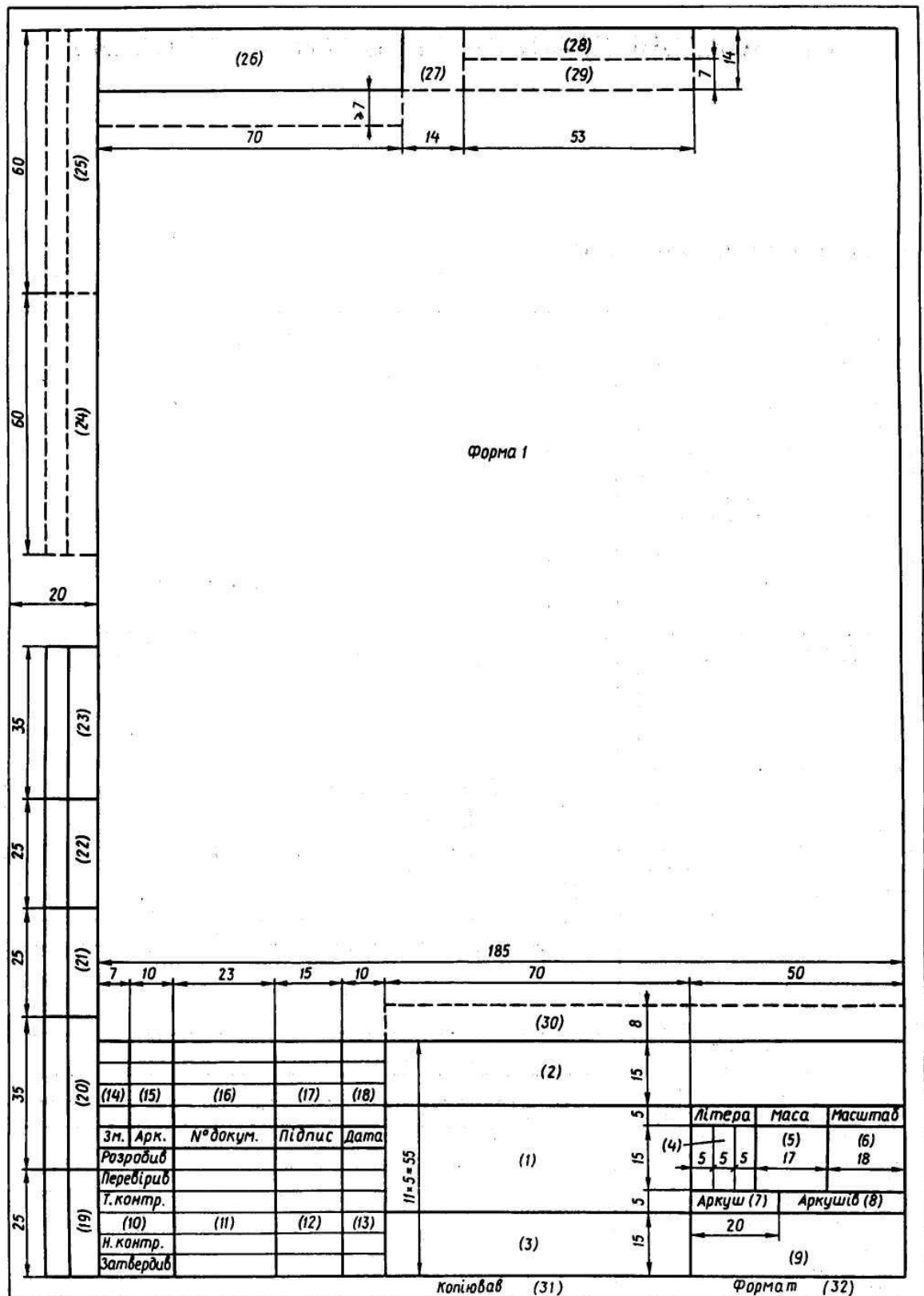


Рис. 3.2. Форма основного напису креслеників і схем

Крім того, на кресленику, у лівому верхньому куті, обов'язково має бути додаткова графа, розмір якої 70 x 14 мм (рис. 3.4). Цій графі записують, повернутим на 180⁰ відносно основного напису, позначення конструкторського документа.

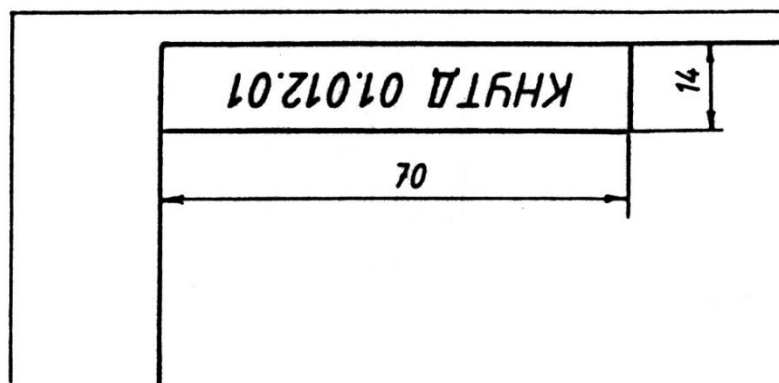


Рис. 3.4. Додаткова графа

Приклад заповнення основного напису (перший аркуш) креслеників і схем наведений на рис. 3.3.

					Шифр навчального закладу (КНУТД)			
					Номер графічної роботи			
					Номер варіанту			
					Номер листа			
					КНУТД 08.07.01			
					Корпус	Літера	Маса	Маштаб
Зн	Арк	№докум	Підпис	Дата		у		1:1
Разробив		Коваль						
Перевірів						Аркуш	Аркушів	
					Ст 3 кп ДСТУ 2651-94		Кафедра механічної інженерії	
Н.контр.								
Затвердив								

Рис. 3.3. Приклад заповнення основного напису креслеників і схем

При згортанні креслярських аркушів слід дотримуватись наступного:

- аркуші складають зображенням назовні так, щоб основний напис кресленика був на лицьовій стороні внизу складеного аркушу;
- кресленики усіх форматів складають „гармошкою” до розмірів формату А4.

Порядок складання креслеників різних розмірів показано на рис. 3.5.

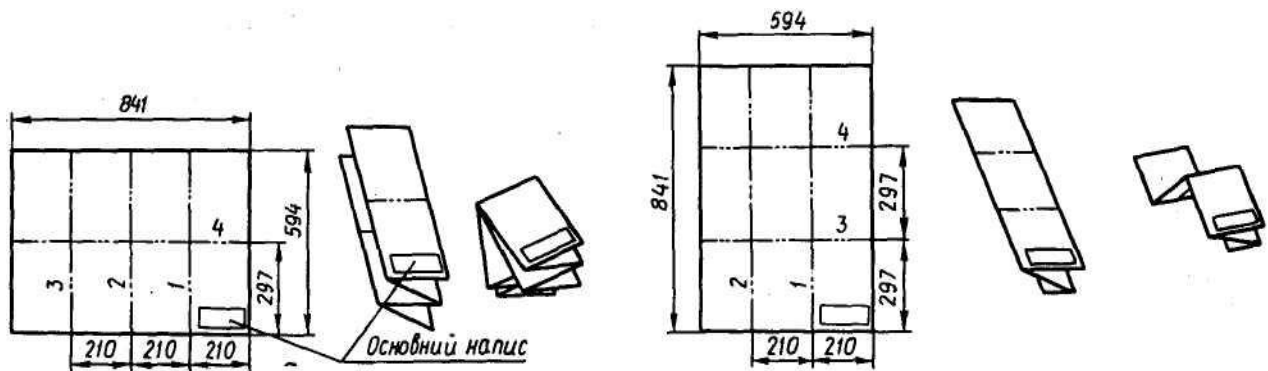


Рис. 3.5

3.3. Масштаби

Стандарт ДСТУ ISO 5455 : 2005 „Технічні кресленики. Масштаби” визначає рекомендовані для ви користування масштаби та їх позначення на технічних креслениках у будь-якій галузі техніки.

Масштаб.

Це відношення лінійного розміру елемента предмета, зображуваного на оригіналі кресленика, до реального лінійного розміру цього самого елемента того самого предмету.

Масштаб натуральної величини.

Масштаб, за якого відношення становить $1:1$.

Масштаб збільшення.

Масштаб, за якого відношення більше ніж $1:1$. Вважається, що він збільшується по мірі зростання цього відношення.

Масштаб зменшення.

Масштаб, за якого відношення менше ніж $1:1$. Вважається, що він зменшується по мірі зменшення цього відношення.

Позначку масштабу, використаного на кресленику, потрібно вписати у відповідну графу основного напису кресленика.

Якщо виникає необхідність використовувати більше одного масштабу, то у відповідну графу основного напису вписують тільки основний масштаб, а усі інші масштаби записують безпосередньо за номером виносного елемента відповідної деталі або ідентифікаційної літери додаткового виду, розрізу або перерізу.

Згідно ДСТУ ISO 5455 : 2005 „Технічні кресленики. Масштаби” встановлено такі масштаби:

- масштаб натуральної величини – $1:1$;
- масштаби збільшення – $2:1$, $5:1$, $10:1$, $20:1$, $50:1$;
- масштаби зменшення – $1:2$, $1:5$, $1:10$, $1:20$, $1:50$,

Масштаб, який обирають для кресленика, залежатиме від складності предмета, який зображують, і мети його зображення.

У всіх випадках вибраний масштаб повинен бути достатній, щоб забезпечити чітке і абсолютне розуміння зображеного предмета. Для

кращого уявлення про предмет, бажано вибирати масштаб натуральної величини.

3.4. Типи ліній на креслениках

До стандартів, якими повинні користуватися студенти при виконанні домашніх завдань, можна віднести: ДСТУ ISO 128-20 : 2003 „Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії”, ДСТУ ISO 128-22 : 2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 22. Основні положення та правила застосування ліній-виносок і полиць ліній-виносок”, ДСТУ ISO 128-24 : 2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках”.

Стандарт ДСТУ ISO 128-20 : 2003 „Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії” встановлює типи ліній, їх позначки і конфігурацію, а також загальні правила нанесення ліній на технічних креслениках.

Типи ліній.

Найчастіше, в практичній діяльності, а також при виконанні домашніх завдань студентами університету, використовуються такі типи основних ліній: *суцільна, штрихова, довгоштрихово-пунктирна, довгоштрихово-двопунктирна*, а також їх різновиди – *рівномірно зигзагова суцільна та суцільна від руки*.

Товщина лінії.

Товщина d будь-якого типу, залежно від виду та величини зображення, повинна мати одне з нижченаведених значень: 0,13 мм; 0,18 мм; 0,25 мм; 0,35 мм; 0,5 мм; 0,7 мм; 1 мм; 1,4 мм; 2 мм.

Товщини ліній: *надтової, тової і тонкої* перебувають у співвідношенні 4:2:1.

Товщина будь-якої лінії повинна бути незмінна уздовж всієї лінії, а також однаковою на усьому кресленіку для усіх ліній одного типу.

Виконуючи креслення, слід пам'ятати, що довжини елементів лінії повинні відповідати таким значенням:

- пунктири – $\leq 0,5 d$;
- штрихи – $12 d$;
- довгі штрихи – $24 d$.

Мінімальна відстань між паралельними лініями не повинна бути менша ніж 0,7 мм.

Сходження ліній.

Лінії основних типів (довгоштрихово-пунктирна, довгоштрихово-двопунктирна) повинні перетинатися, як правил, штрихами (рис. 3.6).

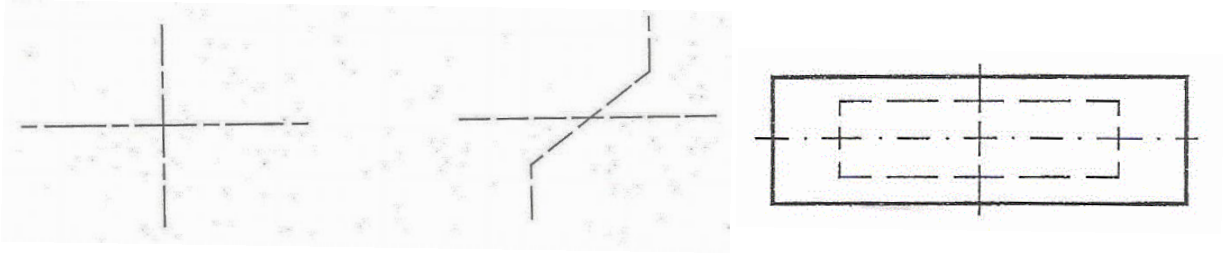


Рис. 3.6

Загальні правила загальні правила зображення ліній-виносок і полиць ліній-виносок та їх складових частин, зокрема розміщення вказівних елементів на (або) біля ліній-виносок в усіх видах технічної документації встановлює стандарт ДСТУ ISO 128-22:2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 22. Основні положення та правила застосування ліній-виносок і полиць ліній-виносок”.

Зображення ліній-виносок.

Лінії-виноски виконують суцільними тонкими лініями згідно з ДСТУ ISO 128-20 : 2003. Їх креслять переважно під кутом до відповідного зображення та (або) до рамки, що обмежує аркуш кресленика, але не паралельно до прилеглих ліній, наприклад, ліній штриховки. Кут нахилу до таких ліній має бути більше 15° (див. рис. 3.7).

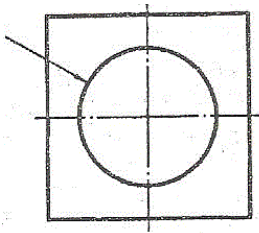


Рис. 3.7

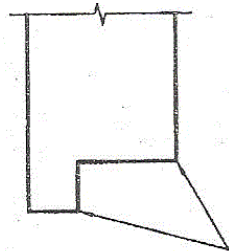


Рис. 3.8

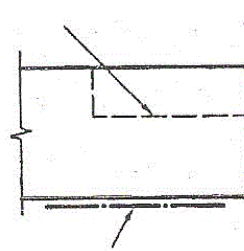


Рис. 3.9

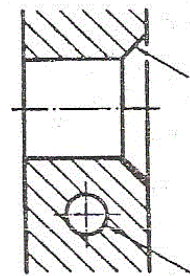


Рис. 3.10

Лінії-виноски можна зображати лініями з гострими зломами (рис. 3.11), а дві і більше ліній-виносок можна з'єднувати (рис. 3.8, 3.11, 3.13, 3.14, 3.17). вони не повинні перетинати інші лінії-виноски, полиці ліній-виносок чи знаки, такі як умовні графічні позначки або розмірні числа.

Лінія-виноска повинна закінчуватись на елементі зображення, зокрема:

- замкненим і зафарбованим або замкненим вістрям стрілки (з урахуванням кута нахилу 15°), якщо лінії-виноски закінчуються на лініях, які зображують контур або грані виробів, трубопроводи або кабелі на аркушах креслеників, схемах або діаграмах. Стрілки також проводять до точок перетину одних ліній з іншими, наприклад, ліній симетрії (див. рис. 3.7–3.13). якщо треба виділити декілька паралельних ліній, то дозволено замість стрілок проводити похилі риски (див. рис. 3.14);

- крапкою діаметром у п'ять товщини ліній, якщо лінії-виноски закінчуються в середині контурів предметів (див. приклади на рис. 3.15–3.17);
- без будь-якої позначки закінчення лінії-виноски, якщо вона закінчується на усякій іншій лінії, наприклад, розмірній або лінії симетрії (див. приклади на рис. 3.18, 3.19).

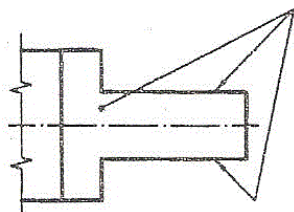


Рис. 3.11



Рис. 3.12



Рис. 3.13

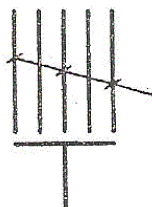


Рис. 3.14

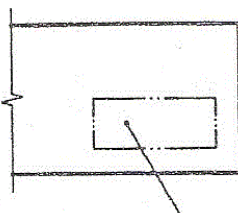


Рис. 3.15

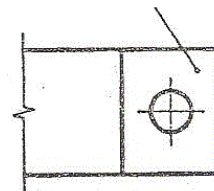


Рис. 3.16



Рис. 3.17

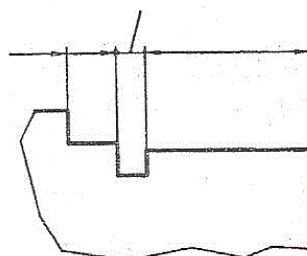


Рис. 3.18

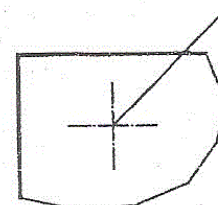


Рис. 3.19

Зображення полиць ліній-виносок.

Полиці ліній-виносок виконують суцільними тонкими лініями відповідно до ДСТУ ISO 128-20:2003 „Загальні принципи оформлення. Частина 20”. Усяка лінія-виноска може бути доповнена полицею. Її креслять в одному із напрямків читання кресленика.

Полицю лінії-виноски слід креслити:

- як лінію фіксованої довжини, що дорівнює 20 товщинам лінії полиці (див. рис. 3.21 та 3.22);
- або як лінію, довжину якої визначають довжиною напису (див. приклади на рис. 3.20, 3.23, 3.27, 3.28).

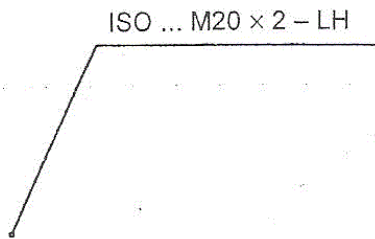


Рис. 3.20



Рис. 3.21

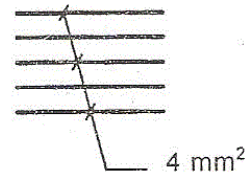


Рис. 3.22

В окремих випадках полиця лінії-виноски повинна бути зображена так, як вказано на рис. 3.21.

Проте, полицю лінії-виноски можна упускати, якщо сама лінія зображена в положенні, що відповідає зручному читанню кресленика, і якщо вказані написи розташовані у тому самому напрямку (див. приклад на рис. 3.24), та в ряді інших випадків, в яких полицю не зображують (див. приклади на рис. 3.18, 3.25, 3.26).

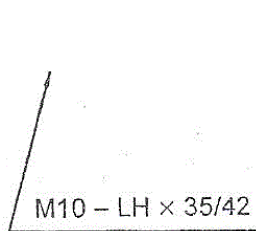


Рис. 3.23

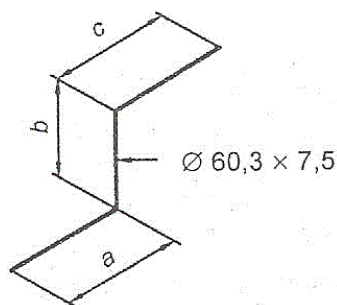


Рис. 3.24

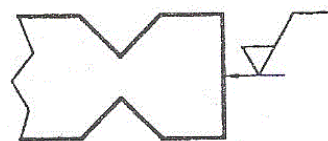


Рис. 3.25

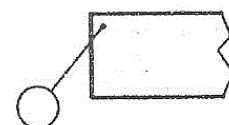


Рис. 3.26

Вказівні написи.

Написи, що відносять до ліній-виносок, наносять:

- переважно над полицею (див. приклади на рис. 3.20, 3.23, 3.27, 3.28 та в табл. 3.1);
- за лінією-виноскою або полицею – серединою напису (див. приклади на рис. 3.22 та 3.24);
- біля, в середині чи за умовними графічними позначками відповідно до чинних міжнародних стандартів (див. приклади на рис. 3.27, 3.28 та в табл. 3.1).

Написи слід виконувати над чи під полицею лінії-виноски на відстані, що дорівнює її подвійної товщини. Написи не потрібно виконувати в середині полиці лінії-виноски і не повинні торкатися її.

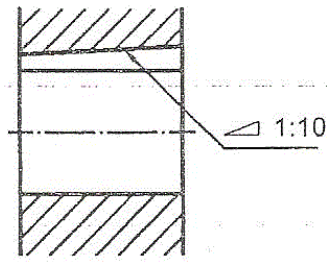


Рис. 3.27

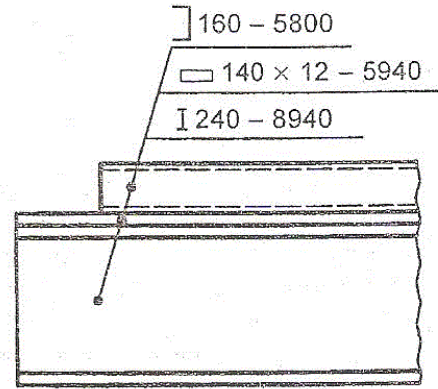




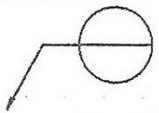
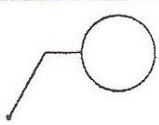
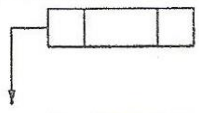

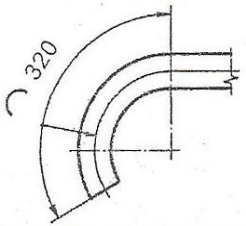

Рис. 3.28

Умовні графічні доповнення, які є в інших міжнародних стандартах наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Умовні позначення

№	Умовне графічне доповнення	Міжнародний стандарт (МС)	Застосування
1		ISO 2553	Наведення додаткової інформації стосовно зварних швів, наприклад, кількість зварювальних операцій

Продовження табл. 3.1

№	Умовне графічне доповнення	Міжнародний стандарт (МС)	Застосування
2		ISO 2553	Позначка зони або місця зварювання
3		ISO 2553	Ідентифікація місцерозташування зварного шва
4		ISO 5459	Обрамлення бази відліку
5		ISO 6433	Позначка виносних позицій (елементів) (стандарт ISO 6433 визначає не тільки цей метод вказування)
6		ISO 1101	Рамка, яку використовують для про- ставляння вимог щодо геометричних допусків
7		ISO 1101	Позначка декількох елементів допуску
8		ISO 129	Позначка розмірів довжини дуги
9 ^{a)}		ISO 1101:—таблиця 2 ISO 1101:— 9.1 ISO 1302:1992—4.6 ISO 1302:1992—розділ D.4 ISO 2553:1992—7.1 ISO 10135:1994—6.2 ISO 10135:1994—6.4 ISO 13715:1994—4.2	Цей знак (коло) в міжнародних стан- дартах, наведених нижче, має такі значення: — геометричний (профільний) допуск для усього контуру — допуск профілю замкненого контуру поперечного перерізу — текстура поверхні на усіх поверхнях деталі — шорсткість на усіх поверхнях — зовнішній зварний шов деталі по замкненій лінії — елементи, наприклад, рубчик, задир- ка (burr) по всій деталі — припуск (allowance) на механічне об- роблення по всіх поверхнях деталі — один і той самий кут по всій деталі

^{a)} знак коло в кожному із наведених вище МС вживають у різному розумінні, наприклад: all around (profile), — з усіх сторін навколо (контур) (ISO 1101) і all surfaces/corners — усі поверхні/кути (ISO 1302/ISO 13715). Цю небажану ситуацію усувають прийняттям в усіх випадках застосування однозначного тлумачення (див. додаток В). Слід взяти до уваги, що не буде потреби в цьому знакові, якщо певна вимога буде встановлена для усіх поверхонь/кутів деталі. У цьому випадку загальна, дійсна для усієї деталі вимога повинна бути однозначно визначена написанням тексту (окремої примітки) біля виду або розрізу (перерізу) деталі, всередині чи біля основного напису, або на полі, відведеному для загальних записів.

Застосування графічного доповнення „Коло” на лінії-виносці.

Одну і ту саму характеристику сполучених між собою поверхонь чи кутів деталі можна позначати тільки один раз, за умови, що креслять коло (діаметром у 8 товщин лінії-виноски) із центром у точці перетину лінії-виноски і її полиці (див. рис. 3.29–3.31). це означає, що одні і ті самі вимоги відносяться до усіх поверхонь і кутів по контуру або профілю зображуваної деталі. знак „Коло” не слід застосовувати, якщо один з двох випадків має місце:

- а) вказані написи неоднозначні – вони відносяться до різних поверхонь;
- б) вказаний напис стосується усіх поверхонь чи кутів деталі.

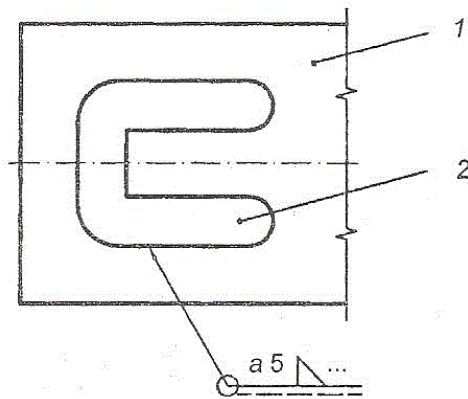


Рис. 3.29

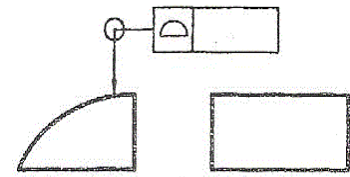


Рис. 3.30

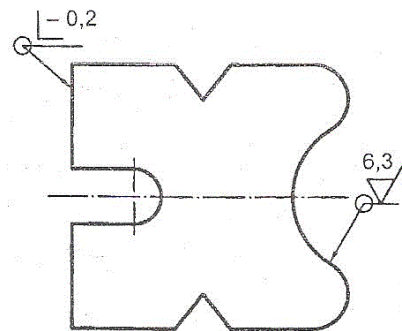




Рис. 3.31

Стандарт ДСТУ ISO 128-24:2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках” встановлює правила і основні положення щодо застосування типів ліній на машинобудівних креслениках. Типи ліній та їх застосування наведено в табл. 3.2.






На машинобудівних креслениках, як правило, використовуються дві товщини (лінія тонка і лінія товста) однієї і тієї самої лінії. Співвідношення між товщинами цих ліній, які для більш частого використання, наведені в табл. 3.3.

У табл. 3.4 наведено деякі приклади застосування різних типів ліній (які частіше використовуються при виконанні домашніх завдань студентами КНУТД), позначених тими ж самими номерами, що і в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Типи ліній та їх застосування

№	Назва та зображення лінії	Застосування	Посилання на ISO
01.1	<p>Суцільна тонка лінія</p> 	.1 уявні лінії переходу	—
		.2 розмірні лінії	129
		.3 виносні лінії	129
		.4 лінії-виноски та полиці ліній-виносок	128-22
		.5 штриховка	128-50
		.6 контури накладених перерізів	128-40
		.7 короткі центрові лінії	—
		.8 контур гвинтової нарізі по внутрішньому діаметру	6410-1
		.9 початок і закінчення розмірних ліній	129
		.10 діагоналі для позначання плоских поверхонь	—
		.11 лінії згинання на розгортках і деталях після процесу згинання	—
		.12 позначання виносних елементів	—
		.13 положення повторюваних елементів	—
		.14 пояснювальні лінії ознак конусності	3040
		.15 позначання розташування багат шарових (пластинчатих) елементів	—
		.16 проєкційні лінії	—
		.17 лінії координатної сітки	—
		.18 виконана вручну позначка границі частинних або переривчастих видів (видів з розривами), розрізів і перерізів, якщо ця границя не є лінією симетрії чи центральною лінією*	—
		.19 інструментально виконана позначка границі частинних або переривчастих видів (видів з розривами), розрізів і перерізів, якщо ця границя не є лінією симетрії чи центральною лінією*	—
01.2	<p>Суцільна товста лінія</p> 	.1 видимі грані	128-30
		.2 видимі контури	128-30
		.3 контур гвинтової нарізі по зовнішньому діаметру	6410-1
		.4 границя ділянки гвинтової нарізі з повним профілем	6410-1
		.5 зображення основних ліній на діаграмах, картах, графіках	—
		.6 лінії систем (металевих інженерних конструкцій)	5261
		.7 лінії розніму форм на литих деталях	10135
		.8 лінії вказівних стрілок розрізів і перерізів	128-40

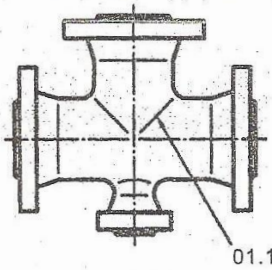
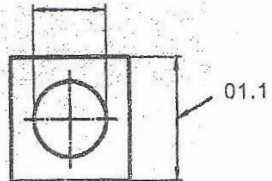

Продовження табл. 3.2

№	Назва та зображення лінії	Застосування	Посилання на ISO
02.1	Штрихова тонка лінія 	.1 невидимі грані	128-30
		.2 невидимі контури	128-30
02.2	Штрихова товста лінія 	.1 позначання поверхні, що підлягає оброблянню (наприклад, термічному)	—
04.1	Довгоштрихово-пунктирна тонка лінія 	.1 осьові лінії	—
		.2 лінії симетрії	—
		.3 ділительні кола зубчастих колес	2203
		.4 центрові кола	—
04.2	Довгоштрихово-пунктирна товста лінія 	.1 позначання (обмежених) площ поверхонь обов'язкового оброблення, наприклад, термічного	—
		.2 положення січних площин	128-40
05.1	Довгоштрихово-двопунктирна тонка лінія 	.1 контури суміжних деталей	—
		.2 граничне положення рухомих деталей	—
		.3 центроїдальні лінії	—
		.4 початкові контури перед наданням форми	—
		.5 частини предмета, що розташовані перед січною площиною	—
		.6 контури можливих положень	—
		.7 контури готової деталі на зображенні заготовки	10135
		.8 позначання окремих зон/площ	—
		.9 контур заданого виступового поля допуску (розміщення)	10578
* На одному і тому самому кресленнику рекомендовано використовувати лінію тільки одного і того самого типу.			


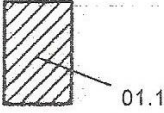
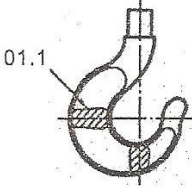
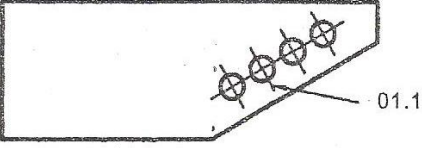
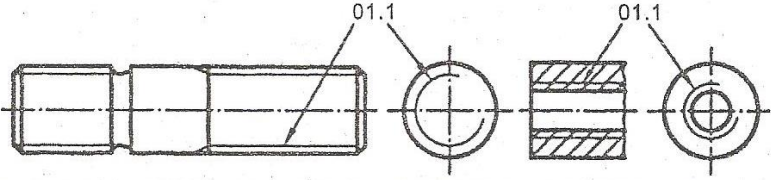
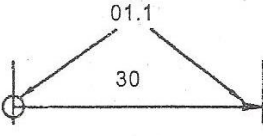
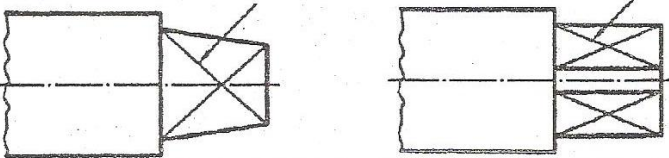
Таблиця 3.3. Товщина груп ліній

Група ліній (товщина лінії товстої)	Товщина лінії тонкої
0,25	0,13
0,35	0,18
0,5	0,25
0,7	0,35
1	0,5


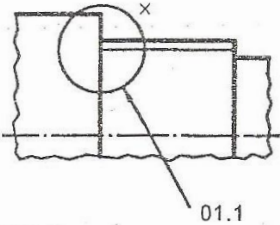
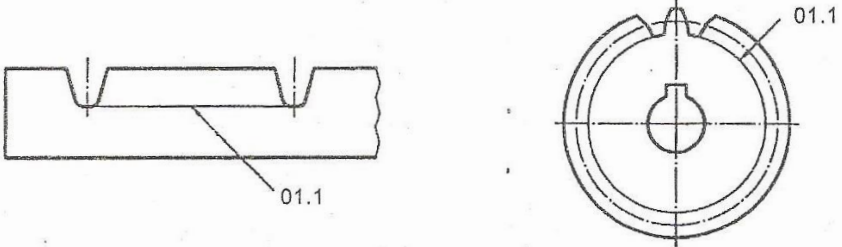

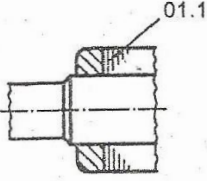
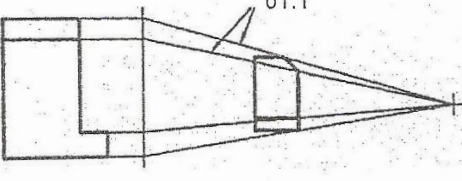
Таблиця 3.4. Приклади застосування ліній

01.1	Суцільна тонка лінія	
01.1.1	Уявні лінії переходу	
01.1.2	Розмірні лінії	
01.1.3	Виносні лінії	

Б

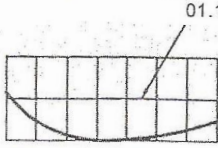
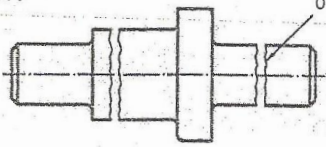
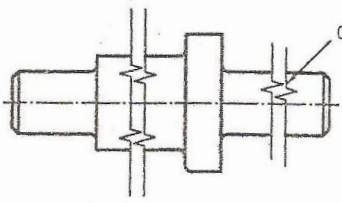
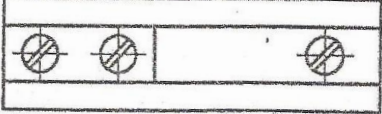
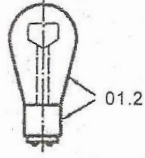
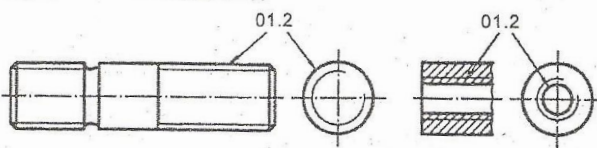
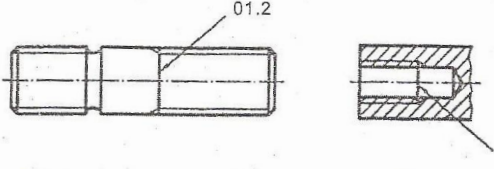
01.1.4	<p>Лінії-виноски та полиці ліній-виносков</p> 
01.1.5	<p>Штриховка</p> 
01.1.6	<p>Контури накладених перерізів</p> 
01.1.7	<p>Короткі центрові лінії</p> 
01.1.8	<p>Контур гвинтової нарізі по внутрішньому діаметру</p> 
01.1.9	<p>Початок і закінчення розмірних ліній</p> 
01.1.10	<p>Діагоналі для позначання плоских поверхонь</p> 

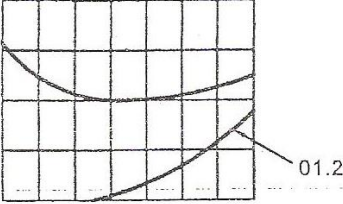
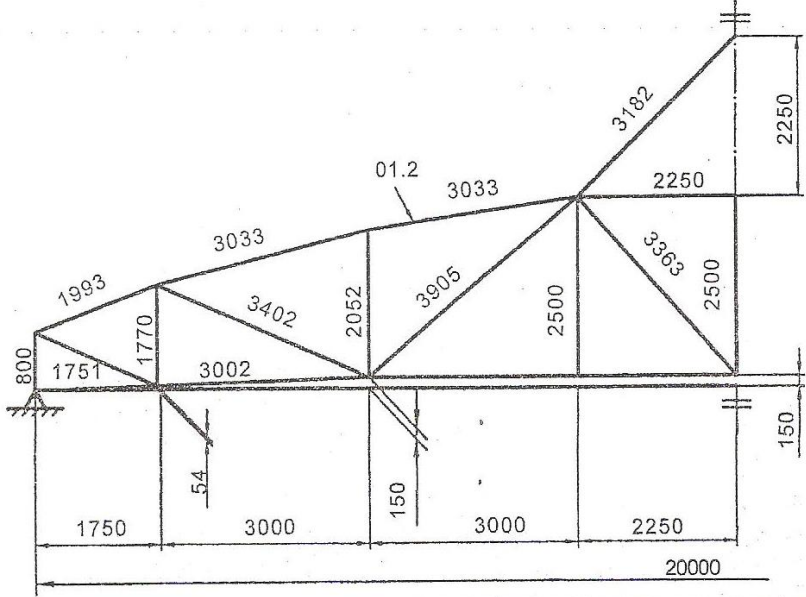
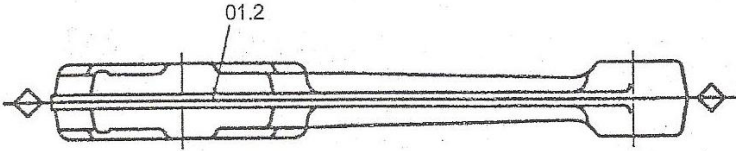
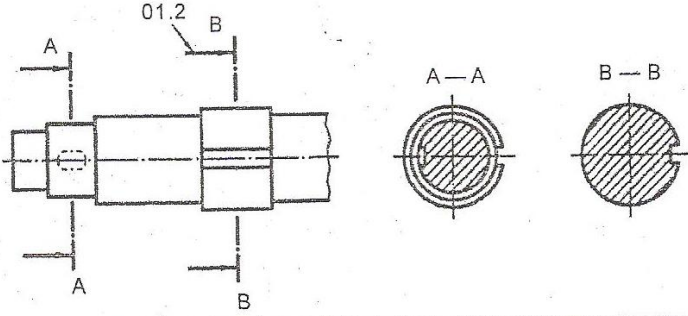
Продовження табл. 3.4

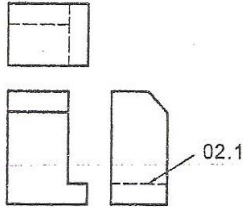
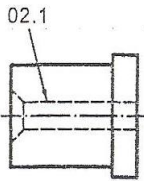
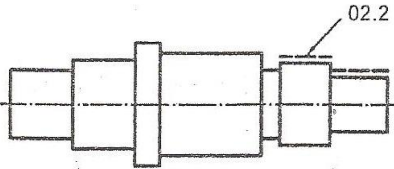
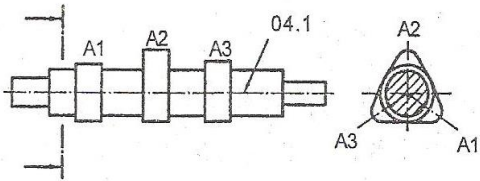
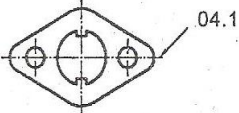
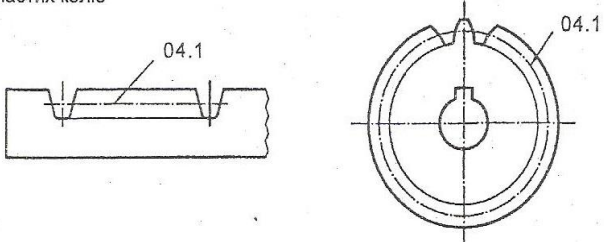
01.1.11	<p>Лінії згинання на розгортках і деталях після процесу згинання</p> 
01.1.12	<p>Виносні елементи</p> 
01.1.13	<p>Положення повторюваних елементів, наприклад, внутрішніх діаметрів зубчастих коліс</p> 
01.1.14	<p>Пояснювальні лінії ознак конусності</p> 
01.1.15	<p>Позначка розташунок багат шарових (пластинчатих) елементів, наприклад, пластин трансформатора</p> 
01.1.16	<p>Проекційні лінії</p> 

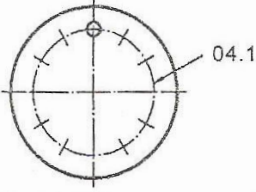
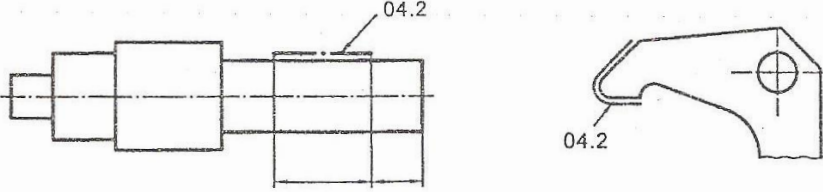
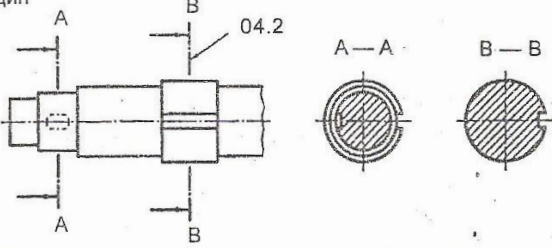
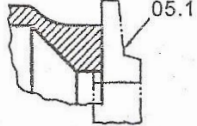
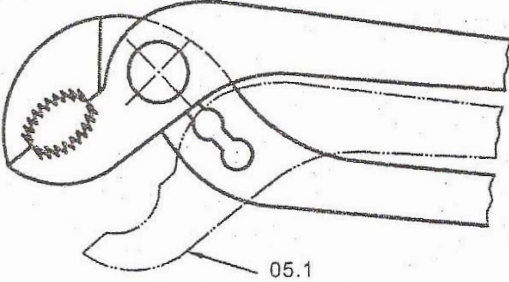
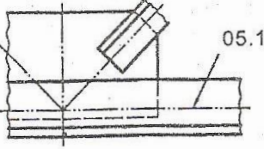
Продовження табл. 3.4

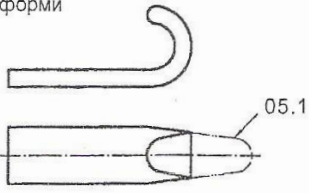
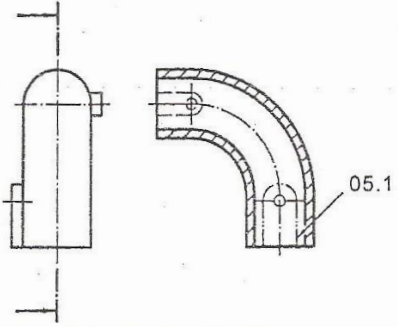
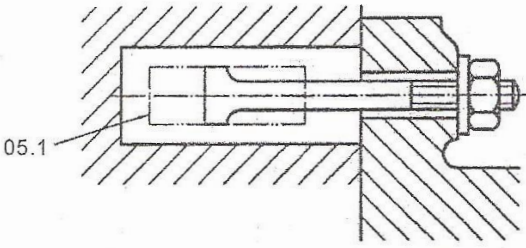
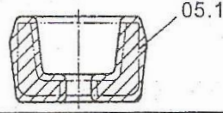
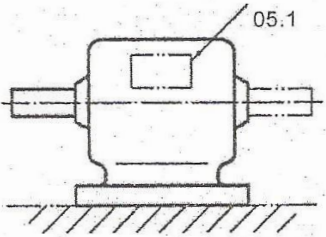
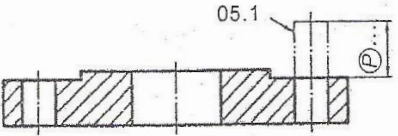
Продовження табл. 3.4

01.1.17	Лінії координатної сітки	
01.1.18	Суцільні тонкі лінії, виконані від руки	
01.1.19	Суцільні тонкі лінії із зигзагами	
01.2	Суцільна товста лінія	
01.2.1	Видимі грані	
01.2.2	Видимі контури	
01.2.3	Контур гвинтової нарізі по зовнішньому діаметру	
01.2.4	Границя ділянки гвинтової нарізі з повним профілем	

<p>01.2.5</p>	<p>Зображення основних ліній на діаграмах, картах, графіках</p> 
<p>01.2.6</p>	<p>Лінії систем</p> 
<p>01.2.7</p>	<p>Лінії розніму форм на литих деталях</p> 
<p>01.2.8</p>	<p>Лінії вказівних стрілок розрізів і перерізів</p> 

02.1	Штрихова тонка лінія
02.1.1	Невидимі грані 
02.1.2	Невидимі контури 
02.2	Штрихова товста лінія
02.2.1	Позначання поверхні, що підлягає оброблянню (наприклад, термічному) 
04.1	Довгоштрихово-пунктирна тонка лінія
04.1.1	Осьові лінії 
04.1.2	Лінії симетрії 
04.1.3	Ділильні кола зубчастих коліс 

04.1.4	<p>Центрові кола</p> 
04.2	<p>Довгоштрихово-пунктирна товста лінія</p>
04.2.1	<p>Позначання (обмежених) площ поверхонь обов'язкового оброблення, наприклад, термічного</p> 
04.2.2	<p>Положення січних площин</p> 
05.1	<p>Довгоштрихово-двопунктирна тонка лінія</p>
05.1.1	<p>Конттури суміжних деталей</p> 
05.1.2	<p>Граничне положення рухомих деталей</p> 
05.1.3	<p>Центроїдальні лінії</p> 

05.1.4	<p>Початкові контури перед наданням форми</p> 
05.1.5	<p>Частини предмета, що розташовані перед січною площиною</p> 
05.1.6	<p>Контури можливих положень</p> 
05.1.7	<p>Контури готової деталі на зображенні заготівки</p> 
05.1.8	<p>Познака окремих зон/плоск</p> 
05.1.9	<p>Контур заданого виступового поля допуску (розміщення)</p> 

3.5. Шрифти креслярські

Стандарт ДСТУ ISO 3098-0:2007 „Технічна документація на виробі. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги” встановлює загальні вимоги до написання шрифтів в узгодженні з усіма іншими частинами, використовуваними для виготовлення технічної документації на виробі.

Терміни та визначення.

Осьова лінія – уявна лінія, що проходить через середину будь-якої лінії або елемента, яка є складовою частиною характеристичної графічної одиниці.

Графічний набір символів шрифту – обмежений ряд різних графічних знаків встановленого типу шрифту, зокрема літери певної абетки, цифр, діакритичних знаків тощо.

Загальні вимоги.

Характерною вимогою щодо написання знаків є сприйняття для читання, яку потрібно забезпечувати проміжком між знаками у розмірі подвійної товщини ліній, яку використовують для написання.

Розміри шрифтів.

Номинальний розмір шрифту визначають висотою (h) зовнішнього контуру прописних (великих) літер (див. рис. 3.32 та табл. 3.5 та 3.6).

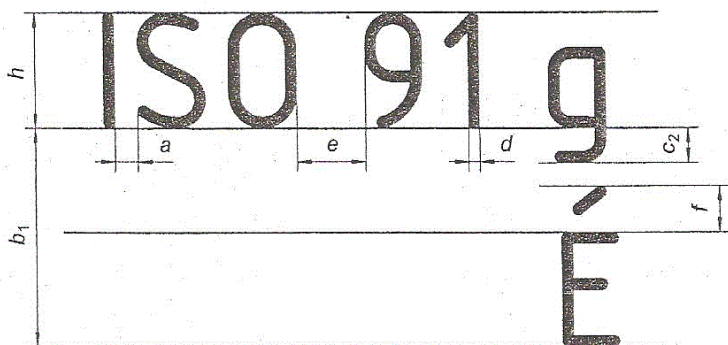


Рис. 3.32

Розмірів, які показані на рис. 3.32 - 3.34, потрібно дотримуватися як для кириличної, так і для латинської та грецької.

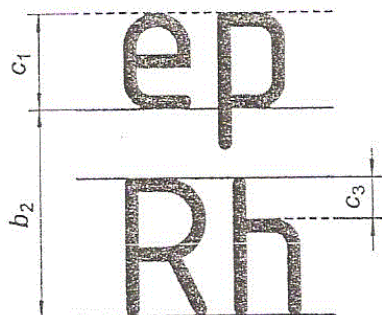


Рис. 3.33

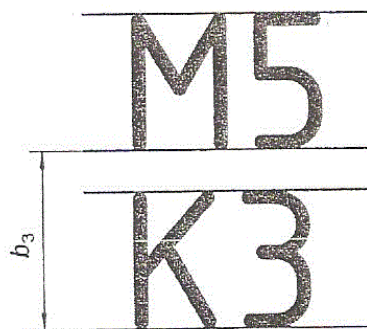


Рис. 3.34

Розташування осьових ліній.

Номінальні значення висоти (h) і проміжку між знаками (a) потрібно брати як базові для визначення положення осьової лінії (рис. 3.35 та 3.36). Інші розміри треба брати в табл. 3.5 та 3.6.

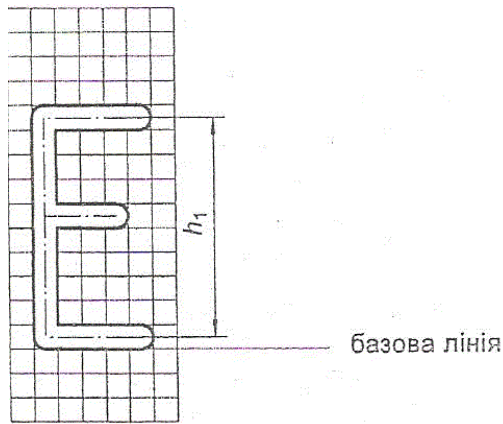


Рис. 3.35

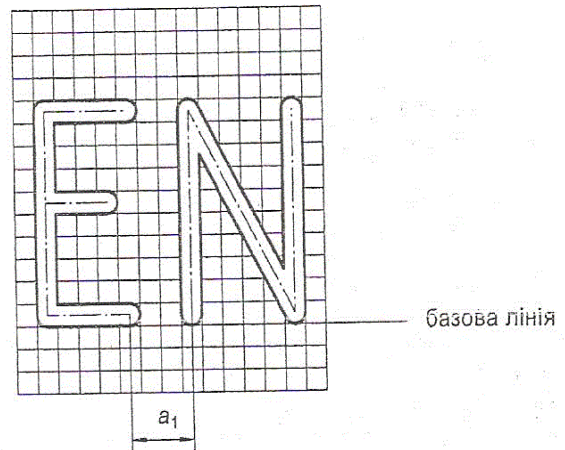


Рис. 3.36

Ряд номінальних розмірів.

Ряд розмірів визначений таким:

1,8 мм; 2,5 мм; 3,5 мм; 5 мм; 7 мм; 10 мм

Товщина ліній.

Повинна відповідати вимогам стандарту ДСТУ ISO 128-20:2003 „Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії”. Такі самі товщини ліній слід використовувати для написання великих і малих літер.

Нахил шрифтів.

Шрифти можуть бути вертикальними (рис. 3.32 – 3.36) чи похилими вправо під кутом 75° до горизонталі (рис. 3.37).

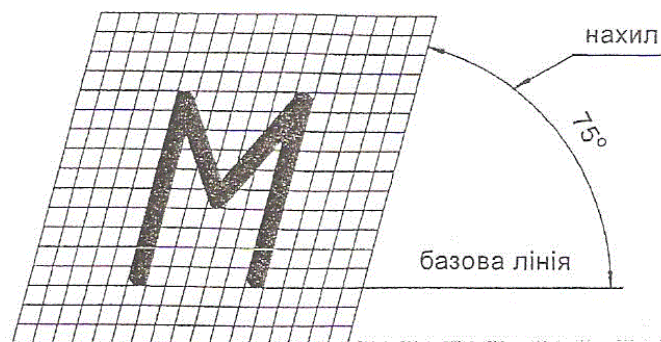


Рис. 3.37

Типи шрифтів.

Встановлено такі типи шрифтів:

– в табл. 3.5 – шрифт типу А, вертикальний та похилий;

– шрифт типу А,

• в табл. 3.6 – шрифт типу В, вертикальний (переважне застосування) та шрифт типу В, похилий.

Таблиця 3.5. Розміри шрифтів типу А

Позначки		Кратність h	Розміри							
Висота шрифту	h	$(14/14)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Висота малих літер (x-висота)	c_1	$(10/14)h$	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Висота берега для нижнього відростка малих літер	c_2	$(4/14)h$	0,52	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6
Висота берега для верхнього відростка малих літер	c_3	$(4/14)h$	0,52	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6
Висота берега для діакритичних знаків (у випадку великих літер)	f	$(5/14)h$	0,65	0,9	1,25	1,75	2,5	3,5	5	7
Проміжок між знаками	a	$(2/14)h$	0,26	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Найменша відстань між базовими лініями ¹⁾	b_1	$(25/14)h$	3,25	4,5	6,25	8,75	12,5	17,5	25	35
Найменша відстань між базовими лініями ²⁾	b_2	$(21/14)h$	2,73	3,78	5,25	7,35	10,5	14,7	21	29,4
Найменша відстань між базовими лініями ³⁾	b_3	$(17/14)h$	2,21	3,06	4,25	5,95	8,5	11,9	17	23,8
Проміжок між словами	e	$(6/14)h$	0,78	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Товщина лінії	d	$(1/14)h$	0,13 ⁴⁾	0,18 ⁴⁾	0,25	0,35 ⁴⁾	0,5	0,7 ⁴⁾	1	1,4

¹⁾ Спосіб написання: у випадку великих і малих літер з діакритичними знаками (див. рисунок 1).

²⁾ Спосіб написання: у випадку великих і малих літер без діакритичних знаків (див. рисунок 2).

³⁾ Спосіб написання: тільки у випадку великих літер (див. рисунок 3).

⁴⁾ Значення округлені; значення розмірів від c_1 до e розраховані через округлені значення d .

Таблиця 3.6. Розміри шрифтів типу В

Познаки		Кратність h	Розміри							
Висота шрифту	h	$(10/10)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Висота малих літер (x-висота)	c_1	$(7/10)h$	1,26	1,75	2,5 ⁴⁾	3,5	5 ⁴⁾	7	10 ⁴⁾	14
Висота берега для нижнього відростка малої літери	c_2	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Висота берега для верхнього відростка малої літери	c_3	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Висота берега для діакритичних знаків (у випадку великих літер)	f	$(4/10)h$	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
Проміжок між знаками	a	$(2/10)h$	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Найменша відстань між базовими лініями ¹⁾	b_1	$(19/10)h$	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Найменша відстань між базовими лініями ²⁾	b_2	$(15/10)h$	2,7	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30
Найменша відстань між базовими лініями ³⁾	b_3	$(13/10)h$	2,34	3,25	4,55	6,5	9,1	13	18,2	26
Проміжок між словами	e	$(6/10)h$	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Товщина лінії	d	$(1/10)h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

¹⁾ Спосіб написання: у випадку великих і малих літер з діакритичними знаками (див. рисунок 1).
²⁾ Спосіб написання: у випадку великих і малих літер без діакритичних знаків (див. рисунок 2).
³⁾ Спосіб написання: тільки у випадку великих літер (див. рисунок 3).
⁴⁾ Значення округлені.

В стандарті ДСТУ ISO 3098-6:2007 „Документація технічна на виробу. Шрифти. Частина 6. Кирилична абетка” встановлюється правила виконання *кириличної абетки* для написання текстів та (або) застосування як умовних познач на технічних кресленнях.

Загальні вимоги і розміри букв, цифр і знаків подано у ДСТУ ISO 3098-0:2007 „Технічна документація на виробу. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги”. Щоб отримати лінію постійної товщини, запобігти забрудненню на перетині ліній та полегшити процес написання, букви, цифри та знаки треба виконувати так, щоб лінії схрещувалися чи перетиналися приблизно під прямим кутом.

Форми літер українського та цифр наведено відповідно на рис. 3.38 та 3.39 (шрифт типу А – з нахилом).



Рис. 3.38



Рис. 3.39



Написання шрифтів креслярських [67]

3.6. Графічне зображення матеріалу у розрізах та перерізах

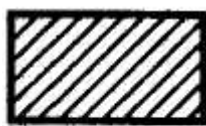
Графічні позначення матеріалів у розрізах, перерізах та на фасадах, а також правила нанесення їх на креслениках усіх галузей промисловості та будівництва, встановлені ДСТУ (ГОСТ) 2.306-68 „ЕСКД. Позначення графічні матеріалів і правила їх нанесення на кресленнях”. Для умовного графічного зображення матеріалів використовують різноманітні графічні елементи.

Загальне графічне позначення матеріалів у розрізах та перерізах незалежно від матеріалів повинно відповідати рис. 3.40.

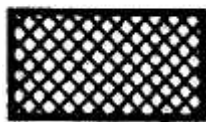


Рис. 3.40

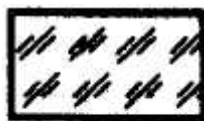
Графічні позначення матеріалів у розрізах та перерізах в залежності від матеріалів повинні відповідати наведеними на рис. 3.41:



– метали, тверді сплави;



– неметалеві матеріали, в тому числі волокнисті та плитні (пресовані) за винятком зазначених нижче;



– скло та світло прозорі матеріали;



кераміка та силікатні матеріали для мурування.

Рис. 3.41

Паралельні прямі у штриховках проводять суцільними тонкими лініями ($S/2 \dots S/3$) під кутом 45° до лінії контуру зображення (рис. 3.42, *а*), чи до його вісі (рис. 3.42, *б*) або до лінії рамки кресленика (рис. 3.42, *в*). Відстань між лініями штриховки має бути від 1 до 10 мм в залежності від формату кресленика та величини перерізу. Нахил ліній штриховки і відстань між ними для певної деталі на всіх зображеннях мають бути однаковими на усьому полі кресленика.

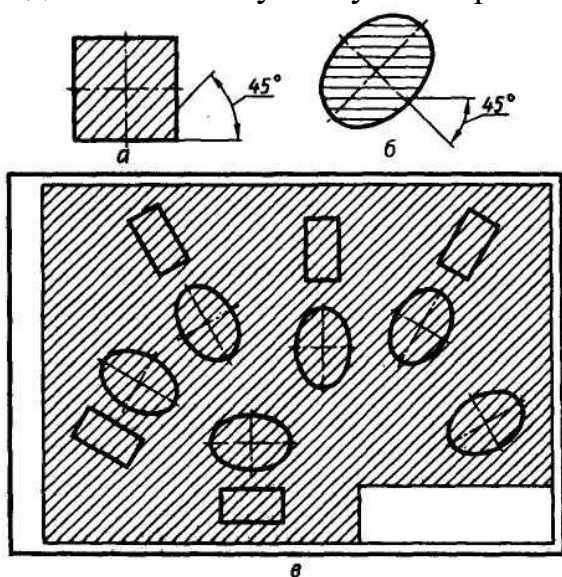


Рис. 3.42

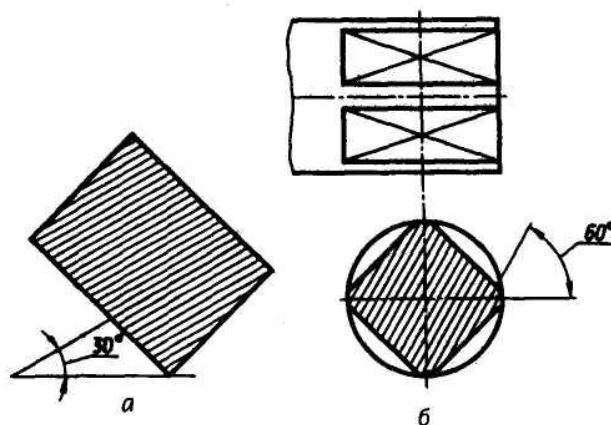


Рис. 3.43

Якщо нахил лінії контуру зображення збігаються з нахилом ліній штриховки, то штрихувати слід під кутом 30° або 60° (рис. 3.43).

Вузькі та довгі площі перерізів, ширина яких на кресленнику становить $2 \dots 4$ мм, рекомендується штрихувати лише на кінцях і по контуру (рис. 3.43, а), а решту площі перерізу – невеликими ділянками в декількох місцях (див. рис. 3.43, б).

Перерізи, ширина яких на кресленнику менше 2 мм, допускається зафарбовувати, але між суміжними перерізами слід залишати просвіт не менше $0,8$ мм (рис. 3.43, в).

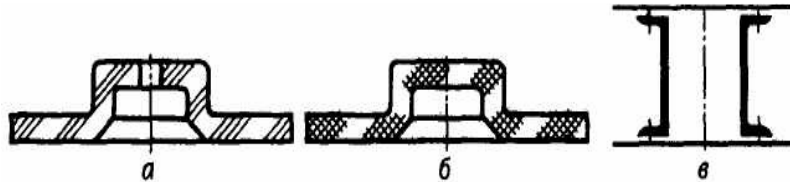


Рис. 3.43

Для суміжних перерізів двох деталей використовують різні напрямки штриховки та відстань між штрихами (рис. 3.44). Якщо площа перерізу завелика, штриховку виконують біля його контурів смужкою сталої ширини (рис. 3.45).

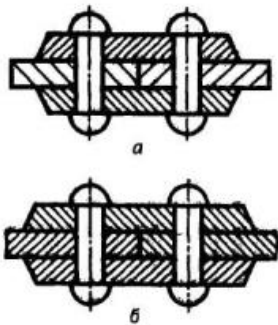


Рис. 3.44

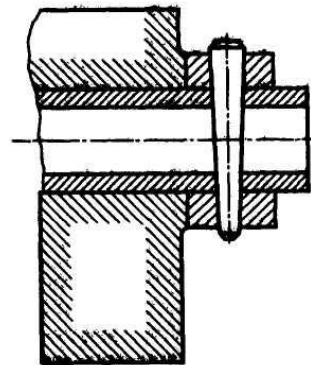


Рис. 3.45



Графічне зображення
матеріалу [69]

3.7. Розміри та граничні відхилення

Зображення на кресленнику дає уяву про форму і будову предмета, а для з'ясування справжньої величини зображувального предмета наносять розміри.

Правила нанесення розмірів та граничних відхилень на кресленниках та інших технічних документах на вироби усіх галузей промисловості та будівництва наведені в ДСТУ ISO 129-1 : 2007 „Кресленники технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи”. Для машинобудівних кресленників вони представлені в ISO 129-2.

У цьому стандарті використано такі терміни та визначення.

Елементи:

- геометричний елемент – точка, лінія або поверхня;
- елемент розміру – геометрична форма, визначена лінійною або кутовою величиною, яка і є розміром. Елементом розміру може бути циліндр, сфера, дві паралельні протилежні поверхні, конус або призма;
- базовий елемент – елемент, який використовують як початок для визначання іншого елемента;
- повторюваний елемент – періодично розташовані елементи з однаковим лінійним чи кутовим розміщенням, які належать до одного чи більше базових елементів;

Лінії для проставляння розмірів:

- осьова лінія – лінія на кресленнику, що встановлює геометричний центр зображуваного елемента (елементів);
- розмірна лінія – пряма чи дугоподібна лінія на кресленнику між двома елементами або між елементом та виносною лінією, або між двома виносними лініями, яка графічно встановлює розмір (значення розмірної величини та допуску задають над розмірною лінією);
- виносна лінія – лінія, що пов'язує елемент (елементи), розміри якого проставляють, з кінцями відповідної розмірної лінії;
- лінія-виноска – лінія, що пов'язує текстову інформацію, вимоги або полицю лінії-випоски з елементом чи розмірною лінією;
- лінія симетрії – пряма лінія на кресленнику, що визначає площину чи вісь симетрії;
- початок відліку – початкова точка у разі послідовного проставляння розмірів або задавання розмірів координатним способом;
- позначка закінчення – позначка, що встановлює закінчення розмірної лінії або лінії-випоски;

Розміри:

- розмір – відстань між двома елементами або величина елемента вимірювання (існують лінійні та кутові розміри);
- основний розмір, розмірна величина/число – числове значення розміру, виражене в конкретних одиницях вимірювання і позначене на

креслениках за допомогою ліній та відповідних символів. Коли допуск не вказують, то основний розмір часто називають розмірною величиною (числом). Одиниця вимірювання має бути лінійною або кутовою. До основного розміру застосовують граничні допуски (або) допустимі відхилення;

- лінійний розмір – лінійна відстань між двома елементами або лінійна величина елемента розміру. Лінійні розміри на машинобудівних креслениках можуть визначати розміри предметів, відстані та радіуси;

- кутовий розмір – кут між двома елементами або значення кута кутового елемента розміру. На машинобудівних креслениках кутові розміри можуть визначати величини кутів і кутові відстані;

- допуск розміру – різниця між верхньою та нижньою границями розміру;

- довідковий розмір – розміри, що одержані від інших розмірів, та наведені лише для інформації;

Нанесення розмірів:

- проставляння розмірів ланцюжком – спосіб подавання розмірів, у разі якого окремі розміри розташовують у рядок;

- координатний спосіб задавання розмірів – спосіб подавання розмірів від базового елемента у системі координат (в декартових або полярних координатах);

- паралельне проставляння розмірів – спосіб проставляння розмірів від базового елемента з паралельними чи дугоподібними розмірними лініями;

- послідовне проставляння розмірів – спосіб проставляння розмірів, коли розмір кожною елемента задають від базового;

- табличний спосіб задавання розмірів – спосіб подавання розмірів, в разі якого елементи та(або) розміри позначають заданими числами або буквами і вносять у таблиці.

Принципи проставляння розмірів та позначання допусків.

Загальні принципи.

Усі розмірності, графічні символи та анотації слід наводити так, щоб їх можна було читати у нижній чи правій частині кресленика (за основним напрямком читання).

Розміри є одним із окремих видів геометричних вимог, які можна застосовувати для того, щоб чітко і однозначно визначити елемент або складову частину. Іншими видами геометричних вимог, де найчастіше виникає необхідність одержати однозначне тлумачення елемента (наприклад, у машинобудуванні), є геометричні допуски (форми, орієнтації, розташування та биття), вимоги до текстури поверхні та вимоги до конусів.

Уся інформація щодо розмірів повинна бути достатньо повна і наведена безпосередньо на кресленику, за винятком, коли цю інформацію подають у відповідній супровідній документації.

На кожному елементі чи на пов'язаних між собою елементах розміри треба проставляти тільки один раз.

Коли всі лінійні розміри подають в однакових одиницях, то одиницю вимірювання можна опускати за умови, що на кресленику або у супровідній документації наведено інформацію про використану одиницю вимірювання.

Розміщування розмірів.

Розміри треба розміщувати на тому виді чи перерізі, який найчіткіше зображує необхідний елемент (елементи) (див. рис. 3.46).

Коли окремі елементи чи предмети зображують у безпосередній близькості, то для зручності читання їхні відповідні розміри треба об'єднувати в окремі групи (див. рис. 3.47).

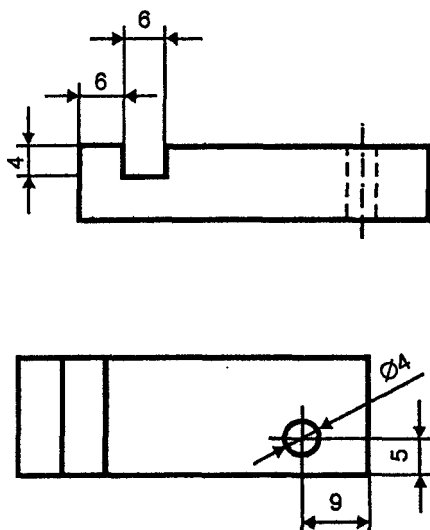


Рис. 3.46

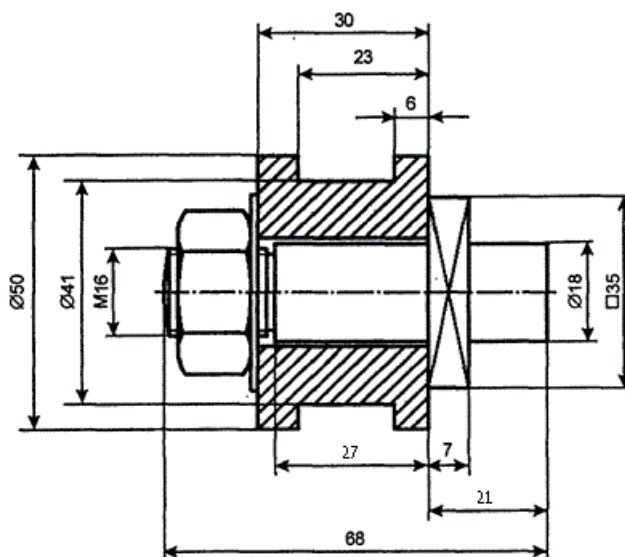


Рис. 3.47

Розмірні одиниці.

Розміри треба вказувати, використовуючи тільки одну одиницю вимірювання. Коли в одному документі застосовують різні одиниці вимірювання, то їх треба чітко зазначати.

Для проставляння розмірів треба використовувати одиниці SI, згідно з ISO 1000, або інші міжнародні стандарти стосовно похідних одиниць SI.

Граничні відхилення потрібно виражати у тих самих одиницях, що й основний розмір.

Елементи проставляння розмірів.

Загальні положення.

Елементами проставляння розмірів є виносні лінії, розмірні лінії, лінії-виноски, позначки закінчення, точки початку відліку та розмірні

величини (основні розміри). Різновиди елементів для проставляння розмірів наведено на рис. 3.48.

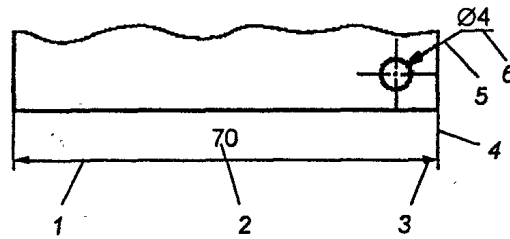


Рис. 3.48. 1 – розмірна лінія, 2 – розмірне число, 3 – позначка закінчення (у цьому випадку – вістря стрілки); 4 – виносна лінія, 5 – лінія-виноска, полиця лінії-виноска

Розмірна лінія.

Розмірні лінії треба креслити суцільною тонкою лінією відповідно до ISO 128-20.

Розмірні лінії показують одним із способів:

– паралельно до відрізків, лінійні розміри яких треба проставляти (див. рис. 3.49);

– у вигляді дуги з центром у вершині кута для кутових розмірів або у центрі дуги — для розмірів дуг (див. рис. 3.50 і 3.51).

Коли місце проставляння розміру обмежене, розмірну лінію можна показати за допомогою виносних ліній та стрілок у зворотних напрямках (див. рис. 3.46).

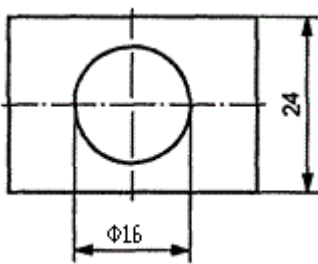


Рис. 3.49

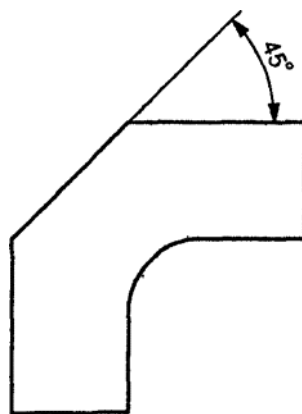


Рис. 3.50

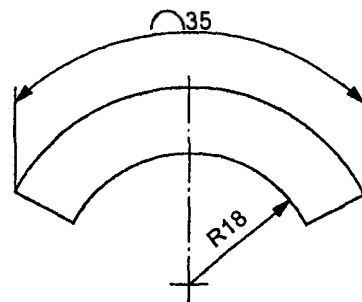


Рис. 3.51

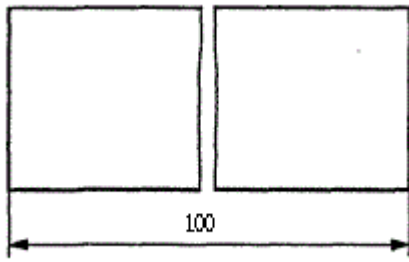


Рис. 3.52

Коли деталь зображують з розривом, відповідну розмірну лінію не треба переривати (див. рис. 3.52). Потрібно уникати перетину розмірних ліній з будь-якою іншою лінією, але коли перетину не уникнути, то їх потрібно зображувати без розриву (див. рис. 3.53).

Розмірні лінії можна зображувати з обривом, коли:

– вказують розміри діаметрів (див. рис. 3.54);

– зображують лише частину симетричної деталі на виді чи у перерізі (див. рис. 3.101 та 3.102);

– зображують деталь половиною на виді чи у перерізі (див. рис. 3.54);

– базовий елемент, використовуваний для проставлення розмірів, на аркуші кресленика відсутній і немає потреби в його

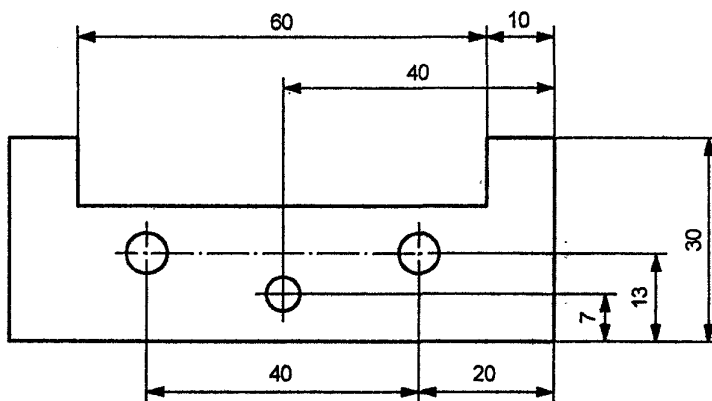


Рис. 3.53

позначанні (див. рис. 3.86 R62).

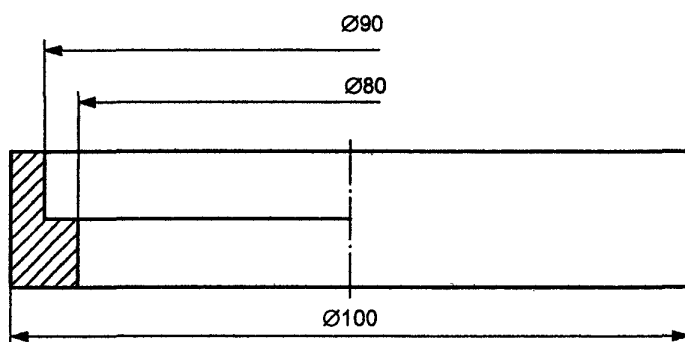


Рис. 3.54

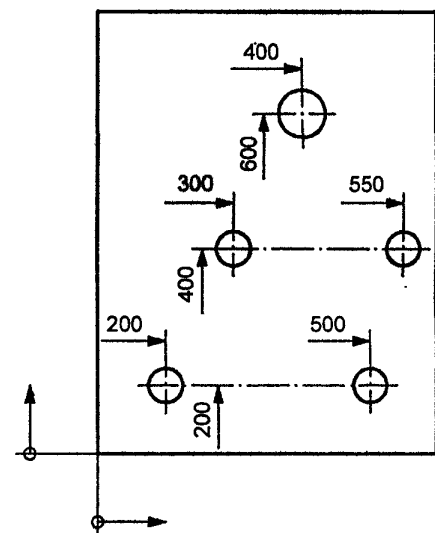


Рис. 3.55

Позначки кінця та початку розмірної лінії.

Познака розмірної лінії має відповідати одному із зображень, поданих на рис. 3.56.



Рис. 3.56

Співвідношення розмірів позначок закінчення розмірної лінії, зображених на рисунку 3.48, та початку відліку, зображеному на рис. 3.56, наведено на рис. 3.57.

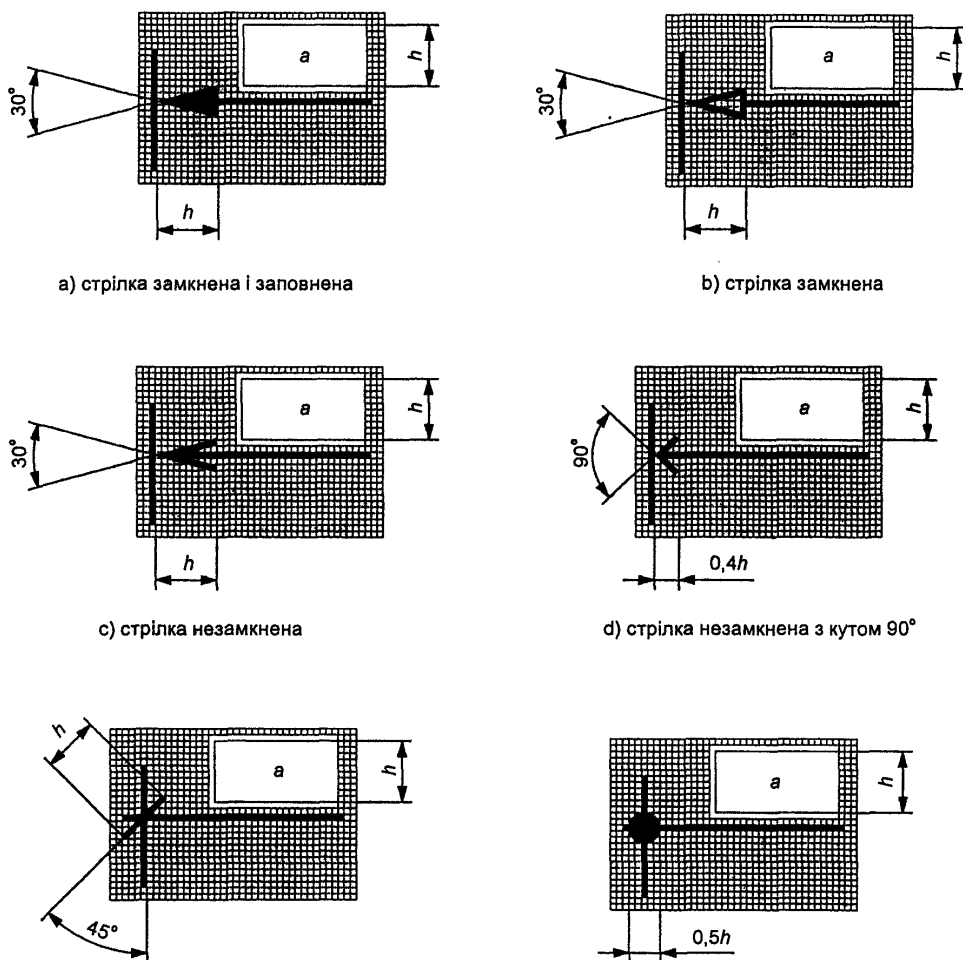


Рис. 3.57

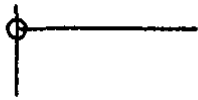


Рис. 3.58

Познака початку розмірної лінії має бути така, як це показано на рис. 3.58.

Виносна лінія.

Виносні лінії треба зображувати суцільними тонким лініями згідно з ISO 128-20. Виносні лінії треба подовжувати за відповідну розмірну лінію приблизно на величину у 8 товщин ліній.

Виносні лінії треба креслити перпендикулярно до відповідної лінії (див. рис. 3.49, 3.50, 3.52-3.54, 3.59).

Дозволено на технічних креслениках робити проміжок приблизно у 8 товщин ліній між елементом та початком виносної лінії (див. рис. 3.60).

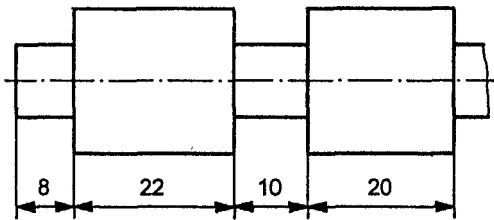


Рис. 3.59

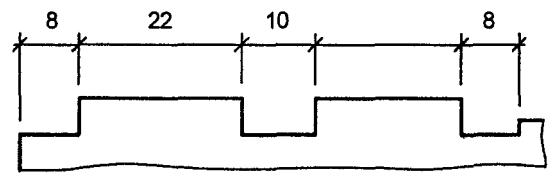
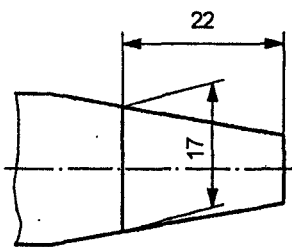


Рис. 3.60

Виносні лінії можна креслити похило, але паралельно одна одній (див. рис. 3.61).



Вступні лінії контурів деталі, що перетинаються, треба подовжувати за точку перетину приблизно на 8 товщин лінії (див. рис. 3.62).

Рис. 3.61

У випадку виступних контурів переходів та подібних елементів, виносні лінії проводять з точки перетину подовжених ліній контуру (див. рис. 3.63).

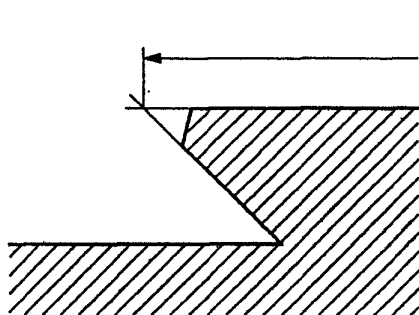


Рис. 3.62

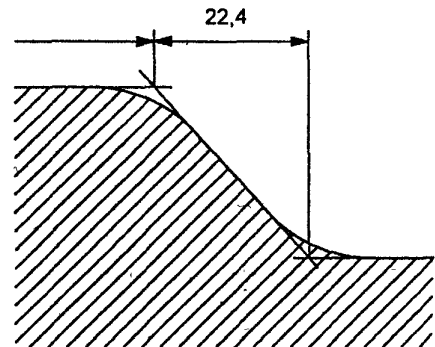


Рис. 3.63

Виносні лінії можна переринати, якщо їх продовження є однозначним (див. рис. 3.64 і 3.65). Для кутових розмірів виносні лінії є продовженнями сторін кута (див. рис. 3.65).

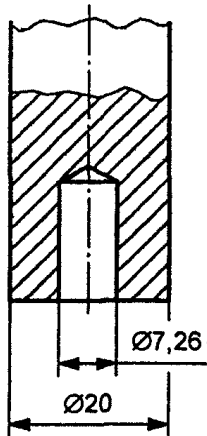


Рис. 3.64

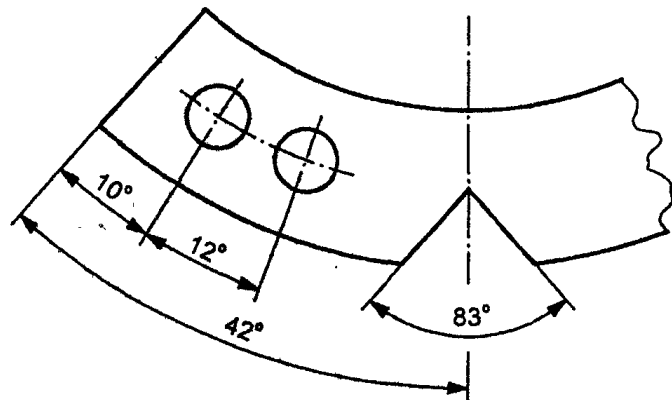


Рис. 3.65

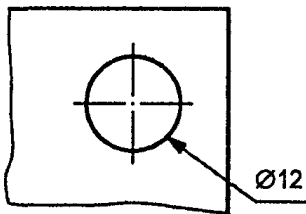


Рис. 3.66

Лінія-виноска.

Лінії-виноски, що виконані відповідно до ISO 128-22, потрібно зображувати суцільною тонкою лінією згідно з ISO 128-20. Лінія-виноска не має бути довшою, ніж це потрібно; її треба проводити похило до певного елемента, але під кутом, відмінним від кута нанесеної штриховки (див. рис. 3.66, 3.71 та 3.73).

Розмірні величини/числа (основні розміри).

Проставляння розмірних величин.

Розмірні величини потрібно проставляти на креслениках цифрами і знаками достатніх розмірів, що забезпечить повну чіткість як на оригіналі кресленика, так і на копіях, виконаних способом мікрофільмування (див. ISO 6428). Рекомендовано застосовувати вертикальний шрифт В відповідно до ISO 3098-0.

Розміщення розмірних чисел.

Розмірні числа треба розміщувати паралельно їх розмірній лінії, ближче до її середини та трохи вище цієї лінії (див. рис. 3.57, 3.67 та 3.68).

Розмірні числа треба розміщувати так, щоб вони не перетиналися і не роз'єднувалися будь-якою лінією.

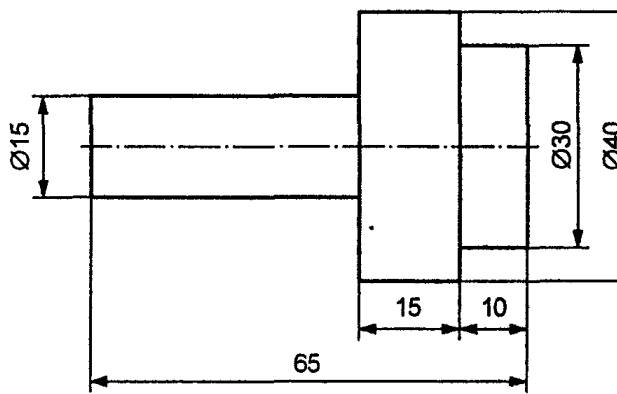


Рис. 3.67

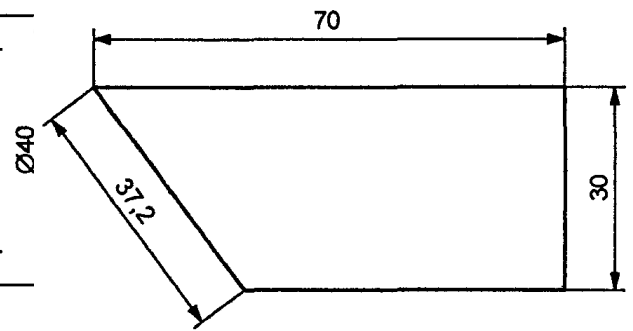


Рис. 3.68

Числові значення на похилих розмірних лініях повинні бути орієнтовані так, як показано на рис. 3.69. Числові значення кутових розмірів повинні бути орієнтовані так, як показано на рис. 3.67.

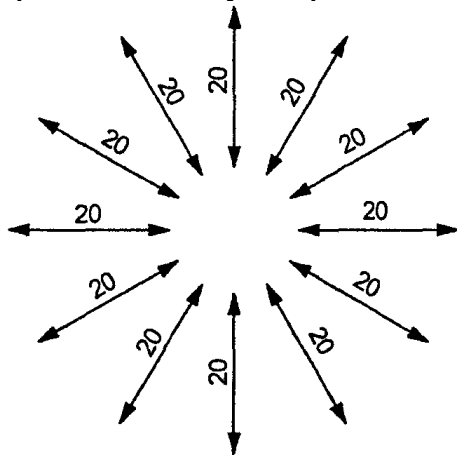


Рис. 3.69

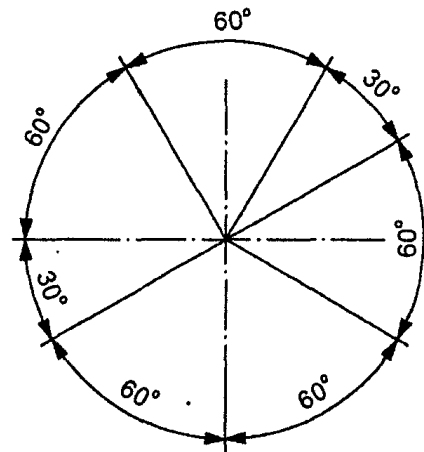


Рис. 3.70

Окремі положення розмірних чисел (винятки та спрощення).

Часто виникає потреба положення розмірних чисел пристосовувати до різних ситуацій:

а) якщо поле нанесення розмірних чисел обмежене, то їх можна розміщувати над подовженням розмірної лінії за одну із познач її закінчення (див. рис. 3.71);

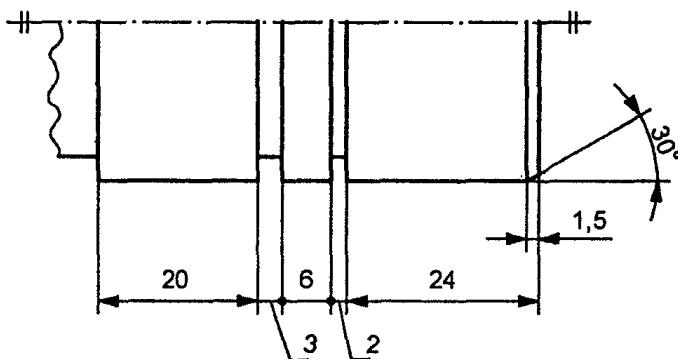


Рис. 3.71

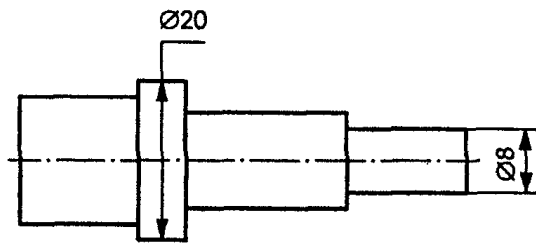


Рис. 3.72

виноски, що закінчується на цій розмірній

б) розмірні числа можна подавати на полиці лінії-виноски і сполучати з розмірною лінією за допомогою лінії-

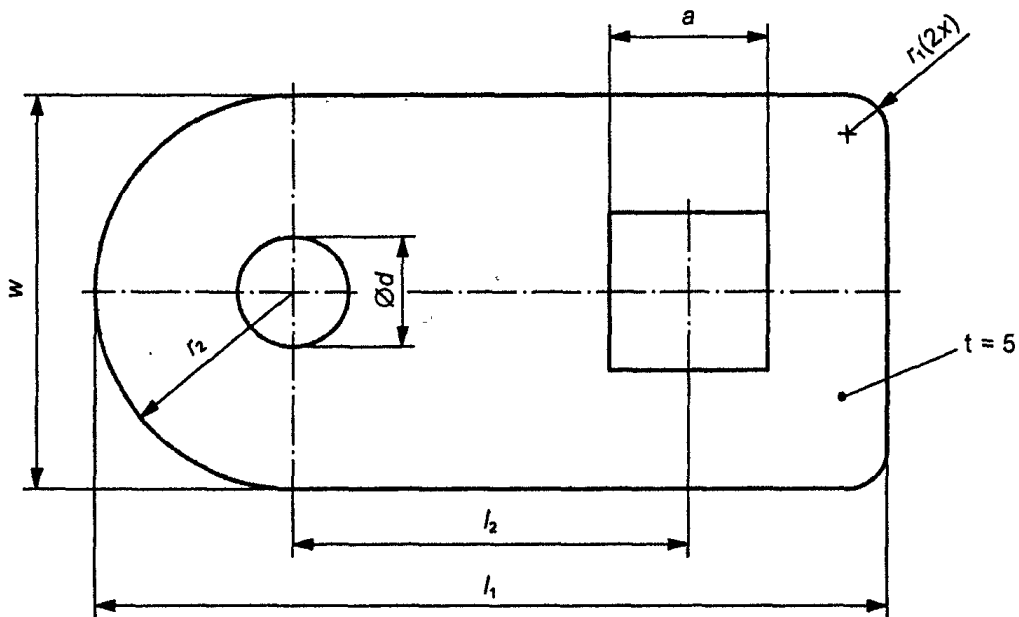
лінії, яка занадто мала для того, щоб нанести розмірне число звичайним способом між виносними лініями (див. рис. 3.71);

в) розмірні числа можна розміщувати над горизонтальною частиною подовженої розмірної лінії, коли бракує місця для розміщування їх паралельно розмірній лінії (див. рис. 3.72);

г) у разі послідовного проставлення розмірів числа слід наносити біля вістря стрілки (див. рис. 3.109 та 3.110).

Подання розмірів за допомогою букв.

Для того, щоб зазначити розмірні числа, можна використовувати букви, але їх треба чітко визначати на цьому самому кресленнику або у відповідній документації (див. рис. 3.73).



No.	a	d	l ₁	r ₁	l ₂	r ₂	w
1	□2	Ø10	100	R6	50	(R16)	32
2	□6	Ø16	120	R6	64	(R20)	40
3	□8	Ø20	140	R8	78	(R24)	48

Рис. 3.73

Табличний спосіб задавання розмірів.

Цей спосіб подання розмірів дає можливість подавати у табличній формі ряди змінних значень спільних розмірів елементів деталі чи складанної одиниці (див. рис. 3.73).

Елементи позначання допусків.

Загальні правила.

Коли загальні допуски згідно з ISO 2768-1 та ISO 2768-2 вказують на кресленику, тоді їх розміщують у межах чи поблизу основного напису.

Знаки, наприклад, видів допусків та цифри, що визначають допустимі відхилення, треба писати тим самим за висотою шрифтом, що й основний розмір. Допустимо також застосовувати шрифт висотою на один розмір менший ніж висота шрифту основного розміру, але не менший ніж 2,5 мм.

Залежно від сфери застосування допуски розмірів можна позначати:

- знаками видів допусків (ISO 2768-1 і ISO 2768-2);
- граничним відхиленням;
- границями розміру або статичним допуском.

Усі види допусків застосовують, щоб визначити на технічному кресленику форму елементів деталі.

Граничні відхилення.

Розмір допуску треба позначати у такій послідовності (див. рис. 3.74 - 3.77):

- а) основний розмір;
- б) граничні відхилення.

Граничні відхилення, відповідно до ISO 286-1, треба вказувати будь-яким із способів зазначанням верхнього відхилення над нижнім (див. рис. 3.74 і 3.76) або верхнього відхилення перед нижнім в одному рядку, розділених між собою похилою рисою (див. рис. 3.75).

Якщо один з двох граничних відхилів дорівнює нулю, його треба позначати цифрою нуль (див. рис. 3.76).

Якщо допуск симетричний відносно основного розміру, граничний відхил треба позначати лише один раз зі знаком „±”попереду (див. рис. 3.77).

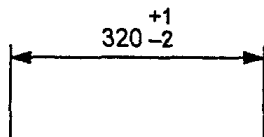


Рис. 3.74

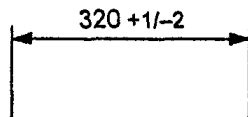


Рис. 3.75

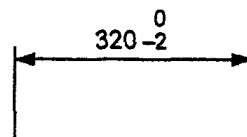


Рис. 3.76

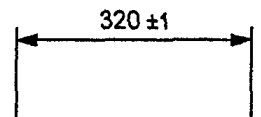


Рис. 3.77

Границі розмірів.

Границі розмірів вказують за допомогою максимальних та мінімальних значень (див. рис. 3.78).

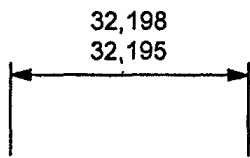


Рис. 3.78

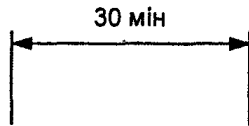


Рис. 3.79

Коли обмежують розмір тільки в одному напрямку, тоді про це обов'язково вказують додаванням „мін” чи „макс” до розмірної величини (див. рис. 3.79).

Позначання спеціальних розмірів.

Розміщення графічних та буквених символів з розмірними числами.

Для ідентифікування форми елемента, на якому проставляють розміри, разом із розмірними числами треба використовувати наведені нижче символи.

Ці символи треба записувати перед розмірним числом (див. рис. 3.51, 3.57, 3.80-3.84):

- \varnothing : Діаметр;
- R : Радіус;
- \square : Квадрат;
- S \varnothing : Діаметр сфери;
- SR : Радіус сфери;
- \frown : Дуга;
- t = : Товщина.

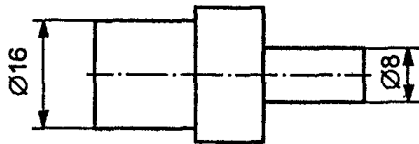


Рис. 3.80

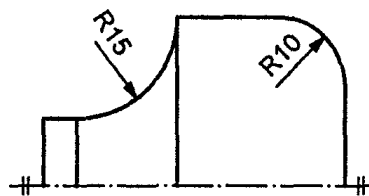


Рис. 3.81

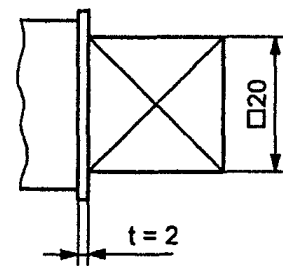


Рис. 3.82

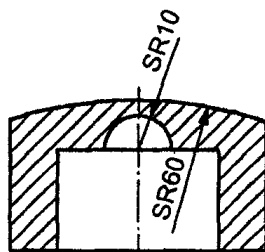


Рис. 3.83

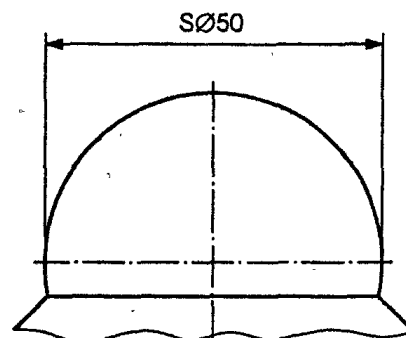


Рис. 3.84

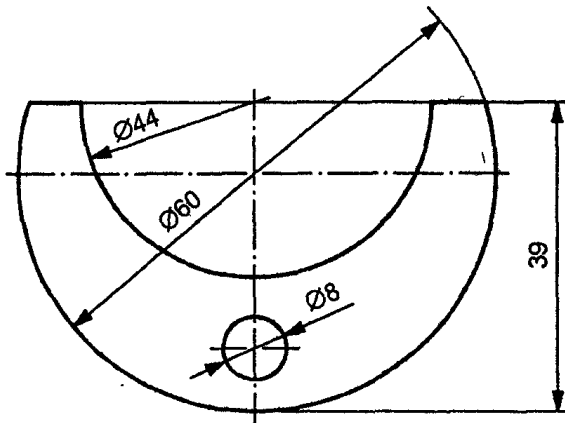


Рис. 3.85

значення радіуса, то використовують лише одну позначку закінчення. Її потрібно зазначати на перетині розмірної лінії дуги (див. рис. 3.86). Якщо на кресленнику позначкою закінчення виступає вістря стрілки та, зважаючи на розмір радіуса,

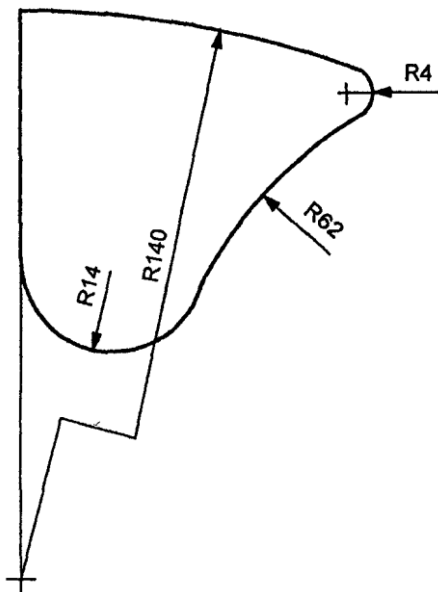


Рис. 3.86

чи SR .

Дуги, хорди та кути.

Нанесення розмірів дуг, хорд і кутів треба виконувати так, як це показано на рис. 3.87. Графічний символ m дуги повинен передувати розмірному числу (див. рис. 3.87, *a*).

Діаметри.

Графічний символ \emptyset треба наносити перед розмірним числом (див. рис. 3.80 та 3.85).

Коли діаметр можна показати однією стрілкою, розмірна лінія повинна переходити за центр (кола) (див. рис. 3.54 та 3.85).

Радіуси.

Буквенний символ R має передувати розмірному числу радіуса (див. рис. 3.81).

Коли проставляють

стрілку можна розміщувати з внутрішньої або зовнішньої сторони контуру деталі або на виносній лінії елемента.

Коли центр закруглення перебуває поза полем зображення, розмірну лінію радіуса потрібно зображати або короткою лінією, або лінією зі зломом

під кутом 90° , незалежно від того, чи необхідно визначити місце перебування центра, чи ні (див. рис. 3.86).

Сфери.

Якщо зображують сферичну поверхню, то перед розмірним числом треба наводити символ $S\emptyset$

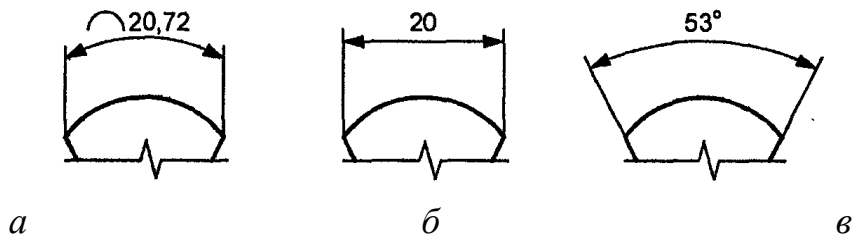


Рис. 3.87

Якщо кут, що містить дугу, більше ніж 90° , виносні лінії потрібно спрямовувати до центра дуги. Коли зв'язок між довжиною дуги та її розмірною величиною неоднозначний, то його потрібно визначити за допомогою лінії-виноски, обмеженої вістрям стрілки на відрізок дуги, на якому проставляють розмір, і точкою чи колом на розмірній лінії (див. рис. 3.88). Взаємопов'язані розміри дуг, а також лінійні чи кутові розміри, сполучені з розмірною дугою, мають спільну виносну лінію (див. рис. 3.88).

Правила, наведені у розділі „Елементи позначання допусків”, однаково застосовні і до проставляння кутових розмірів, за винятком того, що завжди треба зазначати одиниці як основного кутового розміру, так і граничних відхилів (див. рис. 3.89-3.92). Якщо основний кутовий розмір чи кутовий граничний відхил виражають у мінутах або секундах, то значенням мінут чи секунд мають передувати написи 0° чи $0^\circ 0'$ відповідно.

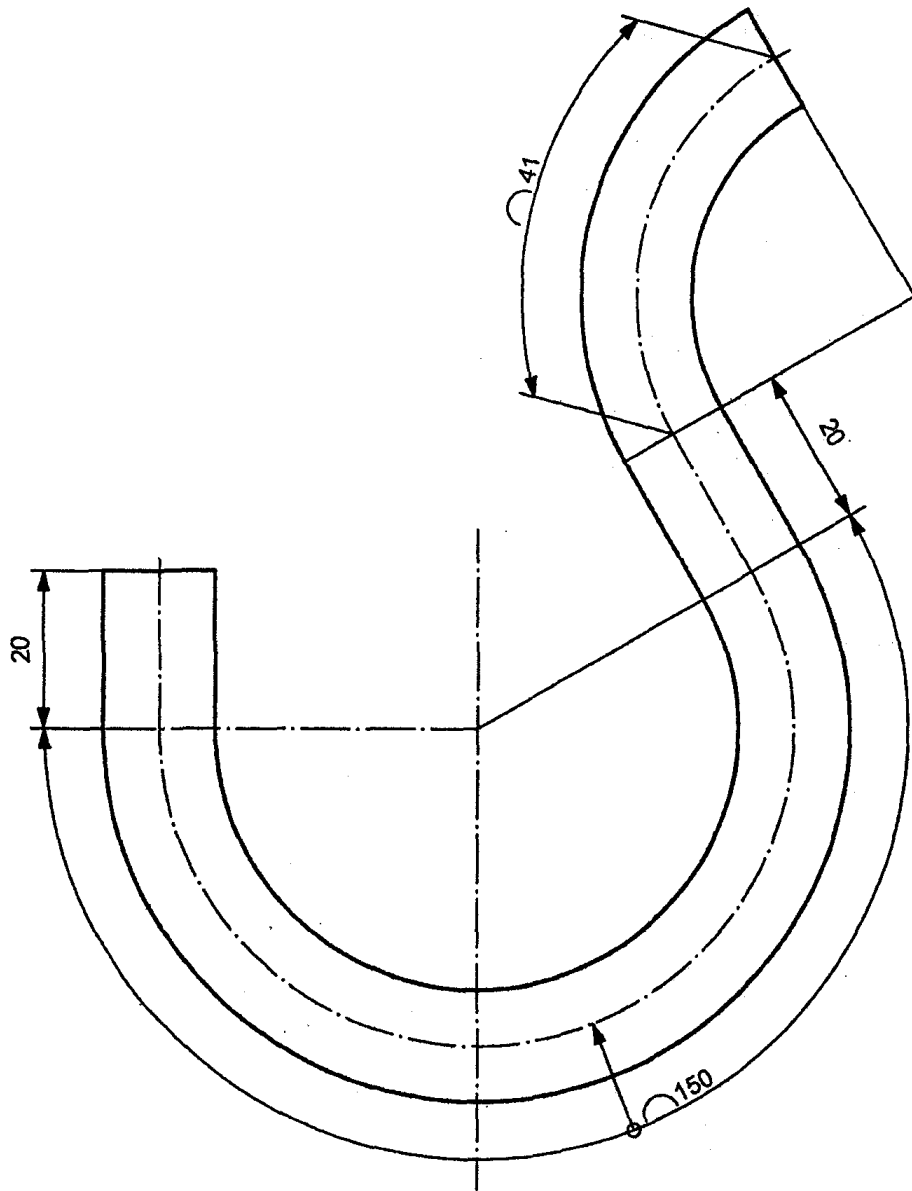


Рис. 3.88

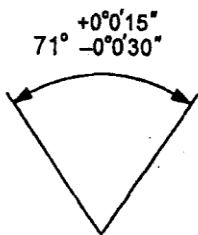


Рис. 3.89

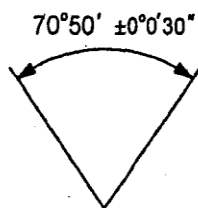


Рис. 3.90

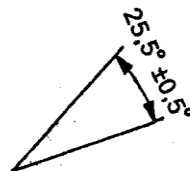


Рис. 3.91

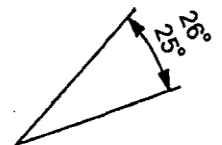


Рис. 3.92

Квадрати.

Графічний символ \square повинен передувати розмірному числу, якщо розмір проставляють лише на одній стороні квадрата (див. рис. 3.82).

Рівномірно розміщувани і повторювані елементи.

Коли елементи розміщені рівномірно і на однаковій відстані, то проставлення їх розмірів може бути спрощене, як показано нижче.

Лінійні відстані можна задавати, як це показано на рис. 3.93.

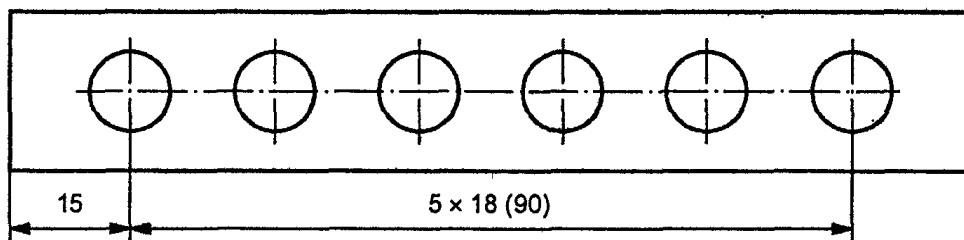


Рис. 3.93

Повторювані лінійні та кутові розміри елементів можна позначати кількістю проміжків між ними та їх розмірною величиною чи кутом, розділених знаком х. Якщо є імовірність будь-якої плутанини між довжиною проміжку та їх кількістю, то на один із проміжків треба нанести розмір, як показано на рис. 3.94.

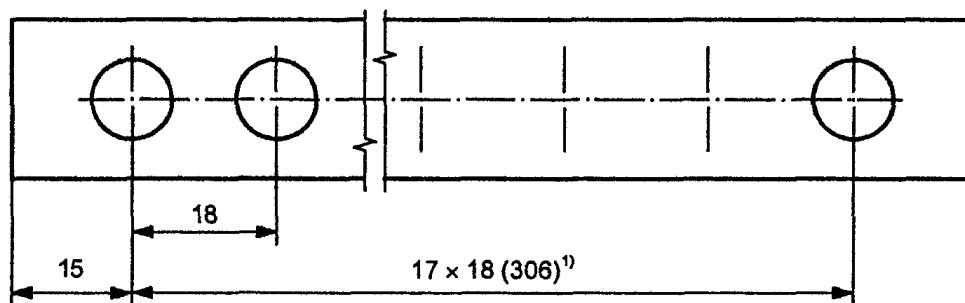


Рис. 3.94

Розміри кутових проміжків можна задавати так, як показано на рис. 3.95.

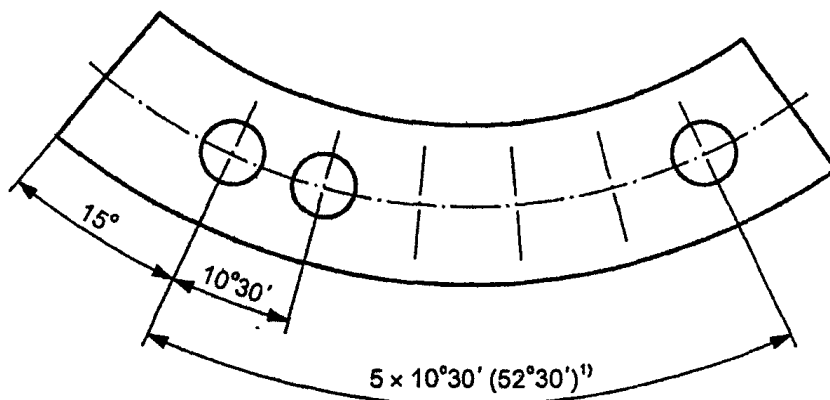


Рис. 3.95

Коли розміри кутів чи проміжків очевидні, а їх позначки не призводять до плутанини, то розміри кутових проміжків можна не вказувати (див. рис. 3.96).

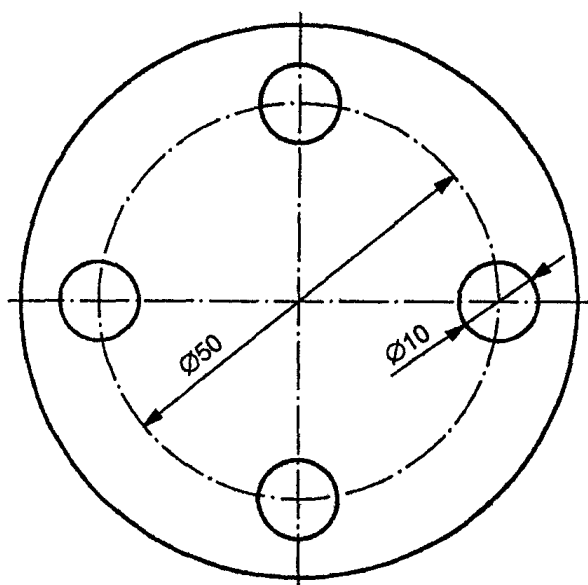


Рис. 3.96

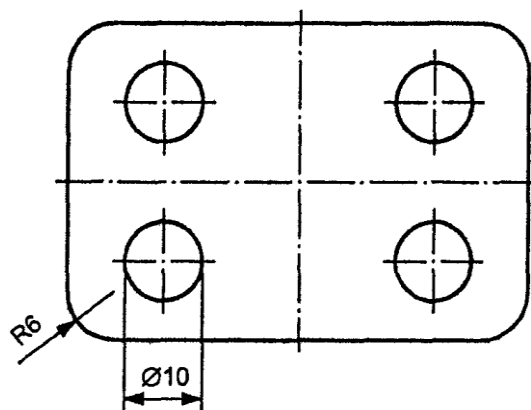


Рис. 3.97

Якщо зображення виду, на якому повторювані елементи мають однакові розміри, є однозначні, то розмір можна проставляти лише один раз (див. рис. 3.97).

У разі проставляння розмірів елементів, рівномірно розташованих по колу, вказують їх кількість (див. рис. 3.98).

Елементи, що мають однакову розмірну величину, можна задавати вказуванням кількості елементів та розмірної величини, розділених знаком \times (див. рис. 3.99).

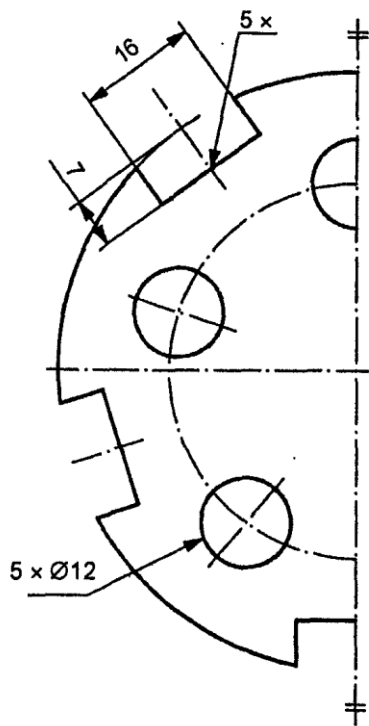


Рис. 3.98

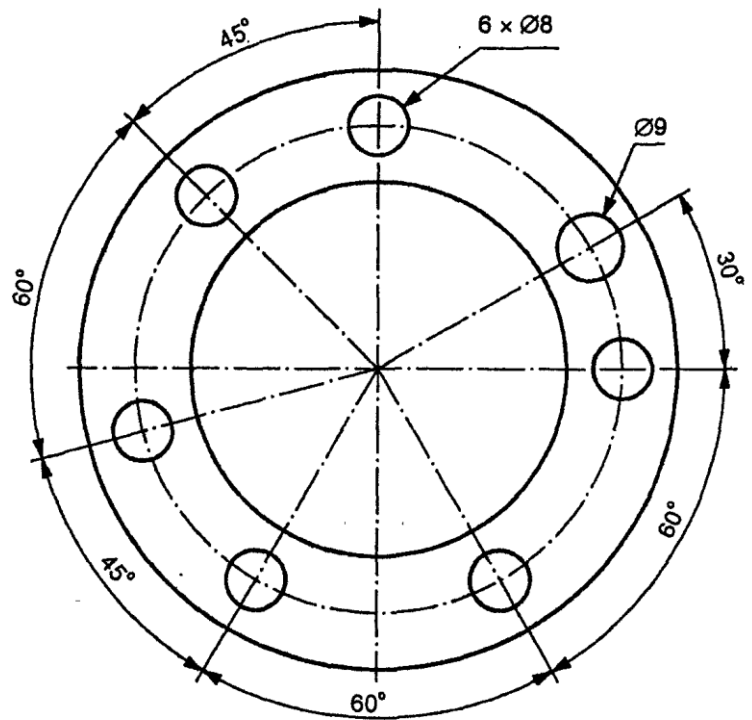


Рис. 3.99

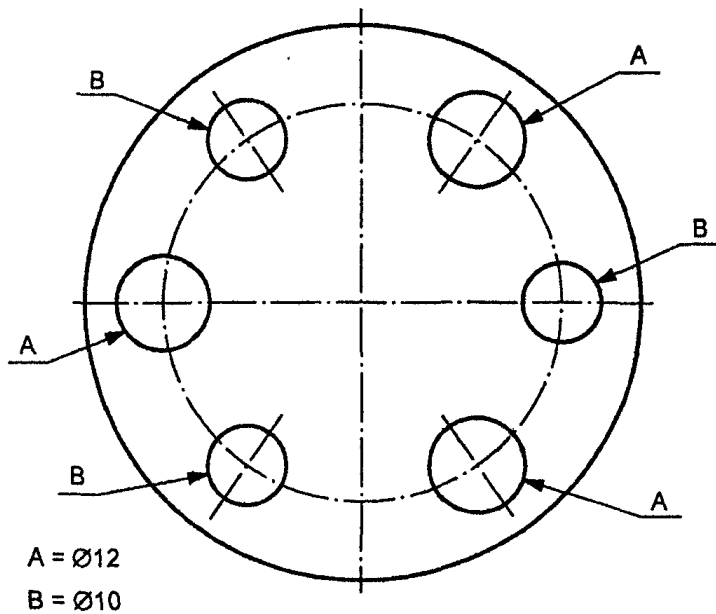


Рис. 3.100

Щоб уникнути повторення одних і тих самих розмірних величин чи довгих ліній-виносок, можна використати посилальні букви разом з таблицею чи поясненням (див. рис. 3.100). Ліній-виноски можна не показувати. Якщо зображення елементів однозначне, то можна не вказувати їх кількість.

Симетричні деталі.

Розміри

симетрично розташованих елементів

треба вказувати лише один раз (див. рис. 3.101 та 3.102). А на інших симетрично розташованих елементах, зазвичай, розміри не проставляють (див. рис. 3.101-3.103).

Якщо є половина чи чверть зображення (див. рис. 3.101) або якщо є потреба показати повне зображення, то до кінців осей симетрії (див. ISO 128-30) долучають позначку симетрії (див. рис. 3.101-3.103).

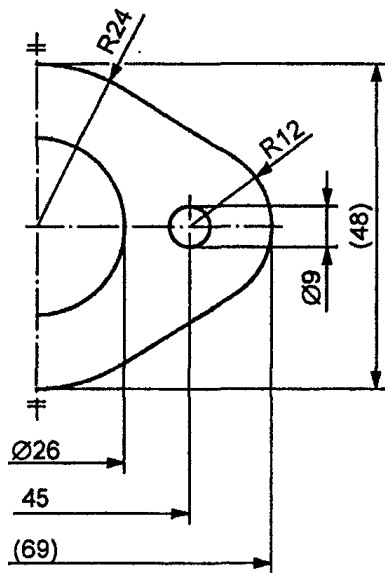


Рис. 3.101

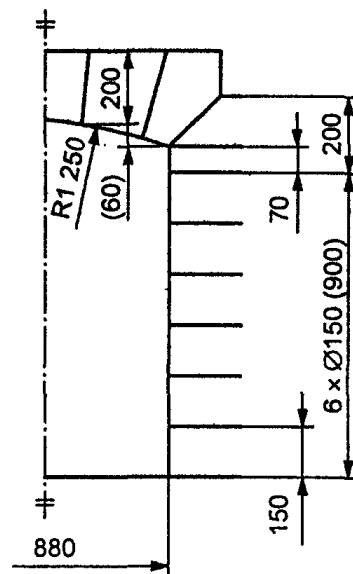


Рис. 3.102

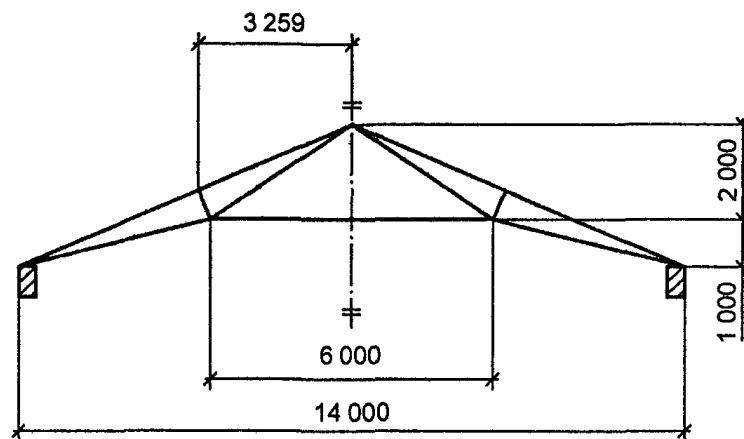


Рис. 3.103

Позначання рівнів.

На вертикальних видах, перерізах та розрізах рівні треба позначати незамкненою стрілкою з кутом 90° , яка сполучається вертикаллю з горизонтальною лінією, над якою розміщують числове значення рівня (див. рис. 3.104).

На горизонтальних (площинах) видах та перерізах рівні точно встановлених місць треба позначати числовим значенням цього рівня, яке розміщують над лінією, що контактує з місцем, позначеним символом х (див. рис. 3.105).

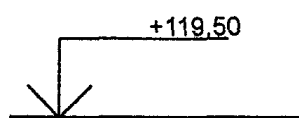


Рис. 3.104

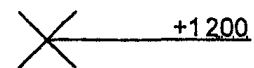


Рис. 3.105

Розміри елементів, зображуваних не за масштабом.

У виняткових випадках, таких як видозмінені елементи, що зображені не за масштабом, виділяють підкреслюванням розмірного числа.

Довідкові розміри.

Довідкові розміри на креслениках наводять лише для інформації. Їх слід подавати у круглих дужках і без допусків (див. рис. 3.101, 3.102).

Способи проставлення розмірів.

Розмірні лінії треба розміщувати паралельно, ланцюжком чи послідовно, або у їх комбінації.

Паралельне проставлення розмірів.

Розмірні лінії треба креслити паралельно в одному, двох або трьох ортогональних напрямках чи концентрично (див. рис. 3.106, 3.107).

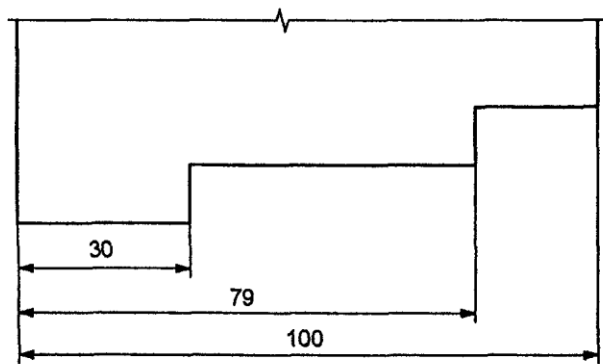


Рисунок 60

Рис. 3.106

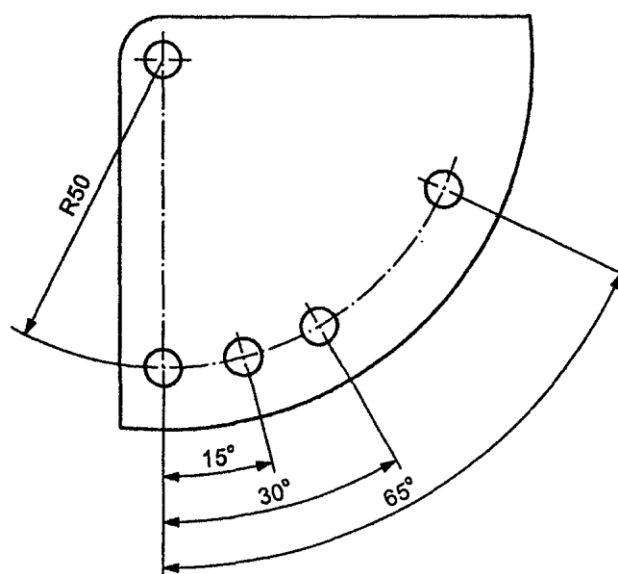


Рис. 3.107

Послідовне проставлення розмірів.

Послідовне проставлення розмірів можна застосовувати тоді, коли місце для проставлення розмірів обмежене чи у випадках, визначених окремими вимогами певних галузей промисловості. Спільний початок відліку слід зазначати, як показано на рис. 3.108-3.110).

- Розмірні числа можна розміщувати на кінці розмірної лінії:
- біля відповідної виносної лінії (див. рис. 3.108, 3.109) або
 - над чітко показаною розмірною лінією див. рис. 3.110).

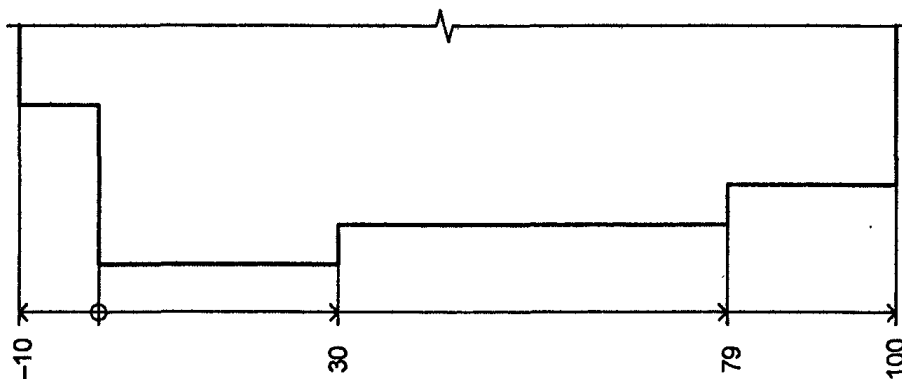


Рис. 3.108

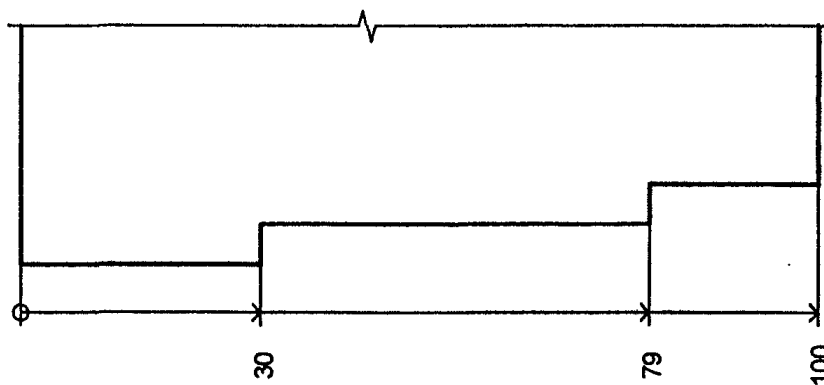


Рис. 3.109

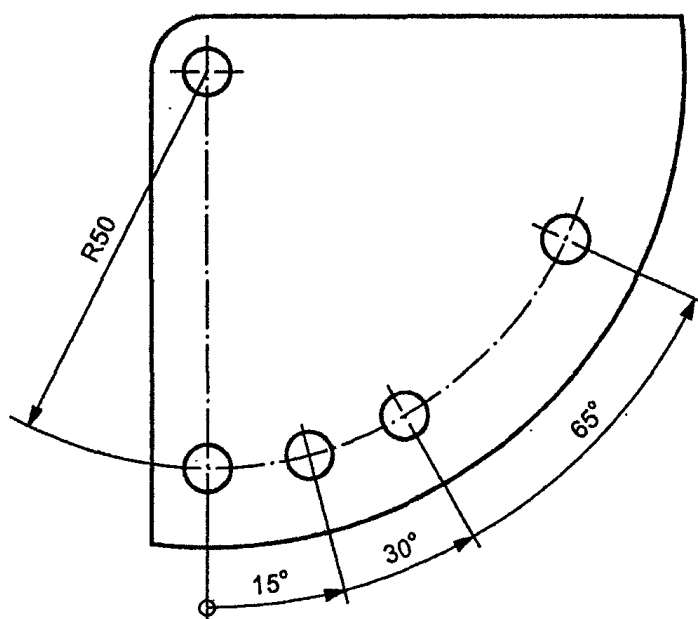
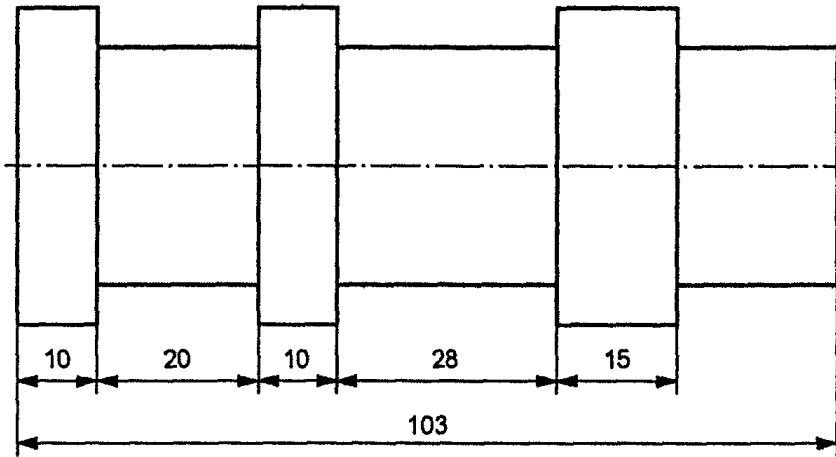


Рис. 3.110

Проставляння розмірів ланцюжком.

Застосовуючи проставляння розмірів ланцюжком, кожний із розмірів



треба розміщувати у рядок (див. рис. 3.111).

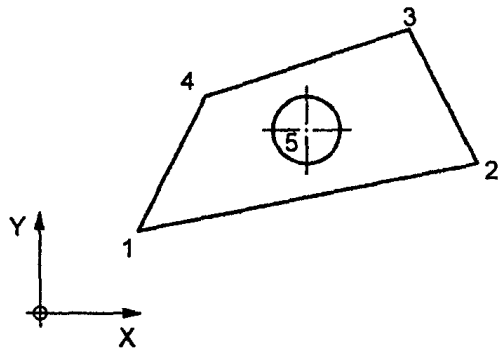
Координатний спосіб задавання розмірів.

Декартові координати визначають лінійними

розмірами у ортогональних напрямках, починаючи з точки відліку (див. див. рис. 3.112 та 3.113). Значення координат будуть чітко визначені у разі написання їх біля кожної точки або наведені у таблиці. Ніяких розмірних чи виносних ліній не креслять.

Полярні координати визначають радіусом і кутом, починаючи з початку відліку. Вони завжди додатні і їх визначають проти годинникової стрілки відносно полярної осі (див. рисунок 3.114).

Додатні і від'ємні напрямки координатних осей наведено на рис. 3.113. Розмірні величини, що відповідають від'ємним напрямкам, повинні мати знак „мінус” (див. ISO 6412-2).



Позиція	X	Y	d
1	10	10	—
2	60	20	—
3	50	40	—
4	20	30	—
5	35	25	Ø10

Рис. 3.112

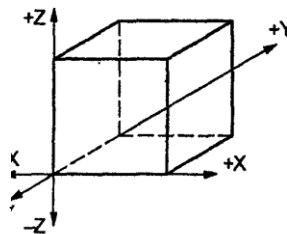


Рис. 3.113

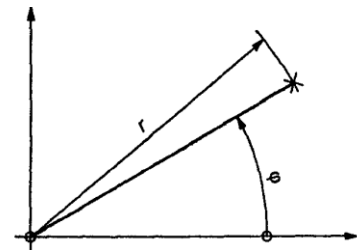


Рис. 3.114

Точка початку системи координат може перебувати у середині елемента чи за межами зображення (див. рис. 3.112 та 3.115).

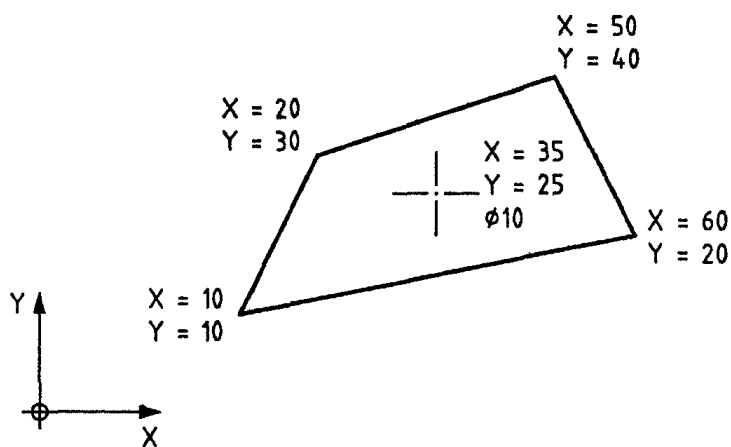
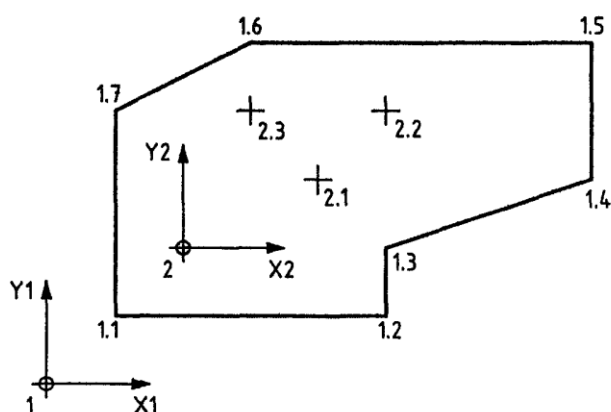


Рис. 3.115

Значення координат можна вказувати безпосередньо біля самих координатних символів (див. рис. 3.115).



Початок координат	Позиція	X1, X2	Y1, Y2	d_1	d_2
1	1	0	0	—	—
1	1.1	10	10	—	—
1	1.2	50	10	—	—
1	1.3	50	20	—	—
1	1.4	80	30	—	—
1	1.5	80	50	—	—
1	1.6	30	50	—	—
1	1.7	10	40	—	—
1	2	20	20	Ø10	—
2	2.1	20	10	Ø5	—
2	2.2	30	20	—	Ø10
2	2.3	10	20	Ø5	—

Рис. 3.116

Основна система координат може мати підсистеми. У цьому випадку початок підсистем цих координат і положення (точок) у межах цих підсистем координат завжди треба позначати арабськими числами. Як знак розділення треба використовувати крапку (див. рис. 3.116).

Комбінований спосіб проставляння розмірів.

На креслені можна комбінувати два або більше способів проставляння розмірів.

На рис. 3.117 наведено приклад послідовного проставляння розмірів у комбінації з іншим способом задання розмірів.

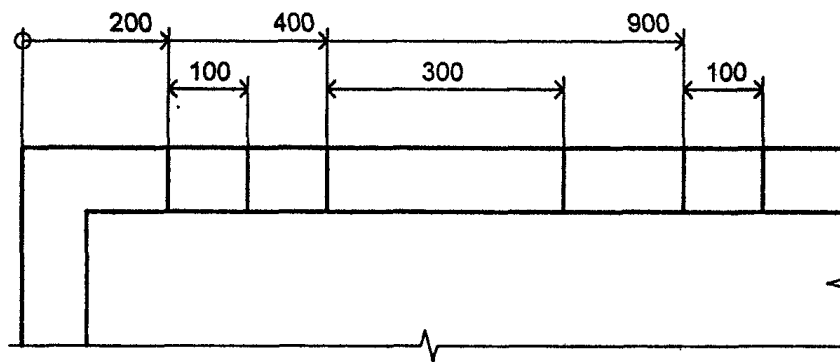


Рис. 3.117

На рис. 3.118 наведено приклад паралельного проставляння розмірів у комбінації з послідовним способом.

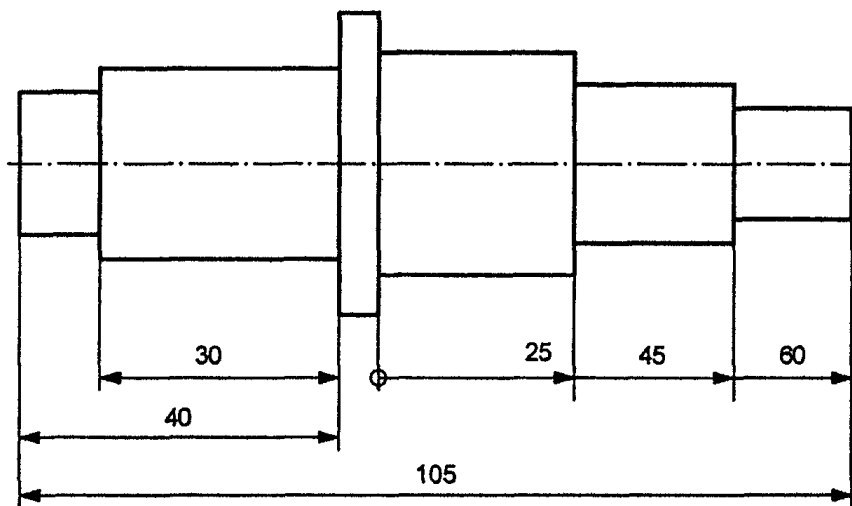
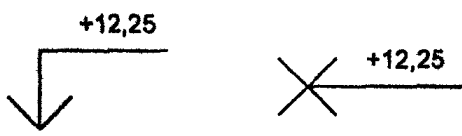


Рис. 3.118

Приклади застосування графічних та буквених познач наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7. Приклади застосування графічних та буквених познач

Позначки та їх зображення	Значення познач
$\varnothing 50$	Діаметр 50
$\square 50$	Квадрат 50
R50	Радіус 50
S $\varnothing 50$	Діаметр сфери 50
SR50	Радіус сфери 50
$\frown 50$	Довжина дуги 50
	Позначання рівня 12,25
<u>50</u>	Розмір 50 — не за масштабом
(50)	Довідковий розмір 50
t = 5	Товщина 5
I	Позначка симетрії

Особливості при нанесенні розмірів. Поняття про бази.

Розміри на робочих креслениках та ескізах деталей наносять з урахуванням [68]:

- а) послідовності обробки;
- б) контролю розмірів;
- в) складання деталей у вузли, групи, виробу.

У відповідності з вище сказаними вимогами, повинні бути вибрані бази, від яких буде проведено обмір деталі при її обробці, контролю та складанні, тобто в процесі нанесення розмірів треба забезпечити виконання двох задач: по розмірам виготовити деталь, а потім по цим розмірам її проконтролювати.

Основні бази. Розрізняють наступні види баз.

Конструктивна база деталі. Це сукупність поверхонь, ліній або точок, по відношенню до яких орієнтуються інші деталі виробу відповідно до розрахунків конструктора.

Установочна база. Відносно цієї бази при виготовленні деталі орієнтується поверхня, яка обробляється. Установочні бази поділяються на:

- опорну установочну базу (ОУБ), коли деталь спирається своєю установочною базовою поверхнею на відповідні поверхні станка або при способи;

– надбудовану установочну базу (НУБ), по відношенню до якої орієнтуються поверхні, які обробляються, якщо вони не можуть бути зв'язані розмірами безпосередньо з опорною установочною базою. Надбудована база повинна бути зв'язана розміром безпосередньо з опорною базовою поверхнею деталі.

Вимірювальна база. Це поверхня (або система поверхонь), від якої виконується відлік розмірів при обмірі готових деталей. Крім того вимірювальна база може бути віссю обертання або віссю симетрії.

Складальна база. Це сукупність поверхонь, ліній або точок, по відношенню до яких фактично орієнтуються інші деталі виробу.

При нанесенні розмірів на креслениках за основу, за звичаєм, приймають опорну установочну базу і від неї вказують розміри, які необхідні для обробки поверхонь деталі, і тільки у тому випадку, коли неможливо виміряти відстань від опорних (ОУБ) поверхонь деталі, яка обробляється, приймають ще і надбудовані бази.

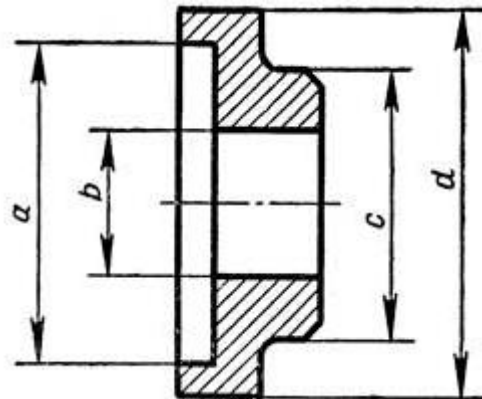


Рис. 3.119

На рис. 3.119 вказані розміри (а) та (б) від ОУБ. Це розміри від опорної установочної бази до поверхонь деталі, які обробляються, що необхідні при підрізних токарних операціях.

На рис. 3.120 показана заготовка деталі, яка встановлена на револьверному верстаті. Опорною установочною базою є поверхня, якою деталь спирається на упор затискного пристрою верстата.

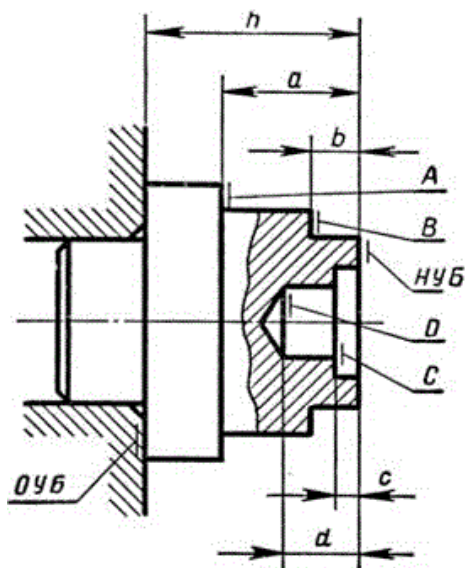


Рис. 3.120

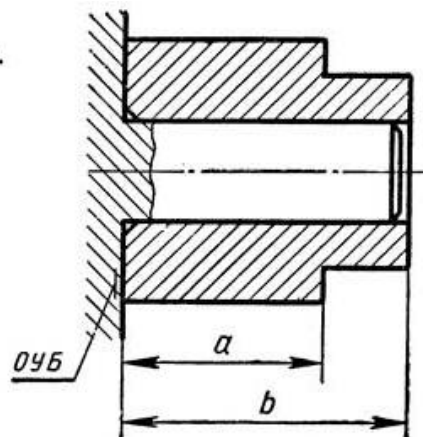


Рис. 3.121

Поверхня *ОУБ* є установочною базою тільки при обробці торця, поверхня якого, у свою чергу, є надбудованою установочною базою *НУБ* деталі при обробці поверхонь *A, B, C* і *D* при розмірах *a, b, c* і *d*. Установча базова поверхня деталі має бути рівною та обробленою. У багатьох випадках, для вказування розмірів, може бути прийняти умовна вимірювальна база – вісь деталі.

На рис. 3.121 показані розміри *a, b, c* і *d*, які розміщені симетрично відносно вимірювальної бази – вісі деталі.

З наведеного вище можна зробити наступний висновок, що перш ніж нанести на кресленник деталі її розміри потрібно визначити:

- а) спосіб виготовлення даної деталі (лиття, штамповка тощо);
- б) спосіб обробки даної деталі: на яких верстатах потрібно обробляти кожну поверхню деталі, як встановлюється деталь на верстат для її обробки та якими інструментами треба обробляти кожну поверхню деталі;
- в) найбільш прості прийоми обміру усіх поверхонь деталі при її виготовленні;
- г) порядок обміру готової деталі при контролі;
- д) деякі розміри, які потрібні при складанні.



Правила нанесення розмірів [73, 74]



Приклад нанесення розмірів [98]

Розглянемо нанесення розмірів деяких конструктивних елементів.

Нанесення розмірів проточок. Проточки на деталях необхідні при виконанні різьби (для вільного виходу різального інструменту), а також для інших елементів деталей, які вимагають операцій довбання, шліфування та ін. (рис. 3.122).

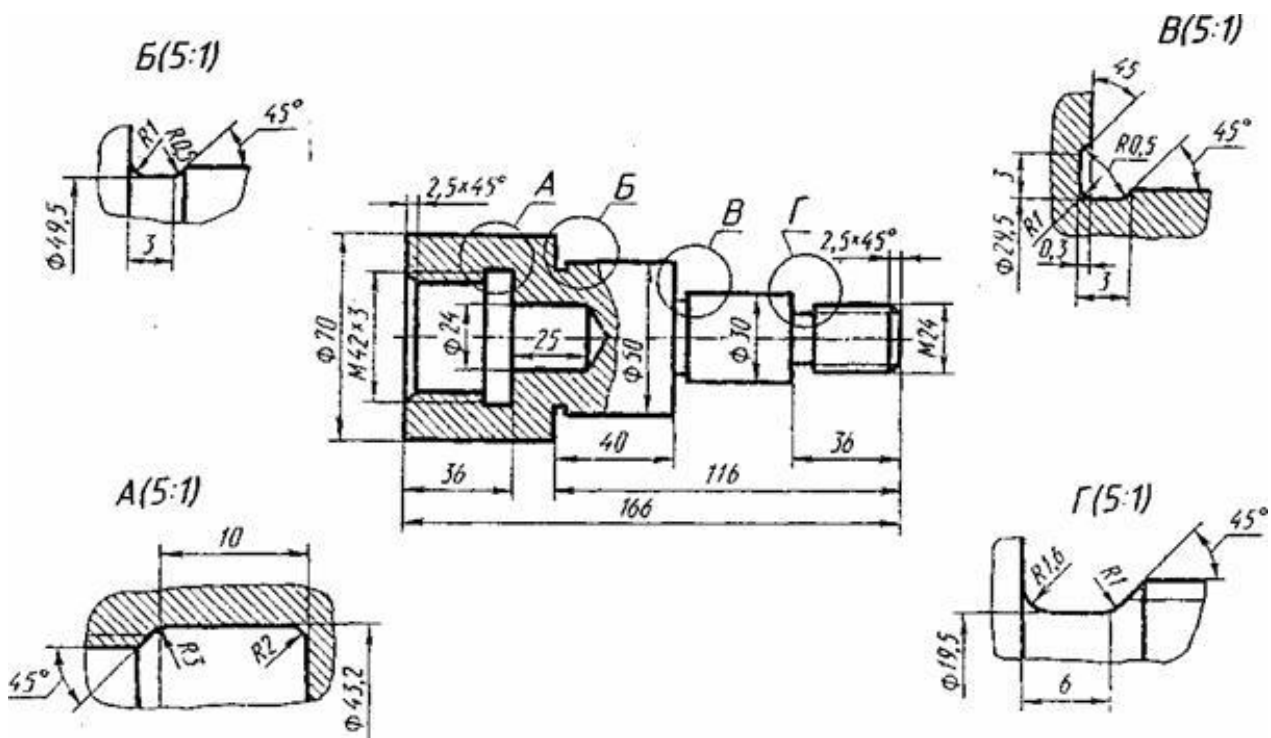


Рис. 3.122

Нанесення розмірів канавок для мащення.

Канавки для мащення призначені для подачі мастила в зону тертя. Їх виконуються в деталях типу втулка (рис. 3.123) та валів (рис. 3.124). Канавки для мащення це виїмки у вигляді циліндричної поверхні, для зображення якої потрібні поздовжні та поперечні розрізи. Довжину шильних канавок визначають розміри втулки або вала та ширини кільцевих ділянок необхідних для запобігання витікання мастила.

В основному канавки для мащення виконуються з циліндричним отвором, необхідним для подачі мастила.

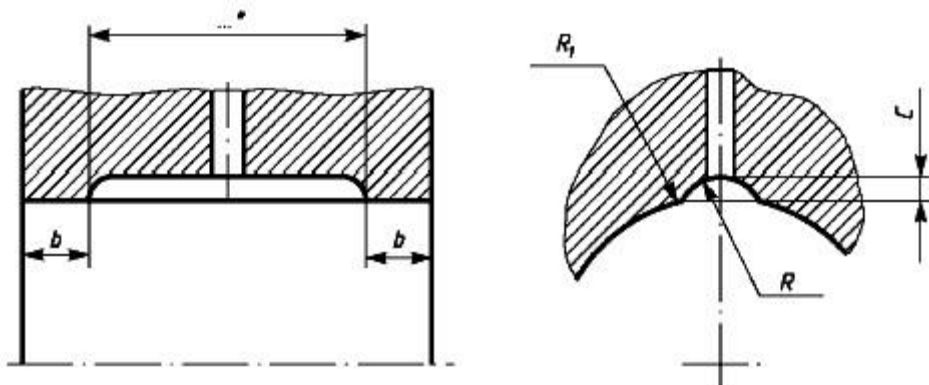


Рис. 3.123

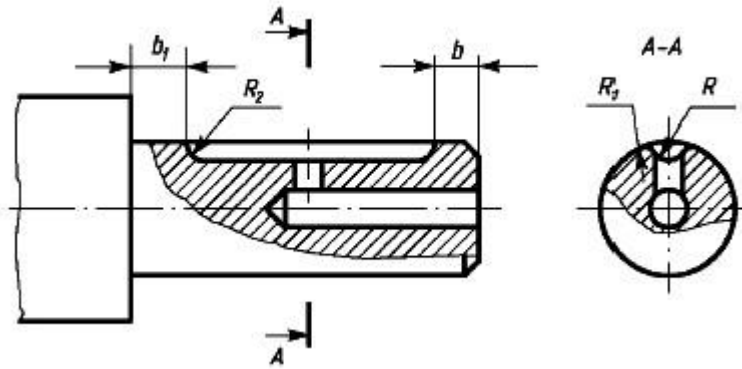


Рис. 3.124

Нанесення розмірів Т-подібних оброблених прямих та кільцевих пазів.

Прямі оброблені Т-подібні пази виконуються в деталях типу столів або плит та мають призначення для закріплення на них пристроїв з лінійним переміщенням, оброблюваних деталей. Для зображення прямих пазів достатньо однієї проекції, на якій є можливість проставити всі розміри форми (рис. 3.125).

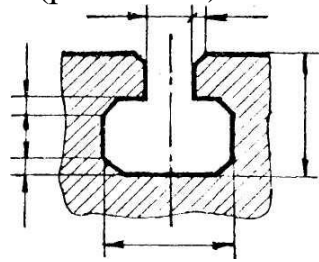


Рис. 3.125

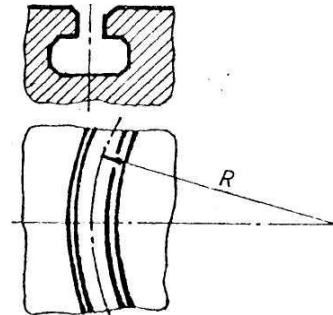


Рис. 3.126

Кільцеві Т-подібні пази виконуються в деталях типу поворотних столів, плит та мають призначення для закріплення на них пристроїв з круговим переміщенням. Для їх зображення необхідно два види (рис. 3.126).

Нанесення розмірів лисок.

Лиски – конструктивні елементи з плоскими гранями. Вони необхідні, як правило, для обертання деталі гайковим ключем. Їх виконуються на валах, осях та інших деталях, які є поверхнями обертання. (рис. 3.127, а, б).

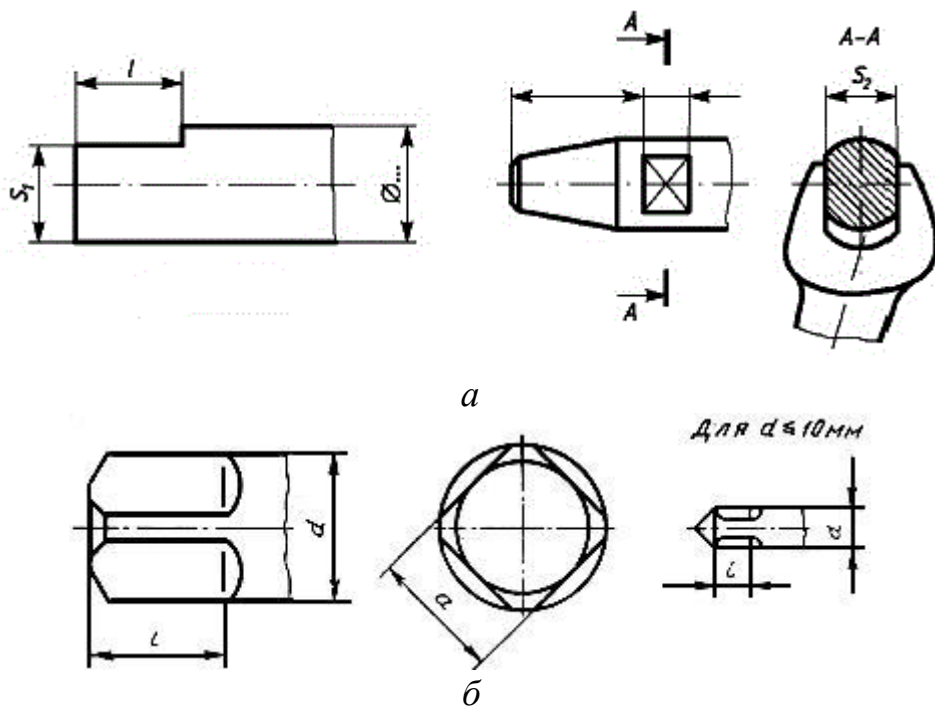


Рис. 3.127

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Скільки аркушів формату А4 вміщує аркуш формату А1?
2. Як утворюються додаткові формати креслеників?
3. Чим визначається розмір шрифту?
4. Чому дорівнює висота малих літер порівняно з великими?
5. Чи можливе використання в креслениках прямого шрифту?
6. Виконайте напис шрифтом креслярським тип В з нахилом „Інженерна графіка”.
7. Від чого залежить товщина суцільної товстої основної лінії?
8. Якими лініями і якої товщини треба креслити лінії основні, центрові, виносні, розмірні, лінії невидимого контуру?
9. Як проводити центрові лінії кола діаметром менше 12 мм?
10. У яких одиницях проставляють розміри на креслениках?
11. На якій мінімальній відстані проводять розмірну лінію від контуру? Від паралельної розмірної лінії?
12. Як виконують розмірні лінії та наносять розмірні числа, якщо не вистачає місця для стрілок та чисел?
13. Наведіть приклади нанесення розмірів канавок для мащення.
14. Наведіть приклади нанесення розмірів Т-подібних оброблених прямих та кільцевих пазів.
15. Наведіть приклади нанесення розмірів лисок.

Література:

[3] – с. 11-28, [4] – с. 3-26, [8] – с. 111-125.

РОЗДІЛ 4. ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

4.1. Основні елементарні геометричні побудови

Побудова паралельних прямих за допомогою лінійки та косинця. Косинець довгою (короткою) стороною розташовують на заданій лінії (лінія $B7$ на рис. 4.1). Лінійку прикладають до короткої (довгої) сторони. Переміщуючи косинець по лінійці проводять ліній паралельні заданій [77-80, 82].

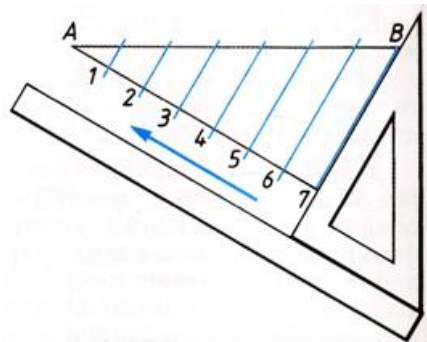


Рис. 4.1

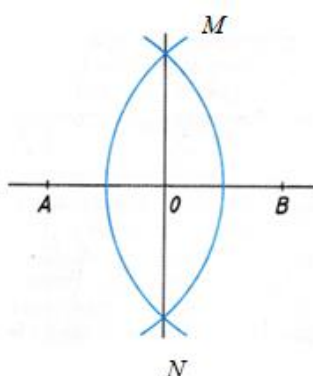


Рис. 4.2

Поділ відрізка на дві рівні частини. З точок A і B (див. рис. 4.2), як із центрів, довільним радіусом R , який більше половини відрізка AB , проводять дуги кола до їх взаємного перетину. Пряма, яка з'єднає точки перетину дуг, поділяє відрізок навпіл.

Поділ відрізка на довільну кількість рівних частин (рис. 4.1). Для поділу відрізка AB на сім рівних частин, з точки A під довільним кутом проводять довільну допоміжну пряму, на якій відкладають сім рівних частин довільної довжини. Крайню точку 7 сполучають з точкою B та за допомогою лінійки та косинця проводять прямі, які паралельні $B7$. Отримані точки поділяють відрізок на сім рівних частин.

Побудова перпендикуляра до середини відрізка AB (рис. 4.2). виконують побудову як і для поділу відрізка на дві рівні частини. Пряма MN і буде перпендикуляром, який проходить через середину відрізка AB .



Геометричні
побудови.
Відрізок [83]

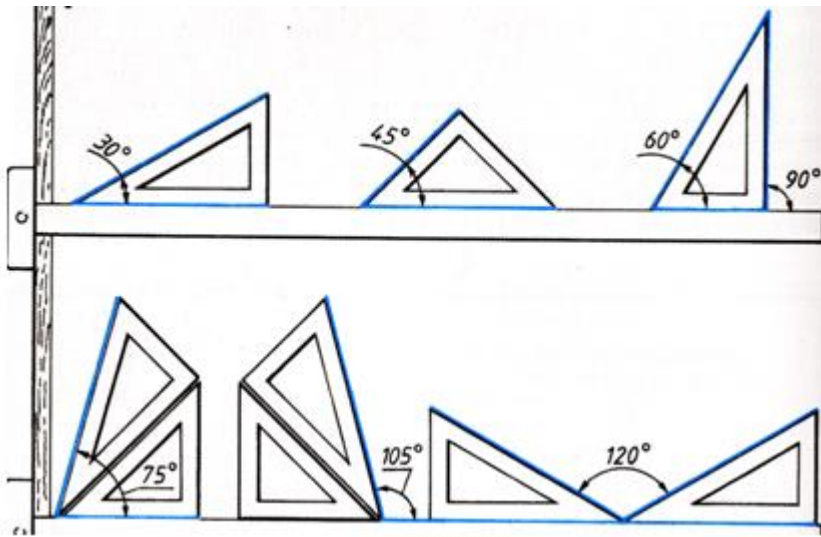


Рис. 4.3

Побудова кутів за допомогою косинця.

Побудова кутів, які кратні 30° , 45° , 60° та 90° представлена на рис. 4.3.

Поділ кута на дві рівні частини. З вершини кута A довільним радіусом

проводимо дугу до перетину зі сторонами кута в точках B і C (рис. 4.4, *a*). Потім з точок B і C проводимо дві дуги радіусом, який має бути більшим половини відстані BC , до їх перетину в точці D (рис. 4.4, *б*). З'єднав точки A і D прямою, отримуємо бісектрису кута, яка поділяє заданий кут навпіл (рис. 4.4, *в*).

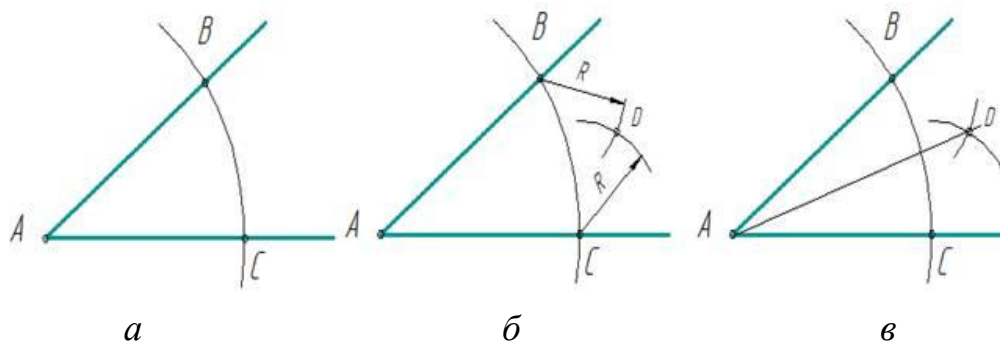


Рис. 4.4

Поділ прямого кута на три рівні частини.

Довільним радіусом R з вершини A прямого кута проводять дугу довільного радіуса (рис. 4.5). З отриманих точок a та b тим самим радіусом проводять дугу до перетину з дугою ab в точках m і n . Прямі Am і An поділяють прямий кут на три рівні частини.



Геометричні побудови. Кут [85]

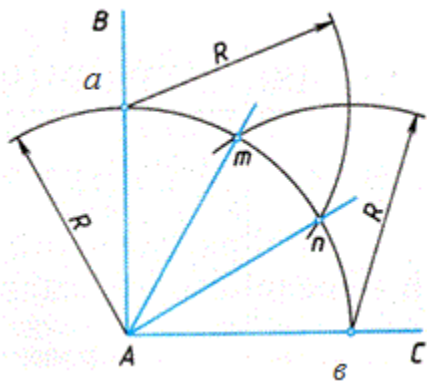


Рис. 4.5

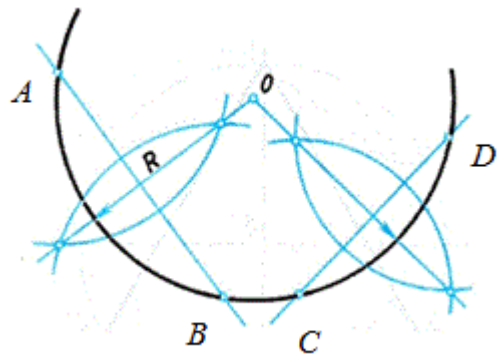


Рис. 4.6

Визначення центру кола. Проводять дві довільні хорди AB та CD (рис. 4.6). До середини кожної хорди будують перпендикуляри (задача на поділ відрізка на дві рівні частини). Точка перетину перпендикулярів визначає точку O – центр заданого кола.

Поділ кола на три рівні частини. З кінця діаметра, наприклад точки A (рис. 4.7), проводять дугу радіусом R , якій дорівнює радіусу заданого кола. Отримуємо перший і другий поділ – точки 1 та 2 . Третій поділ, точка 3 , знаходиться на протилежному кінці того ж самого діаметра. З'єднав точки $1, 2, 3$ хордами отримують правильний вписаний трикутник.

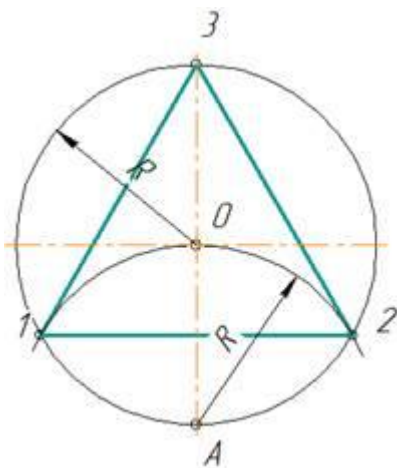


Рис. 4.7

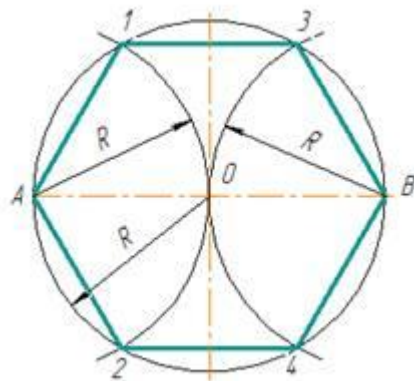


Рис. 4.8

Поділ кола на шість рівних частин. З кінці будь якого діаметра, наприклад A та B (рис. 4.8), описують дуги радіусом R кола. Точки $A, 1, 3, B, 4, 2$ поділяють коло на шість рівних частин. З'єднав їх хордами отримують правильний вписаний шестикутник.

Поділ кола на п'ять рівних частин. Побудову виконують в такій послідовності.

Проводять два взаємно перпендикулярних діаметра AB та CD (рис. 4.9). Радіус OC у точці O поділяють навпіл.

З точки O_1 , як із центру, проводять дугу радіусом O_1A до перетину її з діаметром CD в точці E .

Відрізок AE дорівнює стороні правильного вписаного п'ятикутника, а відрізок OE – стороні правильного вписаного десятикутника.

Прийняв точку A за центр, дугою радіуса $R_1 = AE$, на колі відмічають точки 1 і 4. З цих точок, як із центрів, дугами того ж радіуса R_1 відмічають точки 3 і 2. Точки $A, 1, 2, 3, 4$ поділяють коло на п'ять рівних частин.

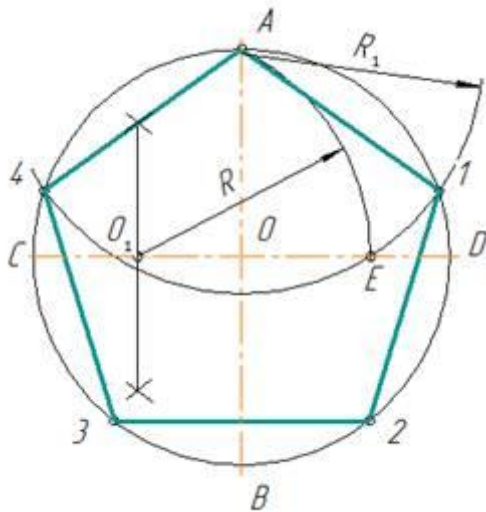


Рис. 4.9

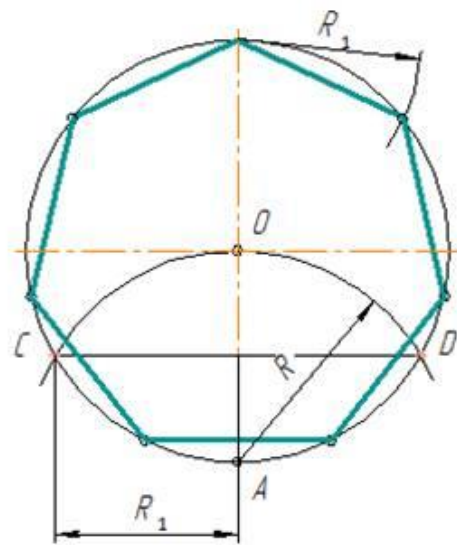


Рис. 4.10

Поділ кола на сім рівних частин. З кінця діаметра, наприклад точки A , проводять дугу радіусом R , який дорівнюється радіусу кола (рис. 4.10). Хорда CD дорівнюється стороні правильного вписаного трикутника. Половина хорди CD достатнім наближенням дорівнюється стороні правильного вписаного семикутника ($R_1 = CD/2$), тобто поділяє коло на сім рівних частин.

Попередні побудови виконувалися за допомогою циркуля. Розглянемо деякі побудови з використанням лінійки та косинця.



Геометричні
побудови. Коло
[84]

Поділ кола на чотири рівні частини. Для поділу кола на чотири рівні

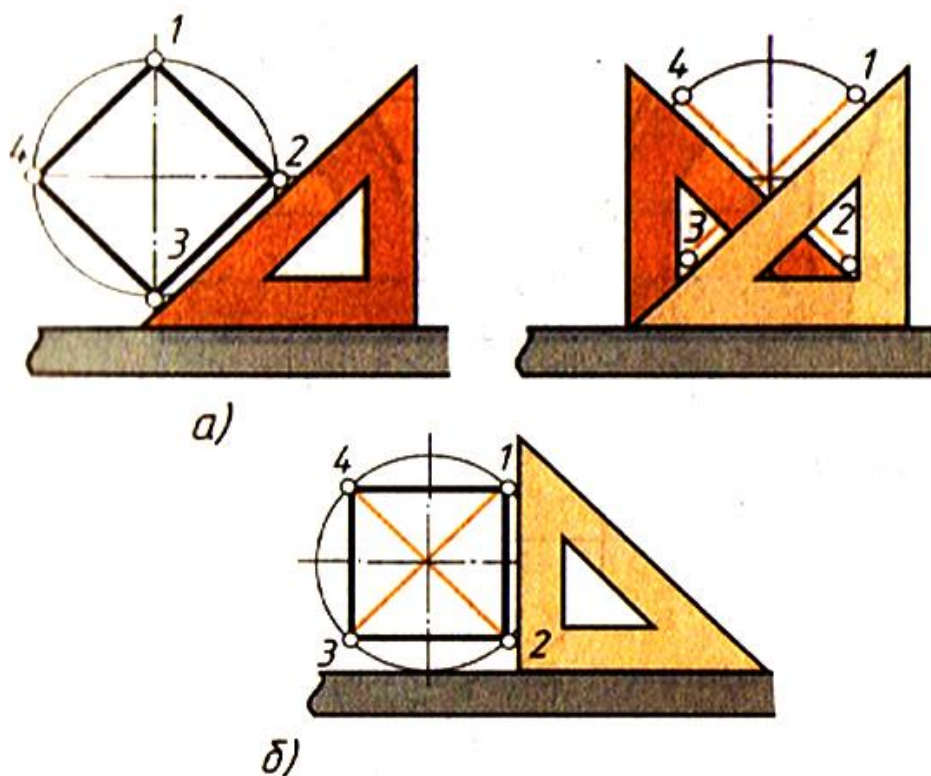


Рис. 4.11

частини, треба провести два взаємно перпендикулярні діаметри. Два таких випадки показані на рис. 3.84. На рис. 4.11, *а* діаметри проведено по лінійці та катету рівнобедреного косинця, а сторони вписаного квадрату – по його гіпотенузі. На 4.11, *б*, навпаки, діаметри проведено по гіпотенузі косинця, а сторони квадрату – по лінійці та катету рівнобедреного косинця.

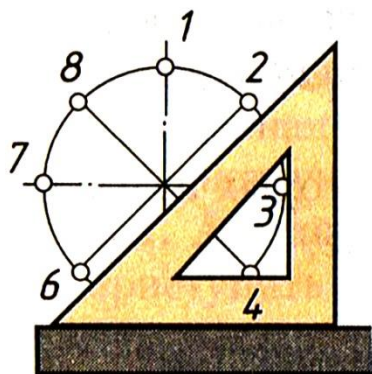


Рис. 4.12

Поділ кола на вісім рівних частини. Для поділу кола на вісім рівних частин, достатньо провести дві пари діаметрів, тобто об'єднати обоє випадки побудови квадрату (див. рис. 4.11). Одну пару взаємно перпендикулярних діаметрів будують по лінійці і катету, а другу – по гіпотенузі косинця (див. рис. 4.12).

Поділ кола на три рівні частини. Встановивши ніжку циркуля у кінці діаметру (рис. 4.13, а), описують дугу радіусом, який дорівнюється радіусу R кола. Отримуємо перший і другий поділ. Третій поділ знаходиться на протилежному кінці діаметра. Ту ж саму задачу можна вирішити за допомогою лінійки та косинця з кутами 30° , 60° та 90° . Для цього встановлюють косинець великим катетом паралельно вертикальному

діаметру. Вздовж гіпотенузи з точки I (кінець діаметру) проводять хорду і отримують другий поділ (рис. 4.13, б).

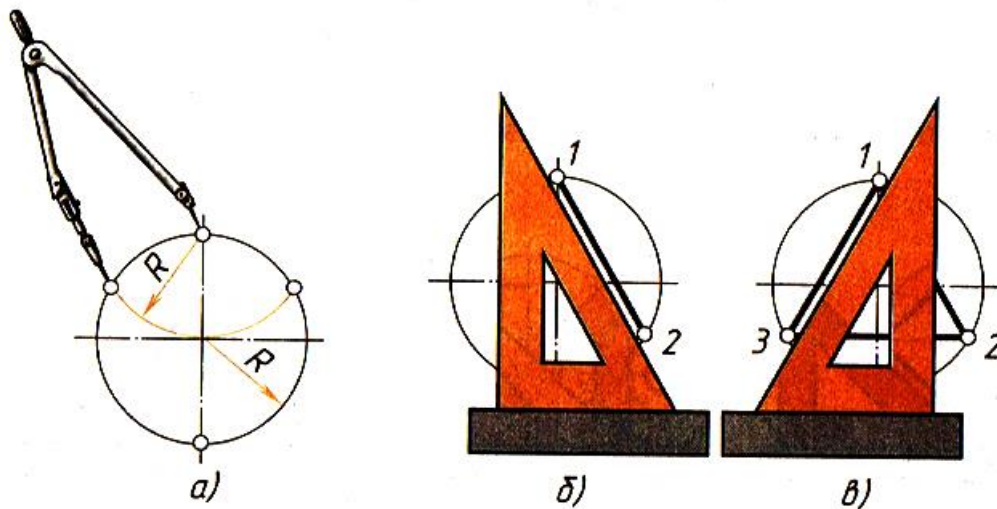


Рис. 4.13

Повернув косинець і провівши другу хорду, отримаємо третій поділ (рис. 4.13, в). З'єднавши точки 2 та 3 відрізком прямої, отримаємо рівнобедрений трикутник.



Основні
елементарні
геометричні
побудови [76]



Деякі геометричні
побудови [81]

Поділ кола на шість рівних частин. Побудова за допомогою лінійки та косинця зрозуміла з рис. 4.14.

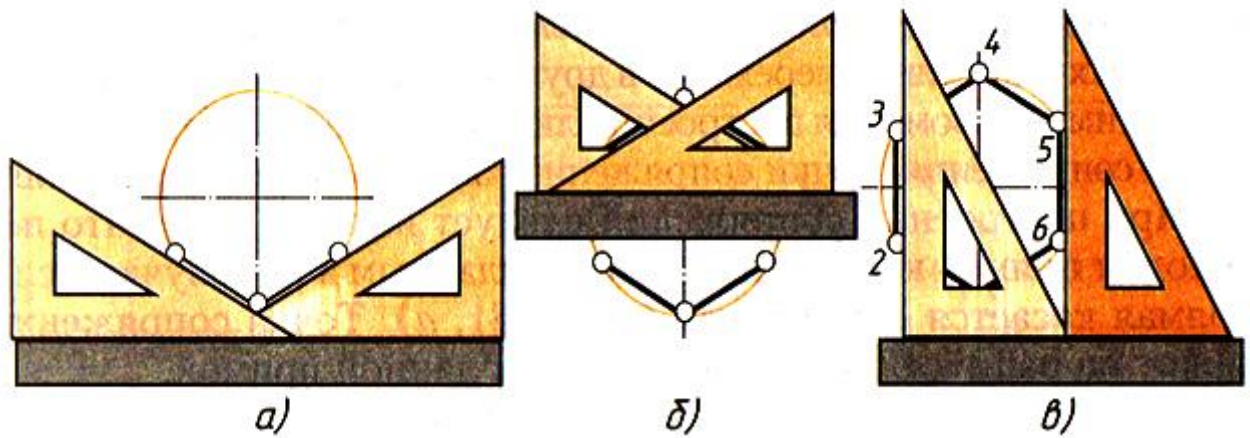


Рис. 4.14

4.2. Спряження

Спряження – це плавний перехід від однієї лінії (прямої або кривої) до іншої (кривої або прямої). Перехід буде плавним тільки в тому випадку, коли в спільній точці, яка називається *точкою дотику*, дотичні обох ліній збігаються в одну пряму. Побудувати спряження – це означає знайти *центри дуг спряження* та *точки спряження*.

Побудова спряжень [87]. Побудова спряження базується на відомих положеннях геометрії: *Пряма, яка сполучає центри дотичних дуг, проходить через точку дотику* (точка A , рис. 4.15), *а дотичні цих дуг в точці A співпадають* ($t_1 \equiv t$). *Пряма, дотична до кола, утворює прямий кут з радіусом, проведеним в точку дотику*.

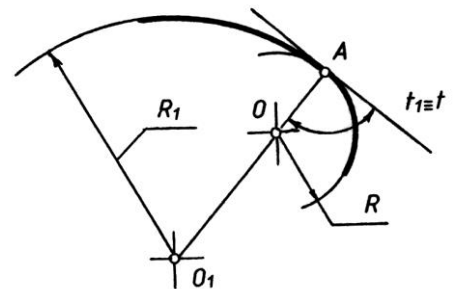


Рис. 4.15

В контурах технічних деталей використовуються плавні переходи від прямої до дуги кола та від дуги одного радіуса до дуги іншого радіуса. В останньому випадку виникає поняття *внутрішнього* та *зовнішнього* спряження, коли центри заданих кіл розміщені, відповідно, всередині або зовні повного кола спряження, побудованого з центру спряження радіусом спряження.

Спряження прямої з дугою. Спряження прямої з дугою кола має місце, якщо пряма є дотичною до дуги і точка спряження розміщена на радіусі дуги спряження, який перпендикулярний до прямої (рис. 4.16).

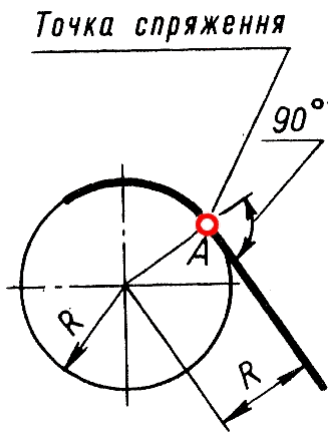


Рис. 4.16

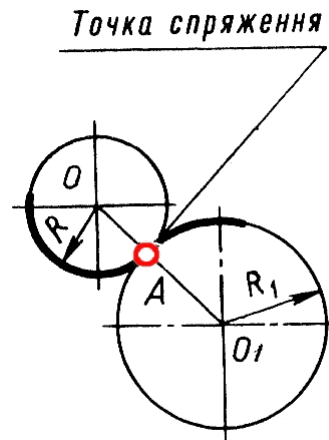


Рис. 4.17

Спряження двох кіл. При спряженні двох кіл, обидва кола мають спільну дотичну і точка спряження розміщена на прямій, яка сполучає центри обох кіл. Дотик називається зовнішнім, якщо центри кіл розміщені по різні боки дотичної (див. рис. 4.17), і внутрішнім – коли центри кіл розміщені з одного боку від дотичної.

Спряження двох прямих дугою заданого радіуса. Центр O_s дуги спряження радіуса R_s (рис. 4.18) має бути віддаленим на відстань R_s як від прямої a , так і від прямої b , тобто розміщуватись у точці перетину прямих c і d , які, відповідно, паралельні прямим a і b . Для визначення точок спряження (дотику) A і B слід з точки O_s опустити перпендикуляри на прямі a і b .

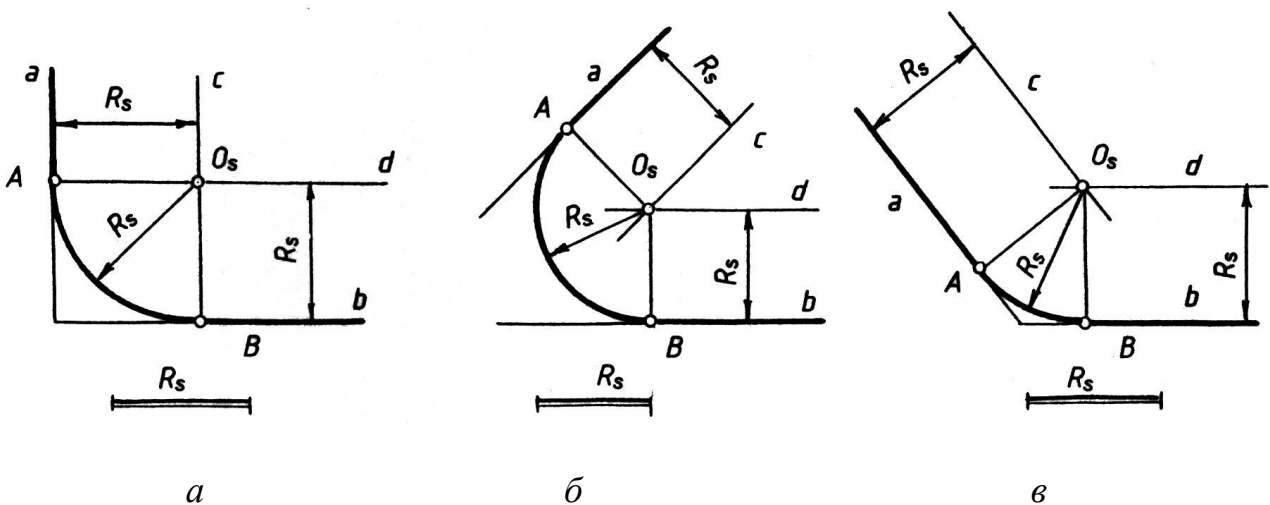


Рис. 4.18

Спряження кола з прямою дугою заданого радіуса. Можливе зовнішнє (рис. 4.19) та внутрішнє (рис. 4.20) спряження.

Центр O_s дуги спряження радіуса R_s має бути віддаленим на відстань R_s від прямої b та кола радіуса R , тобто знаходитись в точці перетину прямої d , яка паралельна до заданої прямої і віддалена від неї на відстань R_s та кола певного радіуса, який дорівнює $R + R_s$ у випадку зовнішнього спряження (рис. 4.19) або $R_s - R$ у випадку внутрішнього спряження (рис. 4.20). Для визначення точок спряження A та B слід з точки O_s опустити перпендикуляр на пряму b та сполучити центр спряження O_s та центр кола O .

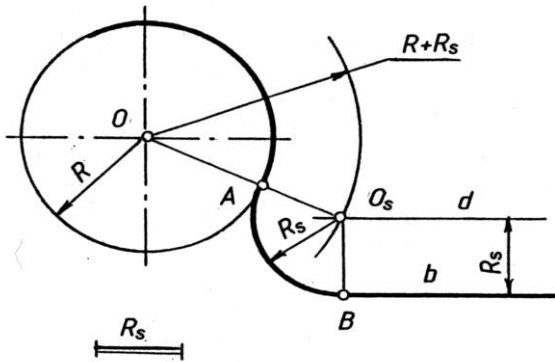


Рис. 4.19

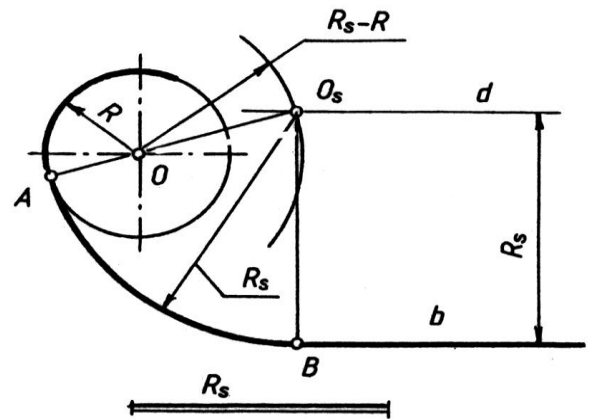


Рис. 4.20

Спряження двох кіл дугою заданого радіусу. Розглянемо три випадки спряження двох кіл.

Зовнішнє спряження. Центр O_s дуги спряження радіуса R_s (рис. 4.21) має бути віддаленим на відстань R_s від кіл радіусів R та R_1 і розміщуватись у перетині двох дуг радіусів $R + R_s$ та $R_1 + R_s$. Точки спряження A та B знаходяться на лініях центрів O_sO та O_1O_s .

Внутрішнє спряження. Центр O_s дуги спряження радіусу R_s (рис. 4.22) знаходиться в перетині двох дуг радіусів $R_s - R$ та $R_s + R_1$. Точки спряження A та B знаходяться на продовженнях ліній центрів O_sO та O_1O_s .

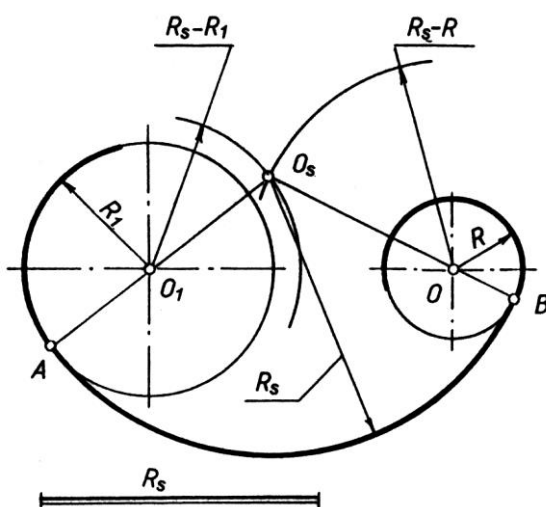


Рис. 4.21

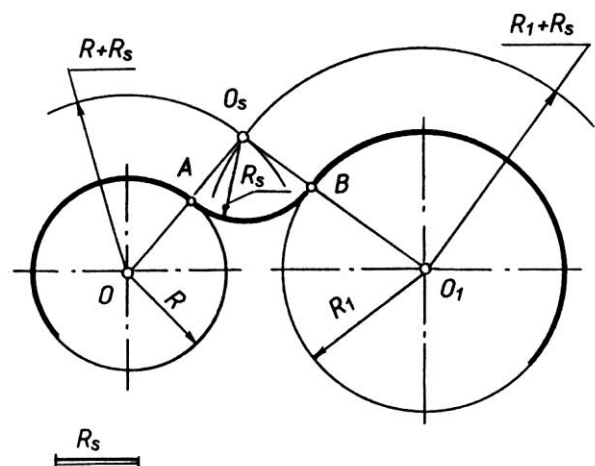


Рис. 4.22

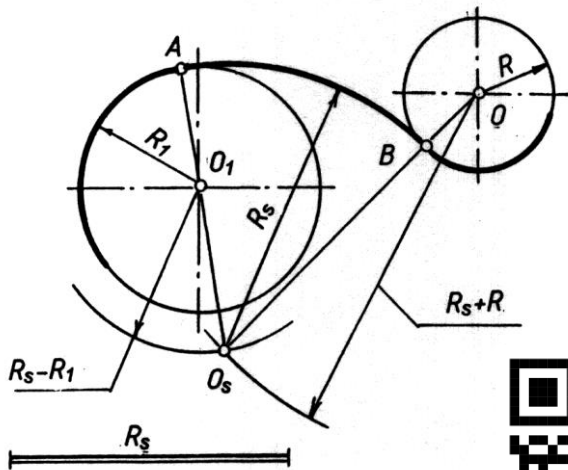


Рис. 4.23

Внутрішній та зовнішній дотик (спряження). Центр O_s дуги спряження радіуса R_s (рис. 4.23) знаходиться у перетині двох дуг з центрами O_s радіусу $R_s + R$ та O_1 радіусу $R_s - R_1$. Точки спряження A та B розміщуються на лініях $O_s O$ та $O_s O_1$.



Спряження [88]



Спряження. Дві прямі. Коло і пряма [86]

4.3. Лекальні криві. Побудова дотичних до лекальних кривих

Профіль деяких деталей, наприклад кулачка, складається з відрізків прямих, дуг кіл та лекальних кривих (кривих другого порядку), спряжених між собою. Для побудови спряження прямої або дуги кола з лекальною кривою слід вміти будувати дотичну до лекальної кривої в заданій точці на ній. Є багато способів побудови кривих другого порядку. Розглянемо побудову деякі з них та побудову дотичної цих лекальних кривих.

Еліпс (рис. 4.24). Це геометричне місце точок на площині, сума відстаней від кожної до двох заданих точок (фокусів) є величина стала, більша за відстань між фокусами і дорівнює $2a$, тобто $FE + EF_1 = 2a$. Відстань $2c$ між фокусами F і F_1 еліпса має назву фокусної. Точку перетину осей еліпса називають його центром, а точки перетину осей з центром – його вершинами. Відрізки осей, що з'єднують протилежні вершини еліпса і дорівнюють відповідно $2a$ і $2b$, називають великою і малою осями. Відрізки, що сполучають фокуси еліпса з точками кривої, називають радіусами-векторами.

Дотична t до еліпса утворює однакові кути α з радіусами-векторами точки дотику E , а нормаль n ділить кут між радіусами-векторами на однакові кути β (див. рис. 4.24, а).

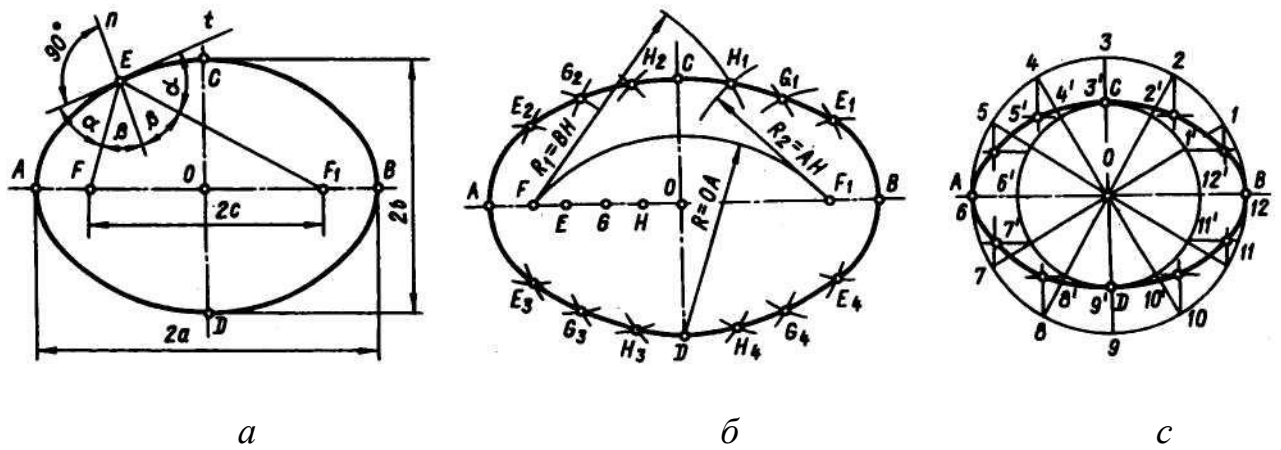


Рис. 4.24

Побудова еліпса за двома осями AB і CD (див. рис. 4.24, б). З точки D , як з центра, радіусом, що дорівнює половині великою осі, описують дугу кола і визначають фокуси еліпса F і F_1 . Між точками F і O намітимо довільні точки E, G, H , кожна з яких дає змогу побудувати чотири точки еліпса. З точок F і F_1 , як з центрів, намічаємо засічки радіусами, що дорівнюють відстаням від точки A до вибраної довільної точки і від точки B до тієї ж точки. Сполучивши побудовані точку кривою за допомогою лекала, одержимо еліпс.

На рис. 4.24, в представлено, як можна побудувати еліпс за заданими висями, використавши властивості еліпса як проекції кола. З центра еліпса накреслимо два кола, діаметри яких дорівнюють великій і малій висям. З центра накреслимо пучок променів до перетину з колами в точках $1, 2, 3, \dots$ та $1', 2', 3' \dots$. З точок $1, 2, 3, \dots$ будуюмо прямі, які паралельні малій вісі еліпса, а з точок $1', 2', 3' \dots$ – паралельні великій вісі. Перетин відповідних пар цих прямих визначає ряд точок еліпса. З'єднавши точки лекальною кривою, одержимо шуканий еліпс.

Можна побудувати еліпс і за спряженими діаметрами (рис. 4.25). Спряженими називають такі два діаметри еліпса, кожен з яких ділить навпіл хорди, паралельні іншому діаметру. Спряжені діаметри еліпса можна розглядати і як проекції взаємно перпендикулярних діаметрів кола. Нехай діаметрам кола A_1B_1 і C_1D_1 відповідають спряжені діаметри еліпса AB і CD (рис. 4.25, а). З'єднаємо точку C_1 з точкою C . З довільних точок кола 1 і 2 побудуємо прямі, паралельні відрізку CC_1 , а з основ перпендикулярів, опущених з точок 1 і 2 на діаметр AB , прямі паралельні OC_1 . у перетині одержимо точки, які належать еліпсу.

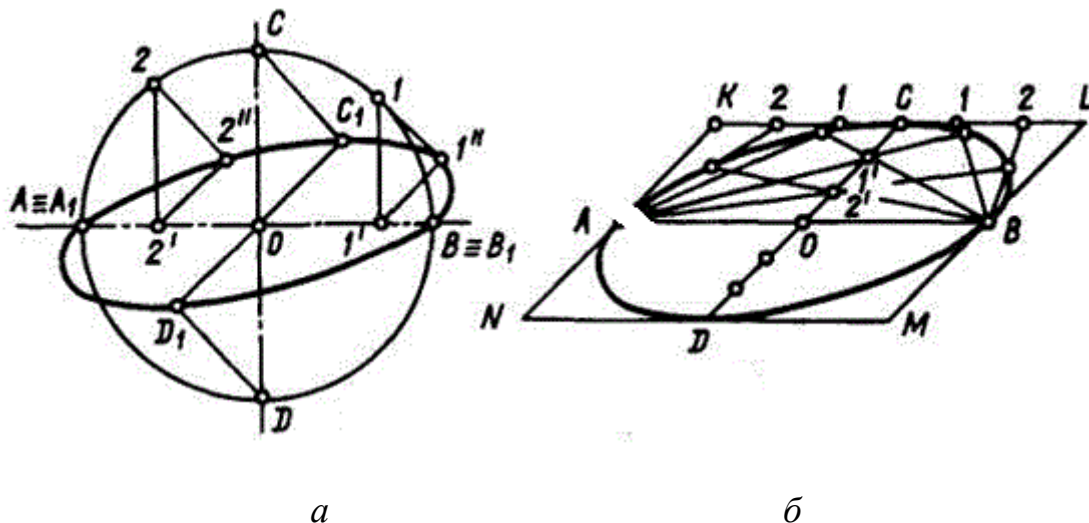


Рис. 4.25

За спряженими діаметрами можна побудувати еліпс і таким способом (див. рис. 4.25, б). Через кінці спряжених діаметрів побудуємо паралельні їм прямі. Таким чином утвориться паралелограм $KLMN$. Спряжений діаметр DC і сторону паралелограма KL поділимо на довільну, але однакову кількість однакових частин. З точок A і B побудуємо промені через відповідні точки поділу спряженого діаметра і точки паралелограма. Перетин відповідних променів визначить точки еліпса. Побудова нижньої частини еліпса аналогічна.

Парабола. Це геометричне місце точок на площині, кожна з яких розміщена на однаковій відстані від фокуса і від прямої (директриси).

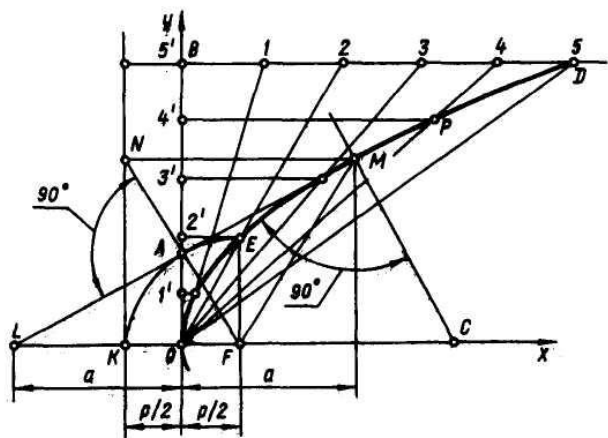


Рис. 4.26

Будь-яка точка параболи міститься на однаковій відстані від фокуса F і від директриси KN , тобто для будь-якої точки M можна записати: $FM = MN$.

На рис. 4.26 виконана побудова параболи за заданою вершиною O , віссю OX і точкою P , що міститься на обрисі параболи. Через точку O побудуємо вісь OY , а через точку P – лінію паралельну осі OX . Поділимо відрізок OB на кілька частин однакової довжини, наприклад на 5, і на таку ж кількість часток відрізок BD . З вершини параболи O побудуємо промені

до точок $1, 2, 3, 4, 5$, а з точок $1', 2', 3', 4', 5'$ – лінії паралельні вісі OX , до перетину з цими нахиленими променями. Відмічаючи послідовно точки перетину чергового променя з відповідною лінією, паралельною вісі OX , намітимо точки параболи.

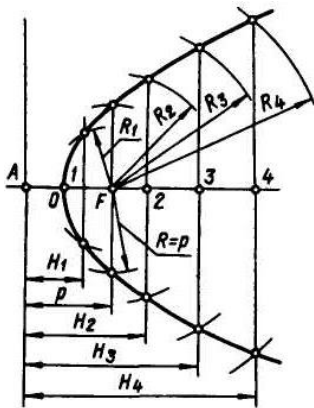


Рис. 4.27

Побудуємо параболу за її фокусом і директрисою (рис. 4.27). Через фокус F параболи побудуємо її вісь перпендикулярно до директриси. Поділивши відрізок FA навпіл, визначимо вершину параболи O . На вісі від точки O в напрямку фокуса намітимо ряд довільних точок. Через ці точки побудуємо прямі, паралельні директрисі. З фокуса, як з центра, намітимо дуги кіл радіусами, що дорівнюють відстаням між відповідними вертикальними прямими і директрисою. У перетині дуг з відповідними вертикальними прямими визначаються точки параболи.

Побудуємо параболу за вершиною O , віссю OA і хордою BC (рис. 4.28).

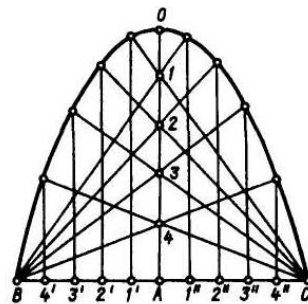
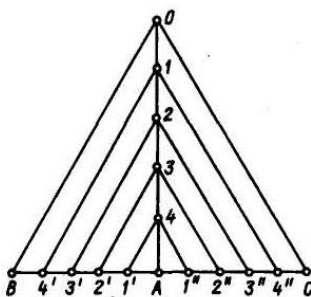


Рис. 4.28

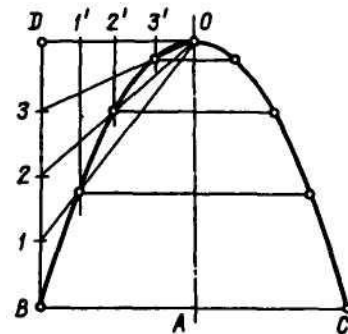


Рис. 4.29

Відрізок на осі параболи поділимо на будь-яку кількість однакових часток. Відрізки AC і AB поділяють на таку ж кількість однакових часток.

З точок хорди $1', 2', 3', 4'$ побудуємо прямі паралельно осі параболи, а з кінців хорди, точок B і C – промені через точки на вісі $1, 2, 3, 4$ до перетину з відповідними прямими, паралельними осі параболи. Побудовані точки визначають параболу.

Наведемо ще один спосіб побудови параболи (рис. 4.29). З точок O і B побудуємо взаємно перпендикулярні прямі до перетину в точці D . Відрізки OD і BD поділимо на однакову кількість часток. З точки O будуємо промені в точки поділу на відріжку BD , а з точок поділу на відріжку OD – прямі, паралельні вісі параболи. Точки перетину відповідних прямих визначають параболу.

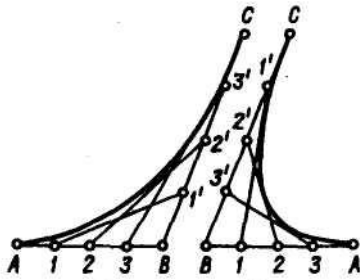


Рис. 4.30

На рис. 4.30 представлена побудова параболі, яка дотична в точках A і C до двох прямих, що перетинаються в точці B . Відрізки AB і BC поділимо на однакову кількість часток і помітимо точки цифрами. Прямі можуть перетинатись під тупим або гострим кутом. Однойменні точки сполучають прямими лініями. За допомогою лекало будують параболу дотичну до побудованих прямих.

Гіпербола. Геометричним місцем точок на площині, різниця між відстанями від кожної її точки до двох заданих точок (фокусів) є величина стала.

Гіперболу можна одержати, перерізуючи поверхню кругового конуса площиною, яка паралельна двом його твірним. Гіпербола має два відгалуження. Точки F_1 і F_2 – фокуси гіперболи, точки A_1 і A_2 – її вершини. Для будь-якої точки (M) можна записати: $F_2M - F_1M = A_1A_2$. Відстань між вершинами гіперболи A_1 і A_2 є розміром дійсної вісі гіперболи – $2a$. Уявна вісь проходить через центр гіперболи O перпендикулярно до дійсної осі. Розмір уявної вісі – $2b$.

Побудуємо (рис. 4.31) гіперболу за заданою дійсною віссю A_1A_2 та фокусною відстанню F_1F_2 . Описавши на відрізок F_1F_2 , як на діаметрі, півколо і опустивши перпендикуляри з точок A_1 і A_2 до осі Ox , одержимо точки C_1 і C_2 , які визначають асимптоти гіперболи. Від фокуса F_1 праворуч позначимо довільні точки $1, 2, 3, \dots, n$.

Далі будуємо точки гіперболи. Для побудови точок N і N' лівого відгалуження гіперболи з фокуса F_1 , як із центра, побудуємо дугу радіусом $R_1 = A_2 \times n$, а із фокуса F_2 – дугу радіусом $R_2 = A_1 \times n$. Точки N і N' гіперболи розміщені в точках перетину побудованих дуг. Аналогічно одержимо інші точки лівого відгалуження гіперболи в точках перетину дуг відповідних кіл, радіуси яких дорівнюють відстаням від вершин A_2 і A_1 до довільно вибраної точки на вісі Ox .

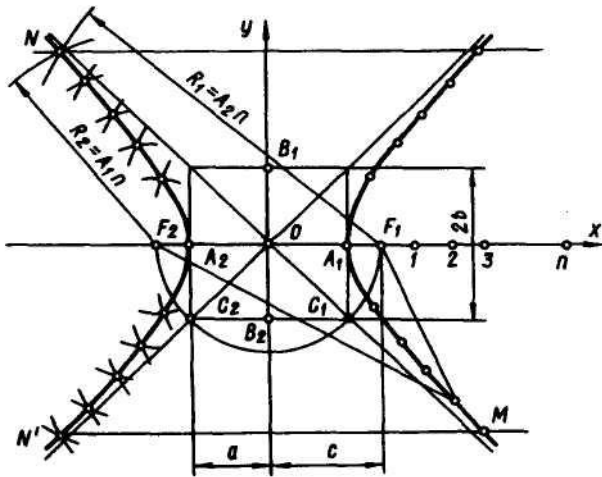


Рис. 4.31

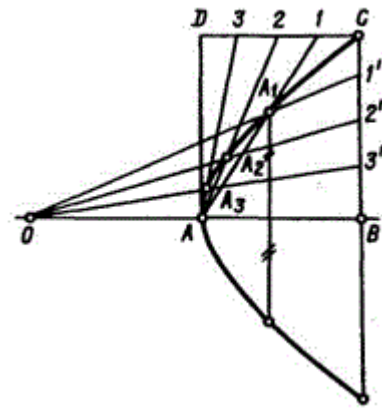


Рис. 4.32

Обидва відгалуження гіперболи розміщені симетрично відносно уявної осі Oy , що можна використати при кресленні другого її відгалуження, якщо одне з відгалужень вже побудоване по точках.

На рис. 4.32 побудована гіпербола за заданою вершиною A і точкою C , яка розміщена на обрисі гіперболи. З точки C побудуємо перпендикуляр до напрямку дійсної вісі гіперболи AB і побудуємо прямокутник $ABCD$. Сторони CD і CB прямокутника поділимо на однакову кількість часток, наприклад, на чотири. На вісі гіперболи позначимо відрізки $OA = AB$ і побудуємо два пучки променів: з точки A до точок поділу $1, 2, 3$ і з точки O до точок поділу $1', 2', 3'$. На взаємних перетинах побудованих променів визначаються точки A_1, A_2, A_3 гіперболи.

Циклоїда. Циклоїдальними називають криві лінії, які побудовані за допомогою центроїд дуг кола. Для побудови дотичної до циклоїди в заданій точці E визначають положення центру рухомої центроїди (точка δ , рис. 4.33) заданої точки. Через центр O_8 утворюючого кола будують діаметр CD , перпендикулярний до напрямної. Пряма CE визначає нормаль циклоїди в точці E , а пряма DE – дотичну.

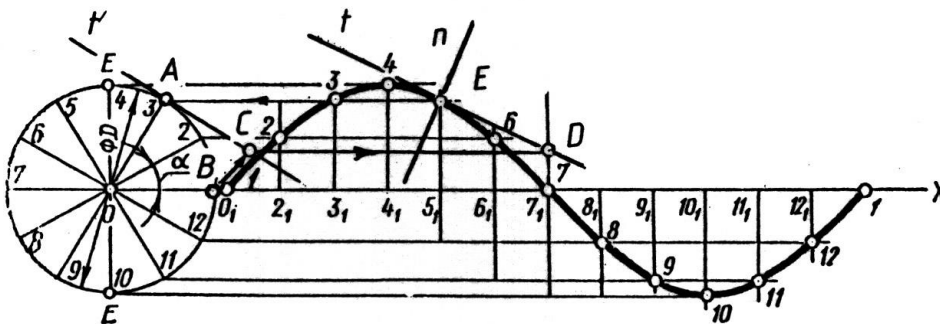


Рис. 4.32

Синусоїда. Синусоїдою називається плоска крива, яка графічно зображує зміни синуса в залежності від змін його аргументу (кута). Для побудови дотичної до синусоїди (рис. 4.34) у заданій точці E проводять через цю точку пряму, паралельну вісі Ox до перетину з колом (точка A). Через точку A будують дотичну до кола і відкладають на ній відрізок AC , який дорівнює довжині дуги AB . Через точку C проводять пряму, паралельну вісі Ox до перетину з перпендикуляром до цієї вісі, побудованим з точки перетину синусоїди з віссю Ox , і визначають точку D . Пряма DE визначає

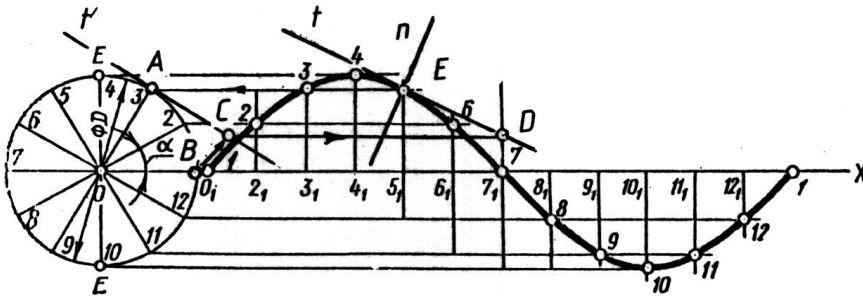


Рис. 4.34

дотичну t , а нормаль n у цій точці, перпендикулярна до дотичної.

дотичну t , а нормаль n у цій точці, перпендикулярна до дотичної.



Побудова деталей
зі спряженнями
[90]



Лекальні криві [89]

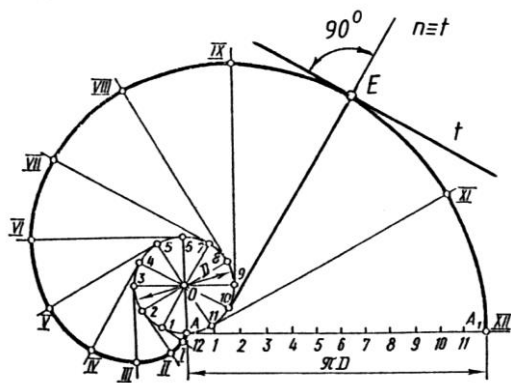


Рис. 4.35

спряження лекальних кривих між собою.

Евольвента. Нормаллю n евольвенти кола в заданій точці E є дотична t^j до кола, побудована з цієї точки. Дотична t до евольвенти в точці E перпендикулярна нормалі (рис. 4.35). Розглянуті приклади побудови дотичних до лекальних кривих дають можливість будувати спряження прямих, дуг кіл з лекальними кривими, а також

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Які ви знаєте геометричні побудови?
2. Виконайте поділ кута на: а) дві частини; б) на три частини.
3. Поділіть коло за допомогою циркуля на рівні частини: а) три; б) чотири; в) п'ять; г) шість; вісім.
4. Поділіть коло за допомогою лінійки і косинця на рівні частини: а) три; б) чотири; в) п'ять; г) шість; вісім.
5. Яка пряма є дотичною до кривої?
6. Що називається спряженням? Перерахуйте елементи спряження. На яких двох твердженнях геометрії ґрунтується побудова спряжень?
7. Яка точка є точкою спряження?
8. Що є радіусом спряження?
9. Які спряження називаються зовнішніми, внутрішніми, змішаними?
10. Побудуйте дотичну до: а) еліпса; б) параболи; в) синусоїди.

Література:

[3] – с. 32-68, [4] – с. 32-62, [8] – с. 125-137.

5.1. Види на креслениках

Правила побудови зображень предметів (виробів, їх складових частин) на креслениках усіх галузей промисловості регламентуються наступними стандартами:

- ДСТУ ISO 128-40 : 2005 „Кресленики технічні. Основні положення про розрізи та перерізи”;
- ДСТУ ISO 5456-1 : 2006 „Кресленики технічні. Частина 1. Загальні положення”;
- ДСТУ ISO 5456-2 : 2005 „Кресленики технічні. Частина 2. Ортогональні зображення”.

Стандарт ДСТУ ISO 5456-1 : 2006 „Кресленики технічні. Частина 1. Загальні положення” подає огляд різних методів проєкціювання, а також їхні геометричні взаємовідношення.

Стандарт ДСТУ ISO 5456-2 : 2005 „Кресленики технічні. Частина 2. Ортогональні зображення” визначає основні правила отримання ортогонального зображення на технічних креслениках усіх галузей техніки з дотримання загальних правил, визначених стандартами ISO 128, ISO 129, ISO 3098-1, ISO 3461-2 та ISO 5456-1.

Загальні положення.

Ортогональне зображення одержують за допомогою паралельного прямокутного проєкціювання, а результатом на площині є двомірні види, які розташовані один відносно одного певним, чітко регламентованим, чином. Для того, щоб показати повністю предмет, буває достатньо шести видів у напрямках погляду *a*, *b*, *c*, *d*, *e* та *f*, які розташовані в порядку пріоритетності (див. рис. 5.1 та табл. 5.1).

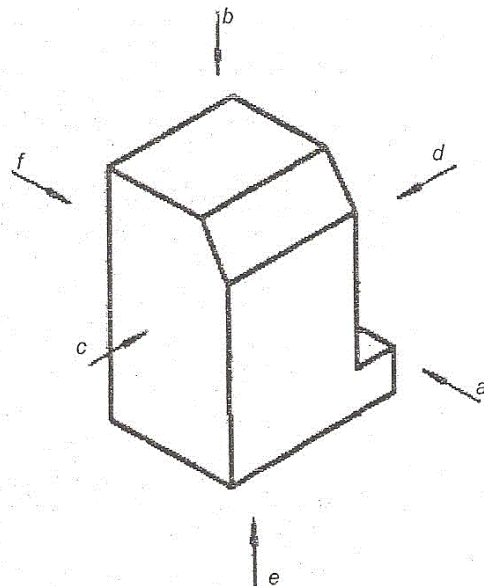


Рис. 5.1

Таблиця. 5.1. Позначення видів

Напрямок погляду спостерігача		Позначення виду
Погляд у напрямку	Погляд	
<i>a</i>	спереду	<i>A</i>
<i>b</i>	зверху	<i>B</i>
<i>c</i>	зліва	<i>C</i>
<i>d</i>	справа	<i>D</i>
<i>e</i>	знизу	<i>E</i>
<i>f</i>	ззаду	<i>F</i>

Найбільш інформативний вид предмета повинен бути головним (фронтальний) вид. Для погляду в напрямку *a* таким є вид *A* (див. рис. 5.1 та табл. 5.1), який в більшості випадків зображає предмет в робочому положенні, або в положенні його виготовлення, або монтування. Деталь, у більшості випадків, зображають у тому положенні, як вона обробляється, а деталь як тіло обертання розташовують так, **щоб вісь симетрії була горизонтальною**.

Положення на кресленику інших видів відносно головного виду залежить від обраного способу проєкціювання (в першому квадранті, в третьому квадранті, посилальні стрілки). Частіше використовується проєкціювання у першому квадранті. На практиці немає потреби у використанні усіх шести видів (від *A* до *F*). Якщо є потреба у видах (розрізах чи перерізах), відмінних від головного виду, то їх вибирають за такими правилами:

- обмежувати кількість видів, розрізів чи перерізів необхідним мінімумом, але достатнім для повного зображення предмета;
- уникати непотрібного повторення подробиць.

Способи зображення.

Проєкціювання в першому квадранті. Спосіб проєкціювання в першому квадранті полягає в ортогональному зображенні, у разі якого зображуваний предмет неначебто перебуває (див. рис. 5.2) між спостерігачем і координатними площинами, на які ортогонально проєкціюється цей предмет (рис. 3.110).

Положення інших видів відносно головного (фронтального) виду *A* визначають поворотом площин проєкцій навколо ліній, які збігають або паралельні координатним осям на координатній площині (площині кресленика), на яку спроекційовано фронтальний вид *A* (рис. 5.1).

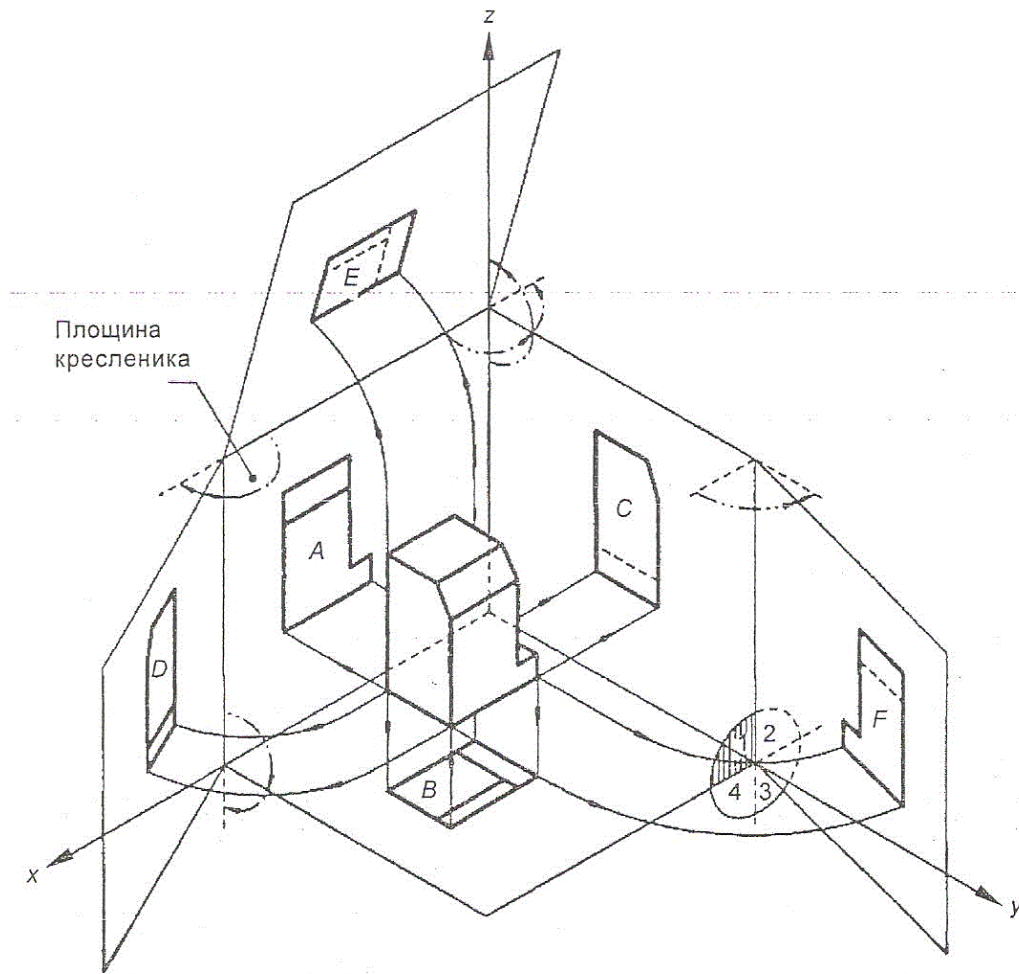


Рис. 5.2

Тому на кресленіку інші види відносно головного виду *A* будуть розташовані так, як представлено на рис. 5.3:

- вид *B*: буде розташований знизу у разі погляду зверху;
- вид *E*: буде розташований зверху у разі погляду знизу;
- вид *C*: буде розташований справа у разі погляду зліва;
- вид *D*: буде розташований зліва у разі погляду справа;
- вид *F*: буде розташований зліва чи справа, як зручно, у разі погляду ззаду;

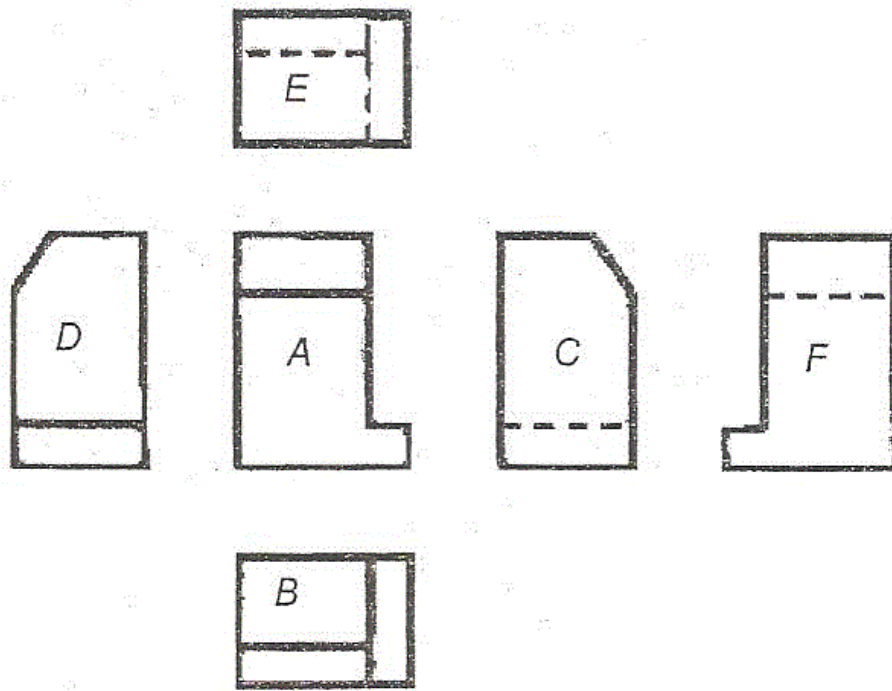


Рис. 5.3

Схема розташування видів із використанням посилальних стрілок.

Коли є певна вигода від розташування видів в проекціях, відмінних від точно визначених способами проєкціювання в першому чи третьому квадрантах, то в цих випадках застосовують спосіб посилальних стрілок, який дає змогу розміщувати різні види на кресленнику довільно.

Кожній вид, за винятком головного, повинен бути позначений буквою відповідно до рис. 5.4. Малі букви на головному виді означають напрямок погляду для одержування інших видів, які ідентифікуються відповідними великими буквами, розташованими безпосередньо над видом і зліва від нього.

Ідентифіковані види можна розміщувати будь-де відносно головного виду (див. рис. 5.1). Великі букви (див. ISO 3098-1), які ідентифікують види, завжди слід наносити в положенні зручного читання. Як правило, букви пишуть перпендикулярно до низу кресленника (виконувати напис треба горизонтально).

Стандарт ДСТУ ISO 128-40 : 2005 „Кресленники технічні. Основні положення про розрізи та перерізи” встановлює загальні принципи зображення розрізів і перерізів на усіх різновидах технічних кресленників з дотримання способів прямокутного проєкціювання, визначених ISO 5456-2. Зображення площ розрізів і перерізів – згідно з ISO 128-50.

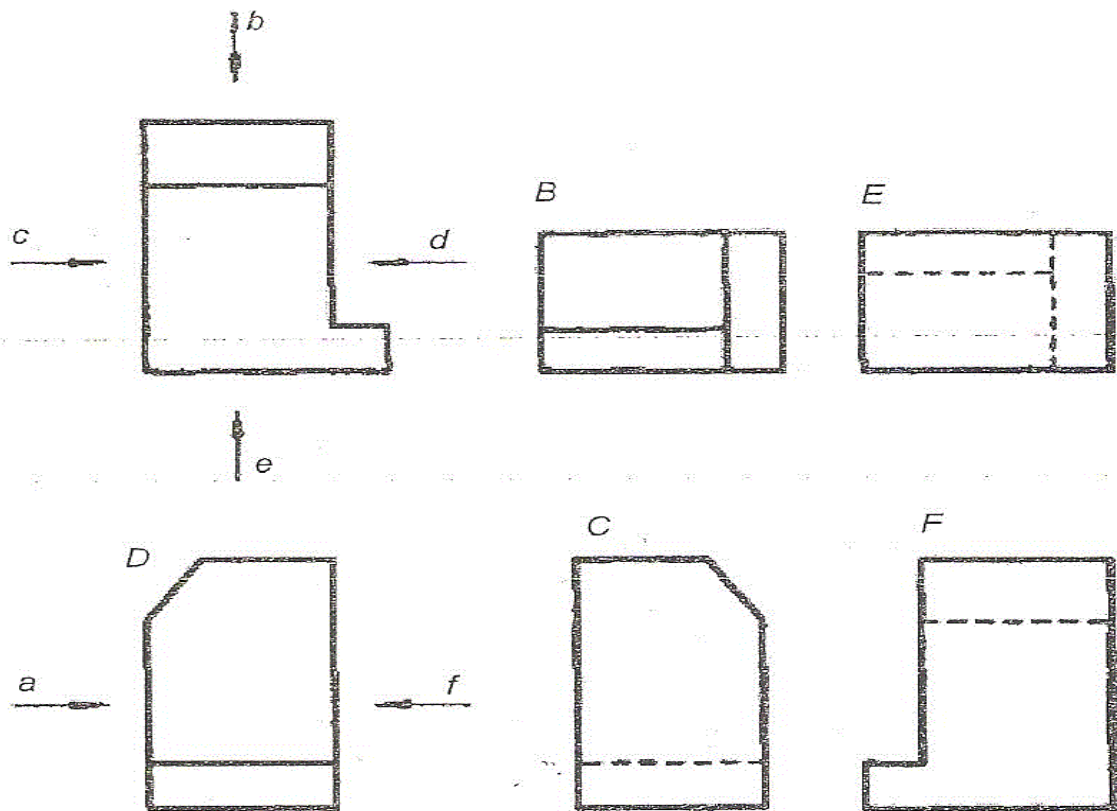


Рис. 5.4



Види на кресленнику
[70]

5.2. Розрізи та перерізи

Терміни та визначення понять.

Січна площина – уявна площина, в якій предмет зображений розрізами.

Лінія січної площини – лінія що вказує положення січної площини, чи частина осьової лінії у випадку двох чи більше січних площин.

Розріз – зображення, що подано у розрізі. Це стандарт дає ще таке визначення розрізу: зображення, що додатково показує контури поза січною площиною.

Переріз – зображення, яке показує тільки контури предмета, що лежать в одній або більше січних площинах.

Неповні розрізи/перерізи – зображення симетричного предмета, який у разі розділення осью лінією, подають половиною в розрізі чи перерізі.

Місцеві розрізи/перерізи – зображення, на якому в розрізі чи перерізі подають тільки частину предмета.

Загальні положення.

Загальні правила розташування видів (див. ISO 128-30) у рівній мірі розповсюджуються на зображення розрізів і перерізів.

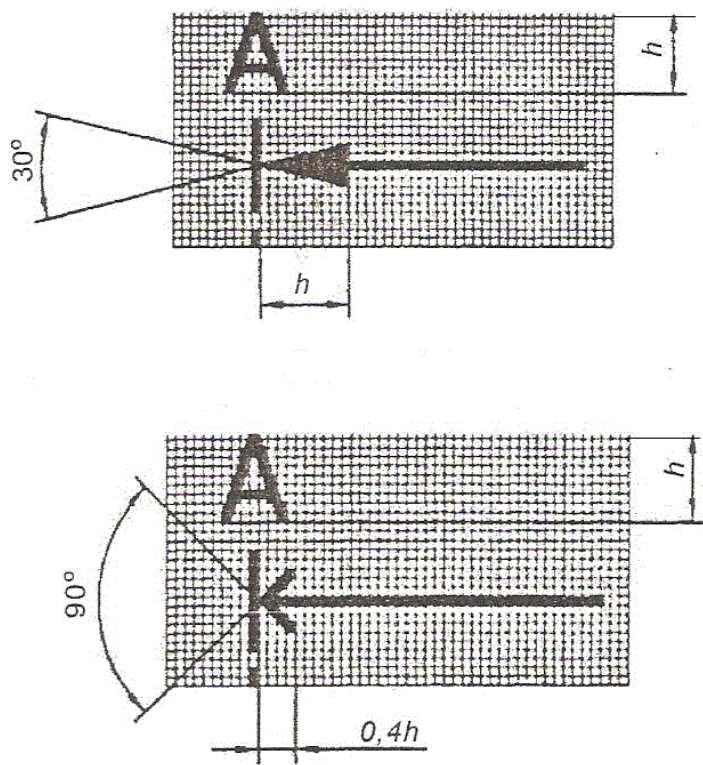


Рис. 5.5

Кожен розріз і переріз повинен бути чітко позначений однією самою великою буквою, яку записують двічі: один раз біля кожної з посилальних стрілок (креслять суцільною товстою лінією типу 01.2.8 згідно ISO 128-24 або 01.2.8 – згідно ISO 128-23), які визначають напрямок погляду для відповідного розрізу або перерізу; другий раз – на кінцях лінії січної площини (див. рис. 5.5). Перший рисунок для випадку, коли кут вказівних стрілок розрізів і перерізів становить 30° (для машинобудівних

креслеників), а другий рисунок – для випадку, коли кут становить 90° (для будівельних креслеників).

Букву ідентифікації потрібно розташовувати перпендикулярно до низу кресленика (виконувати напис треба горизонтально). Розмір вказівної стрілки розрізу чи перерізу з кутом 30° або 90° , як показано на рис. 5.5, визначають висотою букви ідентифікації. Висота букви, що ідентифікує розріз чи переріз, h , має бути більша за висоту інших букв на кресленику в $\sqrt{2}$ раз.

Зображувані розріз чи переріз можна розташовувати будь-де відносно виду, на якому показана січна площина. Букви ідентифікації розрізів і винесених перерізів треба розміщувати безпосередньо над відповідним зображенням.

Зазначення площ розрізів і перерізів визначено у ISO 128-50.

Конкретне положення січної площини (площин) слід позначати довгоштрихово-пунктирною товстою лінією (лінія січної площини) типу 04.2 згідно з ISO 128-24 або 04.2.1 згідно з ISO 128-23. Пряму січної площини треба креслити чітко і придатної довжини (див. рис. 5.6).

Якщо січна площина змінює свій напрямок, о тоді лінія січної площини повинна бути показана тільки в тих місцях, де вона змінює напрямок (див. рис. 5.7).

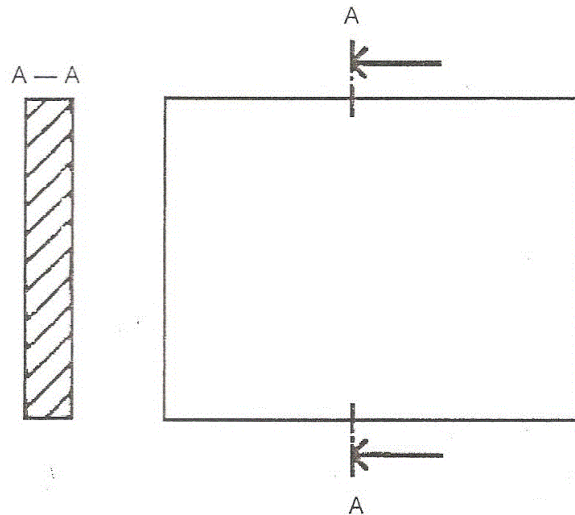


Рис. 5.6. Приклад зображення лінії січної площини на будівельних кресленнях

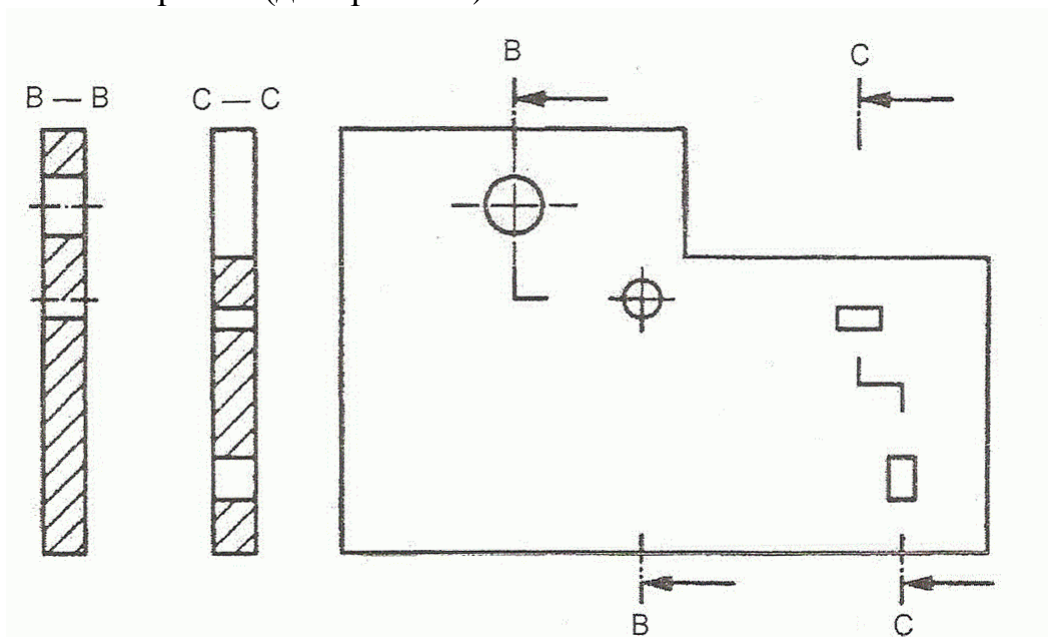


Рис. 5.7. Приклад зображення лінії січної площини на машинобудівних кресленнях

Лінія січної площини може бути показана у повну її довжину (довгоштрихово-пунктирною товстою лінією (лінія січної площини) типу 04.2 згідно з ISO 128-24 або 04.2.1 згідно з ISO 128-23), якщо це необхідно для її чіткості.

Можна зробити висновок, що в загальному вигляді, лінія січної площини проставляється на початку і в кінці січної площини.

Накладені перерізи.

Для однозначності переріз може бути накладений на відповідний вид. у такому випадку контур перерізу повинен бути накреслений

суцільною тонкою лінією типу 01.1.16 згідно з ISO 128-24 або 01.1.11 згідно з ISO 128-23. У цьому разі немає потреби в додаткових позначеннях (див. рис. 5.8).

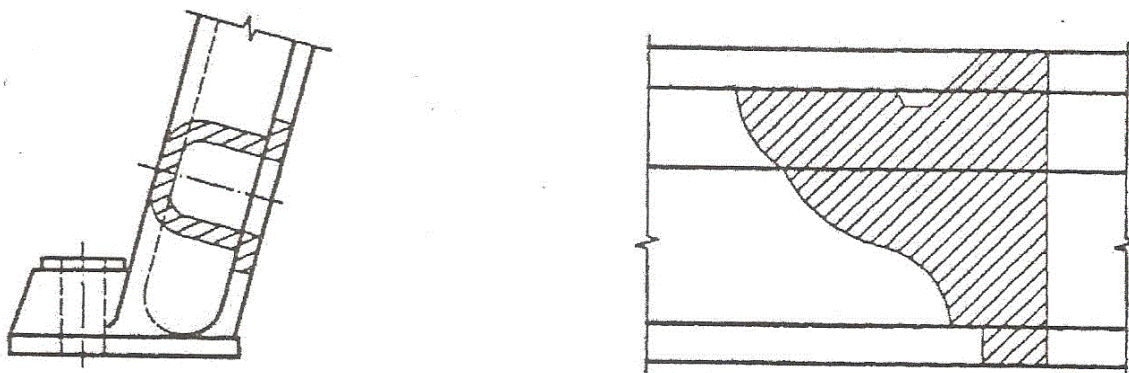


Рис. 5.8

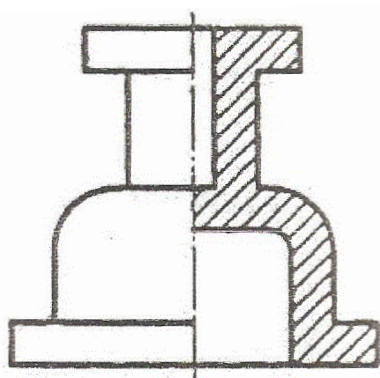


Рис. 5.9

Розрізи/перерізи симетричних виробів.

Симетричні вироби можна зображувати половиною виду і половиною розрізі/перерізі (див. рис. 5.9).

Місцеві розрізи/перерізи.

Якщо нема потреби в повному або неповному розрізі/перерізі виробу, то можна наводити *місцевий розріз/переріз*.

Місцевий вирів слід показувати суцільною тонкою лінією із зигзагами або лінією, проведеною від руки, типу 01.1.19 згідно з ISO 128-24 або 01.1.14 згідно з ISO 128-23 (див. рис. 5.10).

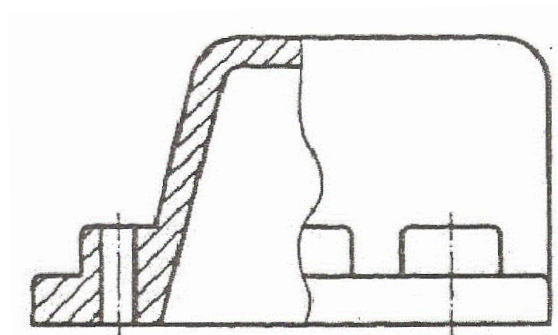
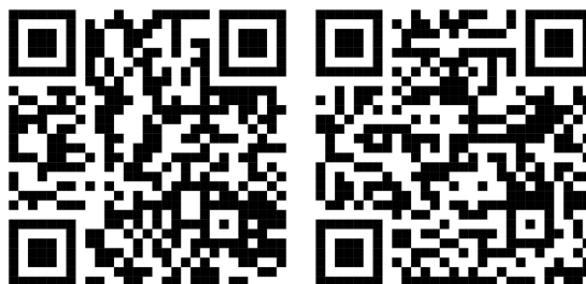


Рис. 5.10



Види, розрізи ,
перерізи [71]

Побудова
«косоного»
перерізу [97]

5.3. Рекомендації по вибору головного виду деталі та необхідної кількості зображень

Як правило, деталь зображується не менше як в двох видах. Винятком можуть бути деталі, повні відомості про форму яких можуть бути одержані при допомозі спеціальних символів та написів (діаметрів, квадратів, товщини пластин та тощо). Для їхнього зображення достатньо одного виду (прості втулки, вали, гвинти, пластини та ін.). Для деталей, виготовлених згинанням, штампуванням, витяжкою, коли їх зображення не дає повного уявлення про форму та розміри, на креслениках додатково розміщують повну або часткову розгортку деталі з нанесенням необхідних розмірів та ліній згину.

Головним видом деталі є основний вид предмета на фронтальній площині проєкцій, який дає найповнішу уяву про його форму і розміри, відносно якого розташовують інші основні види. При виборі головного виду враховується положення деталі в процесі її обробки, розмітки або при роботі в механізмі. Так вали, осі, втулки та інші деталі, які є поверхнями обертання і оброблюються в основному на токарних верстатах, повинні мати зображення, *вісь обертання яких має горизонтальне розташування* [100].

Зображення деталей, які виготовлені литвом, розміщують на креслениках так, щоб їх головний вид відповідав розташуванню в процесі складання виробу. При цьому головна оброблена площа деталі звично займає горизонтальне положення (корпуса машин, кришки та ін.). Зображення деталей, які виготовлені штампуванням, розташовують на креслениках відповідно до їх положення при штампуванні.

Для симетричних деталей доцільно використовувати на місці головного виду поєднання половини виду з половиною розрізу. Межею між видом і розрізом повинна бути вісь симетрії.

При вертикальній осі симетрії розріз розташовують тільки справа від неї, а при горизонтальній – тільки знизу під нею. Якщо при поєднанні половини виду з половиною розрізу з віссю симетрії співпадає зовнішнє або внутрішнє ребро деталі, то частина виду та частина розрізу розмежовується суцільною хвилястою лінією.

При зображенні деталей складної форми використовуються допоміжні та місцеві види, місцеві розрізи, перерізи та виносні елементи, які дають можливість креслити меншу кількість видів і повних розрізів. Допоміжні види використовуються в тому випадку, коли яка-небудь частина деталі не може бути зображена на одному з основних видів без спотворення її форми та величини. Допоміжний вид отримують на площині не паралельній до жодної з основних площин проекції, але перпендикулярній до однієї із них.

Усі інші вимоги наведені в цьому розділі.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Назвіть шість основних видів і покажіть як їх розміщують на креслениках.

2. Який вид називають головним?

3. За яких умов основні види на креслениках позначають?

4. Який вид називають місцевим?

5. Що таке розріз? Що таке переріз?

6. Які бувають розрізи? Які бувають перерізи?

7. Що таке місцевий розріз?

8. Який розріз є горизонтальним, вертикальним, похилим?

9. Які бувають вертикальні розрізи?

10. За яких умов можна об'єднати половину виду з половиною розрізу?

11. Як слід виявити зовнішнє або внутрішнє ребро, що збігається з віссю симетрії, при поєднанні половини виду з половиною розрізу?

12. Які співвідношення розмірів стрілки, що визначає напрям погляду при розрізі або перерізі?

Література:

[3] – с. 68-80, [4] – с. 81-93, [8] – с. 138-148.

РОЗДІЛ 6. АКСОНОМЕТРИЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ

6.1. Основні відомості про аксонометричні зображення

В практиці проектування технічних форм виникає необхідність більш наочного, ніж на комплексному кресленнику, зображення предмета для його просторового сприйняття. Це досягається за допомогою аксонометричних зображень або аксонометрії.

Побудова аксонометричних проєкцій визначається ДСТУ ISO 5456-3 : 2006 „Кресленники технічні. Методи проєкціонування. Частина 3. Аксонометричне зображення”. Стандарт встановлює основні правила використання аксонометрії усіх видів технічних кресленників.

Загальні положення.

Положення системи координат. Прийнято положення осей координат обирати так, що одна з осей координат (вісь Z') вертикальною.

Положення об'єкта. Зображувальний об'єкт розміщують таким чином, що його головний вид, вісі та грані були паралельними координатним площинам.

У разі застосування ортогонального проєкціонування об'єкт орієнтують так, щоб було видно його головний вид і інші обрані види.

Вісі симетрії. Вісі та сліди площин симетрії об'єкта можна не креслити, якщо в цьому нема потреби.

Невидимі контури та грані. Ці елементи, як правило, не показують.

Штриховка. Штриховку, що позначає розріз або переріз, треба креслити приблизно під кутом 45° по відношенню до осей та контурів розрізу або перерізу (рис. 6.1).

Штриховка, що позначає площини, паралельні до координатних площин, повинна бути паралельною до проєкційних осей координат (див. рис. 6.2).

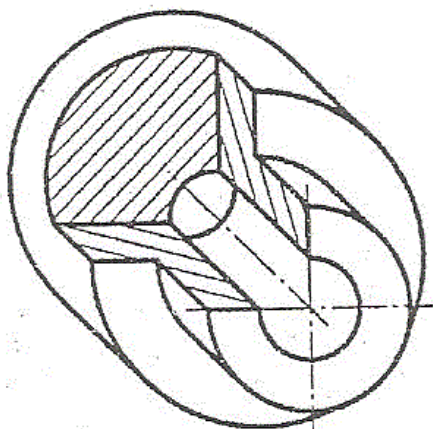


Рис. 6.1

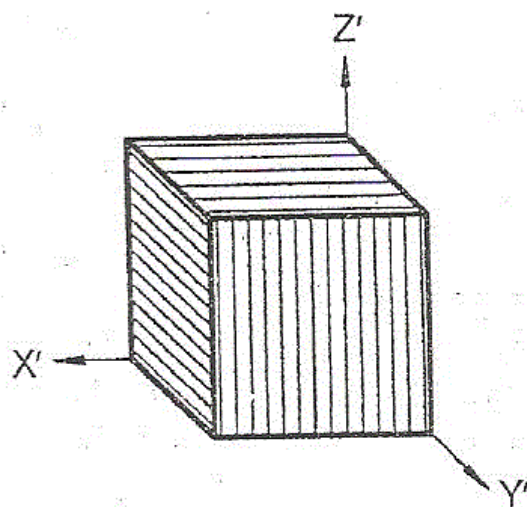


Рис. 6.2

Нанесення розмірів.

Як правило, на аксонометричних зображеннях уникають нанесення розмірів. В окремих випадках, коли нанесення розмірів є необхідним, слід скористатися тими самими правилами, які визначені для ортогонального проєкціювання (ISO 129 та ISO 3098-1) (див. рис. 6.6 та 6.12).

Рекомендовані аксонометричні проєкції.

Для технічних креслеників рекомендовані такі аксонометрії:

- ізометрична аксонометрія (див. рис. 6.3).;
- диметрична аксонометрія (див. рис. 6.7);
- косокутна аксонометрія (див. рис. 6.9).

Координатні вісі X , Y , Z позначають великими літерами. Якщо наводять інші позначки (наприклад розміри), то їх показують у таблиці або на кресленику, причому для найкращого розрізнення використовують малі літери x , y , z .

Ізометрична аксонометрія. Ізометрична аксонометрія являє собою ортогональну аксонометрію, в якій площина проєкціювання утворює три однакових кути з трьома осями координат X , Y , Z .

Три розмірні відрізки u_x , u_y , та u_z на трьох осях координат X , Y , Z відповідно проєкціюються ортогонально на площину проєкціювання у вигляді трьох розмірних відрізків $u_{x'}$, $u_{y'}$, та $u_{z'}$ на осях проєкціювання X' , Y' , Z' , довжиною яких є:

$$u_{x'} = u_{y'} = u_{z'} = (2/3)^{1/2} = 0,816.$$

Проєкції X' , Y' , Z' трьох осей координат X , Y , Z на площину проєкціювання (поверхню кресленика) зображені на рис. 6.3.

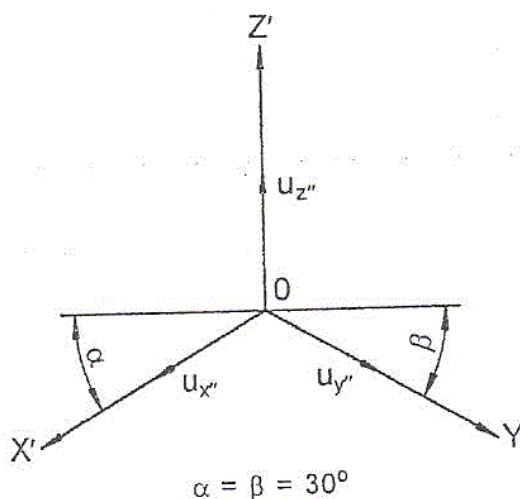
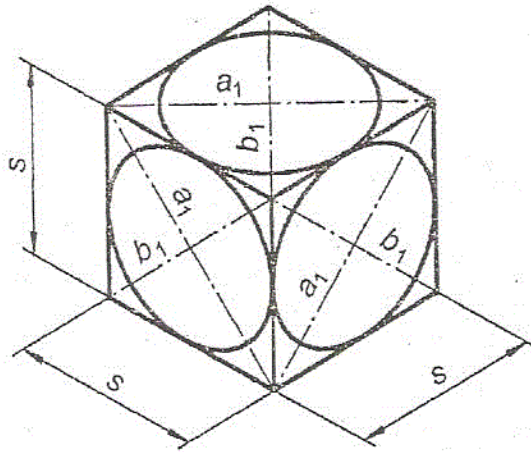


Рис. 6.3

На практиці, спроекційовані розмірні відрізки на вісі X' , Y' та Z' беруть у значеннях $u_{x'} = u_{y'} = u_{z'} = 1$, що відповідає зображенню об'єкта, який збільшено у $(3/2)^{1/2} = 1,225$ разів. Ізометричну аксонометрію правильного шестигранника з колами, вписаними в його грані, подано на рис. 6.4.



Довжини осей еліпса:

$$a_1 = \sqrt{\frac{3}{2}} s \approx 1,22s$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{1}{2}} s \approx 0,71s$$

Рис. 6.4

Ізометрична аксонометрія надає однакової візуальної уваги усім трьом поверхням правильного шестигранника, і тому найзручніше це креслити на сітці із рівносторонніми трикутниками (див. рис. 6.5).

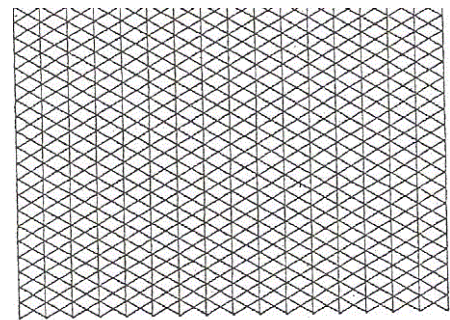


Рис. 6.5

Приклад нанесення розмірів в ізометричній аксонометрії наведено на рис. 6.6. А на рис. 6.7 представлено зображення деталі в ізометрії.

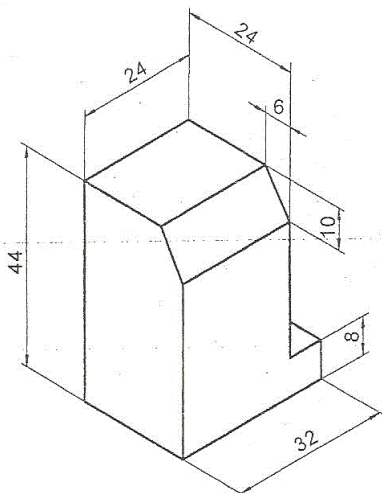


Рис. 6.6

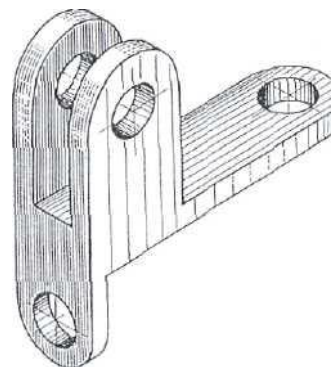


Рис. 6.7



Побудова ізометричної аксонометрії [96]

Диметрична аксонометрія. Диметричну аксонометрію використовують, коли зображуваний вид об'єкта має першочергове значення. Проекції трьох осей координат показано на рис. 6.8. Співвідношення трьох розмірних відрізків по осях має вигляд: $u_{x'} : u_{y'} : u_{z'} = 1/2 : 1 : 1$.

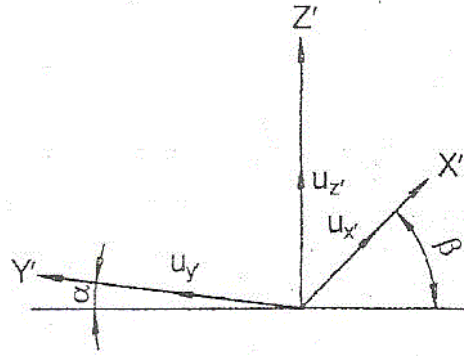
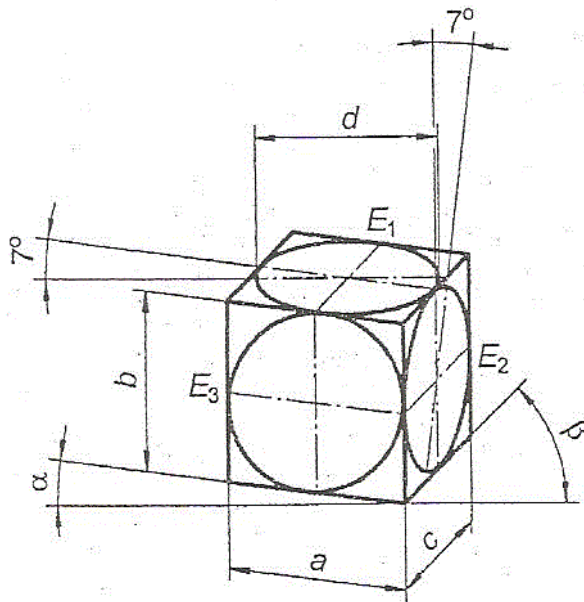


Рис. 6.8

Диметрична аксонометрія правильного шестигранника з колами, вписаними в його грані, подано на рис. 6.9.

На рис. 6.10 дано зображення деталі диметричній аксонометрії.



$$a:b:c = 1:1:1/2$$

$$\alpha = 7^\circ$$

$$\beta = 42^\circ$$

Рис. 6.9

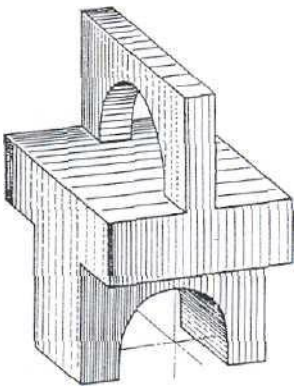
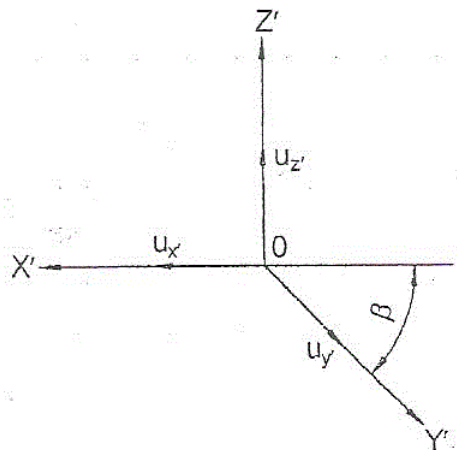


Рис. 6.10

Косокутна аксонометрія.

У косокутній аксонометрії площина проєкціювання паралельна одній з координатних площин та основній поверхні зображуваного об'єкта, проєкція якого виконана в одному і тому самому масштабі. Дві проєкційні вісі координат є ортогональними. Напрямок третьої проєкційної вісі координат та масштаб на ній є довільними. У зв'язку з легкістю виконання зображення використовують різні типи косокутної аксонометрії.



Спрощена аксонометрія.

У цьому типі косокутної аксонометрії площина проєкціювання завжди вертикальна, і для зручності побудови, проєкцію третьої осі координат, за домовленістю, вибирають під кутом 45° по відношенню до останніх двох координатних осей. Масштаби розмірних відрізків на усіх трьох проєкційних осях однакові: $ux' = uy' = uz' = 1$ (див. рис. 6.11).

Рис. 6.11

Чотири можливих варіантів спрощеної аксонометрії правильного шестигранника зображено на рис. 6.12.

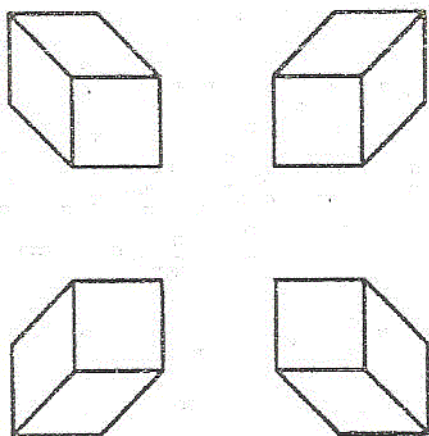
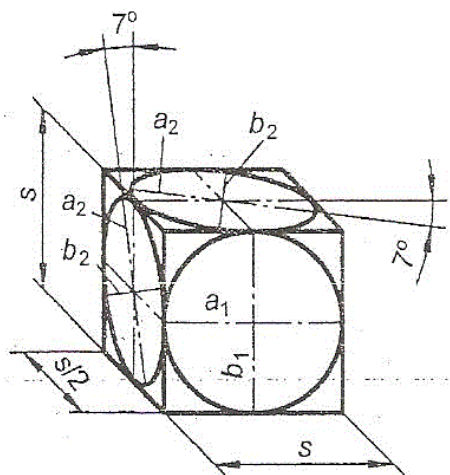


Рис. 6.12

Кабінетна аксонометрія.

Кабінетна аксонометрія схожа із спрощеною аксонометрією, але відрізняється від останньої тим, що розміри на третій вісі координат зменшують удвічі. Це забезпечує найкращі співвідношення на кресленику.

Кабінетна аксонометрія правильного шестигранника з колами, вписаними в його грані показана на рис. 6.13, а правила нанесення розмірів – на рис. 6.14.



$a_1 = b_1 = s$
Довжина осей еліпса:
 $a_2 = 1,06 s$
 $b_2 = 0,33 s$

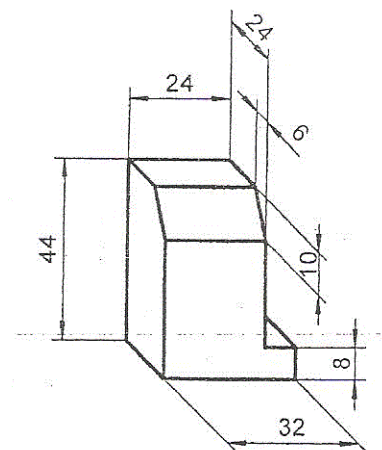


Рис. 6.13

Рис. 6.14

Кола, які розташовані в фронтальних площинах, проєкціюються на аксонометричну площину проєкцій колами (рис. 6.15).

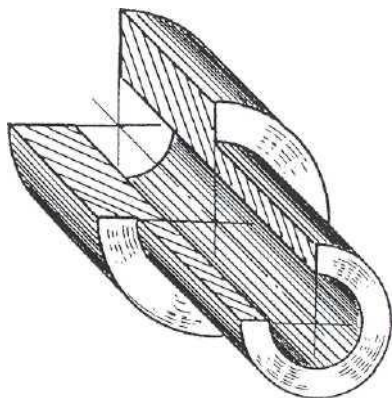


Рис. 6.15

Планіметрична аксонометрія.

У планіметричній аксонометрії площина проєкціювання паралельна горизонтальній координатній площині щоб подати необхідну інформацію, слід уникати видів із використанням кутів $\alpha = 0^\circ$, 90° та 180° (див. рис. 6.16).

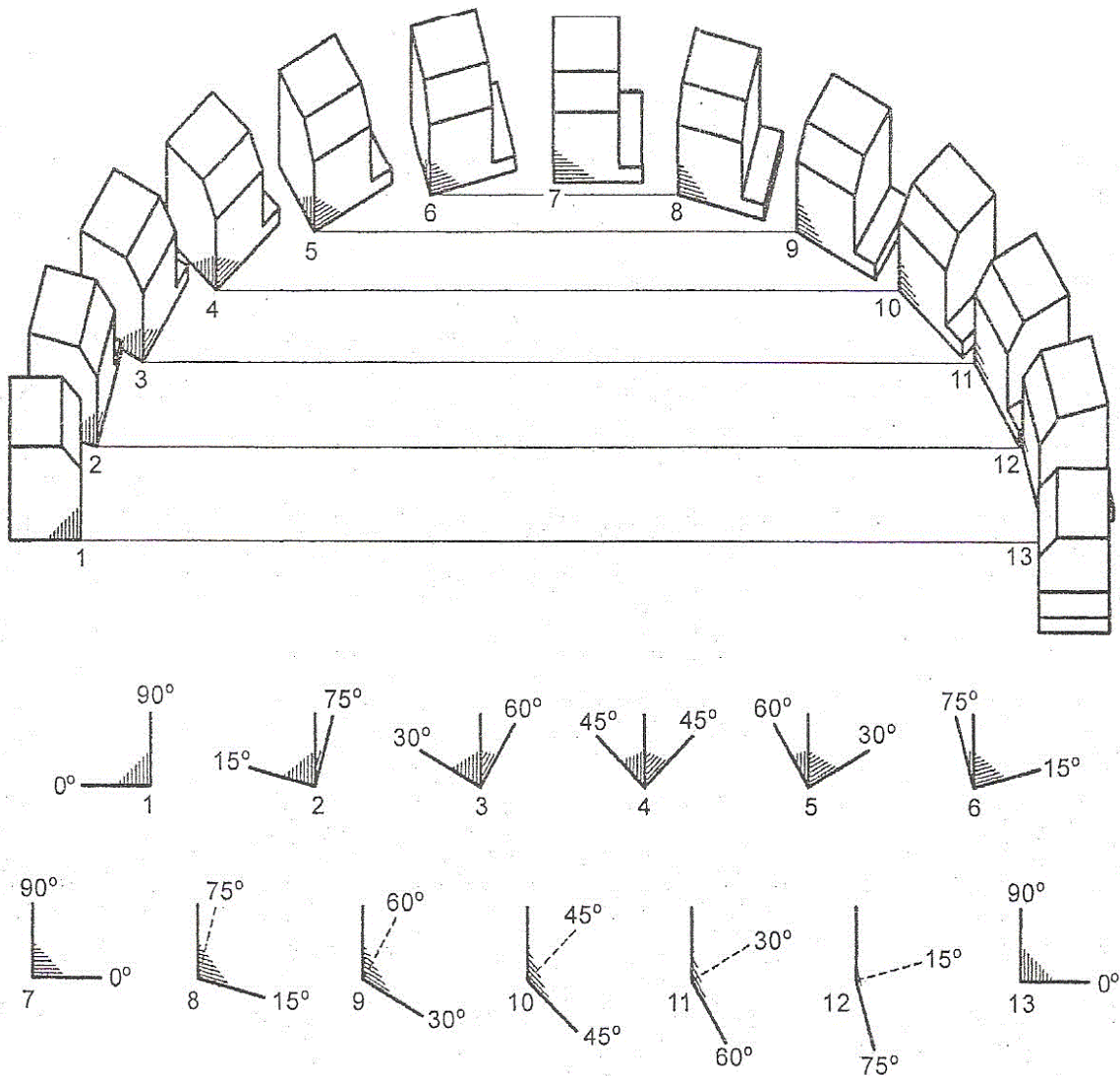


Рис. 6.16

Звичайне планіметричне проєкціювання.

Допустимі проєкції осей координат, на яких розмірні відрізки можуть бути вибрані у відношенні 1:1:1, показано на рис. 6.17. Правильний шестигранник з позначенням його розмірів наведено на рис. 6.18.

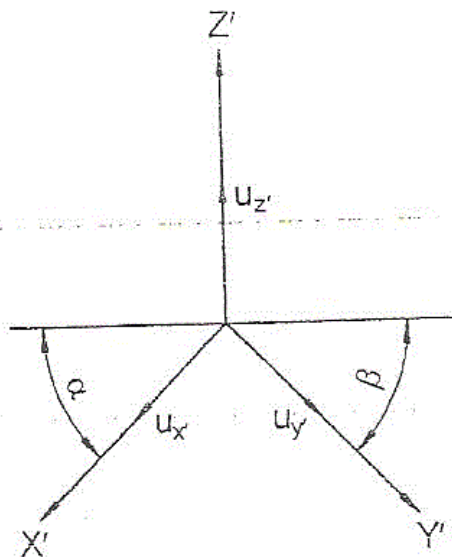


Рис. 6.17

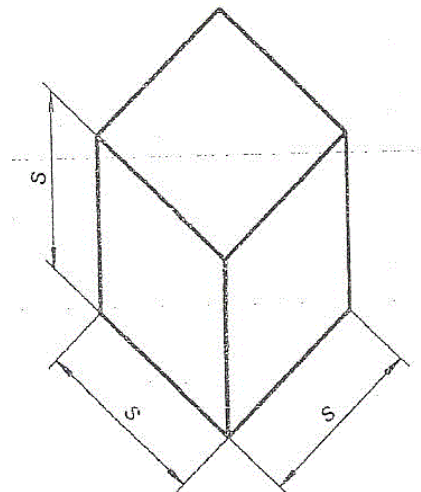


Рис. 6.18

Укорочене планіметричне проєкціювання. Допустимі проєкції осей координат, на яких розмірні відрізки можуть бути вибрані у відношенні 1:1:2/3, показано на рис. 6.17. Правильний шестигранник з позначенням його розмірів наведено на рис. 6.19.

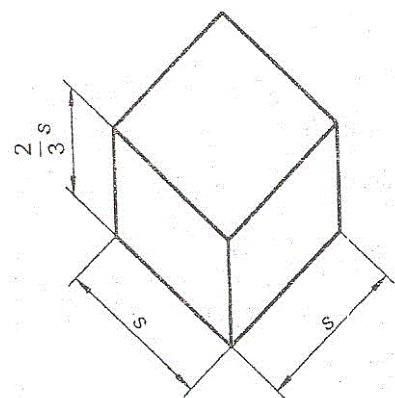


Рис. 6.19

Лінії штрихування перерізів в аксонометричних проєкціях наносять паралельно одній із діагоналей проєкцій квадратів, які лежать у відповідних координатних площинах. На рис. 6.20 показано нанесення ліній штрихування: рис. 6.20, а – ізометрична аксонометрія; рис. 6.20, б –

косокутна аксонометрія; рис. 6.20, *в* – звичайне планіметричне проєкціювання проєкція; рис. 6.20, *г* – диметрична аксонометрія.

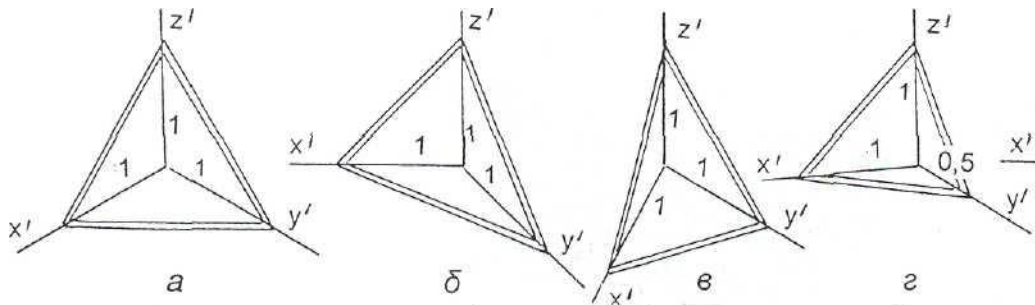


Рис. 6.20

6.2. Побудова наочних зображень деталей

Побудова геометричних фігур в аксонометрії виконують по заданих ортогональних проєкціях.

Коло в
аксонометрії. При
паралельному
проєкціюванні кола на
будь-яку площину Π^*
отримуємо її зображення
в загальному випадку у
вигляді еліпса (рис. 6.21)

$$t_2 \parallel CB; t_4 \parallel AD; t_6 \parallel CB; t_8 \parallel AD$$

На задану площину
спочатку доцільно
побудувати паралелограм
 $A^*B^*C^*D^*$ – паралельну
проєкцію квадрата $ABCD$,
описаного біля даного

кола, а потім за допомогою восьми точок і восьми дотичних вписати в нього еліпс. Точки 1, 3, 5 і 7 – середини сторін паралелограма. Точки 2, 4, 6 і 8 розташовані на діагоналях так, що кожна з них ділить напівдіагональ у співвідношенні 3:7. Дійсно, на основі властивостей паралельного проєкціювання можна записати, що $A_2 / IO = A^*2^* / 2^*O^*$, тобто $A_1 / IO = (r \sqrt{2}-r)/r \approx 3/7$.

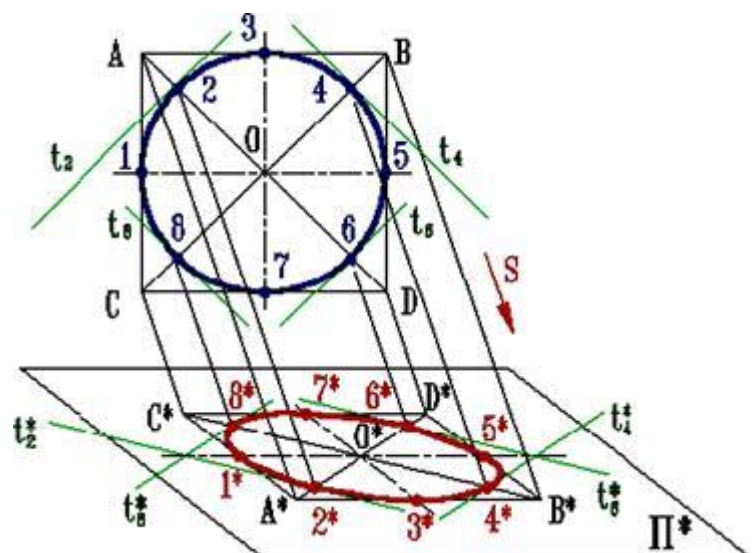


Рис. 6.21

З восьми дотичних до еліпса перші чотири – це сторони паралелограма, а решта t_2, t_4, t_6, t_8 – прямі, паралельні його діагоналям. Так дотична t_2^* до еліпса паралельна діагоналі C^*D^* .

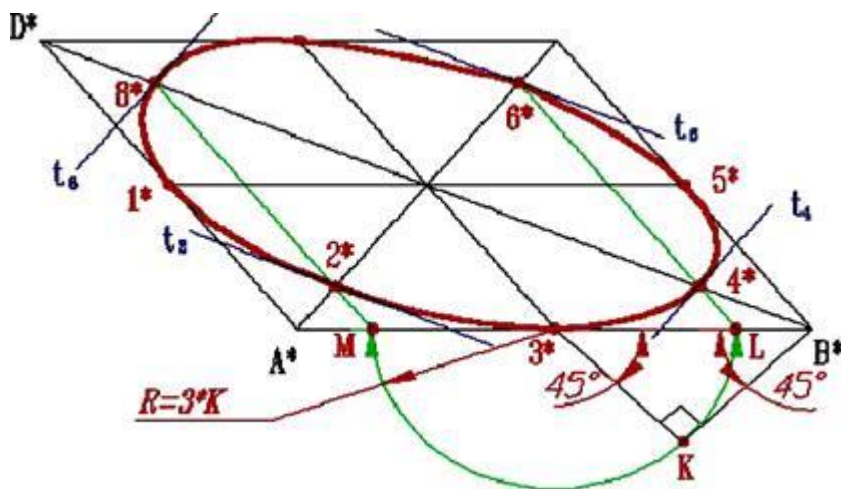


Рис. 6.22

Пояснюється це тим, що t_2^* та C^*D^* є проєкціями двох паралельних прямих t_2 і CD . Графічні побудови, що передують викреслюванню самого еліпса, доцільно виконувати в наступній послідовності (рис. 6.22):

1. Побудувати аксонометричну проєкцію квадрата – паралелограм $A^*B^*C^*D^*$ та провести діагоналі A^*C^* і B^*D^* ;

2. Відзначити середини сторін паралелограма – точки $1^*, 3^*, 5^*$ і 7^* ;

3. На відрізку 3^*B^* , як на гіпотенузі, побудувати прямокутний рівнобедрений трикутник 3^*KB^* .

4. З точки 3^* радіусом 3^*K описати півколо, яке перетне A^*B^* в точках L та M . Ці точки ділять відрізок 3^*A^* і рівний йому відрізок 3^*B^* у відношенні 3:7.

5. Через точки L та M провести прямі, паралельні бічним сторонам паралелограма, і відзначити точки $2^*, 4^*, 6^*$ та 8^* , розташовані на діагоналях.

6. Побудувати дотичні до еліпса в знайдених точках. Дотичні t_2 та t_6 паралельні BD , а дотичні t_4 та t_8 паралельні AC .

7. Отримавши вісім точок і стільки ж дотичних, можна з достатньою точністю накреслити еліпс.

Побудову еліпса, в який проєкціюється коло в аксонометрії, можна замінити побудовою овалу. Ця побудова зрозуміла з рис. 6.23.

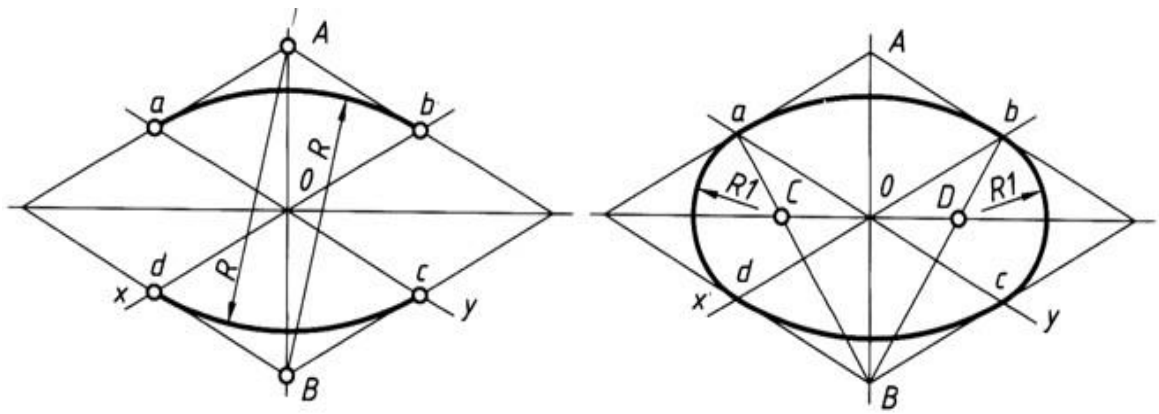


Рис. 6.23

Перехід від ортогональних проєкцій предмету до аксонометричного зображення рекомендується здійснювати в такій послідовності (рис. 6.24):

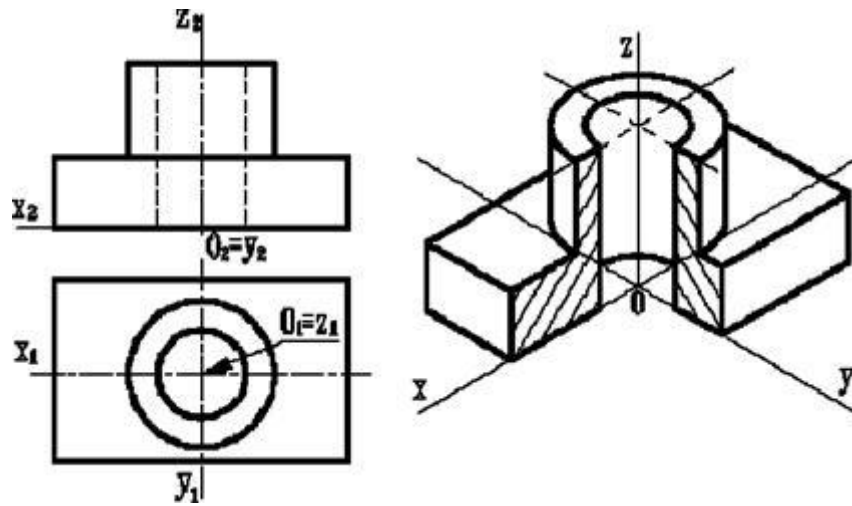


Рис. 6.24



Аксонометричні проєкції [72]

Загальні настанови по виконанню аксонометричних проєкцій.

1. На ортогональному кресленні розмічають осі прямокутної системи координат, до якої відносять даний предмет. Осі орієнтують так, щоб вони допускали зручне вимірювання координат точок предмету. Наприклад, при побудові аксонометрії тіла обертання одну з координатних осей доцільно сумістити з віссю тіла.

2. Будують аксонометричні осі з таким розрахунком, щоб забезпечити якнайкращу наочність зображення і видимість тих чи інших точок предмету.

3. На одній з ортогональних проєкцій предмету креслять вторинну проєкцію.

4. Створюють аксонометричне зображення. Для наочності роблять виріз чверті предмету, яка повернута до глядача.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Чи можуть у прямокутній аксонометрії дві або одна вісь бути зображена не спотворено?

2. Дати визначення прямокутній ізометрії. Які кути розташування аксонометричних осей? Які коефіцієнти спотворення по аксонометричним осям?

3. Дати визначення прямокутній діаметрії. Які кути розташування аксонометричних осей? Які коефіцієнти спотворення по аксонометричним осям?

4. Дати визначення косокутній фронтальної ізометрії. Які кути розташування аксонометричних осей? Які коефіцієнти спотворення по аксонометричним осям?

5. Дати визначення косокутній горизонтальної ізометрії. Які кути розташування аксонометричних осей? Які коефіцієнти спотворення по аксонометричним осям?

Література:

[3] – с. 82-89, [4] – с. 132-143, [8] – с. 100-107.

РОЗДІЛ 7. РОЗНІМНІ ТА НЕ РОЗНІМНІ З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ

7.1. Загальні положення

З'єднання є основою функціонування будь якої машини та взаємодії деталей, що входять до її складу.

З'єднання поділяють на *рознімні* та *не рознімні*.

Рознімними називаються з'єднання, для яких операції складання та розбирання можливі без руйнування їхніх складових частин. З'єднання, які не можна розібрати без руйнування їхніх складових частин, називаються *не рознімними*.

До рознімних з'єднань відносять: *різьбові, шпонкові, шлицьові*. А до не рознімних – *зварні, заклепкові, паяні, клейові* та інші з'єднання.

7.2. Різьба та різьбові з'єднання

Є найбільш поширеними в техніці. Геометричною основою цих з'єднань є гвинтові поверхні, які утворені переміщенням по гвинтовій лінії (циліндричній або конічній) якоїсь фігури, яка в свою чергу утворює профіль різьби.

Класифікація та параметри різьби.

Різьбові з'єднання є найбільш поширеними в техніці. Геометричною основою цих з'єднань є гвинтові поверхні, які утворені переміщенням по гвинтовій лінії (циліндричній або конічній) якоїсь фігури, яка в свою чергу утворює профіль різьби.

Різьбою називають один або кілька рівномірно розміщених гвинтових виступів сталого перерізу, утворених на боковій поверхні прямого кругового циліндра або конуса.

Зовнішні різьби виконують нарізанням *стержнів*, *внутрішні* – нарізанням різьби в *отворах*.

При нарізанні різьби утворюються ділянки неповного профілюю , так званий *збіг різьби*.

Коли інструмент не може дійти до кінця, натикаючись на перешкоду, то з'являється так званий *недовод різьби*.

Збіг різьби плюс недовод називають *недорізом різьби*.

Якщо треба виконати різьби повного профілю на всій довжині, то для виведення різьби нарізного інструменту виконують *проточку*.

Для полегшення нарізання різьби виконують *фаску*.

Довжина різьби це довжина ділянки деталі, де нарізана різьба, включаючи збіг і фаску (рис. 7.1).

Залежно від напрямку гвинтової лінії, різьбу поділяють на *праву* та *ліву*.

За числом ходів, тобто за кількістю напрямних гвинтових ліній, різьби бувають *одно-* та *багатоходовими*.

Залежно від виду профілю розрізняють такі різьби: трикутна – метрична з кутом при вершині 60° або дюймову з кутом при вершині 55° , трапецеїдальну, зокрема, упорну, круглу, прямокутну та ін.

За призначенням різьби поділяють на *кріпильні*, *ходові* та *спеціальні*.

Параметри, які характеризують циліндричну різьбу.

1. *Зовнішній діаметр* – діаметр умовного циліндра (зовнішня різьба) або впадини внутрішньої різьби.

2. *Крок різьби* (p) – це виміряна паралельно осі різьби відстань між відповідними точками двох сусідніх витків (p).

3. *Хід різьби* (t) дорівнює відстані переміщення гайки за повний оберт.

Для одноходової різьби $t = p$ (крок).

Для багатоходової $t = n \cdot p$ (n – число заходів).

Розділяють різьби на: *метричну*, *трубну циліндричну*, *трубну конічну*, *трапецеїдальну*, *прямокутну*, *спеціальну* та *конічну*.

Різьба метрична. Застосовують як кріпильну і поділяють на різьбу з великим та дрібним кроком. Різьба виготовляється за ДСТУ (ГОСТ) 9150-2003 „Основні норми взаємозамінності. Різьблення метричне. Профіль”.

Метрична різьба характеризується кутом профілю, що дорівнює 60° (рис. 2.92). В умовне позначення метричної різьби входять: літера „M”, номінальний діаметр, величина кроку (тільки для метричної різьби з малим кроком, на відміну від метричної різьби з великим кроком, величина якого не проставляється), поле допуску та квалітет, літера „LH” для позначення лівої різьби.

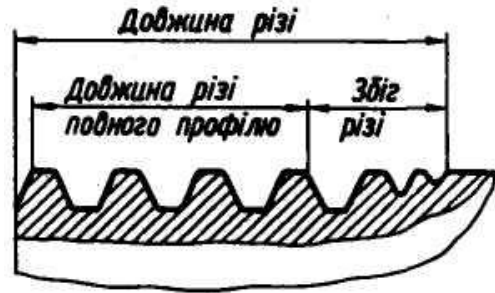


Рис. 7.1

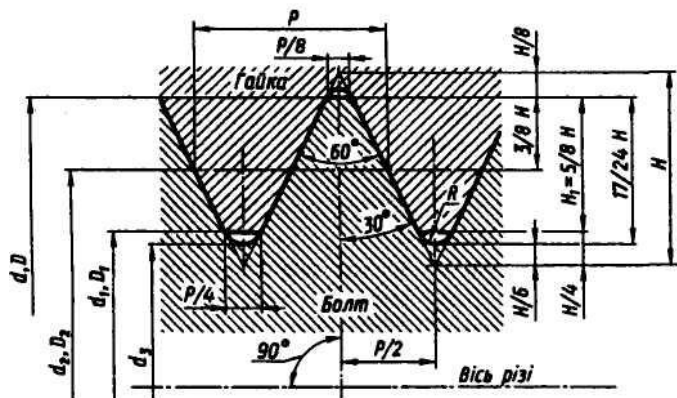


Рис. 7.2

Наприклад:

метрична різьба номінального діаметру 24 мм з великим кроком позначається

для валу: $M24 - 6g$

для отвору: $M24 - 7H$

де $6g$ та $7H$ – поля допусків для робочих поверхонь.

різьбу з номінального діаметру 48 мм з дрібним кроком, який дорівнює 2 мм позначають

$M48 \times 2 - 7H$

різьбу ліва номінального діаметру 20 мм позначають

$M20 LH - 6g$

Трубна циліндрична різьба.

Трубна циліндрична різьба є кріпильною і застосовується для з'єднання труб, арматури, трубопроводів і інших тонкостінних деталей. Профіль даної різьби зображений на рис. 7.3. Для даної різьби встановлено два класи точності, A і B .

Умовне позначення складається з літери „ G ” та числа, яке наближено дорівнюється внутрішньому діаметру труби, клас точності середнього діаметра і при необхідності загальне позначення для лівої різьби:

$G \frac{1}{2} A$ або B

де A та B – клас точності різьби.

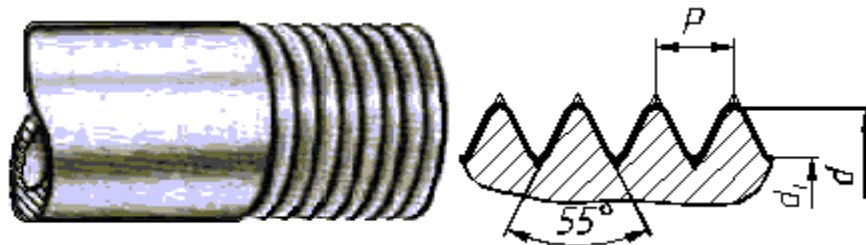


Рис. 7.3

Необхідно пам'ятати, що розмір трубної циліндричної різьби не вимірюється по зовнішньому діаметру – d . На відміну від метричної та інших різьб, номінальний розмір трубної циліндричної різьби позначається в дюймах, при цьому він наближено дорівнює діаметру умовного проходу отвору труби, на який різьба нарізана. Трубна циліндрична різьба одного і того ж розміру може бути нарізана як на трубах з різною товщиною стінки так і на суцільному стержні.

Трубна конічна різьба.

Умовний розмір трубної конічної різьби та її діаметр вимірюють у так званій основній площині, яка співпадає з торцем різьбового отвору. В цій площині вони повністю ідентичні з аналогічними розмірами циліндричної трубної різьби з таким самим умовним розміром. Отже, ці

деталі з трубною конічною різьбою можуть з'єднуватись з деталями на яких виконано трубну циліндричну різьбу такого самого розміру. Профіль даної різьби зображений на рис. 7.4.

Різьба має конусність 1:16.

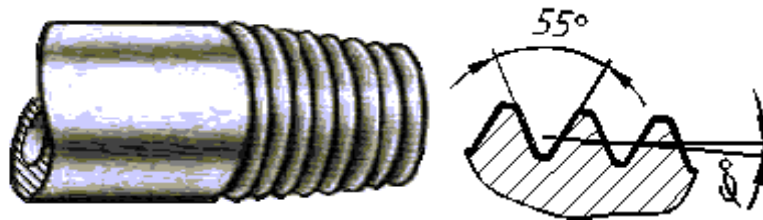


Рис. 7.4

Умовне позначення різьби складається з латинської літери *R* (для зовнішньої) або *R_c* (для внутрішньої), номінального розміру в дюймах і при необхідності позначення лівої різьби.

Приклад умовного позначення трубної конічної різьби на стержні з розміром 1¹/₄ дюйма:

$$R 1^{1/4}$$

Трапецеїдальна різьба.

Це *ходова* різьба і призначена для перетворення обертового руху на поступовий в ходових гвинтах верстатів, супортів та ін., у прямому і зворотному напрямках та передачі сили уздовж осі. Розміри трапецеїдальної різьби регламентують ДСТУ (ГОСТ) 9484-81 „Різьба трапецеїдна”. Профіль різьби зображений на рис. 7.5.

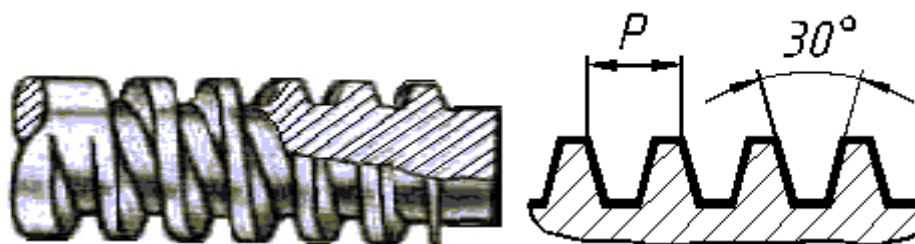


Рис. 7.5

Умовне позначення складається з літер „*Tr*”, номінального діаметру, кроку різьби та позначення поля допуску середнього діаметру (цифри, яка означає ступінь точності, і літери, що означає основне відхилення).

Наприклад, трапецеїдальна різьба діаметром 40 мм і кроком 6 мм

$$Tr 40 \times 6 - 8 e$$

для триходової різьби:

$$Tr 40 \times 6 (p3) - 6H$$

де *b* – хід різьби, а *p3* – крок різьби.

Упорна різьба.

Використовується як ходову в механізмах з великим зусиллям в один бік, який направлений уздовж осі (в домкратах, гвинтових пресах, стяжках, лещатах тощо). Профіль різьби зображений на рис. 7.6 та визначається ДСТУ (ГОСТ) 10177-82 „Різьба упорна”. Розміри номінальних діаметрів і кроків співпадають з відповідними параметрами трапецієвидної різьби.

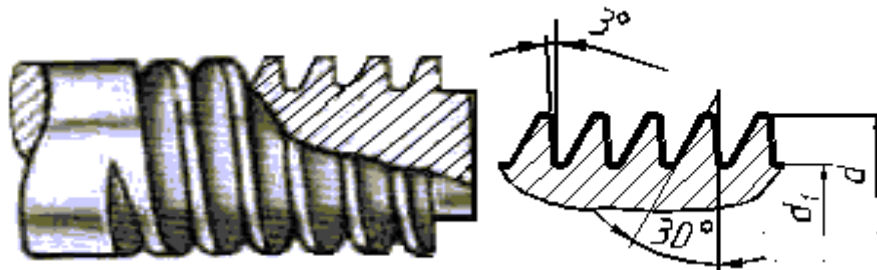


Рис. 7.6

Умовне позначення складається з літери „S”, номінального діаметру і значення кроку. Наприклад:

$$S80 \times 20 (p5) - 7H$$

де 20 – хід різьби, а p5 – крок різьби.

Різьба прямокутна.

Різьбу прямокутну застосовують у з'єднаннях, де повинно бути забезпечене само загвинчування. Застосовують як ходову різьбу (наприклад, в домкратах і т. п.) Профіль прямокутної нестандартної різьби, (рис. 7.7) прямокутний або квадратний. (рис. 7.8).



Рис. 7.7

Профіль її не стандартизований, тобто умовного позначення різьба немає, тому на кресленку проставляють всі розміри різьби. (рис. 7.8).

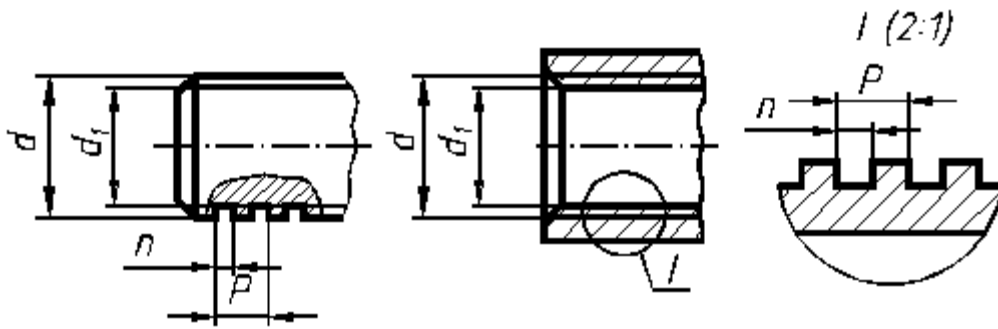


Рис. 7.8

Спеціальна різьба.

До спеціальних належать різьби, які мають стандартний профіль, але відмінні від стандартних значенням діаметрів або кроків, а також різьби з нестандартним профілем (наприклад, різьба з прямокутним або круглим профілем). Для спеціальної різьби із стандартним профілем перед умовним позначенням записують літери C_n .

Наприклад

$$C_n M60 \times 5 - 6g$$

де 5 – нестандартний крок.

Для різьб з нестандартним профілем розміри всіх параметрів різьби проставляють на кресленіку.

Конічна різьба. Застосовують для з'єднань, що вимагають підвищеної герметичності або працюють під великим тиском. Її розмір належить до перерізу в основній площині.

Вона буває:

– конічна дюймова. Для з'єднання трубопроводів під невеликим тиском:

$$K \frac{3}{4} \text{ГОСТ } 6111-52$$

– різьба конічна метрична. Використовується у з'єднаннях, які працюють під великим тиском:

$$MK 20 \times 1,5$$

Зображення різьби на креслениках.

Різьбу, у відповідності до ДСТУ (ГОСТ) 2.311-68 „Зображення різьби”, зображають умовно. Умовність полягає в проведенні суцільної основної лінії замість виступів різьби (рис. 7.9, а) і суцільної тонкої лінії замість западин (рис. 7.9, б).

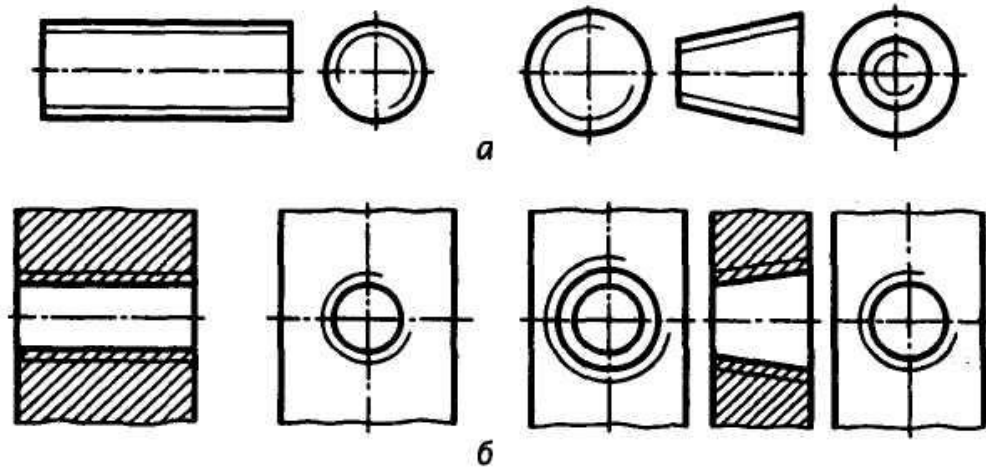


Рис. 7.9

На площині, перпендикулярній до вісі різьбового стержня, суцільну тонку лінію проводять на $\frac{3}{4}$ довжини кола, причому розімкнуті її можна в будь-якому місці. Відстань між лініями не менше 0,8 мм і не більше від кроку різьби.

Розмір і позначення різьби на певних поверхнях показують на розмірі зовнішнього діаметру різьби (рис. 7.10), за винятком трубної різьби – конічної та циліндричної (рис. 7.11), трапецеїдальної (рис. 7.12), упорної (рис. 7.13).

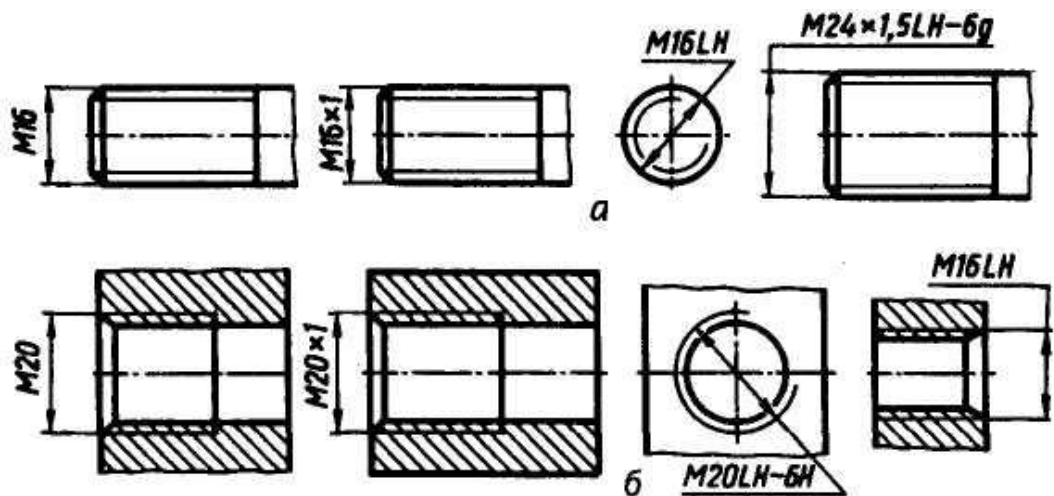


Рис. 7.10

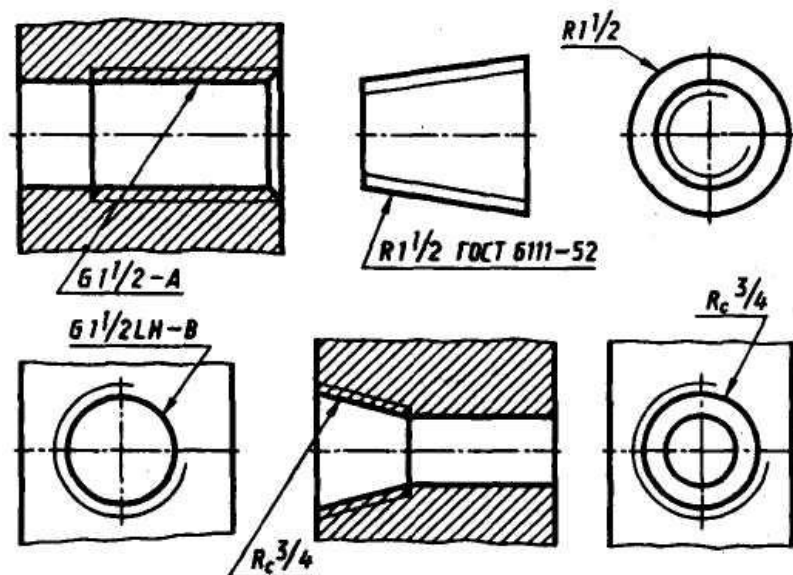


Рис. 7.11

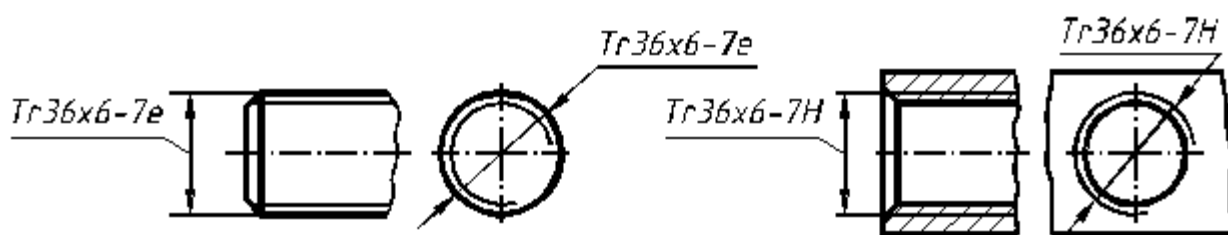


Рис. 7.12

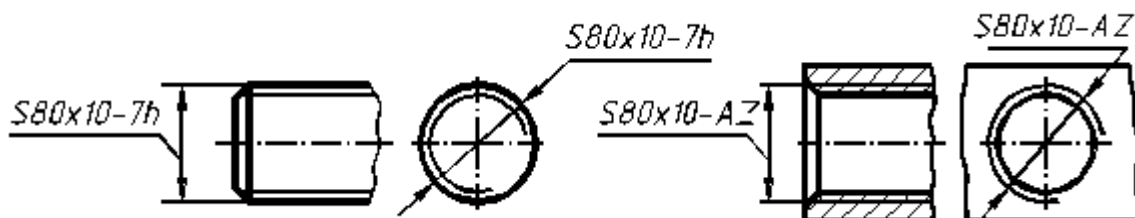


Рис. 7.13



Зображення різьби на креслениках [91]

Різьбові з'єднання. Кріпильні деталі.

Стандарт на відповідну деталь встановлює геометричну форму, розміри кріпильної деталі, її основні фізико-хімічні та механічні властивості, захисні та декоративні покриття, кроки та класи точності різьби. На рис. 7.14 приведена коротка класифікація основних видів різьбових з'єднань.

Кріпильні деталі використовують в складальних операціях в процесі виготовлення виробів. Це такі деталі як болти, гвинти, шпильки, гайки, штифти, шплінти тощо. Поділяються на деталі загального призначення та спеціальні. Болти, гвинти, шпильки, гайки виготовляють зі сталі та кольорових металів.

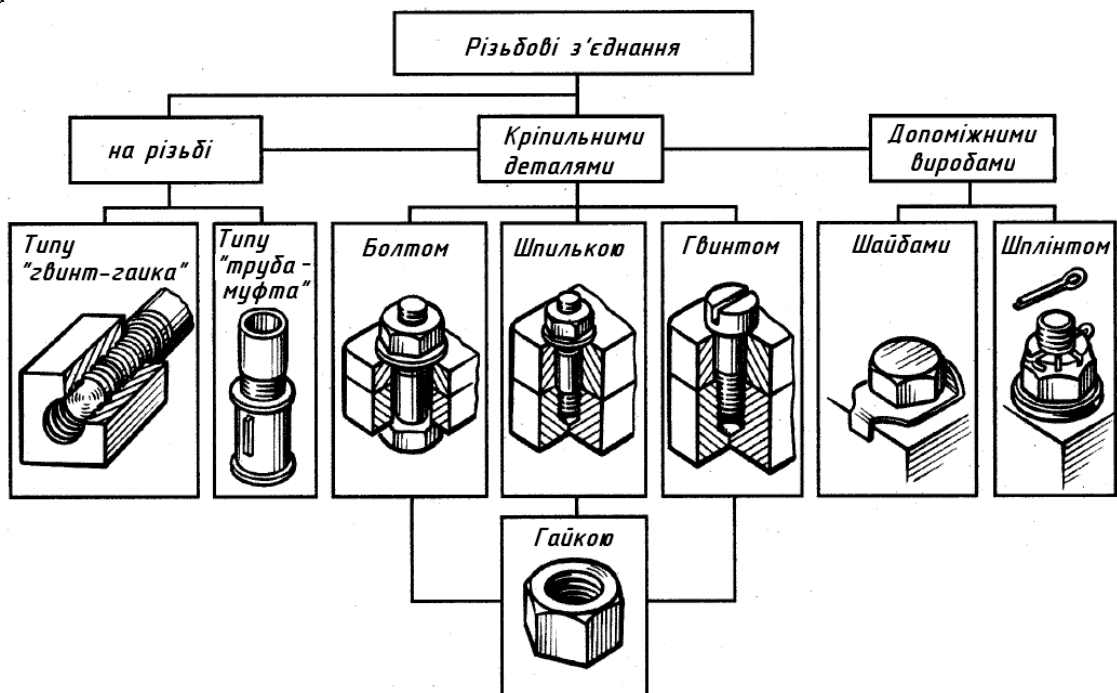


Рис. 7.14

Для болтів, гвинтів, шпильок встановлено дванадцять класів міцності (див. табл. 7.1), а для гайок – сім класів міцності (див. табл. 7.2).



Різьбові з'єднання [92]

**Таблиця 7.1. Класи міцностей для болтів, гвинтів і шпильок
(витяг з ДСТУ (ГОСТ) 1759.4-87)**

Клас міцності	Марки
3.6	Ст. 3 кп, Ст. 3 сп, Сталь 10, 10 кп
4.6	Сталь 20
4.8	Сталь 10, 10кп
5.6	Сталь 30, 35
5.8	Сталь 10, 10кп, 20, 20кп, Ст.3кп, Ст3сп
6.6, 6.9	Сталь 20, 20кп

**Таблиця 7.2. Класи міцностей для гайок
(витяг з ДСТУ (ГОСТ) 1759.5-87)**

Клас міцності	Марки
4	Ст 3 кп, Ст 3 сп, Сталь 10, 10 кп
5	Сталь 20
6	Сталь 10, 10 кп
8	Сталь 30, 35

Залежно від умов експлуатації призначається захисне покриття (див. табл. 7.3).

Таблиця 7.3 Види та умовне позначення покриттів

Позначення	Вид покриття	Позначення	Вид покриття
00	Без покриття	07	Олов'яне
01	Цинкове із хромуванням	08	Мідне
02	Кадмієве із хромуванням	09	Цинкове
03	Нікелеве багат шарове мідь-нікель	10	Окисне анодозаційне із хромуванням
04	Багат шарове мідь-нікель-хром	11	Окисне-фосфатне
05	Окисне	12	Срібне
06	Фосфатне з промасленням		

На стандартизовані кріпильні різьбові вироби робочі креслення, як правило, не виконують, а самі вироби замовляють на основі умовного стандартного позначення. В умовне позначення стандартних різьбових виробів у вказаній послідовності входять; назва виробу, вказівки про точність виготовлення і варіант виконання; стандартне позначення

метричної різьби; клас міцності матеріалу, з якого виготовлений виріб; товщина захисного антикорозійного покриття; стандарт на конструкцію.

В нерухомих різьбових з'єднаннях широко застосовують кріпильні вироби без різьби (шайби, шплінти, фіксуючі кільця та ін.). Найбільш поширені конструкції цих виробів теж стандартизовані, для них існують умовні стандартні позначення.

Болт. Являє собою циліндричний стержень, який має різьбу з одного кінця і головку різних форм з другого. На нарізну частину болта нагвинчується гайка. Болти мають головку: шестигранну, конічну, напівкруглу та ін., а також різні виконання. Найпоширеніша конструкція болта з шестигранною головкою. Болти виготовляють з нормальною, підвищеною і грубою точністю.

Для болтів передбачена метрична як основна кріпильна різьба із крупним і дрібним кроками. Робоча довжина болта дорівнює довжині стержня без головки.

Умовне позначення болта:

Болт А 3 М16 × 2 – 6 q × 80. 109. 4 X. 01. 6 ДСТУ (ГОСТ) 7798-70

де А – клас точності;

3 – тип виконання;

80 – довжина болта;

109 – клас міцності;

40X – матеріал;

01 – вид покриття;

6 – товщина покриття;

ДСТУ (ГОСТ) 7798-70 – номер стандарту на конструкцію та розміри виробу.

Болти, залежно від конструкції головки, мають різні виконання. На рис 7.15 зображено болт виконання 1.

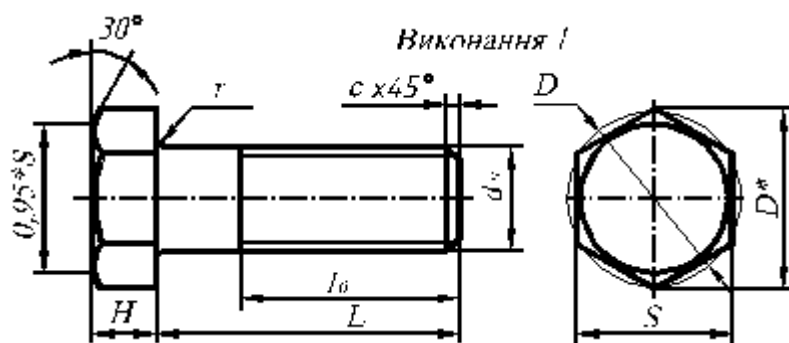


Рис. 7.15

Болти виконання 2 та 3 використовуються для з'єднання деталей машин, що знаходяться під вібрацією. Вона приводить до само відгвинчування гайок і болтів. На рис 7.16 зображено болт виконання 2 – з отвором для шплінта та виконання 3 – з двома отворами в головці болта для дротового з'єднання групи болтів.

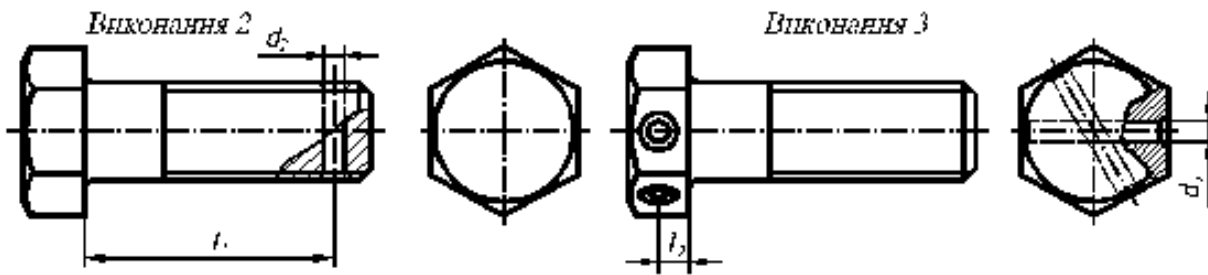


Рис. 7.16

На головному вигляді болтів і гайок показують три грані шестигранників. Креслення гайки і головки болта починають виконувати з побудови правильного вписаного шестигранника. На рис. 7.17 показано поетапну побудову ліній перетину граней головки болта з кінцевою поверхнею фаски на його торці. При такій побудові гіперболічні криві ліній перетину спрощено зображують дугами кіл.

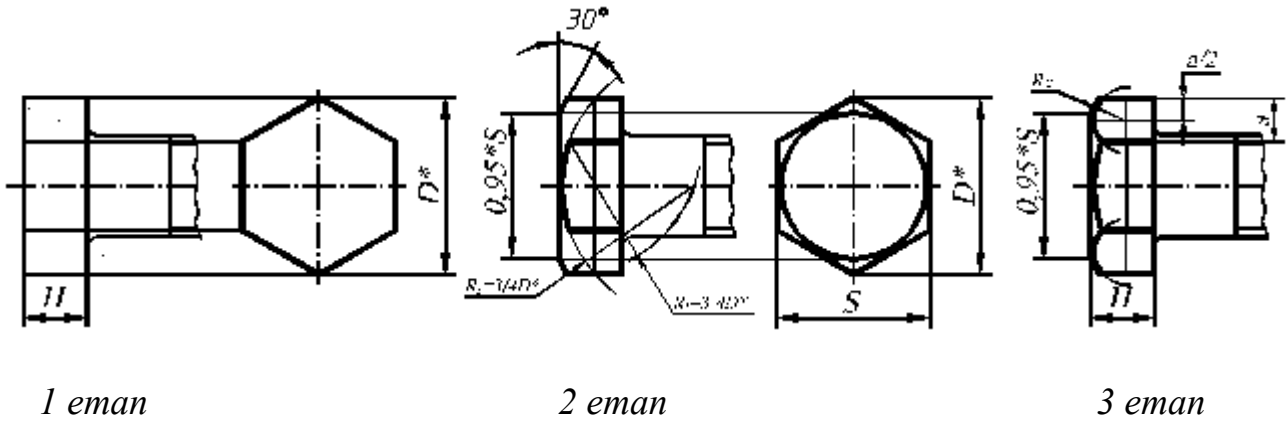


Рис. 7.17

Основні розміри болтів нормальної точності приведені в табл. 7.4.

Таблиця 7.4

Номінальний діаметр різьби, d_n	Крок різьби, p		S	H	D*	R, не більше	D, не менше	L ₀	c
	крупний	дрібний							
16	2,0	1.5	24	10	27,7	1,2	26,5	36	2
18	2,5	1.5	27	12	31,2	1,6	29,9	42	2,5
20	2,5	1.5	30	13	34,6	2,2	33,3	46	2,5
22	2,5	1.5	32	14	37,0	2,2	35,0	50	2,5
24	3,0	2.0	36	15	41,6	2,2	39,6	54	3

Параметр D^* визначає довідковий діаметр кола описаного навколо шестикутника, а параметр D регламентує дійсний мінімальний розмір по діагоналі шестикутника для реального прокатного матеріалу в якому є технологічні заокруглення ребер.

Гайка.

Являє собою виріб, який має отвір з різьбою для нагвинчування на різьбовий кінець болта або шпильки. Гайки бувають: шестигранні, прорізні, корончаті, а також виготовляються по висоті: нормальної, високі, низькі та ін. Умовне позначення:

Гайка 2M10 × 1 – 6 Н. 12. 45Х. 01. 4 ДСТУ (ГОСТ) 5915-70

Для стандартизованих гайок визначена форма зовнішньої поверхні, варіант виконання і точність виготовлення. На рис 7.18 зображено три варіанти виконання гайки. В стандартних гайках застосовують метричну різьбу з крупним і дрібним кроками. Найбільшого поширення дістали стандартні шестигранні гайки різної висоти.

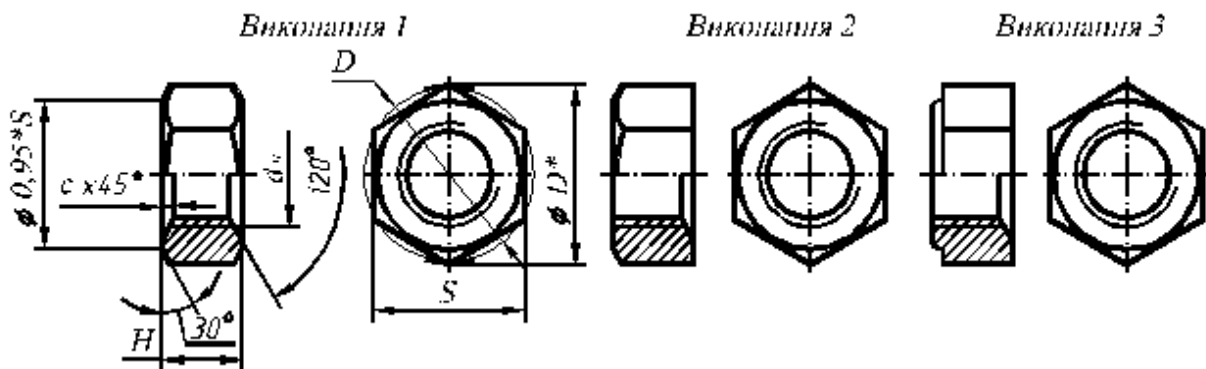


Рис. 7.18

Основні параметри гайок, які виготовляють за ДСТУ (ГОСТ) 5915-70, наведені в табл. 7.5.

Таблиця 7.5

Номинальний діаметр різьби, d_n	Крок різьби, p		S	H	D*	D	c
	крупний	дрібний					
16	2,0	1,5	24	13	27,7	26,5	2
18	2,5	1,5	27	15	31,2	29,9	2,5
20	2,5	1,5	30	16	34,6	33,3	2,5
22	2,5	1,5	32	18	37,0	35,0	2,5
24	3,0	2,0	36	19	41,6	39,6	3

Гвинт.

Це стержень з різьбою на одному кінці і головкою різних форм на другому. В залежності від призначення гвинти мають головки: циліндричну, напівкруглу, потайну, півпотайну, або під гайковий ключ. Нарізна частина гвинта загвинчується в одну із з'єднувальних деталей. Гвинти поділяються на *кріпильні* та *встановлювальні*. Умовне позначення гвинта з циліндричною головкою:

Гвинт А2. М6 × 1 – 6 q × 50. 48 ДСТУ (ГОСТ) 1491-80

де *A* – клас точності;

2 – виконання.

На рис 7.19, а зображено гвинт з потайною головкою згідно ДСТУ (ГОСТ) 17475-80, а на рис 7.19, б гвинт з циліндричною головкою згідно ДСТУ (ГОСТ) 1491-80. Робочою довжиною гвинтів з конструктивною потайною (конічною) головкою є вся довжина гвинта. Для всіх інших гвинтів робочою довжиною є довжина стержня без головки.

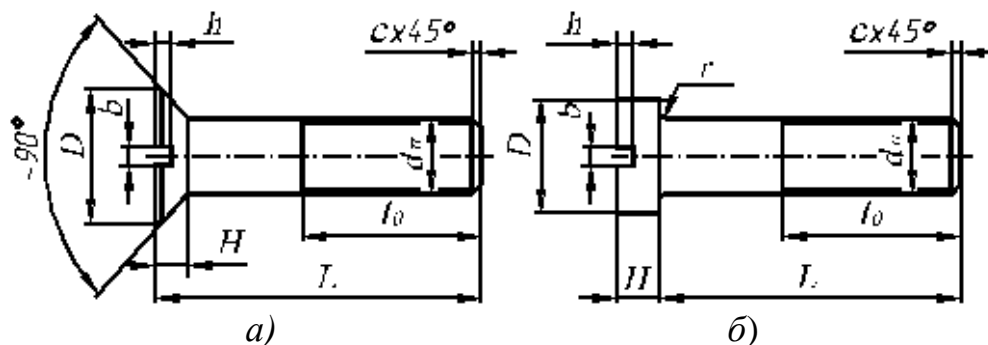


Рис. 7.19

На гвинті виконують метричну різьбу крупного або дрібного кроку з полем допуску *6g* і *8g*. Як правило, на головці гвинта виконують шліц під викрутку.

Основні параметри гвинтів з потайною головкою наведені в табл. 7.6, а гвинтів з циліндричною головкою приведені в табл. 7.7.

Таблиця 7.6. Розміри гвинтів по ДСТУ (ГОСТ) 17475-80

Номінальний діаметр різьби, <i>dн</i>	Крок різьби, <i>p</i>		D	H	L	Довжина, <i>l₀</i>	
	крупний	дрібний				подовжена*	нормальна
6	1,0	–	11,0	3	8-50	28	18
8	1,25	1,0	14,5	4	10-80	34	22
10	1,5	1,25	18,0	5	12-110	40	26
12	1,75	1,25	21,5	6	16-110	46	30

Таблиця 7.7. Розміри гвинтів по ДСТУ (ГОСТ) 1491-80

Номінальний діаметр Різьби, d_n	Крок різьби, p		D	H	L	Довжина, l_0	
	крупний	дрібний				подовжена*	нормальна
6	1,0	–	10	3,9	8-80	28	18
8	1,25	1	13	5,0	12-80	34	22
10	1,5	1,25	16	6,0	20-110	40	26
12	1,75	1.25	18	9,0	35-100	42	50-100

*Подовжена довжина різьби – переважна

Шайба

Це плоска деталь з отвором без різьби. Шайбу встановлюють під гайку чи під головку болта для запобігання пошкодження та змінання поверхні деталі при затягуванні гайки та уникнення самовідкручування. Шайби розрізняють на: *круглі та пружинні* чотирьох типів: легкі (Л), нормальні (Н), важкі (Т), особливо важкі (ОТ).

Умове позначення шайби круглої:

Шайба 2.10.01. 08кп. 01.6 ДСТУ (ГОСТ) 11371-68

де : 2 – виконання;

10 – діаметр різьби кріпильної деталі;

01 – група матеріалу;

08кп – марка сталі.

Умове позначення шайби важкого типу:

Шайба 10 Т 65Г ДСТУ (ГОСТ) 6402-70

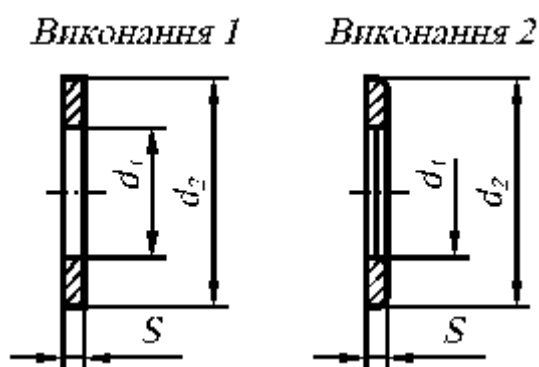


Рис. 7.20

Крім того, є шайби стопорні, сферичні, квадратні та ін.

Діаметр отвору шайби завжди більший від діаметра різьби, але позначаємо діаметр різьби. На рис. 7.20 зображено два варіанти виконання круглої шайби.

Основні параметри шайби за ДСТУ (ГОСТ) 11371-78 наведені в табл. 7.8.

Таблиця 7.8.

Номінальний діаметр різьби, d_n	d_1 клас точності		d_2	S
	С	А		
6	6,6	6,4	12,0	1,6
8	9,0	8,4	16,0	
10	11,0	10,5	20,0	2,0
12	13,5	13,0	24,0	2,5

Штифт.

Являє собою циліндричний, конічний або фасонний стержень круглого перерізу, який використовують для нерухомого з'єднання і точної фіксації деталей в визначеному положенні.

Умовне позначення штифта циліндричного:

Штифт 10Г × 60 ДСТУ (ГОСТ) 3128-70

Шплінт.

Являє собою складений удвоє сталевий дріт, який пропускають крізь радіальний отвір гайки, болта, вала тощо і кінці розводять для взаємної фіксації. Позначення шплінта умовним діаметром 8 мм, довжиною 32 мм, з низьковуглецевої сталі, без покриття:

Умовне позначення шплінта:

Шплінт 8x32 ДСТУ (ГОСТ) 397-79.

Шпилька.

Це стержень з різьбою на одному кінці для загвинчування в одну із з'єднувальних деталей, і з різьбою для нагвинчування гайки на другому (рис. 7.21). В основному шпильки застосовують у тих випадках, коли нерационально використовувати болти і гвинти великої довжини, а також тоді, коли вузол підлягає періодичному складанню та розбиранню.

Довжина різьбового кінця L_1 , для загвинчування в деталь залежить від міцності матеріалу даної деталі (див. табл. 7.11). Робоча довжина шпильки – L дорівнює частині її довжини без кінця шпильки, який загвинчують у деталь. Довжина нарізки різьби на робочому кінці шпильки – l_0 визначається її номінальним діаметром та ідентична довжині нарізки різьби на болті.

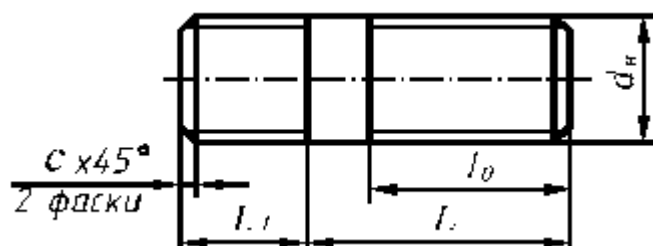


Рис. 7.21

Умовне позначення шпильки:

Шпилька 2М 16 × 1,5 – 6 q × 100. 109. 40Х.01.5 ДСТУ (ГОСТ) 22032-76

Основні параметри та матеріали наведені в табл. 7.9.

Таблиця 7.9

Довжина вкручуваного кінця, L_1	ДСТУ (ГОСТ) на шпильку	Матеріал деталі
$L_1 = d$	22032-76	Сталь, бронза, латунь, титанові сплави
$L_1 = 1,25 d$	22034-76	Чавун
$L_1 = 1,6 d$	22036-76	Чавун, допускається використання сталі, бронзи
$L_1 = 2 d$	22038-76	Легкі сплави, допускається використання сталі

Зображення з'єднань за допомогою різьби.

Основні види з'єднань з використанням розглянутих раніше з'єднувальних елементів це з'єднання болтом, гвинтом, шпилькою, а також трубні з'єднання. Ці види з'єднань (крім трубних) можуть мати три види зображень: *конструктивне, спрощене і умовне.*

Конструктивне відповідає виконанню всіх конструктивних елементів деталей з'єднання.

Спрощене – передбачає викреслювання деталей без фасок, різьбу зображують по всій довжині стержня різьбової деталі, зазор між стержнем і отвором не показують.

Умовне зображення використовують у тих випадках, коли діаметр стержня на кресленні менший 2 мм. На з'єднання спрощені розповсюджується ДСТУ ГОСТ 2.315-68 „Зображення спрощені та умовні кріпильних виробів”.

Трубні з'єднання виконують тільки *конструктивно*.

Болтові з'єднання.

Складаються з болта, гайки, шайби і скріплювальних деталей. На креслениках різьбові деталі *завжди* показують у розрізі. На рис. 7.22, а, б, в, г показано відповідно: *конструктивне, спрощене, умовні* зображення болтового з'єднання в розрізі та на вигляді. Розміри деталей різьбового з'єднання на спрощеному зображенні визначають за розмірами, які залежать від номінального діаметра різьби (рис. 7.22, д, е, є). На спрощеному зображенні (на відміну від конструктивного) різьбу на стержні болта показують по всій довжині, на головці болта, на гайці та шайбі не показують фаски, між стержнем болта і отворами скріплювальних деталей не показують зазор.

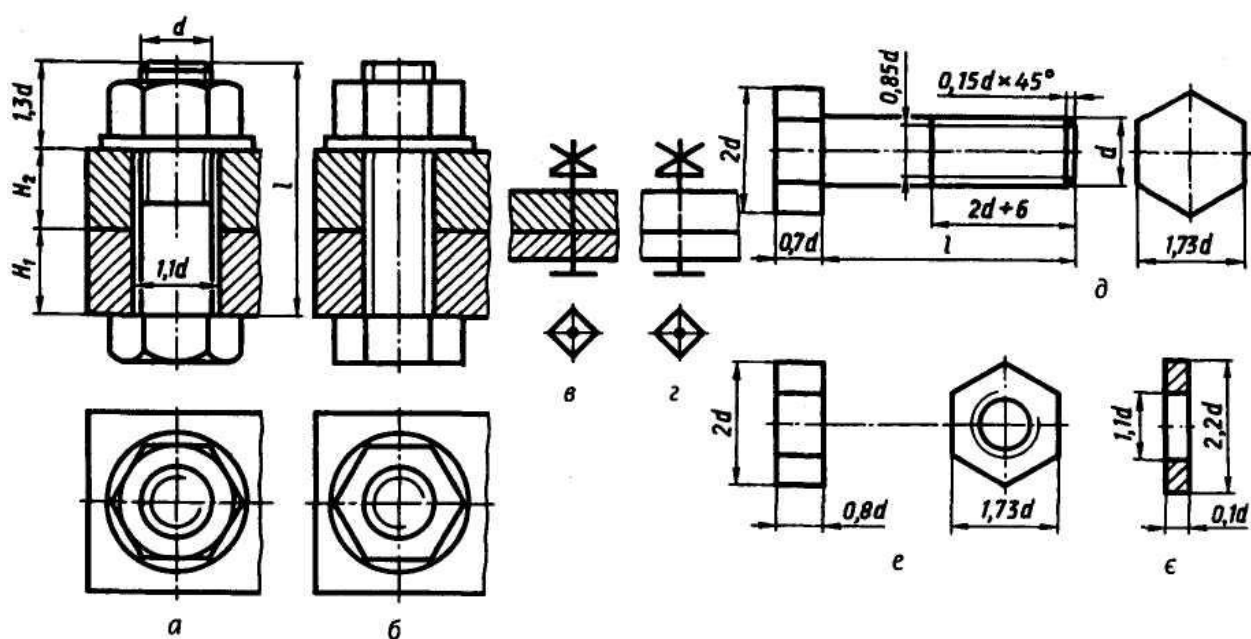


Рис. 7.22



Болтові з'єднання [93]

Шпилькові з'єднання.

Складаються з шпильки, яку закручують в глухий отвір, гайки, шайби і скріплювальних деталей. На рис. 7.23, а, б, в, г показано відповідно: конструктивне, спрощене та умовне зображення шпилькового з'єднання в розрізі та на виді. Розміри деталей шпилькового з'єднання на спрощеному зображенні визначають за розмірами, які залежать від номінального діаметра різьби (для шпильки – див. рис. 7.23, д, для гайки – див. рис. 7.22, е).

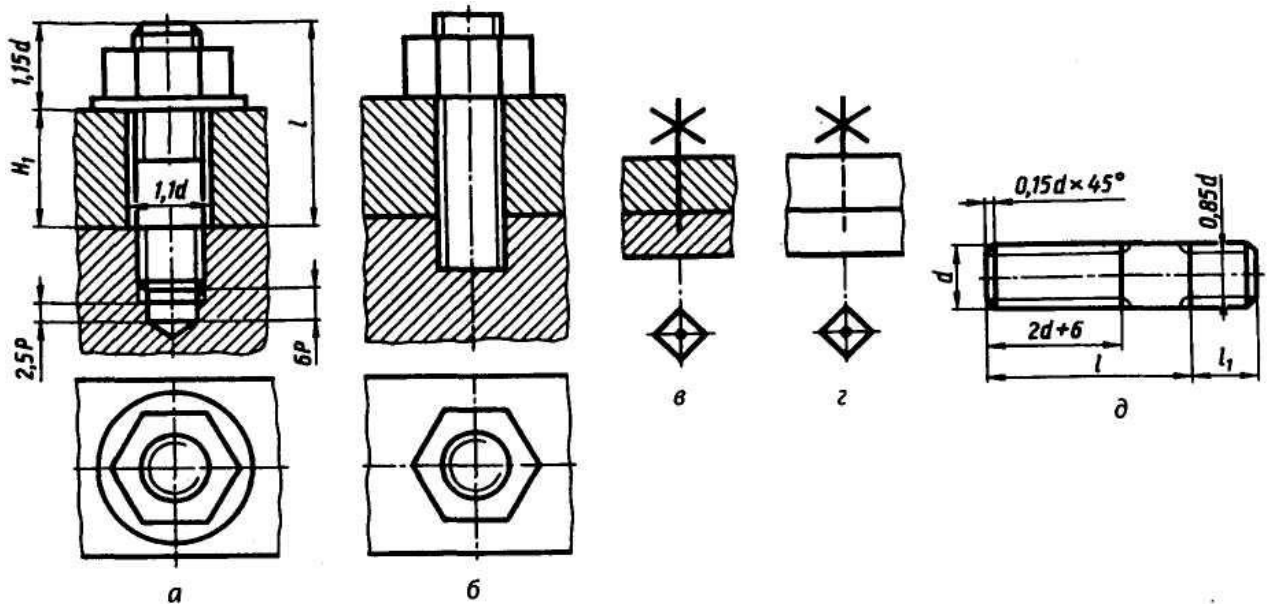


Рис. 7.23

Параметри гнізда під шпильку знаходять за наступними залежностями:

$$d_{отв} = 0,85 \times d_n;$$

$$L_{отв} = L_1 + 0,5 \times d_n;$$

$$L_p = L_1 + 0,25 \times d_n$$

За даними значеннями параметрів виконують гніздо під шпильку рис. 7.24.

Для великого кроку $d_1=0,85d$
для дрібного кроку $d_1=0,95d$

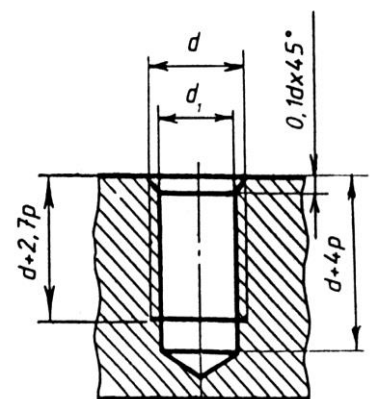


Рис. 7.24

Гвинтові з'єднання.

В зображеннях гвинтових з'єднань гвинти, як і інші кріпильні деталі, креслять за розмірами залежно від діаметра різьби. З'єднання гвинтом з циліндричною головкою показано на рис. 7.25, а з потайною – на рис. 7.26.

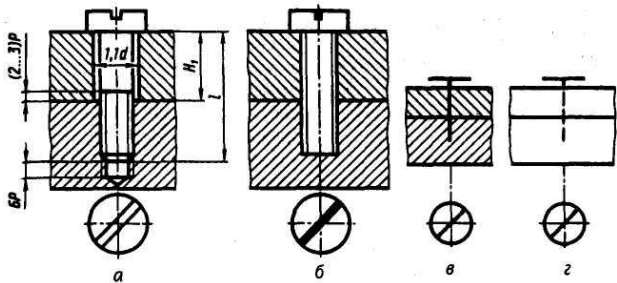


Рис. 7.25

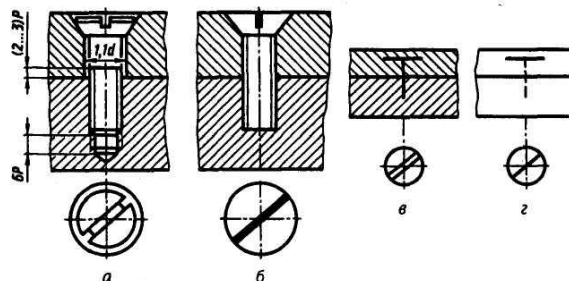


Рис. 7.26

Трубні з'єднання. Для труб різного діаметра за допомогою муфт, кутників, трійників тощо. Використовуються для з'єднання труб в системах парового і водяного опалення, газопроводів та інших трубопровідних мереж, призначених для транспортування неагресивних речовин (води, скрапленого газу, насиченої водяної пари та інше) з температурою не вище 175°C. Використовують деталі для з'єднання, виготовлені з ковкого чавуну з цинковим покриттям або без нього. Можливе використання з'єднувальних деталей, виготовлених з бронзи, у системах водопостачання.

Для трубних з'єднань використовують трубну циліндричну або конічну різьбу. Всі параметри, в тому числі і зовнішній діаметр трубної різьби, визначають за умовними номінальними розмірами різьби в дюймах, який відповідає діаметру отвору труби (в дюймах), при цьому різьба нарізана на зовнішній поверхні труби.

Зовнішній діаметр трубної різьби, таким чином, завжди більший (рис. 7.3) від умовного номінального розміру на дві товщини стінки труби. Треба пам'ятати, що діаметр отвору в трубі залежить від точності її виготовлення і досить наближено відповідає умовну номінальну розміру різьби в дюймах (1 дюйм = 25,4 мм).

Труби, патрубки.

Основним параметром для труб і з'єднувальних деталей є величина умовного проходу D_u , яка наближено дорівнює розміру внутрішнього номінального діаметру отвору труби. Умовні проходи стандартизовані. Згідно ДСТУ 8936:2019 „Труби сталеві водогазопровідні”. Технічні умови сталеві зварні труби для водо- і газопроводів, для систем опалювання виготовляють неоцинкованими і оцинкованими, звичайної точності виготовлення та підвищеної. В залежності від товщини стінки труби

поділяють на легкі, звичайні та підсилені. Ці труби виготовляють зі сталі згідно ДСТУ 2651:2005 (ГОСТ 380-2005) „Сталь вуглецева звичайної якості” або ДСТУ 7809:2015 ГОСТ 1050-88) „Сталь якісна і високоякісна. Сортовий і фасонний прокат, калібрована сталь”.

Конструктивні розміри патрубків під згин, який отримують токарною обробкою труби шляхом виконання зовнішніх трубних різьб згідно із ДСТУ (ГОСТ) 3262-75 „Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови”, наведені на рис. 7.27.

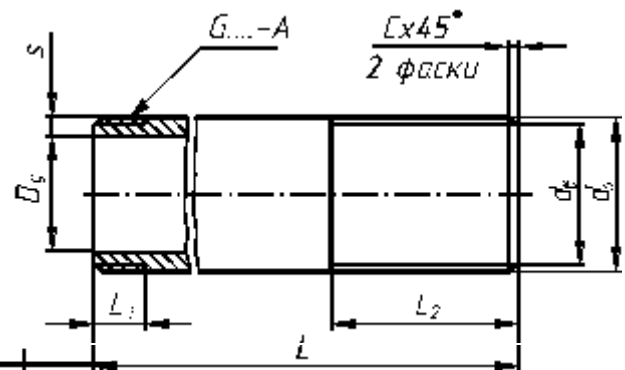


Рис. 7.27

Побудову з'єднання починають з побудови зображення труби, після чого креслять зображення з'єднувальних деталей по розмірам взятим з відповідних таблиць. Трубу на кресленні показують недогвинченими у з'єднувальну деталь на 2-4 мм (1-2 нитки), тому різьба на трубі виходить за торець з'єднувальної частини деталі. На рис 7.28 наведено

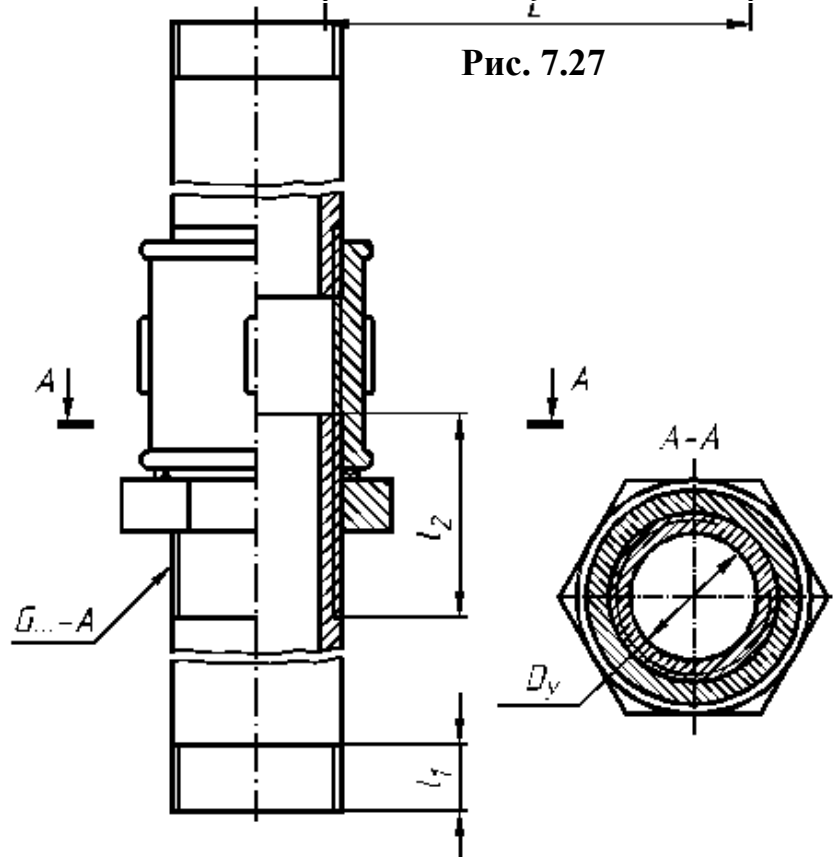


Рис. 7.28

кресленик з'єднання труб муфтою. Зовнішня різьба на трубі зображується так само як і на стержні болта суцільною контурною лінією по найбільшому діаметру і суцільною тонкою по внутрішньому діаметру різьби. Таке зображення різьби на трубі буде і у з'єднанні з іншими деталями.

Внутрішня різьба в з'єднувальних деталях залишається незмінною лише в місцях не зайнятих трубою. Найбільший діаметр зображують суцільною тонкою лінією, а найменший діаметр суцільною контурною. В розрізі перевага зображення різьби також залишається за трубою.

7.3. Шпонкові з'єднання

Елементами шпонкового з'єднання є *вал, шпонка, колесо*. Шпонка призначена для передачі крутного моменту і осьового зусилля від вала до колеса або навпаки.

Всі основні види шпонок можна розділити на *клинові* та *призматичні*. Перша група шпонок утворює *напружені*, а друга – *ненапружені* з'єднання. Розміри шпонок, допуски на них стандартизовані.

Ненапружені шпонкові з'єднання здійснюються *призматичними* та *сегментними* шпонками.

Призматичні шпонки.

За призначенням розділяють на звичайні (рис. 7.29, *a*) та напрямні (рис. 7.29, *б*). Звичайні бувають зі округленими або плоскими торцями.

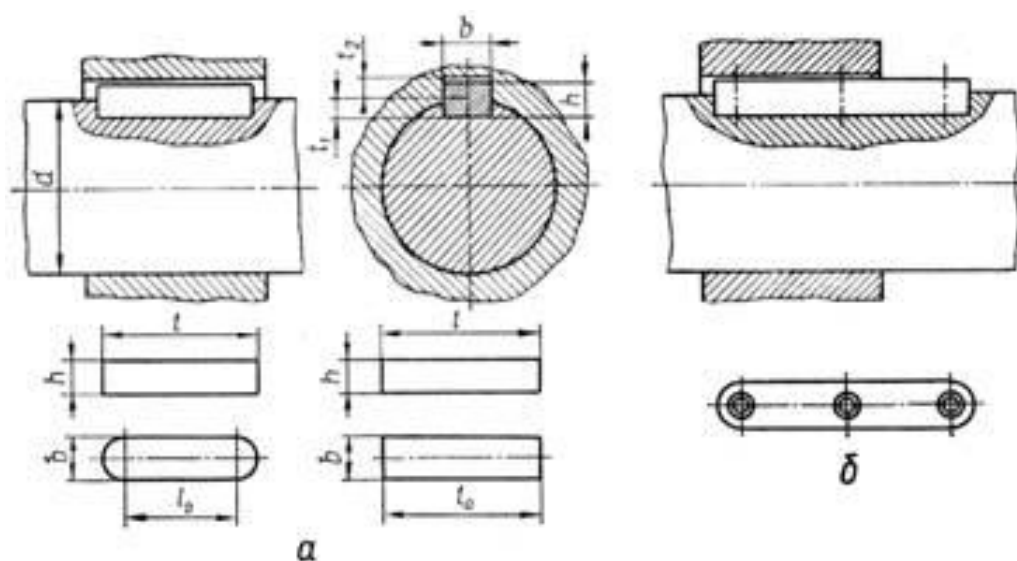


Рис. 7.29

Згідно зі стандартом ДСТУ (ГОСТ) 23360-78 „Основні норми взаємозамінності. З'єднання шпонкові із призматичними шпонками. Розміри шпонок та перерізів пазів. Допуски и посадки” регламентуються геометричні параметри: b – ширина шпонки; h – висота, t_1 – глибина пазу на валу, t_2 – глибина пазу у втулці. Довжину шпонки вибираємо за шириною деталі, розміщеної на валу.

Сегментні шпонки.

З'єднання за допомогою цієї шпонки показане на рис. 7.30. Глибока посадка шпонки на валу забезпечує стійке положення. Однак глибокий паз послаблює вал.

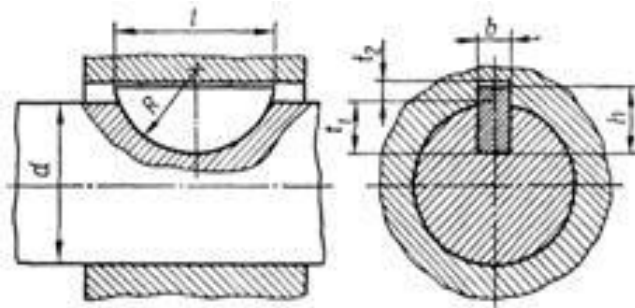


Рис. 7.30

Умовне позначення шпонки призматичної:

Шпонка 2 - 18 × 11 × 100 ДСТУ (ГОСТ) 23360-78

де: 2 – виконання;

18 × 11 – переріз;

100 – довжина.

7.4. Шліцьові (зубчаті) з'єднання

Шліцьові (зубчаті) з'єднання регламентуються ДСТУ (ГОСТ) 1139-80 „Основні норми взаємозамінності. З'єднання шліцьові прямобічні. Розміри та допуски”. Ці з'єднання називають багатошпонковими – зубці (шліці) виконані разом з валом і розміщені паралельно вісі.

За формою профілю розрізняють три типи з'єднань: *прямобічні, евольвентні та трикутні* (рис. 7.31, а, б, в).

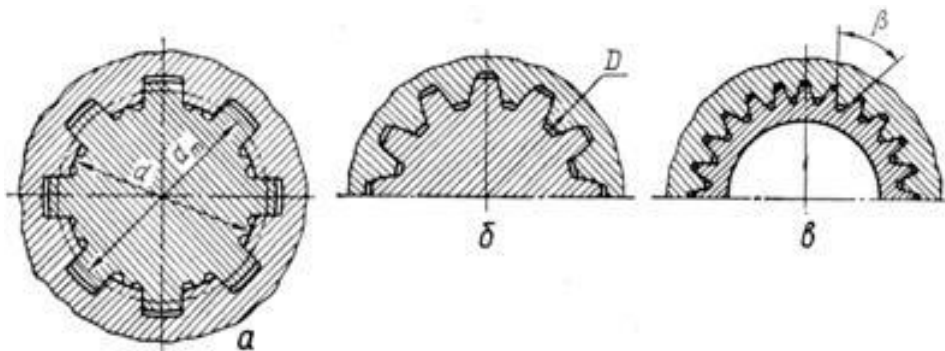


Рис. 7.31

На кресленіку зубчатого валу (рис. 7.32, а) наносять розмір довжини зубців повного профілю, а на полиці-виносці указують: число зубців, внутрішній та зовнішній діаметри (діаметри по виступам зубців та западинам), ширину зубця. Під полицею вказують ДСТУ (ГОСТ) 1139-80. На зубчатому отворі розміри вказуються аналогічно (рис. 7.32, б).

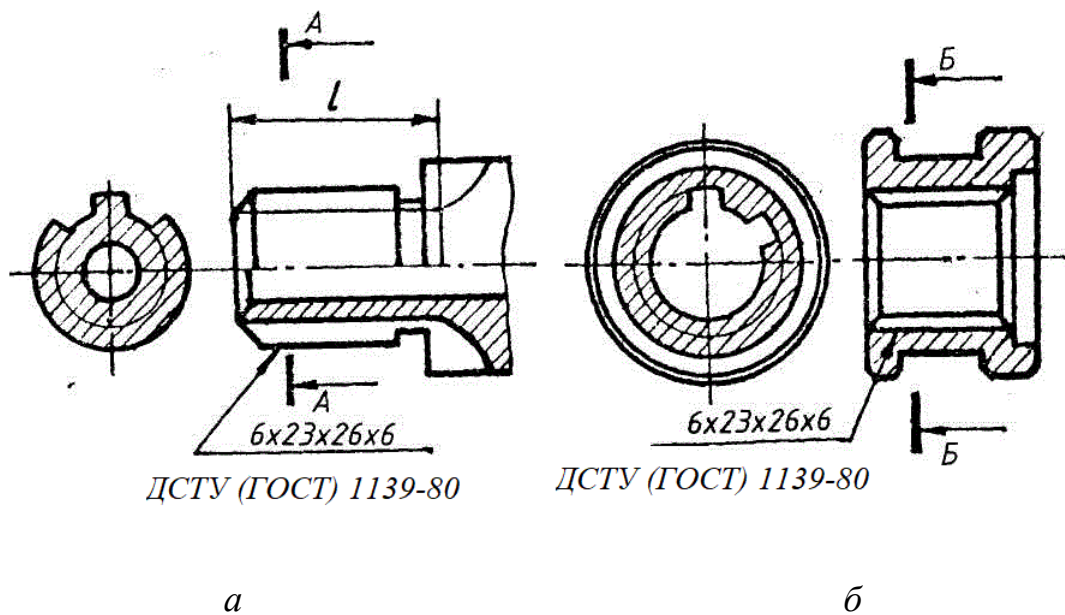


Рис. 7.32

7.5. Нерознімні з'єднання

Ці з'єднання не можна розібрати без зруйнування їх складових елементів. До них відносять зварні, клепані, паяні, клейові, з'єднання зшиванням та інші.

Зварні з'єднання.

Є найбільш поширеними з нерознімних з'єднань. Вони утворюються при розплавленні металу в зоні стику – дуговим, газовим та контактним зварюванням. Метал, що затвердів після розплавлення, називають *зварним швом*.

Даний тип з'єднань класифікують за такими ознаками:

а) за способом взаємного розміщення (рис. 7.33): стикові (*а*), внапуск (*б*), кутові (*в*) і таврові (*г*). Їх позначають відповідно літерами *С, Н, К, Т*.

б) за формою підготовки кромки;

в) за характером виконання: суцільні, переривчасті з ланцюговим чи шаховим розташуванням зварювальних ділянок (рис. 7.34, *г*), точкові, однобічні (рис. 7.33, *а*) й двобічні (рис. 7.34, *б, в*).

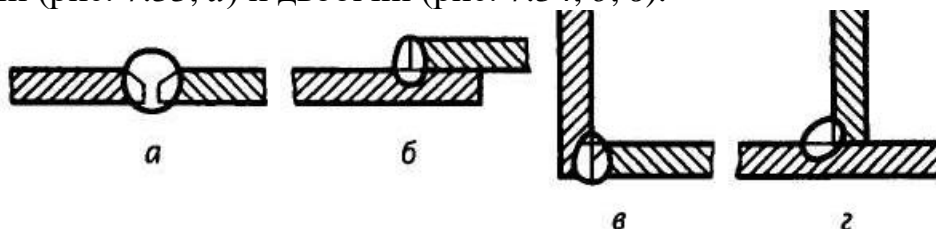


Рис. 7.33

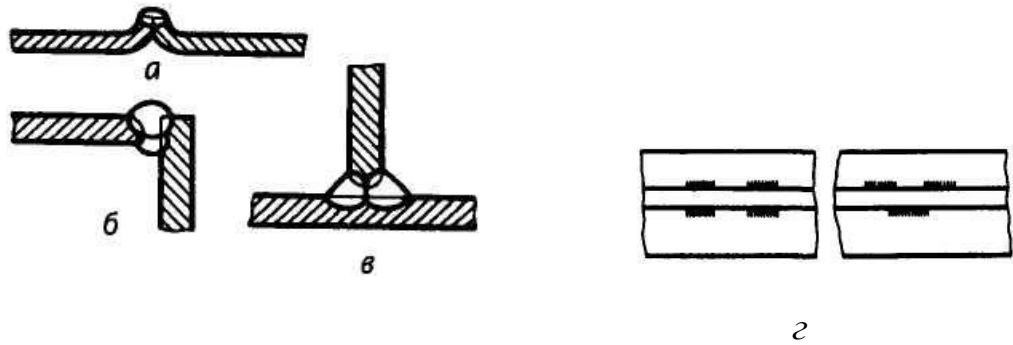


Рис. 7.34

Для деяких швів кутових, таврових, а також з'єднань внапуск, характерний розмір *катета шва* – K (див. рис. 7.35, *a* – для кутового шва та рис. 7.35, *б* – для таврового шва).

Катет кутового шва – це найкоротша відстань від поверхні однієї із частин, яка зварюється, до межі кутового шва та поверхні іншої зварюваної частини.

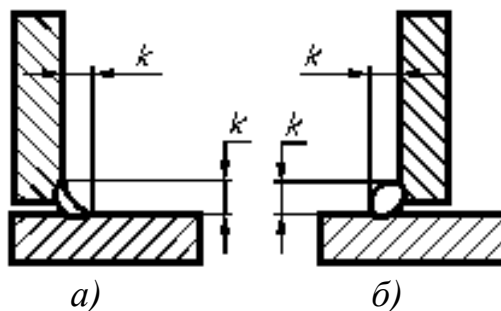


Рис. 7.35

В швах зварних з'єднань розрізняють *лицьову* та *зворотню* сторони шва. За *лицьову* сторону зварного шва приймають ту, з якої виконують зварку (рис. 7.36).

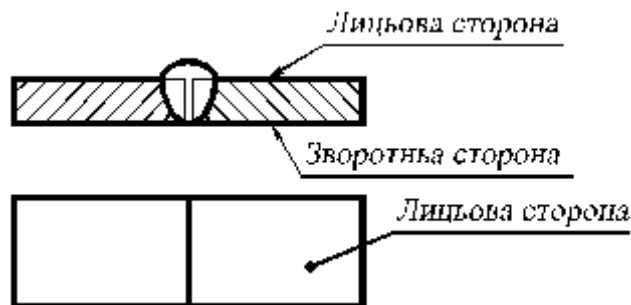


Рис. 7.36

Незалежно від способу зварювання видимі шви зварних з'єднань умовно зображають суцільною товстою основною лінією (див. рис. 7.37, *a*

та рис. 7.38, б), а невидимі – штриховою (див. рис. 7.37, б та рис. 7.38, а). Видиму одиночну зварну точку позначають знаком „+”, а невидимі одиночні точки зварювання не позначають (рис. 7.37).

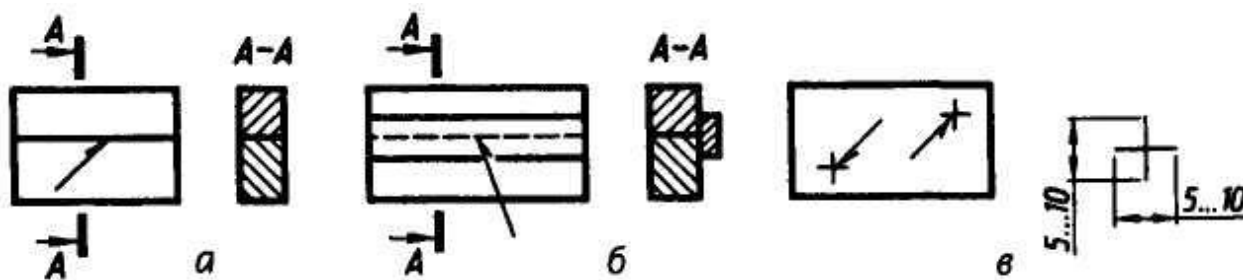


Рис. 7.37

Умовне позначення швів зварних з'єднань.

Виконують за ДСТУ (ГОСТ) 2.312-72 „ЄСКД. Умовні зображення та позначення швів зварних з'єднань”. Лінію-виноску з однобічною стрілкою краще проводити від видимого шва (див. рис. 7.36, б).

Для *видимого* шва записують необхідні параметри позначення над поличкою, а для *невидимого* під нею. Умовне позначення зварного шву:

- номер стандарту на тип шва;
- літерно-цифрове позначення шва;
- спосіб виконання зварювання;
- знак і розмір катета шва;
- знак і параметри переривчастих швів.

ДСТУ (ГОСТ) 5964-80-ТЗ-Р_{н3} - Δ 6 – 50 Z 100 O^{2,5}√

де: *50 Z 100* – параметри переривчастого шва: довжина і крок;
O – підсилення шва.

ДСТУ (ГОСТ) 15164-78 - 22 ▽ 22 *ДСТУ (ГОСТ) 15164-78 - 22 ▽ 22*

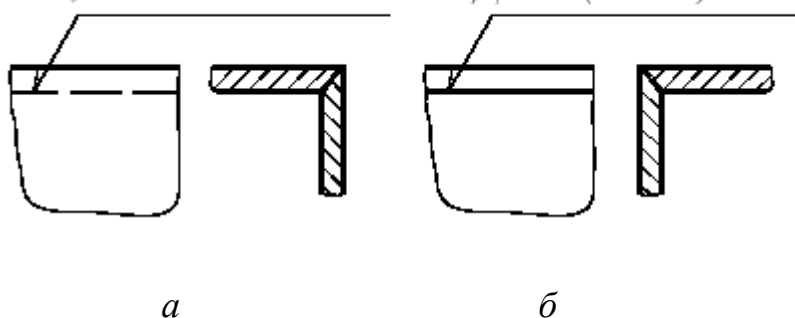


Рис. 7.38

На рис. 7.39, а представлено приклад шва таврового з'єднання *T1* без скосу кромки, двохсторонній, виконаний автоматичною зваркою під флюсом по замкнутій лінії. Катет шва 5 мм.

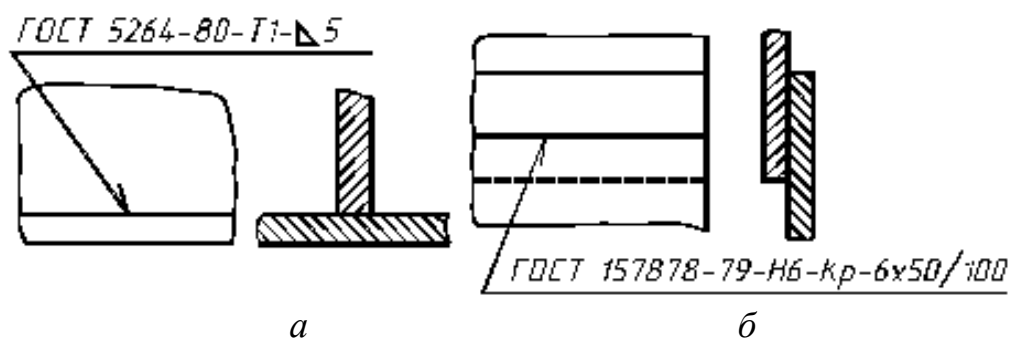


Рис. 7.39

На рис. 7.39, б представлений приклад переривчастого внапуск *Нб* шва, виконаний контактною ручною зваркою. Ширина шва 6 мм., довжина провареного проміжку 50 мм., крок 100 мм.

Клепані, паяні, клейові, зшиті та за допомогою металевих скоб з'єднань.

Шви нерознімних з'єднань, які одержують *клепанням, паянням, склеюванням, зшиванням* та за допомогою металевих скоб, зображають і позначають на кресленнях відповідно до ДСТУ (ГОСТ) 2.313-82 „Умовні зображення і позначення нерознімних з'єднань”.

Заклепкові з'єднання.

Виконують за допомогою заклепок. Шви бувають: *однорядні, дворядні, багаторядні*. Залежно від розміщення заклепок у рядах, їх поділяють на *паралельні* та *шахові*.

Зображують з'єднання у двох проєкціях: головне зображення (простий або ступінчатий розріз) та вигляд зверху.

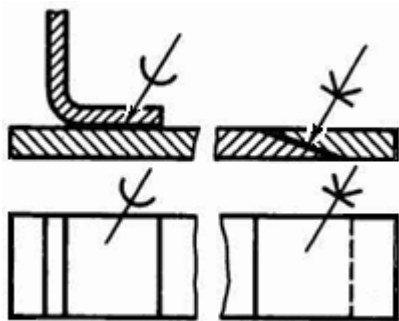
Заклепкові з'єднання використовують, якщо з'єднувальні деталі не можна зварювати або склеювати, а також з метою декоративного оздоблення в виробах широкого ужитку (одяг, взуття, головні убори, шкіргалантерея тощо). Приклади умовного зображення заклепкових з'єднань наведено в табл. 7.12.

Таблиця 7.12. Умовне зображення заклепкових з'єднань

Вид з'єднання	Конструктивне зображення	Умовне зображення	
		в перерізі	на вигляді
Заклепкою з напівкруглою, плоскою чи скругленою головкою та з напівкруглою, плоскою чи скругленою замикальною головкою			
Заклепкою з потайною головкою та з напівкруглою, плоскою чи скругленою замикальною головкою			
Заклепкою з потайною головкою та з потайною замикальною головкою			

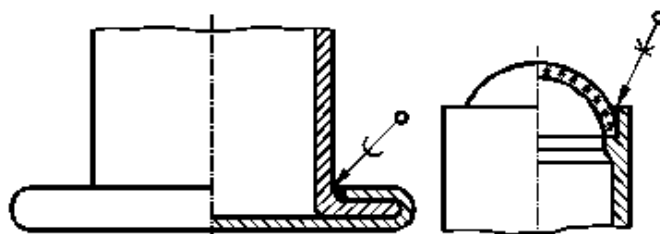
Паяні та клеєні з'єднання.

Місця *паяних і клеєвих з'єднань* показують суцільною лінією завтовшки $2s$, де s – розмір шрифту. Для позначення паяних (рис. 7.40, а) та клеєних з'єднань (рис. 7.40, б) умовні знаки наносять на лінії-виносці суцільною основною лінією. На лінії-виносці, що починається від шва двосторонньою стрілкою, розміщують умовний знак C (K), який виконують суцільною основною лінією.



а)

Рис. 7.40



б)

Рис. 7.41

Шви, виконані по замкненій лінії, необхідно позначити колом діаметром від 3 до 5 мм, викресленим тонкою лінією (рис. 7.41). На зображенні паяного з'єднання при необхідності слід вказувати розміри шва і позначення шорсткості поверхні.

З'єднання зшиванням.

Зображають суцільною тонкою лінією і позначають умовним знаком зшивання – N , який виконується суцільною основною лінією на лінії-виносці (рис. 7.42).

В технічних вимогах на кресленнику записують позначення матеріал, який використовується при з'єднанні (наприклад, нитки), за відповідним стандартом чи технічними вимогами, а також відомості, які характеризують шов, у тому числі кількість ниток і розмір стібка. Посилання на номер пункту розташовують на поличці лінії-виноски, яку проводять від зображення шва.

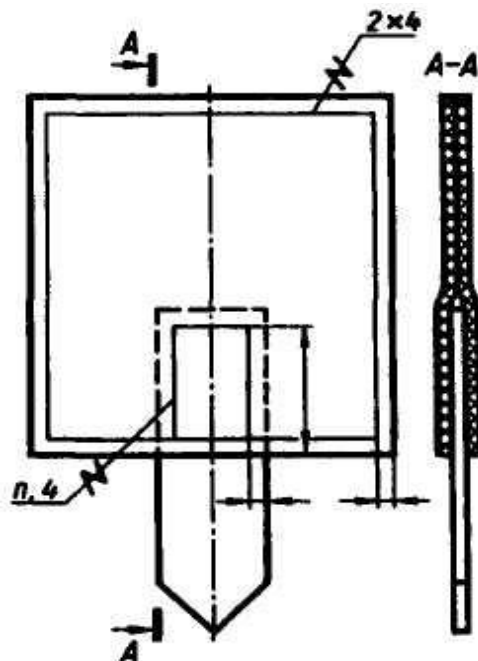


Рис. 7.42

Якщо зображення має кілька рядів швів, то на кресленнику

зображують тільки один шов, який розташований ближче до краю. Кількість швів і відстань між ними вказують під поличкою лінії-виноски.

З'єднання металевими скобками. Позначають умовними знаками, які наносять на лінії виноски і виконують суцільною основною лінією:

□ – для з'єднань внапуск; > – для кутових з'єднань. Лінію-виноску підводять до з'єднання з боку розташування скобок.

Зображуючи ряд металевих скобок, показують лише крайні, які з'єднують суцільною тонкою лінією. Усі інші позначення (виконання по замкненій лінії, з'єднання кількома рядами скобок, додаткові дані, що характеризують з'єднання) наводять на кресленику так само, як і у попередніх випадках.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. У чому різниця понять „хід різьби” та „крок різьби”
2. Як на зображенні і в натурі дізнатися де ліва різьба, а де права?
3. Що є недоріз різьби?
4. Поясніть ескізом правило: „різьба стержня закриває різьбу в отворі”?
5. В яких випадках позначається крок метричної різьби?
6. Накресліть зображення профілю різьби, яка позначається символом „S”.
7. У чому полягає особливість трубної різьби?
8. Наведіть приклад прямокутної різьби.
9. Поясніть всі складові елементи позначення кріпильної деталі:
Гвинт В М 12 х 1,25 – 6g х 50.109.40Х.01.9 ГОСТ 1491-80.
10. Як зображується болтове з'єднання на складальному кресленику?
11. Наведіть приклад позначення шпильки.
12. Як зображується та позначається шліцьове з'єднання?
13. Наведіть приклад зображення трубного з'єднання.
14. Як зображується та позначається тавровий шов?
15. Що означає термін „багаторядне заклепкове з'єднання”.
16. Як позначається з'єднання за допомогою зшивання, яке виконане по замкненій лінії?

Література:

[3] – с. 90-146, [4] – с. 172-227, [8] – с. 174-207.

РОЗДІЛ 8. ВИКОНАННЯ РОБОЧИХ КРЕСЛЕНИКІВ ТА ЕСКІЗІВ ДЕТАЛЕЙ

8.1. Загальні положення

Поняття про виріб та його складові частини.

Відповідно до ДСТУ 3321 : 2003 „Терміни та визначення основних понять” та ДСТУ (ГОСТ 2.101-68 СТ СЭВ 364-76) ЄСКД „Види виробів”, виробом зветься предмет або набір предметів виробництва, які підлягають виготовленню на виробництві.

Відрізняють вироби основного виробництва та допоміжного виробництва. До перших відносять вироби виробництва, які призначені для поста (реалізації), до других – вироби, які призначені для особистих потреб підприємства.

Встановлюються наступні види виробів: *деталі, складальні одиниці, комплекси, комплекти*. Виріб, залежно від наявності або відсутності складових частин, поділяють на: неспецифіковані (деталі), які не мають складових виробів, та специфіковані (складальні одиниці, комплекси тощо), які складаються з двох або більше складових частин.

Деталлю зветься виріб, який виготовлено з однорідного по найменуванню та марці матеріалу, без застосування складальних операцій.

Складальною одиницею звать виріб, складальні частини якого підлягають з'єднанню між собою на підприємстві-виробнику складальним операціям.

Більш детальні відомості містяться в ДСТУ (ГОСТ) 2.101-68 СТ СЭВ 364-76) ЄСКД „Види виробів”.

Види конструкторських документів.

Відповідно до ДСТУ 3321 : 2003 „Терміни та визначення основних понять” та ДСТУ (ГОСТ) 2.102-68 „ЄСКД. Види та комплектність конструкторських документів”, конструкторські документи (*КД*) поділяють на *графічні* (кресленики, графіки, схеми) та *текстові* (специфікації, технічні умови, розрахунки тощо).

Залежно від складу *КД* поділяються на:

- кресленики деталей, які містять в собі зображення деталі та інші данні, які потрібні для її виготовлення та контролю;
- кресленик складальний (шифр, який вказується в кінці позначення – *СК*);
- кресленик загального вигляду (шифр *ВО*);
- схеми, на яких показують у вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу та зв'язок між ними;
- специфікації, які визначають склад складальних одиниць, комплексів тощо.

Більш детальні відомості містяться в ДСТУ 3321 : 2003 „Терміни та визначення основних понять”.

8.2. Вимоги до робочих креслеників деталей

Робочий кресленик деталі.

Робоче креслення кожної деталі виконують на окремому аркуші стандартного формату відповідно до ДСТУ ISO 5457 : 2006 „Технічна документація на виробі. Кресленики. Розміри та формати”. Основні вимоги до креслеників наведені в ДСТУ (ГОСТ) 2.109-73 „ЕСКД. Основні вимоги до креслеників”. Кількість зображень, їх склад визначається у відповідності з ДСТУ ISO 5456-1 : 2006 „Методи проєкціювання. Частина 1” та ДСТУ ISO 5456-2 : 2005 „Методи проєкціювання. Частина 2”, а нанесення розмірів – ДСТУ ISO 129-1 : 2007 „Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи”. Для машинобудівних креслеників вони представлені в ISO 129-2.

Деталі, їх елементи та класифікація. Деталлю називається виріб, що виготовляють із матеріалу одної марки, не виконуючи складальних операцій.

Конструктивним елементом деталі називається її частина, яка має цільове призначення, наприклад: фаска, проточка, галтель, різьба та ін. Найчастіше зустрічаються елементи деталей, які показані на рис. 8.1.

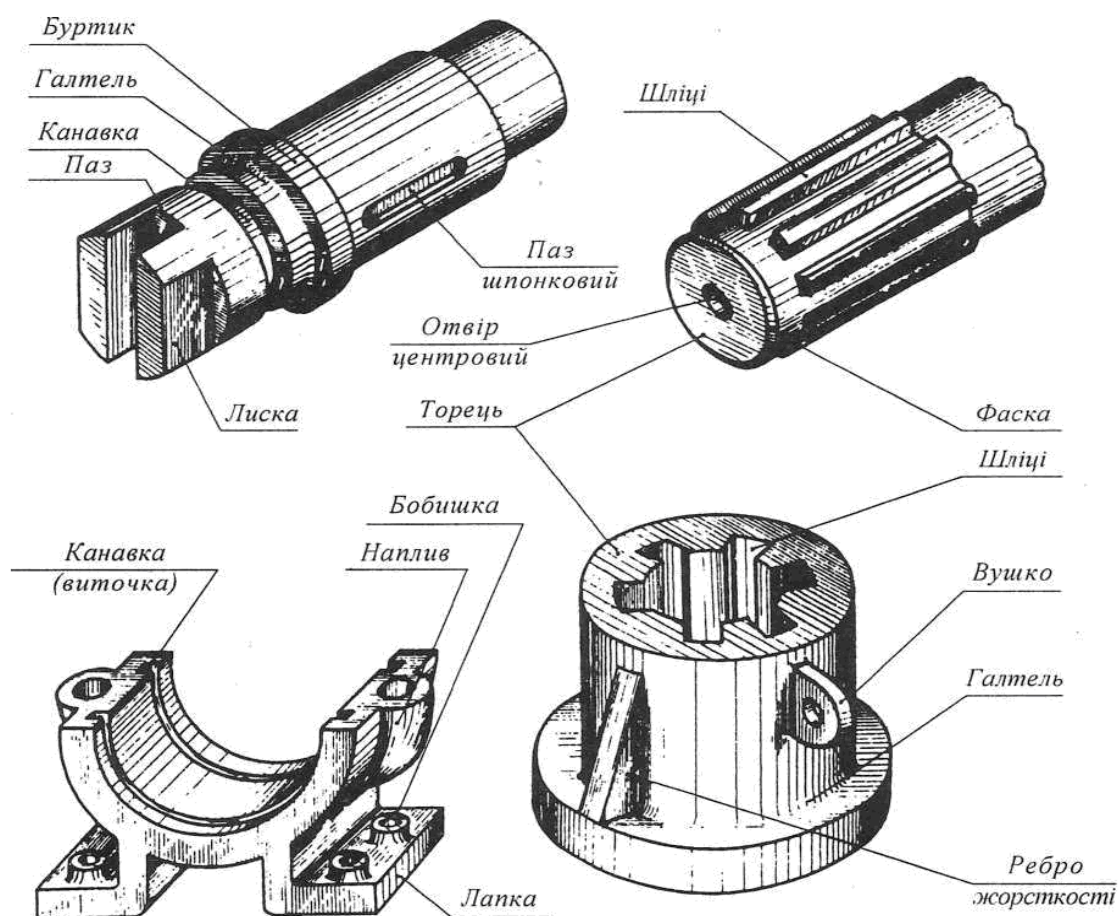


Рис. 8.1.

Деталі можна класифікувати за різними параметрами: *геометричним, технологічним, по матеріалам, розмірам* та ін.

Деталі зручно розглядати в залежності від їх форми з урахуванням способів виготовлення в наступному порядку:

а) деталі, обмежені переважно площинами. До цієї групи відносяться також прості плоскі (призматичні) деталі;

б) деталі із листового матеріалу, які одержані згинанням, штампуванням, вирубкою та тощо;

в) деталі, виготовлені із сортового матеріалу: вали, втулки, осі та ін.

г) деталі, які потребують різної механічної обробки: нарізка стандартних та спеціальних різьб, точіння, фрезерування, стругання, протягування, зенкування;

д) деталі, одержані гарячим штампуванням. До цієї групи відносяться усі об'ємні деталі, які складні у виготовленні при механічній обробці при масовому виробництві;

е) деталі, одержані литвом: різні об'ємні деталі, які при масовому виробництві вигідніше одержувати литвом;

ж) зубчаті колеса та рейки. До цієї групи відносяться різні деталі, які мають зубці для зубчатих, черв'ячних та ланцюгових передач, а також храпових пристроїв.

і) пружини різних типів: гвинтові, спіральні, пластинчаті, а також всілякі пружні деталі;

к) деталі, які мають складний плоский контур: кулачки, розгортки, та всі деталі, контурні обриси яких складаються не тільки із прямих ліній, дуг кіл, а також із різних кривих ліній;

л) деталі складної форми з криволінійними поверхнями;

м) однотипні (конструктивно складні) деталі, які відрізняються розмірами для всіх або деяких їх елементів. Для них складаються групові кресленики;

н) пластмасові та армовані вироби. Ці вироби одержують методом пресування, формування та литва.

8.3. Правила оформлення робочих креслеників

Робочий кресленик деталі – це графічний документ, що містить зображення деталі та інші данні, необхідні для її виготовлення і контролю.

Робочий кресленик деталі повинний містити.

1. Мінімальну, але достатню кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів, виносних елементів), які повністю розкривають форму деталі з урахуванням умовностей та спрощень, відповідних знаків і написів. Для складних деталей доцільно виконувати додаткові та місцеві види, місцеві розрізи, перерізи, щоб уникнути виконання повних розрізів та перерізів.

Зображення деталі на фронтальній площині проєкцій називають *головним видом*. Головний вид має давати якомога повне уявлення про

форму та елементи деталі. Правильний вибір головного виду дає змогу досягти мінімальної кількості інших зображень.

Усі зображення на кресленнику виконуються у відповідності з ДСТУ ISO 128-40:2005 „Кресленики технічні. Основні положення про розрізи та перерізи”; ДСТУ ISO 5456-1:2006 „Кресленики технічні. Частина 1. Загальні положення”; ДСТУ ISO 5456-2:2005 „Кресленики технічні. Частина 2. Ортогональні зображення”.

2. Необхідні розміри з їх граничними відхиленнями у відповідності з ДСТУ ISO 129-1 : 2007 „Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи”. Для машинобудівних креслеників вони представлені в ISO 129-2.

3. Позначення граничних відхилень форми і розташування поверхонь деталі. Граничні відхилення форми і розташування поверхні нормуються ДСТУ (ГОСТ) 24642 : 2013 „Вказівки допусків форми та розташування поверхонь” та ДСТУ (ГОСТ) 24643 : 2013 „Вказівки допусків форми та розташування поверхонь” та призначаються за наявності особливих вимог, що впливають з умов роботи, виготовлення або вимірювання деталей.

4. Вимоги до шорсткості різних поверхонь деталі визначені у ДСТУ 2413-94 „Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення”.

5. Відомості про матеріал, термічну обробку, покриття, які деталь повинна мати перед збиранням.

6. Необхідні написи, окремо виділенні технічні вимоги тощо.

Робоче креслення деталі включає графічну (зображення, розміри, умовні знаки) і текстову (написи, таблиці) частини. Структура робочого кресленика, який виконано на форматі А3 представлено на рис. 8.2, а, на форматі А4 – на рис. 8.2, б.

Основні вимоги до робочих креслеників деталі наведені в ДСТУ (ГОСТ) 2.109-73 „ЄСКД. Основні вимоги до креслеників”.

1. На кожну деталь виконують окремий кресленик на аркушах формату що відповідає вимогам ДСТУ ISO 5457:2006 „Технічна документація на виробі. Кресленики. Розміри та формати”. Винятком є група виробів, які мають загальні конструктивні ознаки, на які виконується груповий кресленик по ДСТУ (ГОСТ) 2.113-75 „ЄСКД. Групові та базові конструкторські документи”.

2. Кресленик повинен мати основний напис згідно з ISO 7200 та ДСТУ (ГОСТ 2.104:2006) „ЄСКД. Основні надписи”. В основному написі вказується:

а) назву виробу у називному відмінку однини, причому перше слово – іменник, наприклад: *Колесо зубчате*;

б) умовне позначення матеріалу, яке повинно складатися з його назви, марки й номеру стандарту, або іншого нормативного документу, який регламентує якість та вимоги до матеріалу. Якщо за конструктивними або експлуатаційними вимогами деталь повинна бути виготовлена із

сортового матеріалу певного профілю, розміру тощо, то матеріал записують згідно зі стандартом на відповідний сортамент;

При використанні заміників при виготовленні деталі, їх записують у технічних вимогах. В основному написі повинно бути вказано не більше одного виду матеріалу;

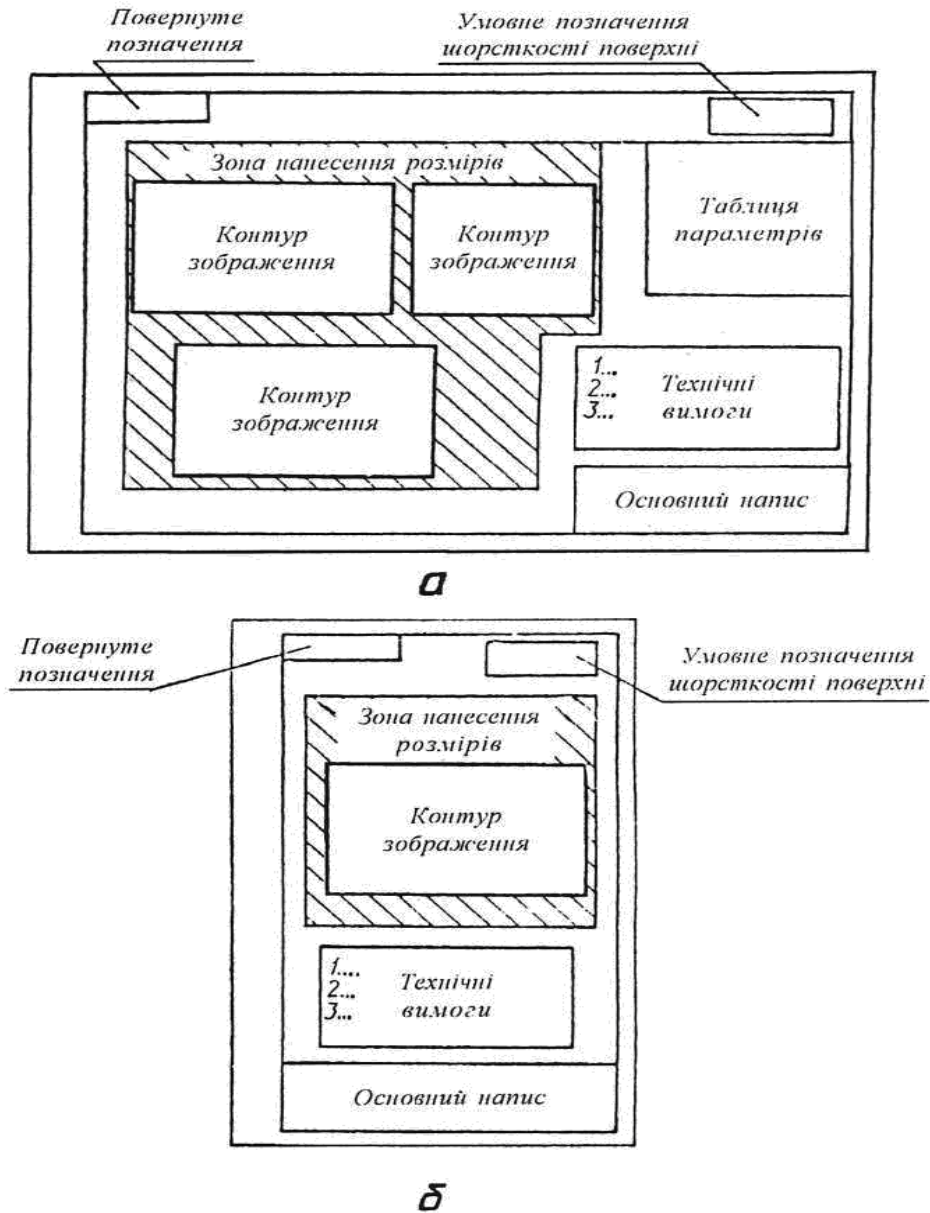


Рис. 8.2. Структура робочого кресленика

в) масу виробу, який зображується на кресленнику, у кілограмах без зазначення одиниці вимірювання. Допускається вказувати масу і в інших одиницях, але із зазначенням одиниці вимірювання, наприклад: 5 г, 0,15 т;

г) масштаб зображення, який вибирають відповідно до ДСТУ ISO 5455 : 2005 „Технічні кресленики. Масштаби”.

3. Робочі кресленики розробляються на усі деталі, які входять до складу виробу. Дозволяється не розробляються кресленики на такі види деталей:

а) які виготовляються з фасонного або сортового матеріалу відрізанням під прямим кутом без подальшої обробки (так звані „деталі БК” – деталі без кресленика);

б) які виготовляються з листового матеріалу відрізанням по колу або периметру прямокутника без подальшої обробки (так звані „деталі БК” – деталі без кресленика);

в) при виготовленні деталі в умовах індивідуального виробництва, коли форма і розміри деталі (довжина, радіуси згину тощо) встановлюються за місцем;

г) покупні деталі, які підлягають покриттю, яке не змінює характер їх спряження.

Необхідні данні для виготовлення та контролю деталей, на які кресленики не випускають (так звані „деталі БК” – деталі без кресленика. Іноді зустрічається позначення „БЧ”), вказують в технічних вимогах на складальних креслениках та у відповідних графах специфікації (див. стор. 172).

4. При виконанні кресленика дозволяється не посилатися на нормативні документи, які визначають форму та розміри конструктивних елементів (фасок, канавок, проточок тощо), якщо у відповідних документах немає умовного позначення цих елементів. Усі данні на виготовлення цих елементів повинні наводитися на робочому кресленіку.

5. Якщо на кресленіку немає ніяких вказівок щодо форми кромки або ребер, то вони мають бути притуплені.

При необхідності, можна вказати розмір притуплення (фаски або радіуса), які розміщують поруч зі знаком „L ” (див. рис. 8.3).

Якщо треба виконати кромки закругленими певного радіусу про це вказують у технічних умовах. Наприклад: „Кромку закруглити R3 мм”.

6. При зображенні на кресленіку округлень однакового радіусу слід робити у технічних умовах відповідний напис, наприклад: „Невказані радіуси округлення – R3 мм”.

7. Не допускається давати на кресленіку технологічні вказівки. Винятком є випадки, коли наводять способи обробки (вигинання, розвальцювання, свердління тощо) й контролю, якщо вони єдина гарантована необхідність якості виробу, наприклад: „Сумісна обробка” або „Обробити разом с дет.”. Відповідні записи наводять у технічних вимогах або на кресленіку.

8. На кресленіку зазначають розміри, граничні відхилення, шорсткість поверхні та інші данні, які деталь повинна мати перед

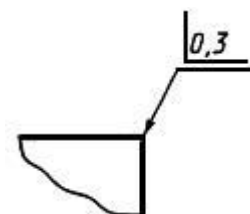


Рис. 8.3

збиранням (рис. 8.4, а). Розміри, граничні відхилення та шорсткість поверхонь елементів виробу, які отримують в процесі збирання або після нього, вказують на складальному кресленнику (рис. 8.4, б).

Якщо деякі елементи виробу повинні мати необхідні допуски на подальшу обробку, їх зображують на кресленнику зі всіма даними, яким вони повинні відповідати після кінцевої обробки. Такі розміри подають у круглих дужках, а в технічних вимогах записують „Розміри в дужках – після збирання” (рис. 8.4, в).

9. Центрові отвори не зображають і в технічних вимогах не поміщають ніяких вказівок, якщо наявність отворів конструктивно не має значення.

9. Якщо на деталь наносять покриття, на кресленнику зазначають розміри й шорсткість до і після покриття.

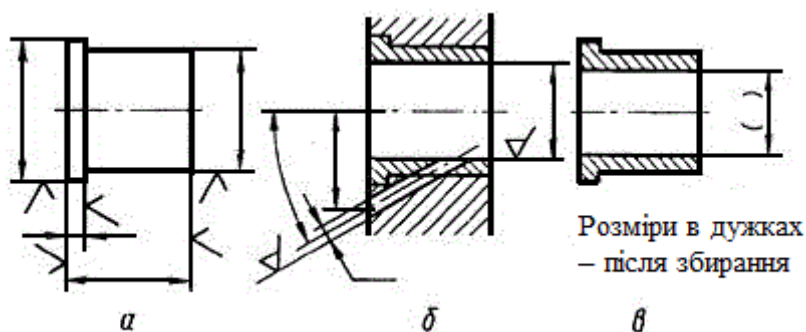


Рис. 8.4

10. Якщо деталь виготовляють з матеріалу, який має визначений напрям волокон, основи тощо, то на кресленнику необхідно зазначити напрям прокату, основи волокон тощо. Для шаруватих матеріалів типу фібри, текстоліту, гетинаксу, вказівки про розташування шарів матеріалу при необхідності вказують у технічних вимогах. Якщо матеріал деталі має лицьову й зворотну сторони, то на кресленнику вказують лицьову сторону.

8.4. Вибір та позначення матеріалів на робочих кресленниках

Вибір матеріалу є важливим моментом при конструюванні деталі. Треба враховувати: властивість матеріалу, умови роботи (середовище, вид навантаження, довговічність роботи), можливості виготовлення деталі та її вартість.

В позначенні матеріалу записують: вид матеріалу, марку і стандарт, або інший нормативний документ, який регламентує властивості матеріалу.

Наведемо найбільш поширені види матеріалів та їхні марки.

Чорні метали.

Чавуни поділяють на сірі, ковкі, високоміцні та ін. Найбільш поширеними є виливки з сірого чавуну марок 10, 15, 18... (ДСТУ (ГОСТ) 1412-85 „Чавун з пластинчастим графітом для виливків. Марки”). Чим більше число, тим міцніший чавун на розтягання та згинання.

Приклад позначення: *СЧ 15 ГОСТ 1412-85.*

Для деталей, які зазнають значне навантаження, та мають складну конфігурацію, застосовують високоміцні чавуни марок 35...100 (ГОСТ 7293-85 „Чавун з кулястим графітом для виливків. Марки”).

Приклад позначення: *ВЧ 50 ГОСТ 7293-85.*

Ковкий чавун застосовують для деталей, що піддаються динамічним навантаженням (ДСТУ ((ГОСТ) „Виливки з ковкого чавуну. Загальні технічні умови”).

Приклад позначення: *КЧ 30–6 ГОСТ 1215-79.*

Перше число означає граничне напруження на розтягання (у кілограмах на квадратний міліметр), друге – відносно подовження (у відсотках).

Сталь. За хімічним складом поділяють на вуглецеву та леговану, а за призначенням – на конструкційну, інструментальну та спеціальну.

Сталь вуглецеву звичайної якості (ДСТУ 2651-94 „Сталь вуглецева звичайної якості. Марки”) виготовляють семи марок – 0...6 (чим більше число, тим сталь твердіша, але більш крихка).

Зі сталі марок *Ст0* та *Ст1* виготовляють мало навантажені деталі (кожухи), із сталі *Ст3* – сортовий прокат, гайки, шайби, з *Ст5* та *Ст6* – деталі, що витримують велике навантаження (заклепки, шпонки тощо).

Приклад позначення: *Ст3кп ГОСТ 2651-94*

де: 3 – марка,

кп – ступінь розкислення.

Позначення без зазначення групи, ступеня розкислення та категорії застосовують тоді, коли умови не вимагають якісної характеристики сталі.

Сталь вуглецеву якісну конструкційну виготовляють за ДСТУ (ГОСТ) 1050-88 „Сталь якісна та високоякісна. Сортний та фасонний прокат, калібрована сталь” з гарантованим хімічним складом та механічними властивостями марок 08, 10, 15, 20...60. Число означає вміст вуглецю в сотих частках відсотка.

Із сталі марок 10, 15, 20 виготовляють болти, гвинти, гайки; а зі сталі марок 45...60 – вали, шестерні та інші відповідальні деталі.

Приклад позначення: *Сталь 45 ГОСТ 1050-88.*

Леговані сталі містять такі легуючі елементи: хром (Х), кремній (С), марганець (Г), нікель (Н) та ін.

Приклади позначення:

ресорно-пружинна сталь – *Сталь 65Г ГОСТ 14959-79*;

інструментальна сталь – *У7...У13 ГОСТ 1435-90*.

Ливарні сталі поділяють на три групи (ДСТУ (ГОСТ) 977-88 „Виливки сталеві. Загальні технічні умови”): *I* – звичайного призначення, *II* – відповідального призначення; *III* – особливо відповідального призначення.

Приклад позначення: *Сталь 25 Л-II ГОСТ 977-88*.

Якщо відливки надаються у готовому вигляді матеріал записується так:

Відливок 25Л-1 ГОСТ 977-88.

Кольорові метали.

Алюмінієві сплави, які призначені для литва позначають АЛ1, АЛ2 і т. д.; для кування – АК1, АК2 і т. д.; які обробляють тиском – Д1, Д2 і т. д. (дюралюміній). Сплав алюмінію з кремнієм називають *силуміном* – СИЛ-ОО, СИЛ-О і т. д.

Приклади позначення: *АК 9 ГОСТ 4784-74*; *Д 16 ГОСТ 4784-74*.

Бронза – це сплав міді, олова та інших металів. У позначенні бронзи використовують такі літери: *О* – олово, *Ц* – цинк, *С* – свинець, *Н* – нікель, *Ф* – фосфор, *А* – алюміній, *З* – залізо, *Мц* – марганець. Цифри показують середній вміст елемента у відсотках.

Бронзи досить широко застосовуються для виготовлення різної арматури, антифрикційних деталей (втулки) та пружин.

Приклад позначення: *Бр ОЦСНЗ –7-5-1 ГОСТ 613-79*.

Латунь – це сплав міді з цинком та іншими металами. Позначення містить літеру *Л* та цифру, що відповідає відсотковому вмісту міді. Із латуні виготовляють трубки, прутки, дріт.

Приклад позначення: *Л 65 ГОСТ 15527-70*.

Якщо у сплаві є інші метали, то їх позначають так само, як і для бронзи.

Приклад позначення: *ЛС 59-1 ГОСТ 15527-70* (містить 59 % міді, 1 % свинцю, решта – цинк).

Бабіт – сплав олова і свинцю з міддю, сурмою та ін. Марки бабіту: *Бб, Біб, Б88* та ін. Число показує відсотковий вміст олова. Бабіт застосовують у вигляді заливки в підшипники ковзання як антифрикційний матеріал.

Приклад позначення: *Б 88 ГОСТ 1320-74.*

Неметали.

Прес-матеріал АГ-4 застосовують для виготовлення різноманітних деталей та електроізоляції.

Приклад позначення: *Прес-матеріал АГ-4В ГОСТ 20437-89.*

Скло органічне конструкційне має товщину листів 0,8...24,0 мм. Скло поділяють на пластифіковане (*СОЛ*), неластифіковане (*СТ-1*), співполімерене (2-55).

Приклад позначення: *Скло органічне не пластифіковане, ГОСН 40 безколірне ГОСТ 17622-72.*

Текстоліт конструкційний випускають за ДСТУ (ГОСТ 5-78) „Текстоліт та асботекстоліт конструкційні. Технічні умови”, електротехнічний – за ДСТУ (ГОСТ 2910-74) „Текстоліт електротехнічний листовий. Технічні умови”.

Приклади позначення: *Текстоліт ПТК – 40 сорт I ГОСТ 5-78*

де: *ПТК* – марка,
40 – діаметр стрижня.

Текстоліт А-10,0 ГОСТ 2910-74

де: *А* – марка,
10,0 – товщина листа, мм.

Гетинакс випускають для виготовлення втулок підшипників, трубок. Є сім марок гетинаксу, що використовуються залежно від вологості, температури та інших умов (ДСТУ (ГОСТ) 2718-74 „Гетинакс електротехнічний листовий”).

Приклад позначення: *Гетинакс VI 12,0 ГОСТ 2718-74*

де: *12,0* – товщина листа.

Пароніт випускають як прокладний матеріал за ДСТУ (ГОСТ) 481-80 „Пароніт та прокладки з нього. Технічні умови” і має сім марок, з них: *ПОН* – загального призначення. *ПМБ* – маслобензиностійкий.

Приклад позначення: *Пароніт ПОН 0,8 x 300 x 400 ГОСТ 481-80.*

Крім того випускають такі пластичні матеріали:

• *вініпласт* (ДСТУ (ГОСТ) 9639-71 „Листи з неластифікованого полівінілхлориду (вініпласт листовий). Технічні умови”) марок *ВН, ВП, ВНТ*;

• *фенопласт* (ДСТУ (ГОСТ 5689-79) „Маси пресувальні фенольні. Технічні умови” групи 32 марки *К-21-22*;

• *фторопласт* (ДСТУ (ГОСТ 10007-80) „Фторопласт-4. Технічні умови”) марок: *С* – для спеціальних виробів, *П* – електроізоляції, *О* – загального призначення, *Т* – товстостінних виробів;

Приклад позначення: *Фторопласт – 4П ГОСТ 10007-80; Фенопласт 32 К-21-22 ГОСТ 5689-79.*

• *поліуретан* (ДСТУ (ГОСТ) 16388-70 „Смоли феноло-формальдегідні”) марки ПУ – 1;

• *поліетилен* марок 20306, 21006 та ін.

Пластини гумові (I) та гумо тканини (II) за ДСТУ (ГОСТ) 7338-90 „Пластини гумові та гумовотканинні. Технічні умови” марки МС – маслостійка, МБС – маслобензиностійка.

Приклад позначення: *Пластина I лист МС-М – 3 x 200 x 250 ГОСТ 7338-90*

де: *М* – м’яка,;

3 x 200 x 250 – розміри листа.

Повсть технічна: тонкошерста (ДСТУ (ГОСТ 288 – 72) „ Повсть технічна тонкошерста і деталі з неї для машинобудування. Технічні умови”), напівгрубошерста (ДСТУ (ГОСТ 6308-71) „ Повсть технічна напівгрубошерста і деталі з неї для машинобудування. Технічні умови”), грубошерста (ДСТУ (ГОСТ 6418-81) „Повсть технічна грубошерста і деталі з неї для машинобудування. Технічні умови”).

Приклади позначення: *Повсть ТС 7 ГОСТ 288-72*

де: *T* – тонкошерста,

C – сальникова,

7 – товщина, мм.

Кільце СТ 75-50-7 ГОСТ 288-72

де: числа – це розміри кільця в мм.

Деталі що виготовляються із сортового матеріалу. В техніці під таким поняттям, як *сортамент*, мається на увазі деякий упорядкований у відповідності з визначеними правилами набір даних про його розміри та форму. У сучасній промисловості матеріал випускається у вигляді прутків, які мають різну форму поперечного перерізу (шестигранну, квадратну, круглу), листів, стрічок, полос, труб, дроту, фасонних профілів (див. рис. 8.5).

Окрім номера стандарту і марки матеріалу при його позначенні на креслениках вказують також і на такий параметр, як номер стандарту сортаменту.

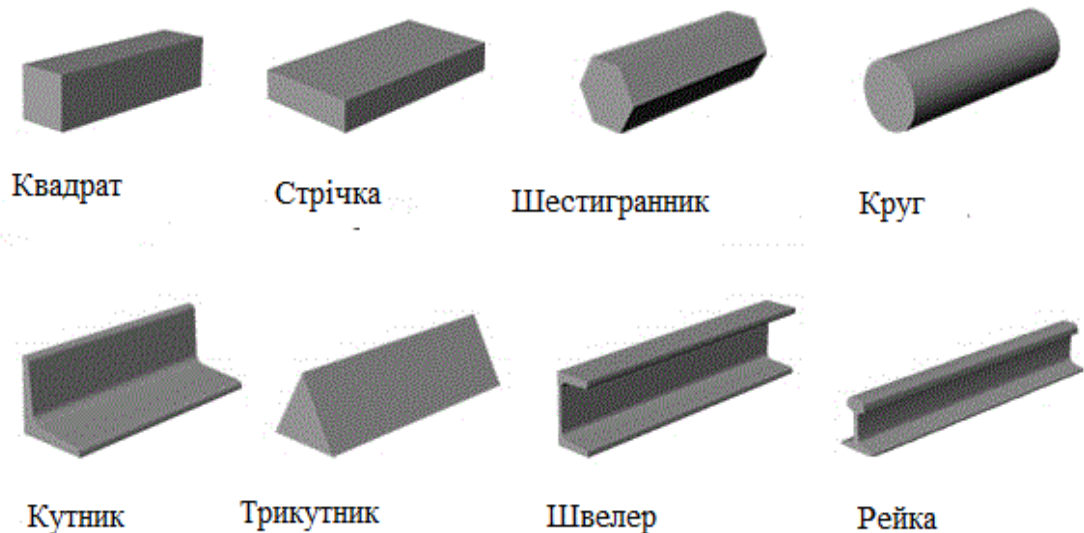


Рис. 8.5

Для деталі, що виготовляють із сортового матеріалу визначеного профілю, наводять дані про сортамент (у чисельнику) та матеріал (у знаменнику).

1. З гарячекатаної сталі шестигранного профілю за ДСТУ (ГОСТ) 8560 : 2015) „Прокат калібрований шестигранний. Сортамент” „розмір під ключ 8 мм”, марка сталі 45 за ДСТУ (ГОСТ) 1050-74:

$$\text{Шестигранник} \quad \frac{8 - h10 \text{ ДСТУ(ГОСТ)8560: 2015}}{45 - В - 5 - Т \text{ ДСТУ(ГОСТ) 1050 - 88}}$$

де: в чисельнику подано позначення розмірів прутка (8 – діаметр вписаного в профіль кола, $h10$ – поле допуску), в знаменнику – дані про матеріал прутка.

2. З прутка квадратного профілю зі стороною 40 мм, марка сталі 20 за ДСТУ (ГОСТ) 1050-74:

$$\text{Квадрат} \quad \frac{40 \text{ ГОСТ 2591-71}}{20 \text{ ГОСТ 1050-74}}$$

3. З прутка круглого перетину $\varnothing 20$ мм по технічних вимогах ГОСТ 535-79, марка сталі Ст.3 за ДСТУ (ГОСТ) 535-88:

$$\text{Круг} \quad \frac{20 \text{ ГОСТ 2590-88}}{\text{Ст3 кп ГОСТ 535-88}}$$

4. Зі стрічки (штаби гарячекатаної) товщиною 10 мм, шириною 70 мм, що виготовляється зі смугової сталі ГОСТ 103-57, марка сталі Ст.3 по технічних вимогах ДСТУ (ГОСТ) 535-88:

$$\text{Стрічка} \quad \frac{10 \times 70 \text{ ГОСТ 103-76}}{\text{Ст3 ГОСТ 535-88}}$$

5. З кутника рівносторонній з розмірами 50 x 50 x 3 мм за ГОСТ 8509-86, марка сталі Ст3 ДСТУ (ГОСТ) 380-70 по технічних вимогах ДСТУ (ГОСТ) 535-88;

Кутник рівносторонній $\frac{50 \times 50 \times 3 \text{ ГОСТ } 8509-86}{\text{Ст3 ГОСТ } 535-88}$

6. З двотаврової балки № 16 за ДСТУ (ГОСТ) 8239-72, марка сталі Ст5 ДСТУ (ГОСТ) 380-70, що поставляється по технічних вимогах ДСТУ (ГОСТ) 535-88:

Двотавр $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8239-72}{\text{Ст5 ГОСТ } 535-88}$

7. Зі швелера № 12 за ДСТУ (ГОСТ) 8240-66, марка сталі Ст4 за ДСТУ (ГОСТ) 380-70 по технічних вимогах ДСТУ (ГОСТ) 535-88:

Швелер $\frac{12 \text{ ГОСТ } 8240-66}{\text{Ст4 ГОТ } 535-88}$

8.5. Нанесення граничних відхилень на креслениках

Граничні відхилення розмірів.

Кожний розмір виготовленої деталі відхиляється від заданого (розрахункового), так званого номінального, розміру в той чи інший бік. Якщо ці відхилення не перевищують задані межі (граничні відхилення), то деталь вважається придатною. Відповідні відхилення називають *верхнім* і *нижнім граничним відхиленням*, алгебраїчна різниця їх – допуском розміру, інтервал значень розмірів, обмежений граничними розмірами, називають *полем допуску*.

Поверхні деталі, що не стикаються у виробі чи механізмі з поверхнями інших деталей, називають *вільними*. Поверхні деталі, що стикаються з поверхнями інших деталей, називають *спряженими*. Розміри їх також називають *спряженими*.

Характер з'єднання спряжених поверхонь називають *посадкою*. Залежно від поєднання розмірів спряжених поверхонь може виникнути рухома, нерухома або перехідна посадка.

З 1983 р. діє Єдина система допусків та посадок (ЄСДП). За цією системою після позначення номінального розміру дають позначення поля допуску літерою латинського алфавіту: великою для отворів – *A, B, ... , G, H* (посадки із зазором); *I, I_s, ..., M, N* (для перехідних посадок), *P, R, ..., 2B, 2C* (посадок з натягом) та малою для валів – *a, b, ...g, h* (посадки з зазором) тощо.

ЄСДП передбачає 19 квалітетів – *0; 1,0; 1,2; 2, 3, ...; 17*, що записують після літери, наприклад *G6, H1, p8, c9*. Для поля допуску різьби записують квалітет, потім літеру: *6g, 7H*.

Граничні відхилення розмірів на кресленнях деталей можуть бути вказані одним із трьох способів.

1. *Числовим значенням граничних відхилень.* У цьому випадку значення верхніх і нижніх відхилень проставляють у міліметрах зі своїми знаками безпосередньо після номінальних розмірів. Якщо обидва відхилення мають різні абсолютні значення, то їх розміщують одне над одним (верхнє над нижнім) і пишуть меншими цифрами, ніж ті, які обрані для номінальних розмірів (рис. 8.6). Наприклад :типом $\varnothing 54^{+0,02}_{-0,01}$.

Коли обидва відхилення мають однакові абсолютні значення (при симетричних відхиленнях), але різні знаки, то вказують тільки одне відхилення зі знаком „±”. У цьому випадку відхилення пишуть шрифтом, однаковим з розміром шрифту розмірних чисел. Відхилення, що дорівнює нулю, не вказують, наприклад, $0,54 \pm 0,02$.

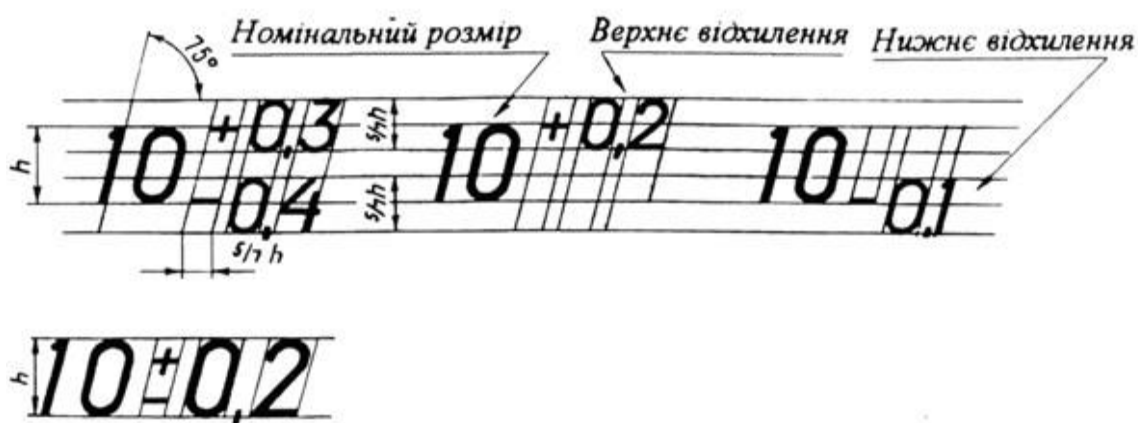


Рис. 8.6

2. *Умовним позначеннями полів допусків.* На робочих кресленнях поля допусків зовнішніх поверхонь позначають малими буквами латинського алфавіту (*a, b, c, cd, e ... , x, y, z, za, zb, zc*) з цифровим позначенням квалітету точності.

Поля допусків внутрішніх поверхонь позначають великими буквами латинського алфавіту (*A, B, C, CD, E ... , X, Y, Z, ZA, ZB, ZC*) з цифровим позначенням квалітету точності.

При нанесенні розміру з полем допуску за ЄСДП його записують за типом: $\varnothing 10h9, R54H6$. Посадку записують відношенням полів допуску $\varnothing 46H9/s7$.

Для поверхонь відносно низької точності технічних вимогах записують: “Незазначені граничні відхилення розмірів: $H14, \frac{Is}{h14}, \pm 2$. Допускається з пояснювальними словами: “Незазначені граничні відхилення розмірів ...”.

3. *Умовним позначеннями полів допусків разом зі значеннями граничних відхилень.* У цьому випадку значення граничних відхилень розміщують праворуч від позначення поля допуску в дужках.

Розміри на кресленні, які не мають позначень граничних відхилень називають вільними, або розмірами з не вказаними допусками. найчастіше

для всіх вільних розмірів даної деталі допуски однакової точності вказують спільним записом у технічних вимогах на полі креслення.

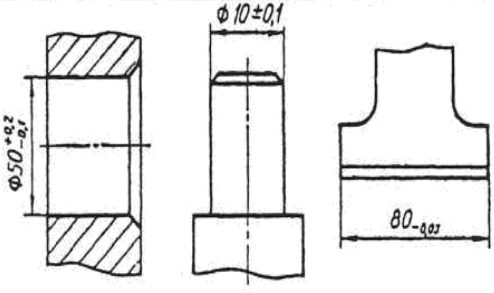
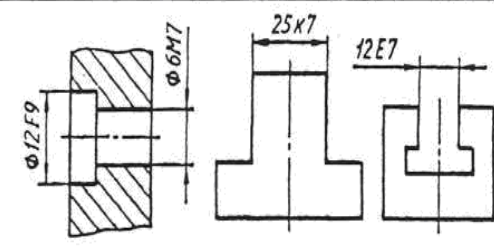
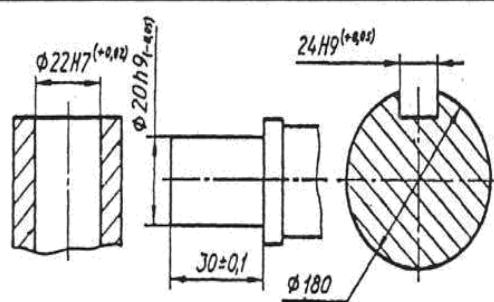
Приклади нанесення граничних відхилення розмірів на кресленнях деталей представлені в табл. 8.1.

Граничне відхилення форм і розташування поверхонь.

Дійсні поверхні деталі, утворені механічною обробкою, мають відхилення від теоретичної (заданої кресленням) форми, а також відхилення від взаємного розташування поверхонь даної деталі.

Зазначення на кресленнях допусків форм і розташування поверхонь виконуються згідно ДСТУ (ГОСТ) 2.308-2011 „ЕСКД. Вказівки допусків форми та розташування поверхонь”, основні вимоги якого наведені нижче.

Таблиця 8.1. Способи позначення граничних відхилень розмірів

Назви способів	Приклади позначень
Числовими значеннями граничних відхилень	
Умовними позначеннями полів допусків	
Умовними позначеннями полів допусків разом зі значеннями граничних відхилень	

Допуски форми і розташування поверхонь вказують на кресленнях умовними позначеннями. Якщо відсутній знак виду допуску форми і розташування поверхонь допускається вказувати текстом в технічних вимогах. При вказуванні допуску форми і розташування поверхонь в технічних вимогах текст повинен мати:

- вид допуску;

- зазначення поверхні або іншого елемента, для якого задається допуск (для цього використовують літерне позначення або конструкторське найменування поверхні);
- числове значення допуску в міліметрах;
- зазначення баз, відносно яких задається допуск (у відповідних випадках);
- зазначення про залежні допуски форми і розташування поверхонь (у відповідних випадках).

При умовному позначенні дані про допуски форми і розташування поверхонь вказують в прямокутній рамці, поділеній на дві і більше частин, в яких розміщують:

- в першій – знак допуску;
- в другій – числове значення допуску в міліметрах;
- в третій і наступних – літерне позначення бази (баз) або літерне позначення поверхні, з якою зв'язаний допуск.

Вид допуску позначають відповідно до ДСТУ (ГОСТ) 2.308-2011 так як вказано в табл. 8.2, а розміри знаків позначення граничних відхилень форми і розташування поверхонь на рис. 8.7.

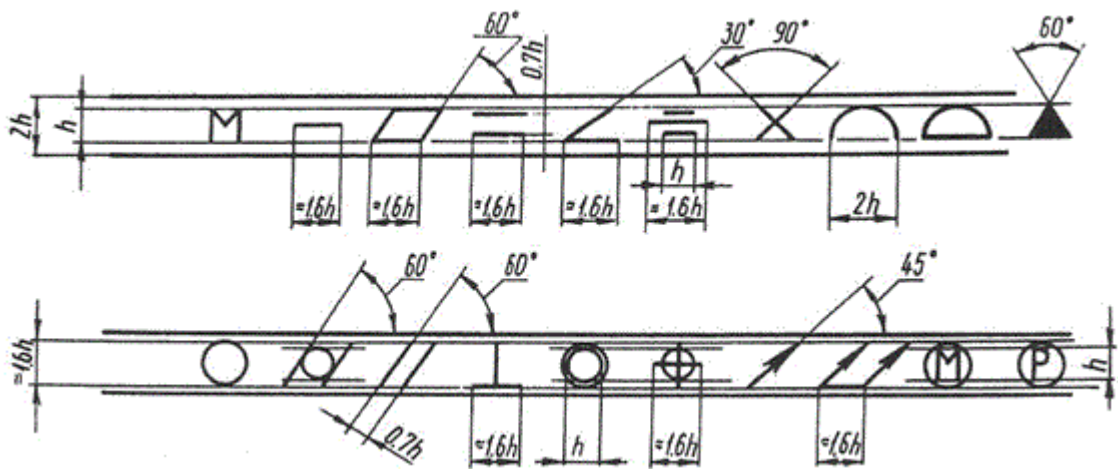


Рис. 8.7

Таблиця 8.2. Умовними позначення граничних відхилень форми і розташування поверхонь на кресленнях

Група допусків	Допуск	Знак
Форми	Прямолінійності	—
	Площинності	▭
	Круглості	○
	Циліндричності	∩
	Профілю поздовжнього перерізу	≡
Розташування	Паралельності	//
	Перпендикулярності	⊥
	Нахилу	∠
	Співвісності	◎
	Симетричності	≡
	Позиційності	⊕
	Перетину осей	×
Форми і розташування	Радіального або торцевого биття, а також биття у заданому напрямі	/
	Повного радіального або торцевого биття	∟
	Форми заданого профілю	⤿
	Форми заданої поверхні	⤿

Умовне позначення граничного відхилення форми чи розташування поверхонь вписують у прямокутну рамку. Рамка для позначення відхилення форми складається з двох частин (рис. 8.8, а), а для відхилення розташування поверхонь – з трьох частин (рис. 8.8, б). До першої частини рамки в обох випадках заносять знак відхилення, до другої – числове значення відхилення в міліметрах.

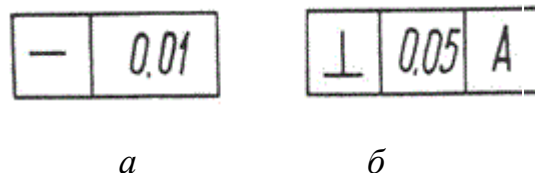


Рис. 8.8

Третя частина рамки призначена для буквеного позначення бази чи поверхні, з якою пов'язаний допуск відхилення.

З'єднання рамки з контуром зображення представлено на рис. 8.9, а проведення з'єднувальної лінії до рамки – на рис. 8.10.



Рис. 8.9

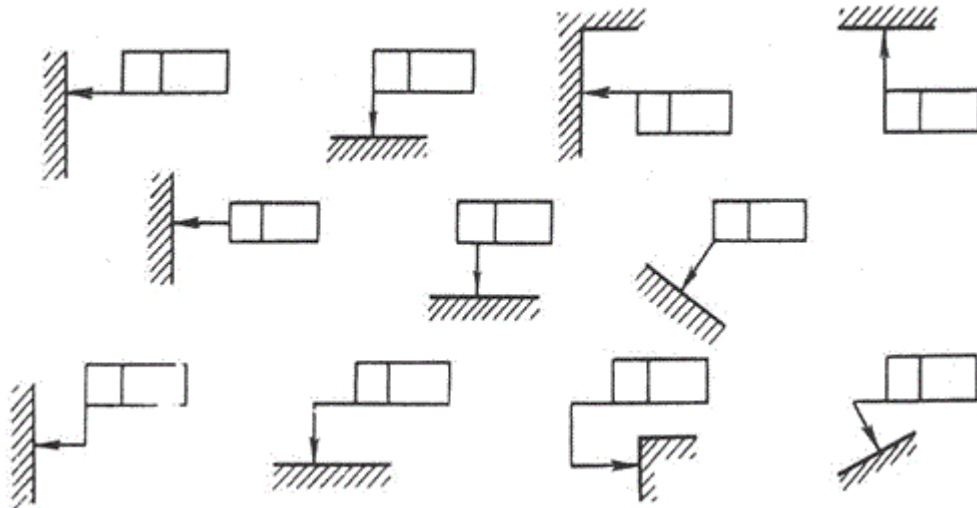


Рис. 8.10

Базу позначають великою буквою українського алфавіту (А, Б, В ...). Цю букву вміщують у квадратну рамку, яку з'єднують виносною лінією із зачорненим трикутником і вказують у третій частині рамки (рис. 8.11).

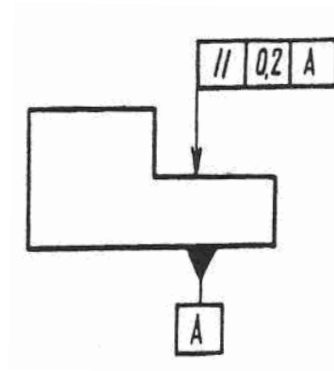


Рис. 8.11



Робочий кресленик.
Допуски та посадки
[94]

8.6. Позначення шорсткості поверхні, покриття, термічної та іншої обробки деталі

Позначення шорсткості поверхні.

Кожна реальна поверхня не є абсолютно гладкою. Вона містить мікро-нерівності, сліди механічної обробки тощо, від яких залежать надійність та довговічність роботи з'єднання. Поверхні деталей повинні відповідати певним вимогам, які характеризують ступінь відхилення їх від ідеально гладкої поверхні.

Числова характеристика нерівностей поверхні у вигляді впадин та виступів, які залишають на поверхні ріжучі інструменти (різці, фрези, свердла, шліфувальні круги тощо) називається *шорсткістю поверхні*, вона

залежить також від структури матеріалу, вібрації верстату, режиму обробки та ін.

Шорсткість поверхні в значній мірі впливає на знос поверхонь, які труться, їх довговічність, міцність, антикорозійні якості.

Поверхні з великим ступенем шорсткості швидко зношуються, ржавіють, менш міцні. Деталі з меншим ступенем шорсткості мають більшу ціну їх виготовлення.

ДСТУ (ГОСТ 2789-73) „Зразки шорсткості поверхні (порівняння). Загальні технічні умови” висловлює шість параметрів оцінки якості поверхні, основними з яких є:

1. Середнє арифметичне відхилення профілю (символ Ra), що визначається як середнє арифметичне значення ординат y_i (рис. 8.12) деякої кількості точок на базовій довжині L :

$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

2. Середня висота нерівностей за 10 точками (символ Rz). Це сума середніх абсолютних значень висот п'яти найбільших виступів та глибин п'яти найбільших западин профілю в інтервалі базової довжини (див. рис. 8.12):

$$Rz = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i \min}| \right) = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 h_{i \max} - \sum_{i=1}^5 h_{i \min} \right)$$

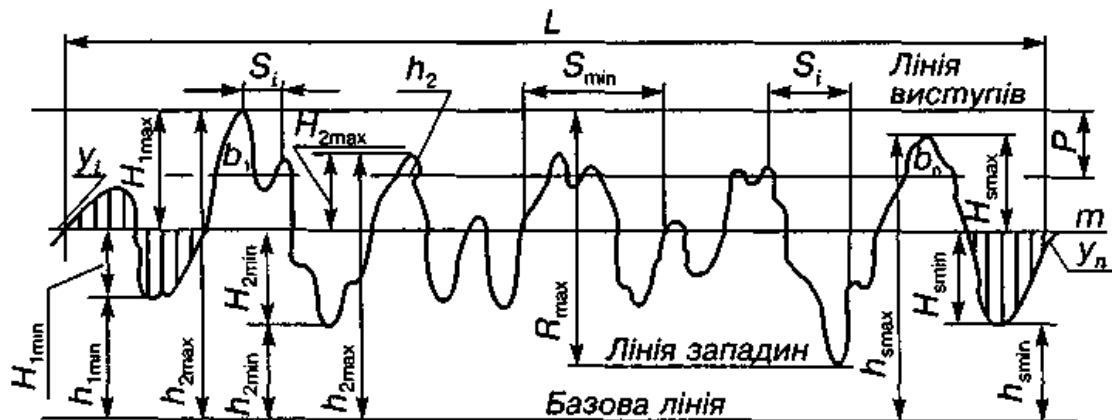


Рис. 8.12

На практиці здебільшого користуються параметром Ra , не позначаючи його на кресленнях. Частіше цей знак використовують при позначенні поверхні, яка має поверхню меншими нерівностями, тобто більш „чисту”. У табл. 8.3 подано наближені значення параметрів Ra та Rz для поверхонь різноманітних виробів. На кресленнях рекомендується користуватися значеннями параметра Ra в інтервалі 0,010...5, а параметра Rz – в інтервалах 0,025...0,1 і 10...320. При цьому віддають перевагу значенням 400; 200; 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025; 0,012.

Таблиця 8.3. Значення параметрів *Ra* і *Rz* для типових поверхонь деталей

Параметри, мкм		Базова довжина	Деякі типові поверхні деталей
<i>Ra</i>	<i>Rz</i>		
80...40 40...20 20...10	320...160 160...80 80...40	8,0	Поверхні, утворені після різання на пресах та ножицях. Поверхні під зварні шви. Вільні неспряжені поверхні не відповідальних деталей. Опорні поверхні станин, корпусів. Болти, гайки нормальної точності, фаски, галтелі, канавки.
10...5 5...2,5 2,5...1,25	40...20 20...10	2,5	Болти й гайки підвищеної точності, гвинти, штифти. Поверхні отворів під болти, гвинти та шпильки діаметром до 15 мм. Неробочі поверхні зубчастих коліс. Поверхні муфт, маточин, втулок, що не торкаються до інших деталей.
1,25..0,63	6,3...3,2	0,8	Зовнішні неспряжені поверхні деталей, до вигляду яких ставляться високі вимоги. Поверхні сферичних опор. Посадочні поверхні зубчастих коліс, втулок, черв'яків.
0,63..0,32	3,2...1,6	0,8	Робочі поверхні ходових валів. Посадочні поверхні осей, зубчастих коліс. Робочі поверхні передавальних валів, центрів. Поверхні валів під підшипники кочення.
0,32..0,16 0,16..0,08 0,08..0,04 0,04..0,02	1,6...0,1	0,25	Робочі поверхні колінчастих та розподільних валів швидкохідних двигунів. Робочі поверхні клапанів. Шарики та ролики підшипників кочення. Внутрішні поверхні циліндрів поршневих машин. Шарики та ролики високошвидкісних відповідальних передач.
0,02..0,01	0,100... 0,050 0,050... 0,025	0,08	Вимірювальні поверхні деталей вимірювальних приладів. Вимірювальні поверхні плиток. Металеві дзеркала в оптичних приладах.

Позначення шорсткості поверхні і правила нанесення їх на кресленнях виробів регламентується ДСТУ (ГОСТ) 2.309.-73 „ЕСКД. Позначення шорсткості поверхонь”.

Структура позначення шорсткості на кресленнях наведена на рис. 8.13.



Рис. 8.13

В позначенні шорсткості використовують один із знаків, зображених на рис. 8.14.

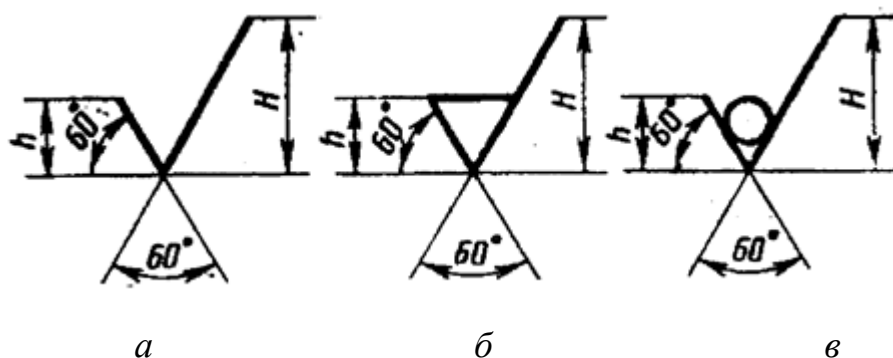


Рис. 8.14

У відповідності з рис. 8.14:

– знак „а” використовують, коли вид обробки поверхні конструктор не встановлює;

– знак „б” використовують для позначення шорсткості поверхні, яка повинна бути утворена видаленням слою матеріалу, наприклад свердлуванням, фрезуванням, точінням;

– знак „в” використовують для позначення шорсткості поверхні, яка утворюється без видалення шару матеріалу, наприклад литвом, прокатуванням, волочінням.

Висота h знаків на зображенні повинна бути приблизно рівній висоті розмірних чисел на кресленні, а висота H – від $1,5h$ до $5h$.

Позначення шорсткості поверхонь розміщують на лініях контуру, виносних лініях або на поличках ліній-виносок (рис. 8.15).

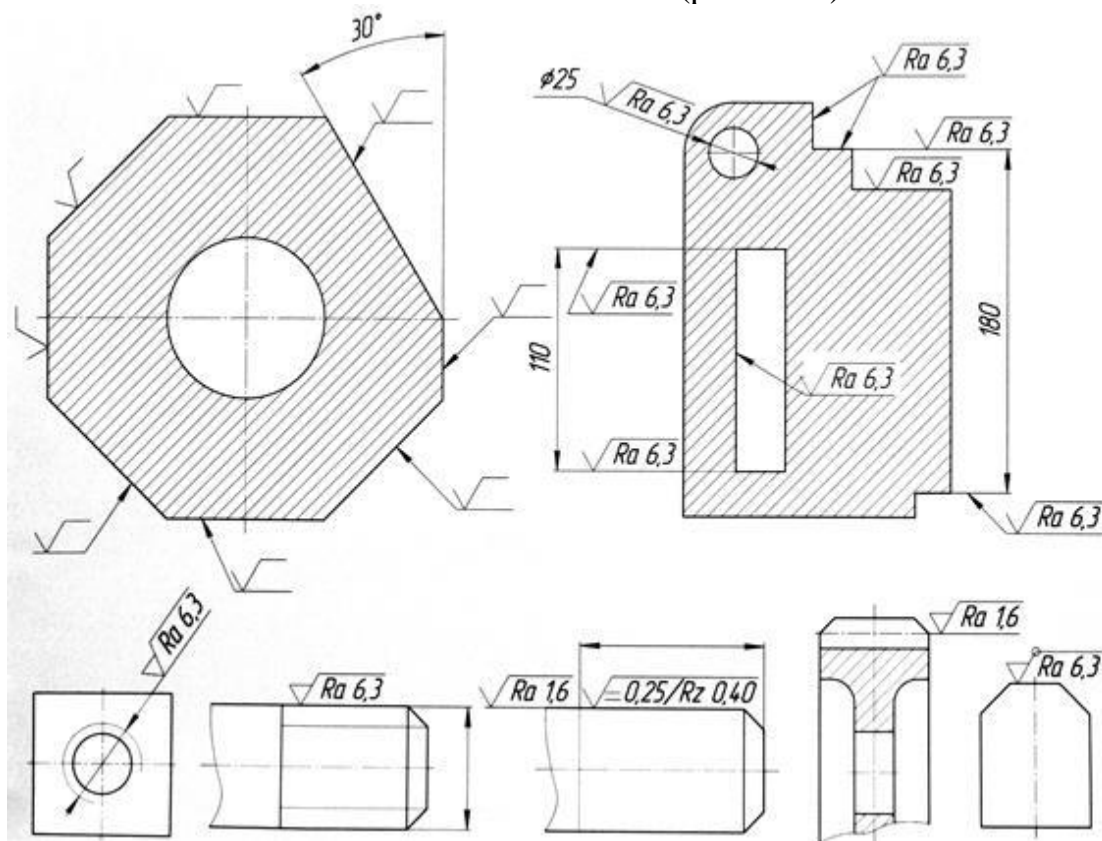


Рис. 8.15

Позначення шорсткості поверхонь, які розташовані під різними кутами представлено на рис. 8.16.

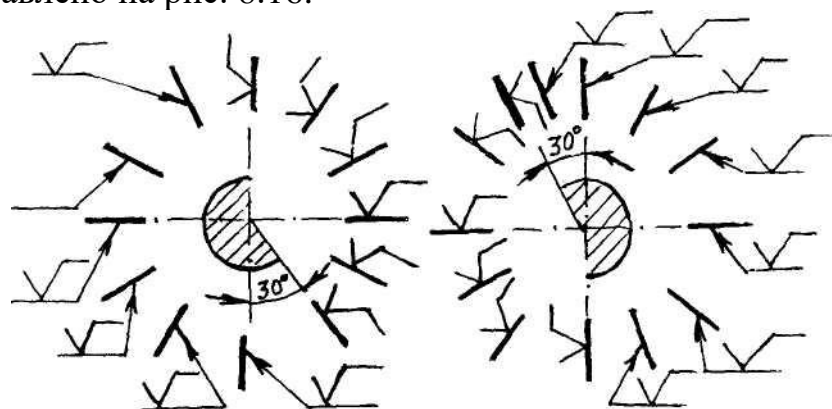


Рис. 8.16

Якщо шорсткість всіх поверхонь повинна бути однаковою, то знак, що позначає шорсткість, розміщують в правому верхньому кутку креслення (на відстані 5...10 мм від рамки) і на зображенні деталі не наносять (рис. 8.17). Розміри і товщина ліній знака в 1,5 рази знаків, що наносять на зображенні.

Позначення шорсткості, однакової для частини поверхні виробу, може бути поміщено в верхньому правому кутку креслення разом з умовним позначенням у відповідності з рис. 8.18.

Це означає, що всі поверхні, на яких на зображенні не нанесені позначення шорсткості, повинні мати шорсткість, вказану перед умовним позначенням.

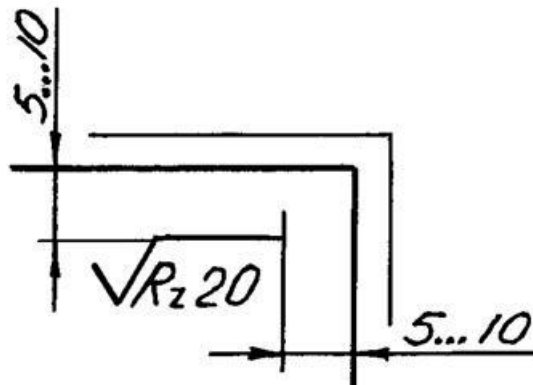


Рис. 8.17

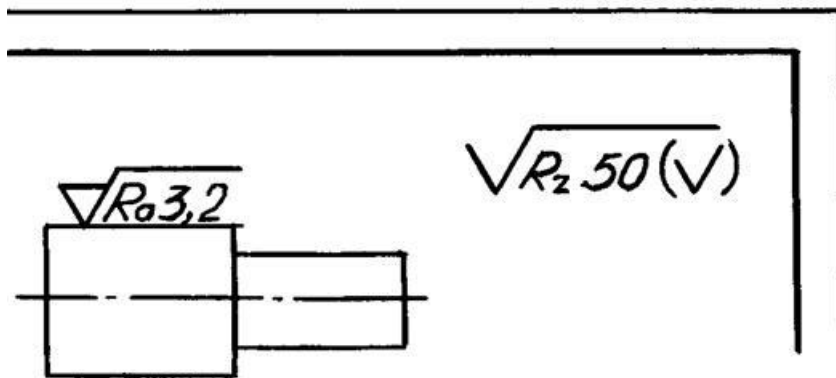


Рис. 8.18

Якщо шорсткість однієї і тієї ж поверхні різна на окремих ділянках, то ці ділянки розмежують суцільною тонкою лінією з нанесенням відповідних розмірів і позначень шорсткості, через заштриховану зону лінію межі між ділянками не проводять, приклад наведено на рис. 8.19.

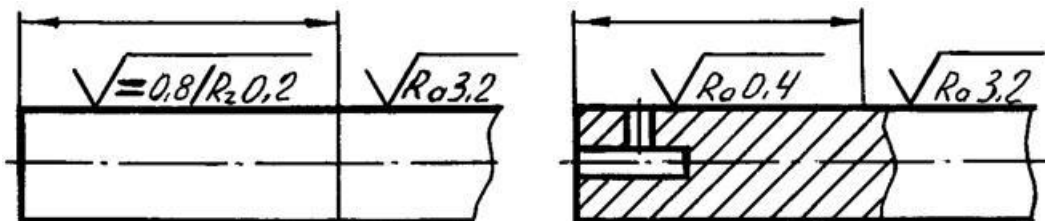


Рис. 8.19

Вимоги до шорсткості поверхні деталі встановлюються, виходячи із функціонального призначення поверхні. Для невідповідальних поверхонь шорсткості визначають вимогами технічної естетики, корозійної стійкості, технології виготовлення і т.п.

Основні правила призначення шорсткості:

– якщо деталі дотикаються між собою та переміщуються одна відносно іншої – шорсткість їх поверхонь повинна відповідати приблизно $Ra = 2,5 \dots 0,32$ та $Rz = 10 \dots 16$ мкм;

– якщо деталі дотикаються між собою та не переміщуються одна відносно іншої – шорсткість їх поверхонь може відповідати приблизно $Ra = 20 \dots 2,5$ та $Rz = 80 \dots 10$ мкм;

– поверхні деталей, що не стикається з будь-якими поверхнями може мати шорсткість $Ra = 20 \dots 5$ та $Rz = 80 \dots 20$ мкм;

– при необхідності естетичних вимог до зовнішнього вигляду поверхонь, вони повинні мати шорсткість $Ra = 5 \dots 1,25$ та $Rz = 20 \dots 6,3$ мкм;

– шорсткість поверхні різьби може бути $Ra = 10 \dots 1,25$ та $Rz = 20 \dots 40$ мкм.

На рис. 8.20 представлена залежність значення шорсткості від виду обробки.

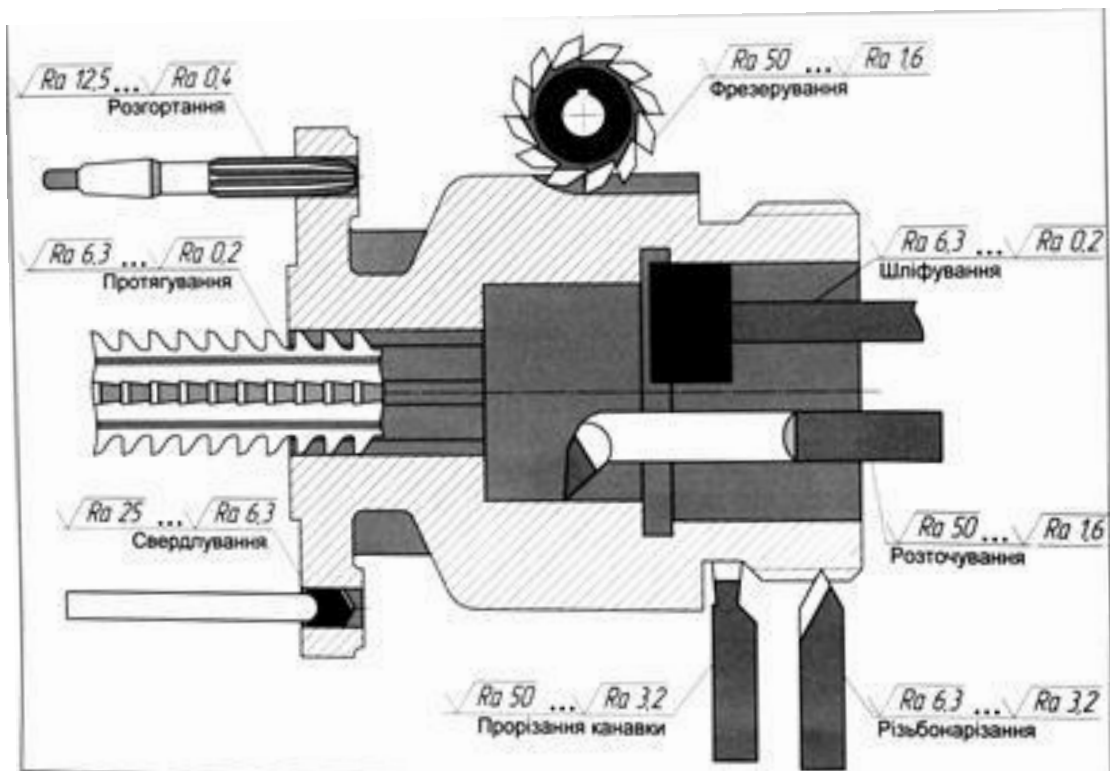


Рис. 8.20



Шорсткість поверхні [95]

Позначення покриття поверхні, термічної та іншої обробки деталі.

У промисловості для підвищення довговічності поверхні деталі, оберігання від передчасного стирання, захисту від дії води, кислот, лугів і т.п. застосовують різноманітні покриття (захисні, декоративні, електроізоляційні, зносостійкі та ін.). Велика частина покриттів виконується гальванічним і хімічним способами. Використовують також дифузний спосіб покриття.

Вид покриття поверхні деталі визначається за встановленими позначень, що вказують у технічних вимогах на полі креслення, а на зображеннях відзначають поверхні, що підлягають покриттю (рис. 8.21).

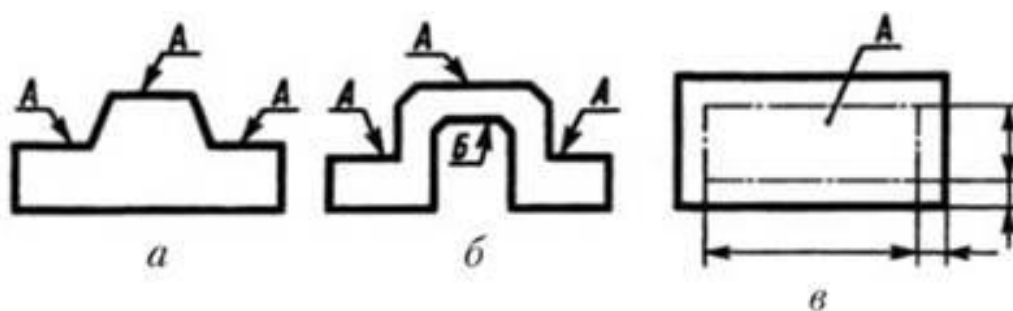


Рис. 8.21

Правила нанесення покриття згідно виконують згідно з ДСТУ (ГОСТ) 2.310-68 „ЄСКД. Нанесення на кресленнях позначень покриттів, термічної та інших видів обробки”, а позначення покриттів – за ДСТУ (ГОСТ) 9.032-74 „Єдина система корозії і старіння. Покриття лакофарбові. Групи, технічні вимоги і позначення”; ДСТУ (ГОСТ 9.306-85) „Єдина система корозії і старіння. Покриття металеві і неметалеві неорганічні. Загальні вимоги до вибору”.

В технічних вимогах перед позначенням виду покриття (захисного, захисно-декоративного, зносостійкого і ін.), що наноситься на поверхню деталі, додають слово „Покриття”.

Якщо усі поверхні мають однакове покриття, то запис в технічних вимогах виконують по типу „Покриття”.

При нанесенні однакового покриття на кілька поверхонь їх позначають однією буквою і записують „Покриття поверхні А” (рис. 8.21, а).

При нанесенні різних покриттів на декількох поверхнях деталі їх позначають різними буквами і записують „Покриття поверхні А, поверхні Б” (рис. 8.21, б).

Ділянки поверхні, що підлягають покриттю, позначають однією буквою, вказують розміри їх форми і положення (рис. 8.21, в).

Позначення захисних, декоративних, електроізоляційних, зносостійких та інших видів покриттів виконується за наступною схемою.

На першому місці поміщається слово „Покриття”, на другому – спосіб отримання покриття, на третьому – вид покриття, на четвертому – товщину шару покриття, на п’ятому – функціональні властивості покриттів, на шостому – декоративні властивості, на сьомому – відомості про додаткову обробку покриття. Ця схема вказує послідовність складання позначення, але не встановлює обов’язкової наявності всіх перерахованих ознак.

1. Позначення способів обробки основного металу:

- механічне полірування – *мп*;
- хімічне полірування – *хп*;
- штампування – *штм*
- пасивування – Хім. Пас. та ін.

2. Позначення способів отримання покриття:

- анодне окислення – *Ан*;
- хімічний – *Хім*;
- гарячий – *Гор*;
- дифузійний – *Диф*;
- конденсаційний (вакуумний) – *Кон*;
- емалювання – *Эм*;
- плакування – *Пк* та інші.

Катодне відновлення в позначенні не вказується.

3. Матеріал покриття, що складається з металу, позначають символами у вигляді однієї або двох букв, що входять в російське найменування відповідного металу:

- алюміній – *А*,
- вісмут – *Ві*,
- вольфрам – *В*,
- залізо – *Ж*,
- золото – *Зл*,
- індій – *Ін*,
- іридій – *Ір*,
- кадмій – *Кд*,
- кобальт – *Ко*,
- мідь – *М*,
- нікель – *Н*,
- олово – *О*,
- свинець – *С*,
- срібло – *Сб*,
- сурма – *Ср*,
- титан – *Ті*,
- хром – *Х*,
- цинк – *Ц*.

За цією ж схемою позначають матеріали покриттів сплавами, наприклад:

- алюміній-цинк – *A-Ц*,
- мідь-олово-цинк (латунь) – *М-О-Ц*,
- хром-вуглець – *Х-У*.

Позначення неметалевих неорганічних покриттів:

- окисне – *Оці*,
- фосфатне – *Фос*.

4. Товщина покриття вказується цифрою, визначальною величину розміру в *мкм*, товщину покриття, рівну *1 мкм* або менше, в позначенні не вказують.

5. Функціональні властивості покриттів позначаються малими буквами:

- тверде – *тв.*,
- електроізоляційне – *еіз.*,
- електропровідне – *е*.

6. Малими літерами позначають також і декоративні властивості покриттів:

- дзеркальне – *зк*,
- блискуче – *б*,
- напівблискуче – *пб*,
- матове – *м*,
- гладке – *гл*,
- злегка шорстке – *сш*,
- шорстке – *ш*,
- вельми шорсткувате – *вш*.

7. Найменування кольору. Колір покриття позначають повним найменуванням, за винятком чорного покриття – *ч*.

8. Позначення додаткової обробки:

- гідрофобування – *гфж*;
- нанесення лакофарбового покриття – *лкп*;
- оксидування – *окс*;
- просочення (лаком, клеєм, емульсією та ін.) – *прп*;
- просочення маслом – *прм*;
- термообробка – *т*;
- тонування – *тн*;
- фосфатування – *фос*;
- хімічне фарбування – найменування кольору;
- хромування – *хр*;
- електрохімічне фарбування – *ел*.

Усі позначення відокремлюються один від одного крапками, за винятком матеріалу і товщини.

У позначеннях багат шарових покриттів вказуються всі метали, що утворюють покриття в порядку нанесення шарів, товщина багат шарового покриття проставляється пошарово.

Приклади позначення покриттів:

Цб. окс. ч. – покриття цинкове, товщиною 6 мкм, оксидоване в чорний колір;

Хим. НЗ. Ср9 – покриття срібне товщиною 9 мкм з підосною хімічного нікелевого покриття товщиною 3 мкм.

Хим. Окс. прм. – покриття отримане хімічним оксидуванням за допомогою просочення маслом.

Нанесення на кресленнях показників властивостей матеріалів, одержуваних у результаті термічної та інших видів обробки (хіміко-термічної, наклепу тощо).

Якщо вироби піддаються термічній або іншому виду обробки, що змінює властивості матеріалу, то на креслениках цих виробів вказують показники властивостей, придбаних в результаті обробки. Наприклад, в технічних вимогах роблять запис: „42 ... 48 HRC”, або „Цементувати h 0,7 ... 0,9; 56 ... 60 HRCe”.

При читанні креслення такі записи потрібно розуміти так: всі поверхні виробу після обробки повинні мати зазначені в запису показники властивостей (в даних прикладах – твердість). Буквою h позначають глибину обробки.

Найменування видів обробки записують тільки в тих випадках, якщо вони є єдиними, що забезпечують необхідні властивості матеріалів.

На кресленнях виробів, у яких піддають обробці окремі ділянки поверхні, проводять довгоштрихово-пунктирні товсті лінії, що виділяють ці ділянки. Від довгоштрихово-пунктирні товсті ліній відводять винесення, що закінчуються полицями для запису показників властивостей матеріалів (рис. 8.22).

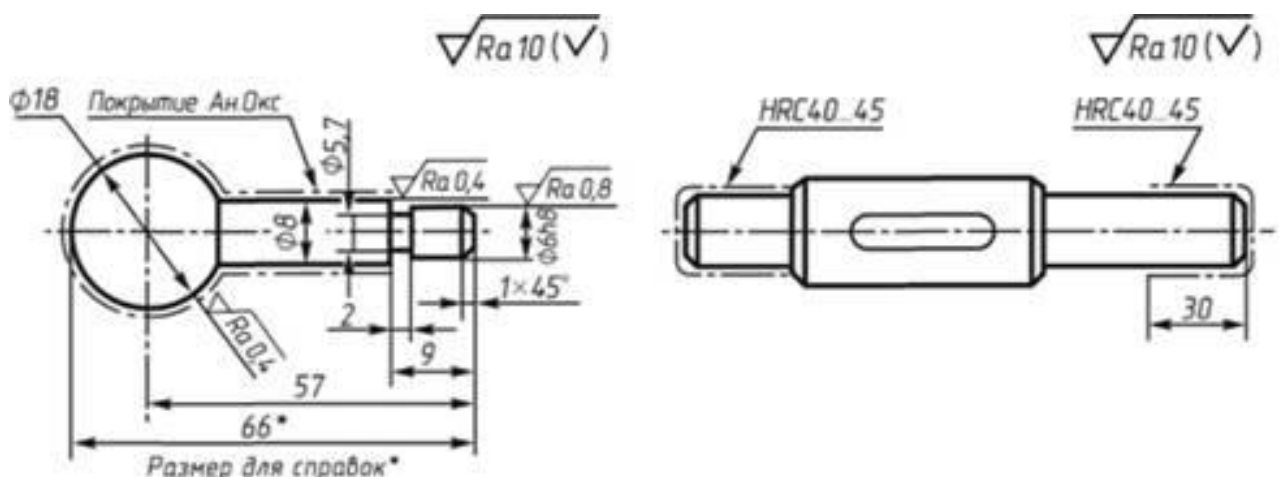


Рис. 8.22

Таким же способом виділяють на кресленнях окремі ділянки виробів, що підлягають покриттям. Довгоштрихово-пунктирну товсту лінію

проводять на відстані 0,8-1 мм від ліній контуру зображення, довжина штриха 3-8 мм, відстань між штрихами 3-4 мм.

Позначення лакофарбових покриттів (ДСТУ (ГОСТ 9.032-74) „Єдина система корозії і старіння. Покриття лакофарбові. Групи, технічні вимоги і позначення”).

Позначення цього виду покриття записують у наступному порядку:

а) покривний лакофарбовий матеріал, колір, позначення стандарту або технічних умов на даний матеріал;

б) клас покриття;

в) умови експлуатації покриття:

• при впливі кліматичних факторів – група умов експлуатації (ГОСТ 9.104-79),

• при впливі особливих середовищ.

Клас покриття характеризує зовнішній вигляд покриття. За цією ознакою покриття підрозділяють на сім класів, які позначають *римськими цифрами*.

За умовами експлуатації покриття поділяють на групи:

а) стійкі до впливу кліматичних факторів:

• легка – Л,

• середня – С (С1, С2, С3),

• жорстка – Ж (Ж1, Ж2, Ж3, Ж4),

• дуже жорстка ОЖ (ОЖ1, ОЖ2, ОЖ3, ОЖ4)

і стійкі в особливих середовищах:

• водостійкі – 4,

• спеціальні – 5,

• маслобензостійкі – 6,

• хімічно стійкі – 7,

• термостійкі – 8,

• електроізоляційні – 9.

Позначення покривного матеріалу, класу покриття та умов експлуатації відокремлюють крапками.

Якщо перед лакофарбовим покриттям наносять металеве або неметалеве покриття, то в запису їх позначення поділяють косою рисою.

Термообробка виробів.

Термообробка (гартування, нормалізація тощо) використовується для поліпшення механічних властивостей матеріалу деталі, твердості поверхні, стійкості проти спрацювання тощо.

Характеристика твердості позначається так:

• *HRA, HRB, HRC* (за ДСТУ (ГОСТ 9013-59) „Метали. Метод вимірювання твердості за Роквеллом”),

• *HRV* (ГОСТ 2999-75), *HB* (за ДСТУ (ГОСТ 9012-59) „Метали метод вимірювання твердості по Брінеллю”).

При поверхневій термообробці літерою *h* позначають її глибину у міліметрах.

Щоб вказати на кресленнику інформацію про покриття або термообробку згідно ДСТУ (ГОСТ) 2.310-68 „ЄСКД. Нанесення на кресленнях позначень покриттів, термічної та інших видів обробки ” використовують один з таких способів:

1) якщо всі поверхні деталей піддають термообробці, всі необхідні відомості наводять у технічних вимогах;

2) якщо термообробці піддають лише окремі поверхні деталі, то вони позначаються великими літерами українського алфавіту на поличках ліній-виносок, а у технічних вимогах виконується запис. Наприклад: „*Покриття поверхні А*” (рис. 8.23).

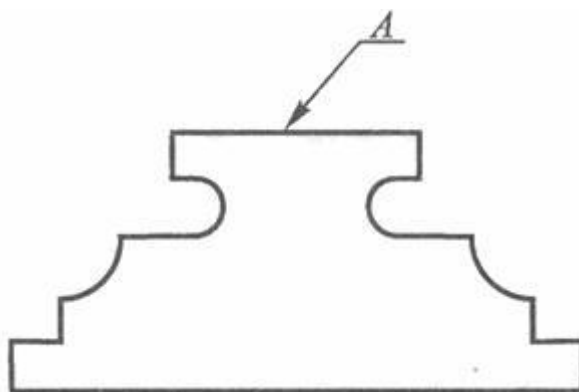


Рис. 8.23

3) поверхні, які піддаються покриттю або термообробці, обводять довгоштрихово-пунктирні товстою лінією на відстані $0,8...1$ мм від контуру (рис. 8.24).

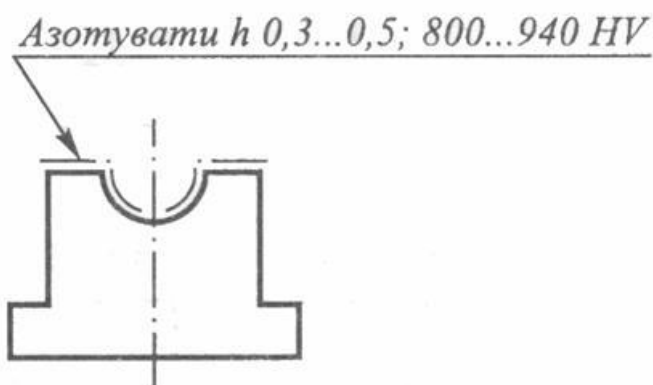


Рис. 8.24

8.7. Написи та технічні вимоги на робочих креслениках

Крім зображень, розмірів та інших відомостей, про які вже йшла мова раніше, робочий кресленик, у відповідності з ДСТУ (ГОСТ 2.316-2008) „ЄСКД. Правила нанесення написів, технічних вимог та таблиць на графічних документах. загальні положення ”, може містити:

- а) текстову частину, що включає технічні вимоги і технічну характеристику деталі;
- б) таблиці з різними параметрами;
- в) написи з позначенням зображень й інших елементів креслення.

Технічні вимоги розміщують над основним написом у вигляді колонки шириною не більше 185 мм (тобто не ширшої за основний напис). Вимоги, споріднені за своїм характером, групують у такій послідовності:

- 1) до матеріалу деталі, термообробки і до властивостей матеріалу готової деталі зі зазначенням матеріалів-замінників;
- 2) до розмірів, граничних відхилень розмірів, форми і розташування поверхонь, маси тощо;
- 3) до якості поверхонь і вимог до їх остаточної обробки, покриття тощо;
- 4) до умов і методів випробувань;
- 5) до вказівок про маркування і таврування;
- 6) до правил транспортування і зберігання;
- 7) до особливих умов експлуатації;
- 8) до посилання на інші документи, що містять технічні вимоги, які поширюються наданий виріб, але не вказані на кресленні.

Заголовок „Технічні вимоги” не пишуть. Пункти технічних вимог повинні мати наскрізну нумерацію. Кожний пункт вимог записують з нового рядка. Коли технічні вимоги включають лише один пункт, то його не нумерують.

Текстову частину, написи і таблиці включають до складу креслення тоді, коли наявні в них дані, вказівки та пояснення неможливо або недоцільно відобразити графічно чи умовними позначеннями.

Зміст тексту і написів на кресленні повинен бути якнайкоротшими і точними. У написах не допускаються скорочення слів, за винятком загальноприйнятих або встановлених стандартами.

Текст на полі креслення, таблиці, написи, пов'язані безпосередньо зі зображеннями, як правило, розміщують паралельно до основного напису креслення.

Біля зображень на полчках ліній-виносок наносять тільки короткі написи, які мають безпосереднє відношення до зображень предмета, наприклад, вказівки про кількість конструктивних елементів (фасок, отворів, канавок тощо), якщо їх не внесено в таблицю.

Лінію-виноску, що перетинає контур зображення і не відходить від будь-яких ліній, йде від поверхні, закінчують точкою (рис. 8.25, а). Лінію-виноску, яку відводять від ліній видимого контуру, а також від ліній, що позначають поверхні, закінчують стрілкою (рис. 8.25, б).

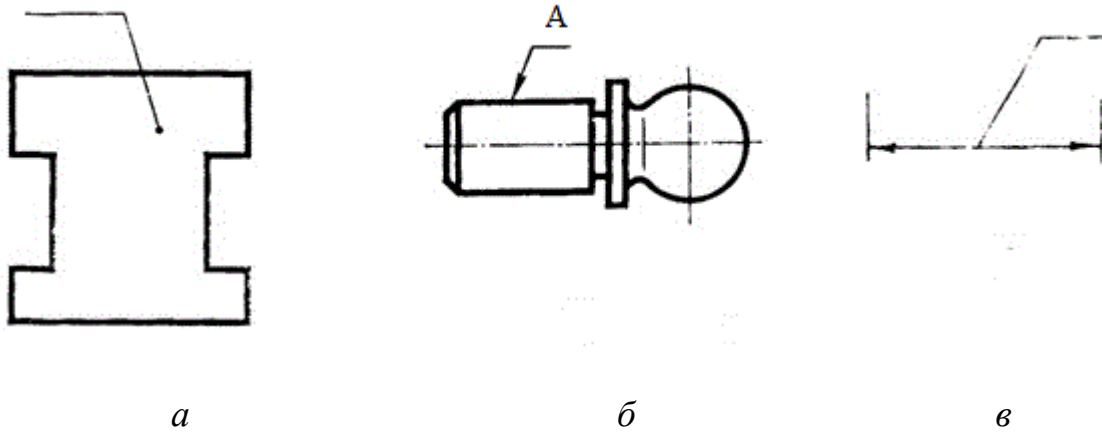


Рис. 8.25

На кінці лінії-виноски, відведеної від усіх інших ліній (наприклад, від розмірної лінії), не повинно бути ні стрілки, ні точки (рис. 8.25, в).

Лінії-виноски не повинні перетинатися між собою, бути паралельними до ліній штриховки (коли лінія-виноска проходить по заштрихованому контуру) і

не перетинати, по можливості, розмірні лінії та елементи зображень, до яких не має стосунку розміщений на полиці напис.

Написи, що відносяться безпосередньо до зображення, не повинні включати більше двох рядків, розміщених над поличкою лінії-виноски і під нею (рис. 8.26).



Рис. 8.26

8.8. Приклади виконання робочих креслеників деяких деталей

Плоскі деталі.

Плоскі деталі обмежені здебільшого площинами та виготовляються із листового матеріалу. Спочатку форму деталі накреслюють на листі металу. У відповідності з



Нанесення розмірів на плоску деталь [75]



Приклад нанесення розмірів на об'єкт [99]

технологією виготовлення головний вид деталі відповідає її розмітці. Зображення повинно бути одне, але при умові використання знаку S

(товщина деталі). На рис. 8.27 показано нанесення розмірів на кресленику плоскої деталі. В якості основних баз приймають вісі деталі, від яких (А) та відносно (Б) проставлені всі розміри. Габаритний розмір довжини деталі повинен бути проставлений як довідковий.

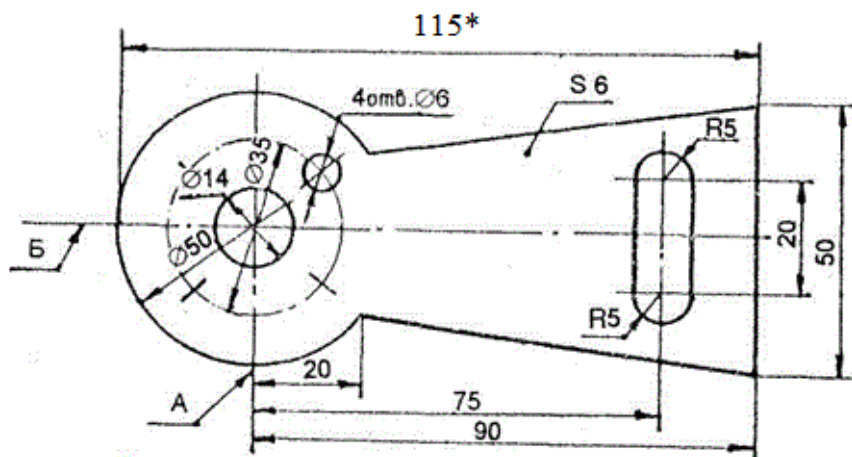


Рис. 8.27

Деталі, які виготовлені згинанням.

При виготовленні деталей цієї групи спочатку виконують її розмітку на плоскому листі металу по розмірам, проставленим на розгортці.

Отримані заготовки – розгортки, згинають на спеціальних пристроях. Бажано давати на кресленику зображення розгортки в проєкційному зв'язку з зігнутим видом (рис. 8.28).

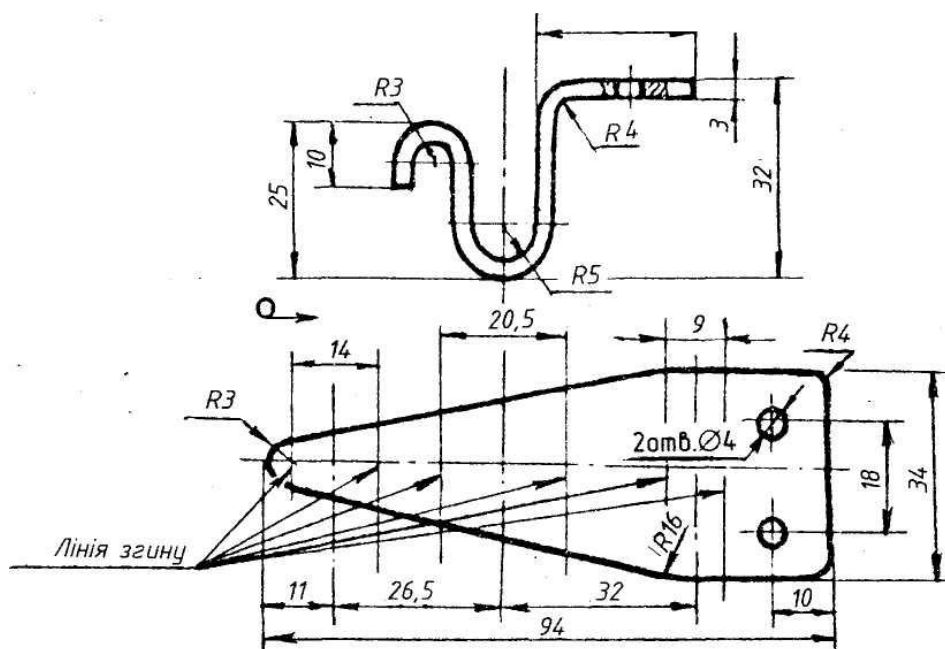


Рис. 8.28

Деталі, виготовлені штампуванням.

При виготовленні таких деталей на спеціальних штампах відштамповують заглиблення необхідної форми в стрічкових заготовках, попередньо пробивши необхідні отвори. Після цього проводиться вирубка деталей по контуру. За кожен хід механічного преса отримують одну деталь. Розгортки для таких деталей не потрібні, (рис. 8.29).

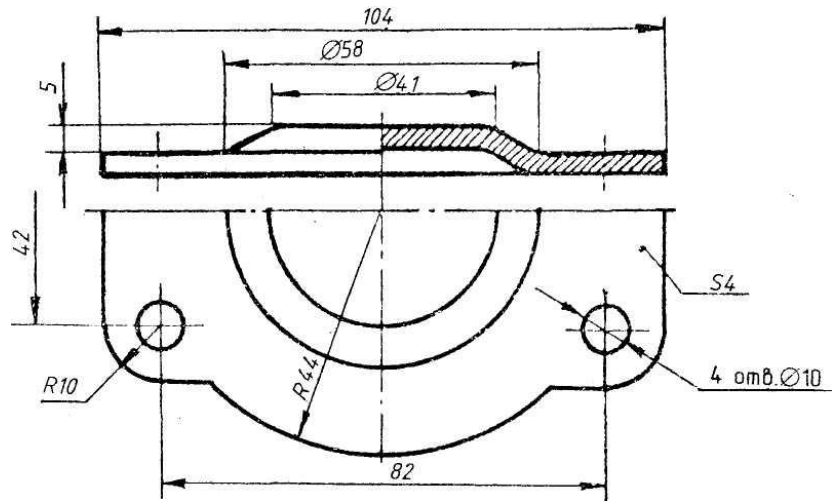


Рис. 8.29

Деталі типу „вал”.

Деталі типу валу, втулки, кільця й ін. звичайно виконують в одному виді. Якщо дані деталі несуть у собі елементи, сховані на головному виді, ці елементи виявляються на кресленні за допомогою перетинів, розрізів, місцевих видів і зображень окремих винесених елементів.

Деталі, що несуть на собі елементи шестигранника з фаскою чи без неї, як правило, виконують у двох видах, причому на головному виді повинні проектуватися три грані (рис. 8.30).

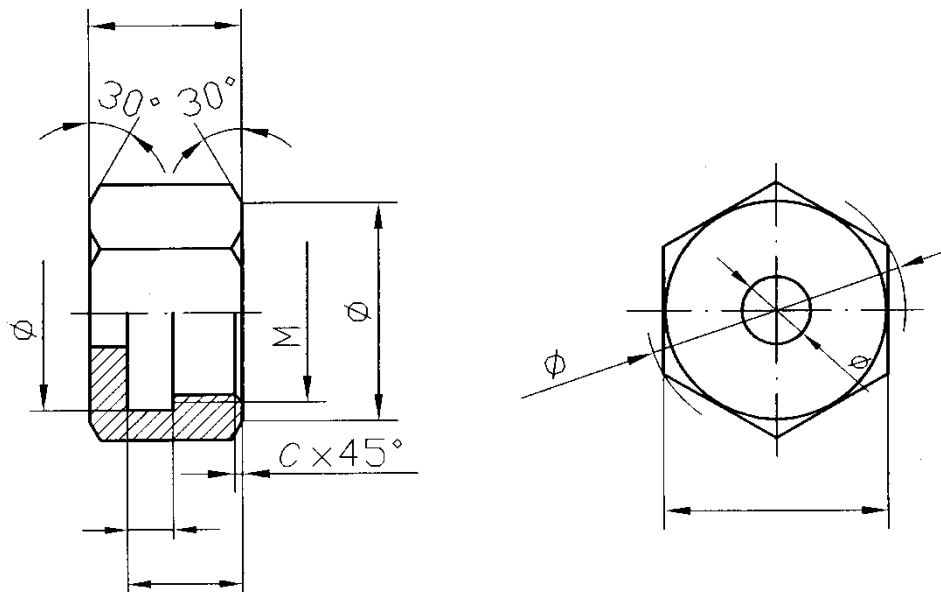


Рис. 8.30

Виготовляються такі деталі, як правило, на токарних верстатах. Обробка деталі ведеться справа наліво. Напряму обробки повинна відповідати орієнтація зображення деталі, яка показана на кресленнику – менший діаметр орієнтований в правий бік (рис. 8.31). На рисунку наведені такі позначення: φ – кут різання, l – довжина заготовки, d – діаметр заготовки.

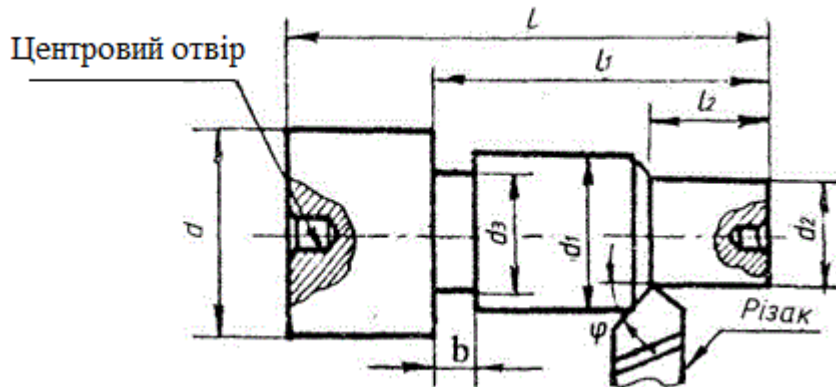


Рис. 8.31

Приклад виконання кресленника валу з позначенням необхідних розрізів (шпоночних канавок), нанесенням необхідних розмірів, нанесення знаків шорсткості представлений на рис. 8.32 [114]. (Основний напис умовно не показаний).

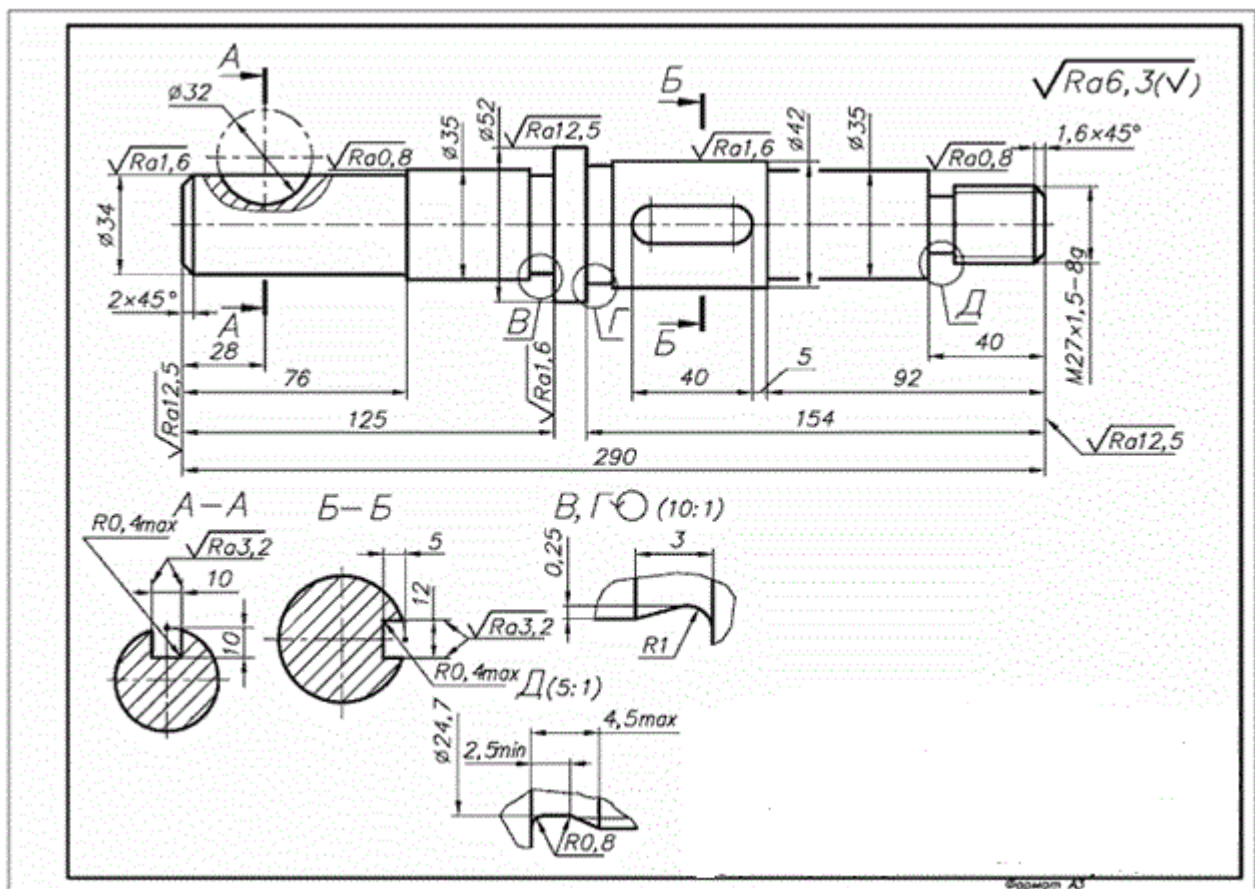


Рис. 8.32

Кресленик шестерні.

При виконанні кресленика шестерні слід керуватися ДСТУ (ГОСТ) 2.403-75 „Правила виконання креслеників циліндричних зубчастих коліс” та ДСТУ (ГОСТ) 2.405 75 „Правила виконання креслеників конічних зубчастих коліс”.

Зубчаті колеса зображуються в розрізі. Як правило, досить буває одного виду з нанесеним розрізом. На місці виду збоку (зліва) може бути показано тільки контури отвору для вала зі шпонковим пазом або шліцами. Розміри шпонкового пазу беруть по ДСТУ (ГОСТ) 24068-80 „Основні норми взаємозамінності. З’єднання шпонкові з клиновими шпонками. Розміри шпонок та перерізів пазів. Допуски та посадки”.

На зображенні шестерні повинен бути вказаний діаметр вершин зубів, ширина зубчастого вінця, радіуси закруглень або розміри фасок для крайок зубів, шорсткість бічних поверхонь зубів. Якщо в шестірні присутні додаткові конструктивні елементи (пази, отвори, поглиблення тощо), які неможливо показати на одному виді, треба накреслити додатковий вид.

На кресленнику має бути розташована таблиця параметрів зубчастого вінця шестерні. Вона розташована в правому верхньому куті.

Таблиця повинна складатися з трьох частин, які відокремлюються один від одного суцільною основною лінією. У першій частині вказують основні дані: модуль, число зубів, нормальний вихідний контур, коефіцієнт зміщення, ступінь точності і вид сполучення. При потребі дають зображення вихідного контуру зуба з необхідними розмірами, якщо зазначених в таблиці параметрів недостатньо для його визначення. У другу частину таблиці вносять дані для контролю взаємного положення різнойменних профілів зубів. У третій частині таблиці вказують ділительний діаметр шестірні та інші довідкові розміри.

Записують технічні вимоги, необхідні для виготовлення шестерні. В основному написі кресленика у відповідній графі вказують матеріал, з якого шестерня буде виготовлятися.

Приклад виконання кресленика циліндричної шестерні на рис. 8.33. (Основний напис умовно не показаний).

Приклад виконання кресленика конічної шестерні на рис. 8.34.

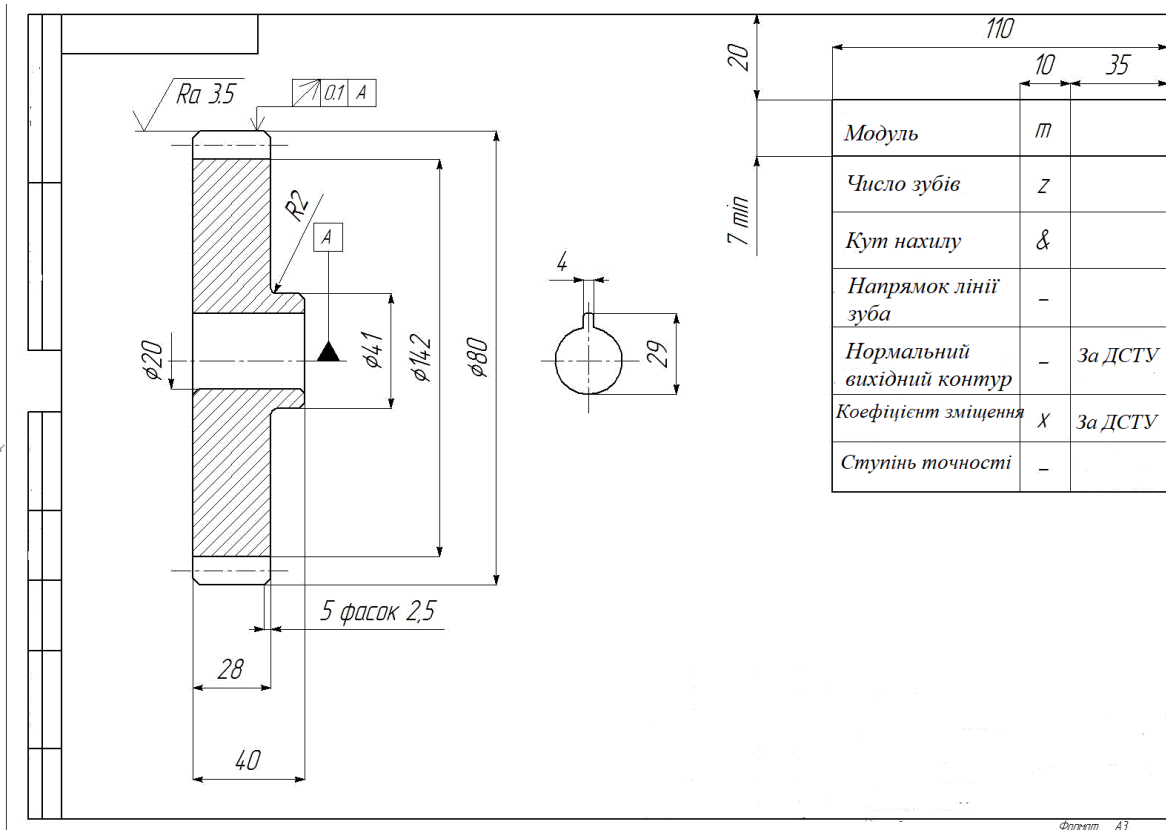


Рис. 8.33

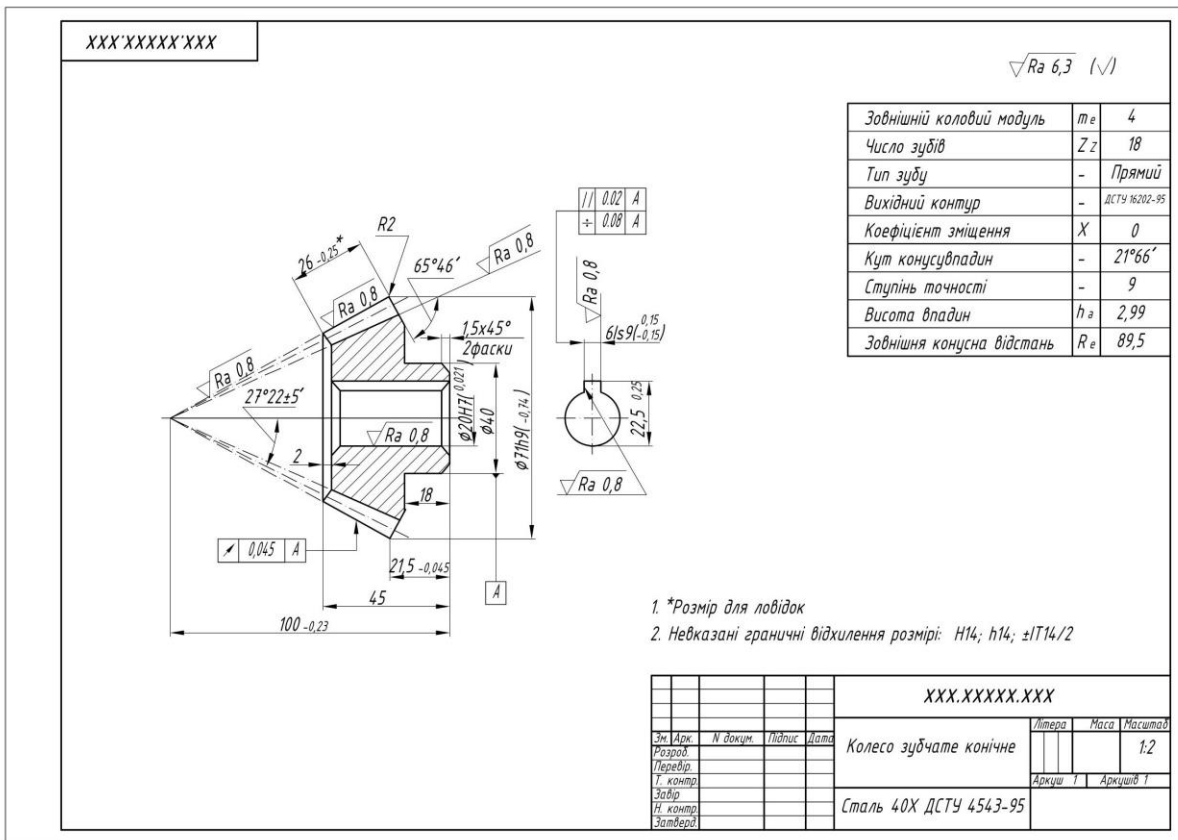


Рис. 8.34

Гвинтові пружини.

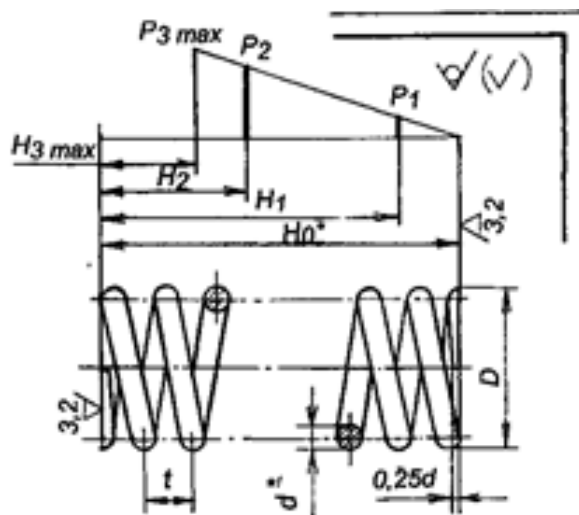
На креслениках гвинтових пружин проекції гвинтових ліній замінюють прямими, а зображення розташовують так, щоб вісь пружини була горизонтальною (на рис. 8.35 [116] основний напис умовно не показаний).

При цьому витки показують повністю або частково розрізаними площиною, яка проходить через вісь пружини.

У пружин, які мають більше чотирьох витків з кожного кінця, показують тільки по 1-2 витка (не рахуючи опорних), а замість решти витків показують осьові лінії, які проходять через центри розрізу витків по всій довжині пружини.

Кресленики повинні мати також діаграму механічного навантаження, де вказується залежність довжини (висоти) пружини від навантаження: попереднє навантаження; найменше робоче навантаження; найбільше випробувальне навантаження).

Якщо витки пружини мають товщину 2 мм та менше, то їх зображують схематично.



1. Модуль пружності $G = \dots$ МПа.
2. Твердість HRC...
3. Напруження дотичне кручення
 $\tau_{\max} = \dots$ МПа.
4. Довжина розгорнутої пружини $L = \dots$ мм.
5. Кількість витків робоча $n = \dots$
6. Кількість витків повна $n_1 = \dots$
7. Напрямок навівання – лівий (правий).
8. * Розмір для довідки

Рис. 8.35

Пластмасові та армовані деталі.

Пластмасові деталі відрізняються одна від однієї тільки матеріалом та технологією виготовлення, що в основному не відбивається на виконанні креслеників.

Так, на рис. 8.36 показана деталь, яку можна виготовити із пластикового прутка звичним точінням на токарному верстаті.

Армовані деталі та оформлення їх креслеників значно відрізняється від оформлення креслеників в звичних випадках.

Кресленики деталей нагадують оформлення складальних креслеників. Щоб правильно оформити кресленики, необхідно мати відомості про технологічний процес їх виготовлення, який спрощено можна уявити наступним чином: в прес-форму установлюється необхідна арматура (виготовляється окремо, як правило із металу), а потім подається заповнювач. При певній температурі, тиску та часі утворюється монолітне з'єднання – армована деталь.

До кресленника армованої деталі, так як і до будь-якого складального кресленника, складають специфікацію. Але, на відміну від складального кресленника, на ньому відображують форму та проставляють розміри для всіх елементів виробу в закінченому вигляді (крім виступаючих частин арматури). Приклад виконання кресленника армованої деталі представлено на рис. 8.33.

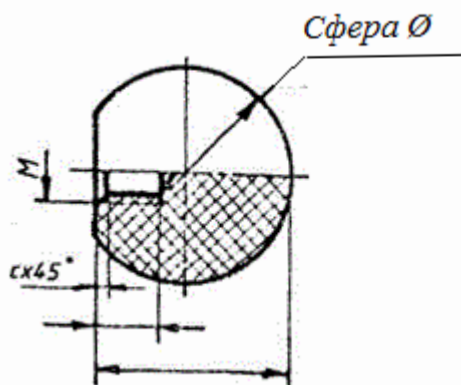


Рис. 8.36

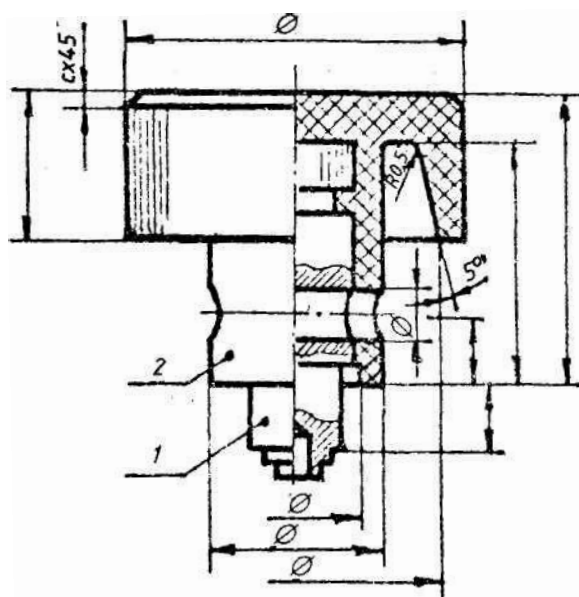


Рис. 8.37

На рис. 8.37 зображена деталь 1 на яку треба виконувати окремий кресленик.

8.9. Особливості, послідовність та правила виконання ескізів деталей

Ескіз – документ одноразового використання у виробництві, який має зображення виробу та інші дані для його виготовлення [101,102].

Ескізи використовують при проектуванні, а також в умовах тимчасового або одиночного виробництва та при ремонті обладнання, коли замість деталі, яка вийшла з ладу, треба виготовити нову. Тоді ескіз виконують з натури – по існуючому зразку. У ряді випадків по ескізах складають робочі креслення. Часто ескізи використовуються для виготовлення по них деталей.

Вони відрізняються від робочих креслень лише тим, що їх виконують від руки, без застосування креслярських інструментів, з дотриманням лише пропорційності розмірів деталі, а не їх величини. Решта вимог щодо ескізів повністю збігаються за аналогічними вимогами щодо робочих креслень: вибір видів та інших зображень, постановка розмірів, оформлення тощо.

Ескіз деталі повинен мати мінімальну, але достатню кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, виносних елементів), розміри, данні про шорсткість та термічну обробку поверхонь, а також інші відомості потрібні для виготовлення деталі.

До ескізу ставляться ті ж вимоги, що і до робочого креслення. Різниця лише в тому, що ескіз виконується без використання креслярських інструментів, від руки, без дотримання масштабу, а лише пропорційності розмірів.

Послідовність виконання ескізу деталі з натури можна розбити на дві стадії: *підготовчу й основну*.

Підготовча стадія.

1. Ознайомлення з деталлю, її найменуванням, призначенням, будовою, конструктивними та технологічними можливостями, матеріалом, з якого деталь виготовлена.

Уважно оглянути деталь, ознайомитися з її конструкцією, визначити наявні окремі елементи: припливи, фланці, отвори, виступи, канавки, проточки, різьблення і т.д., думкою розчленувати деталь на окремі прості геометричні форми і визначити, як ці форми зібрані в єдине ціле.

2. Дати назву деталі та визначити її призначення, а також матеріал з якого вона виготовлена. Вид матеріалу визначають наближено, згідно з функціональним призначенням деталі. Марку для запису в основному написі вибирають з відповідного стандарту.

3. Визначити головне зображення деталі (вид, розріз або їх поєднання), види інших зображень та їх кількість.

Головне зображення, як і в робочому кресленні, має давати якомога повну інформацію про зображувану деталь та її розміри. Вибираючи його треба враховувати робоче положення деталі в механізмі, технологію її

виготовлення, наявність та розміщення технологічних, конструктивних і вимірювальних баз. Від цього залежить кількість видів та інших зображень.

Як правило, деталь зображується не менше як в двох видах. Винятком можуть бути деталі, повні відомості про форму яких можуть бути одержані при допомозі спеціальних символів та написів (діаметрів, квадратів, товщини пластин та тощо). Для їхнього зображення достатньо одного виду (прості втулки, вали, гвинти, пластини та ін.). Для деталей, виготовлених згинанням, штампуванням, витяжкою, коли їх зображення не дає повного уявлення про форму та розміри, на ескізах додатково розміщують повну або часткову розгортку деталі з нанесенням необхідних розмірів та ліній згину (тонка суцільна лінія з написом на полиці – „Лінія згину”).

Головним видом деталі називається основний вид предмета на фронтальній площині проєкцій, який дає найповнішу уяву про його форму і розміри, відносно якого розташовують інші основні види. При виборі головного виду враховується положення деталі в процесі її обробки, розмітки або при роботі в механізмі. Так вали, осі, втулки та інші деталі, які є поверхнями обертання і оброблюються в основному на токарних верстатах, повинні мати зображення, вісь обертання яких має горизонтальне розташування.

Зображення деталей, які виготовлені литвом, розміщують на креслениках так, щоб їх головний вид відповідав розташуванню в процесі складання виробу. При цьому головна оброблена площина деталі звично займає горизонтальне положення (корпуса машин, кришки та ін.). Зображення деталей, які виготовлені штампуванням, розташовують на креслениках відповідно до їх положення при штампуванні.

Для симетричних деталей доцільно використовувати на місці головного виду поєднання половини виду з половиною розрізу. Межею між видом і розрізом повинна бути вісь симетрії.

При вертикальній вісі симетрії розріз розташовують тільки справа від неї, а при горизонтальній - тільки знизу під нею.

При визначенні головного виду ескізу деталі, а також враховувати її робоче положення та технологію виготовлення. Наприклад, *деталі обертання зображують так, щоб вісь симетрії деталі була горизонтальна.*

4. Установити величину зображення, підготувати папір, олівці і гумку.

5. Ескізи рекомендується виконувати на міліметровій чи папері в клітку, щоб легше було дотримуватися проєктивного зв'язку та пропорційність розмірів елементів деталі. Виконують зображення і написи олівцями *MT (НВ), М (Б), 2М (2Б)*, що дозволяють створити контрастність ліній і витримати їхню товщину. З початку усі лінії виконують тонкими за

допомогою олівця *ТМ (НВ)*. Наводити виконані зображення та виконувати написи слід олівцями *М (Б)* та *2М (2Б)*.

При виконанні ескізів необхідно витримувати проекційний зв'язок, паралельність ліній, симетричність зображень і т.д.

II. Основна стадія. Виконується в наступній послідовності:

1. Вибирають формат аркуша для виконання ескізу залежно від складності деталі, кількості та вигляду зображень, а також в якому масштабі виконується зображення. На обраний формат від руки нанести рамку і виділити в правому нижньому куті місце для основного напису.

2. Визначити «на око» співвідношення габаритних розмірів деталі і в тонких лініях намітити прямокутники для всіх планованих видів, розрізів, перетинів і виносних елементів., осі симетрії, осьові та центрові лінії для отворів і елементів поверхонь обертання. При цьому поверхню деталі розбивають на складові геометричні елементи, враховуючи взаємне їх розміщення. При цьому необхідно залишати між зображеннями вільну площу, достатню для нанесення розмірів, а також для необхідних написів і технічних вимог.

3. Нанести тонкими лініями зовнішні контури кожного зображення, визначаючи співвідношення між частинами й елементами деталі на око. Далі зобразити конструктивні елементи деталі (фаски, проточки, ухили, канавки і т.д.). Попередньо пророблений геометричний аналіз деталі дозволяє точніше виконувати побудову зображень на ескізі.

Тонкими лініями намітити контури розрізів, перетинів, виносних елементів і т.д. При цьому враховують, що осі отворів для кріпильних деталей повинні бути перпендикулярні до опорних площин гайок і голівок болтів, центри отворів найчастіше розташовують симетрично осі деталі.

5. Перевірити виконані зображення, забрати зайві лінії, обвести видимий контур зображень суцільною основною лінією і заштрихувати розрізи, і перетини.

6. Нанести виносні і розмірні лінії. Розміри на кресленнях можна розбити на три основні групи:

- а) розміри, що визначали деталь у цілому – габаритні;
- б) розміри, що визначають взаємні положення елементів деталі – відносні;
- в) розміри окремих елементів деталі,

Розміри зовнішніх елементів розташовують з боку виду, а внутрішніх – з боку розрізу. Розміри необхідно наносити з урахуванням конструктивних чи технологічних баз.

Нагадаємо деякі правила нанесення розмірів:

- кількість розмірів на кресленнику повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення виробу;
- розмір, який відноситься до одного і того ж елемента, вказується тільки один раз;

- розміри, які відносяться до одного елемента, групують на тому зображенні, на якому він найбільш зрозумілий, і не розподіляють рівномірно по всім зображенням;

- розміри, по можливості, треба розташовувати поза контуром зображення деталі;

- розмірні та виносні лінії на кресленику не повинні перетинатися, тому нанесення розмірів ведеться від менших до більших;

- не рекомендовано наносити розміри до невидимого контуру деталі, який показано штриховими лініями;

- не допускається використання ліній контуру, осьових, центрових, а також виносних, як розмірних ліній;

- розмірні числа не повинні перетинатися або розділятися ніякими лініями кресленика (осьовими, центровими тощо);

- не допускається розривати лінію контуру для нанесення розмірного числа;

- не допускається розташовувати розмірне число в місцях перетину розмірних, осьових, центрових ліній. в необхідних випадках їх потрібно розривати;

- при поєднанні половини виду з половиною розрізу, розміри зовнішнього контуру треба розташовувати з боку вигляду, а внутрішні - з боку розрізу;

- для відносно малих частин зображуваних деталей треба виконувати виносні елементи в збільшеному зображенні для зручності нанесення розмірів;

- не рекомендовано наносити розміри на колах, які є проєкціями циліндричних частин деталі (отворів), за винятком тих випадків, коли на кресленику є тільки зображення з проєкціями отворів у вигляді кіл;

- для повного кола на креслениках треба наносити тільки діаметр „ \varnothing ”, а для частини дуги кола тільки радіус „ R ”;

- розміри радіусів дуг завжди наносять на тому зображенні, на якому видно контурні обриси дуг;

- розміри фасок та проточок проставляються до бортиків або торців деталі;

- **до лінії невидимого контуру розміри ніколи не проставляються.**

7. Інструментами обмірять деталь і нанести розмірні числа, їх граничні відхилення.

Порядок визначення розмірів різьбового виробу;

а) штангенциркулем вимірити зовнішній і внутрішній діаметри різьблення;

б) різеміром визначити крок різьблення. При цьому за величину кроку прийняти ту, при якій просвіт між шаблоном і різьбленням відсутній;

в) обмірювані величини зовнішнього діаметра і кроку різьблення порівняти зі стандартними по таблицях державних стандартів.

При складанні ескізів варто мати на увазі, що розміри поверхонь деталей, що сполучаються у вузлі повинні бути погоджені.

8. Визначити шорсткість поверхонь деталі і позначити її на ескізі. При визначенні шорсткості враховують технологію виготовлення деталі або конструктивні (функціональні) особливості її поверхонь.

9. Виконують штриховку в розрізах.

10. Наносять знаки відхилення форм та розміщення.

11. На ескіз нанести технічні вимоги над основним написом колонкою не ширше ніж 185 мм, необхідні написи.

12. Заповнюють графи основного напису:

а) записують марку матеріалу;

б) в графі „*Масштаб*” ставлять прочерк;

в) записують найменування деталі. Це як правило одне слово, яке записано в називному відмінку однини. А якщо декілька слів, то перше слово *іменник*.

Порядок виконання ескізу простої деталі типа „втулка” показаний на рис. 8.38, а більш складної типа „корпус” на рис. 8.39, а приклад виконання на рис. 8.40.



Виконання ескізу деталі. Частина 1.

[103]



Виконання ескізу деталі. Частина 2.

[104]

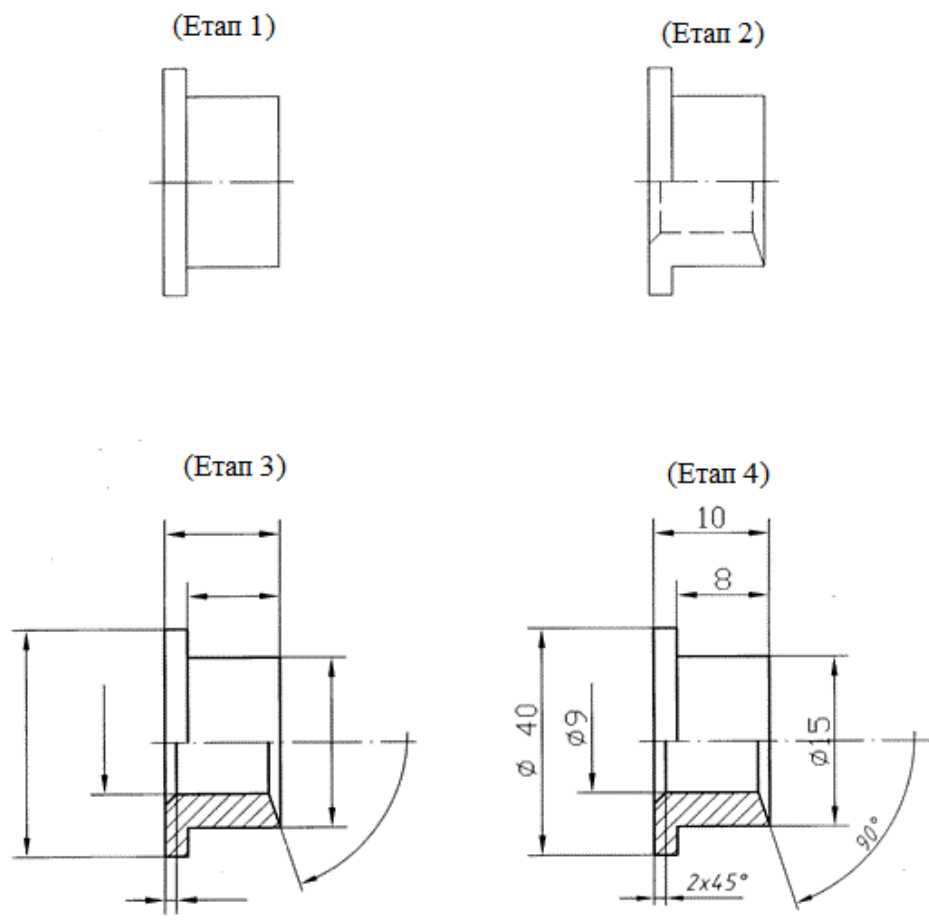


Рис. 8.38

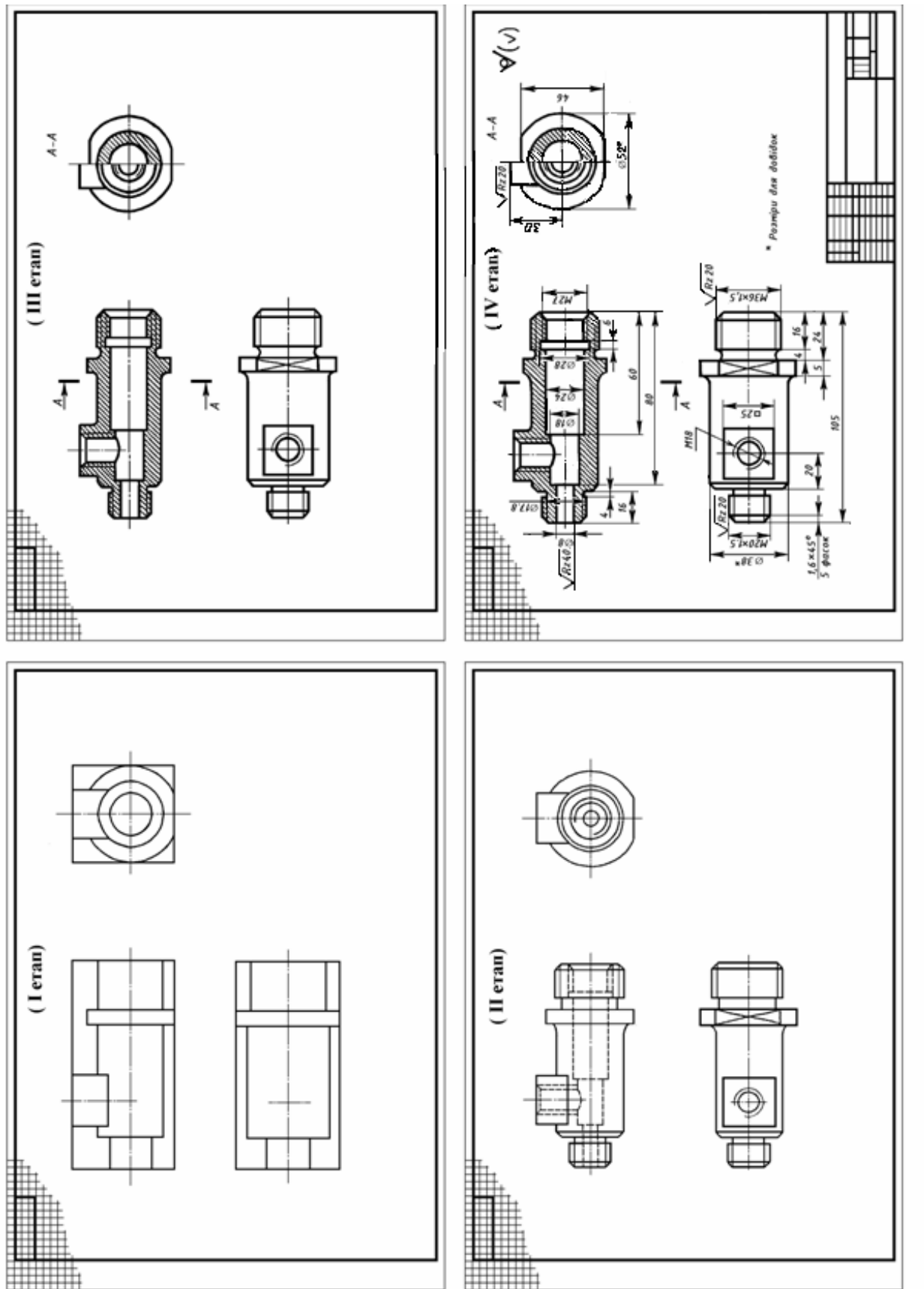


Рис. 8.39

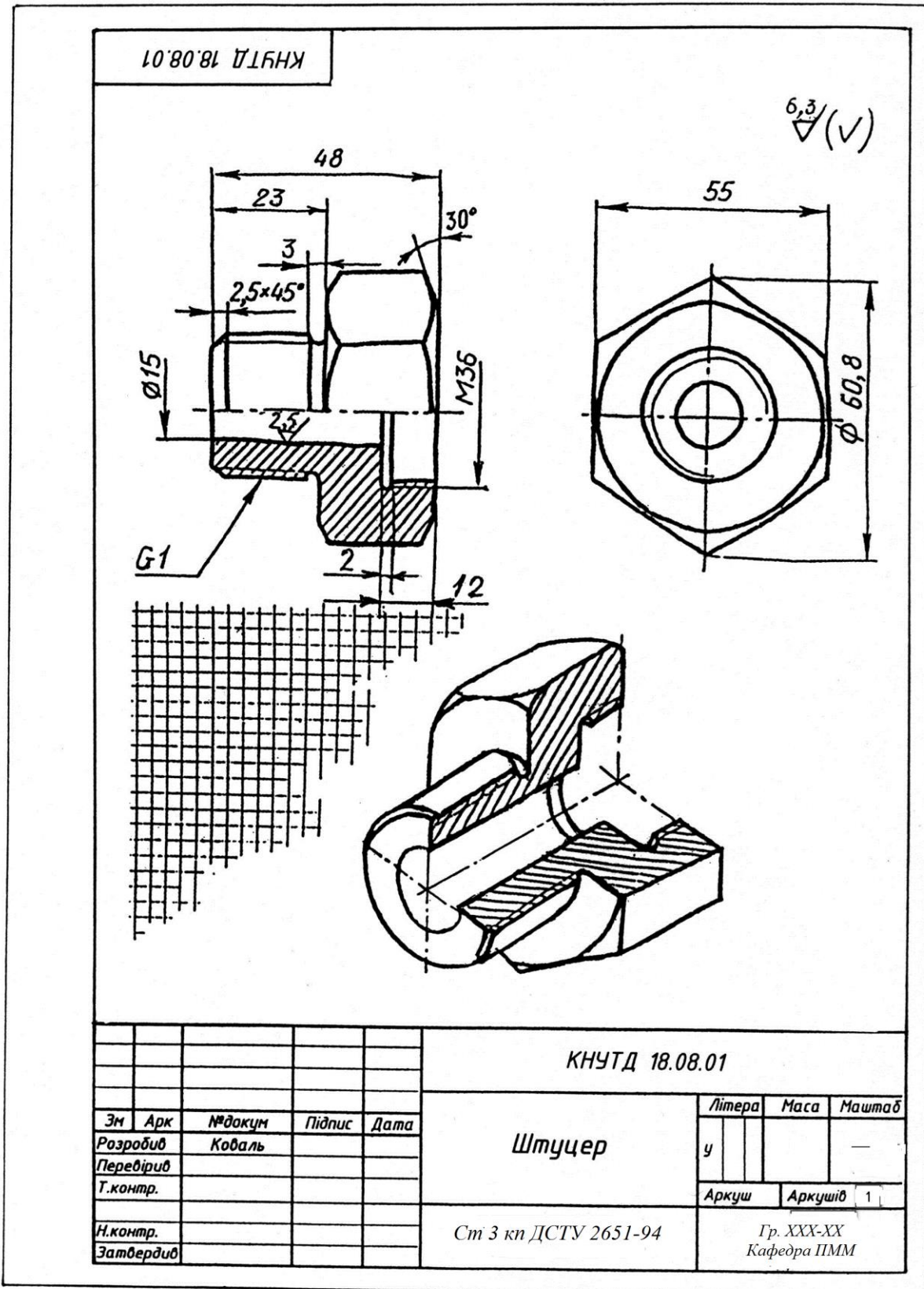


Рис. 8.40

Запитання та завдання для самоконтролю

1. З чого складається робоче креслення деталі?
2. Які вимоги ставлять до зображень деталі на робочому кресленнику?
3. В чому полягає загальне правило позначення матеріалів на креслениках? Навести деякі з них.
4. Чим відрізняється ескіз від робочого кресленика?
5. Контрольні запитання
6. Для чого призначена текстова частина креслення?
7. Що належить до текстової частини креслення?
8. Про що можна дізнатися з технічних вимог на кресленні деталі?
9. Якому розміщенню написів віддають перевагу на кресленнях?
10. Як проводять лінії-виноски на кресленнях?
11. Яке креслення називається робочим?
12. Кількість зображень на робочому кресленні?
13. Коли виконуються розрізи і перетини на робочих кресленнях?
14. Які розміри і в якій кількості проставляються на робочому кресленні?
15. Як треба вчиняти з умовностями та спрощеннями, які допускаються на складальному кресленні при виконанні по ньому робочого креслення деталей?
16. Яку роль виконують деталі в виробі та яке призначення окремих елементів деталі.
17. Що собою уявляє ескіз, вимоги до його виконання?
18. Для чого призначена дана складальна одиниця, як вона виконує свою у функцію, яку роль і які функції виконують окремі елементи деталей та і самі деталі?
19. На які деталі в складальному кресленні виконують креслення або ескізи?
20. Коли на нестандартну деталь креслення чи ескіз можуть не виконуватися?

Література:

[3] – с. 147-177, [4] – с. 260-281, [8] – с. 149-173.

РОЗДІЛ 9. ВИКОНАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

9.1. Зміст складальних креслеників

Кресленики загального виду (далі – „кресленики ЗВ”) належать до конструкторської документації, що виконується на початковій стадії проектування виробу. Його роблять в якості технічної пропозиції або при розробці технічного проекту [105-107].

Кресленики ЗВ призначаються (після розробки конструктором і внесення змін у результаті узгодження зі службами підприємства-виробника) для деталювання та складання робочої документації (складальних креслеників, робочих креслеників деталей, що входять до складу виробу та його складових частин, технологічної документації тощо).

Кресленик ЗВ – це документ, який визначає конструкцію виробу, складальної одиниці або деталі, пояснює принцип його роботи, а також взаємодію основних складових частин і принципу, що пояснює, роботу виробу. Зазвичай креслення загального вигляду виконують по-можливості спрощено, але давати повну інформацію відносно кожної деталі та складальної одиниці в цілому що до форми, розмірів, взаємодії деталей характеру їх з’єднання тощо. Складові частини виробу можуть бути зображені на одному або декількох послідовних аркушах.

Відповідно до вимог ЄСКД та вимогам до конструкторських документів, кресленик ЗВ повинен мати види, розрізи і перетину, бути виконаний в певному масштабі, містити основні розміри виробу і позначення. На полиці лінії-винесення вказується номер позиції, яка потім буде описана в прикладеній таблиці.

Найменування та позначення мають бути внесені в таблицю переліку та позначення складових частин виробу (рис. 9.1), розміщену на цьому ж аркуші.

The diagram shows a table with five columns: 'Поз.' (Position), 'Позначення' (Designation), 'Найменування' (Name), 'Кіл.' (Quantity), and 'Маса' (Mass). The table is divided into three horizontal sections. The top section has a height of 20 units. The middle section has a height of 60 units. The bottom section has a height of 65 units. The total width of the table is 185 units. The width of the 'Поз.' column is 15 units, the 'Кіл.' column is 10 units, and the 'Маса' column is 15 units. The 'Поз.' column is numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

Рис. 9.1

У таблиці, розміщеної на вільному полі креслення, зазвичай заповнюють графи:

- „Поз.” – де вказують відповідний номер позиції;
- „Позначення” – де записують умовне позначення виробів та деталей що розробляються;
- „Найменування” – назву виробів та деталей що розробляються;
- „Кільк.” – кількість таких елементів;
- „Маса” – масу елементів;
- „Примітки” – дані про матеріал або як слід обробляти поверхню деталі, або іншу потрібну інформацію.

Кресленик *ЗВ* може мати текст у вигляді технічних вимог або характеристик, причому ця частина обов’язково розміщується на першому аркуші. Між таблицею, текстовою частиною і основним написом (штампом) не повинно бути ніяких зображень.

Звертаючись до таблиці переліку та позначення складових частин виробу, можна легко зорієнтуватися у всіх документах:

Складальний кресленик (надалі – „*кресленик СК*”) виконується на стадії розробки робочої документації на основі ескізного або технічного проекту і призначений для складання (виготовлення) та контролю виробу.

Залежно від рівня виробництва, стадії розробки, складності виробу тощо кресленик *СК* може мати різні рівні деталізації подробиць щодо графічної, текстової, числової та іншої інформації про складальну одиницю. Чим ближче рівень виробництва до індивідуального та чим простіше виріб, тим ближче кресленик *СК* до кресленика *ЗВ*. Можлива ситуація, коли кресленик *СК* відповідає вимогам щодо кресленика *ЗВ* і може бути вихідним документом при деталюванні. Проте кресленик *СК* і *ЗВ* відрізняються не тільки за змістом і кількістю зображень, а й за текстовою інформацією. Кресленик *ЗВ* супроводжує таблиця переліку та позначення складових частин виробу, а кресленик *СК* є доповненням до специфікації, яка є основним конструкторським документом для складальної одиниці.

У навчальних цілях кресленик *СК* використовують на основі наявної складальної одиниці, для оригінальних деталей якої виготовляють ескізи, які використовують для кресленик *СК*. При цьому, як правило, використовують кресленик *СК*, що відповідає вимогам кресленик *ЗВ*.

Складальний кресленик – документ, що містить зображення складальної одиниці в достатній кількості виглядів із застосуванням необхідних розрізів, перетинів, місцевих розрізів, виносних елементів і інших даних, необхідних для її складання (виготовлення) і контролю.

Кресленик *СК* відповідно до ДСТУ (ГОСТ) 2.102–2013 „ЕСКД. Види та комплектність конструкторських документів” віднесено до робочої документації і є обов’язковим. Привласнений складальній одиниці шифр *СК* записують в основному написі наприкінці позначення виробу, а в графі після найменування виробу додають „Складальний кресленик”.

Конструкцію складальної одиниці утворюють деталі, з яких вона складається, а також з'єднання цих деталей.

Виконання креслень складальної одиниці ґрунтується на розумінні її призначенні складальної одиниці, її структури та її конструкції, форм зв'язку між деталями, конструкцій деталей тощо.

Згідно з ДСТУ (ГОСТ) 2.109-73 „ЄСКД. Основні вимоги до креслеників” кресленик *СК* повинен містити:

а) зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розміщення та взаємні зв'язки складових частин виробу та надає змогу виконувати, складати і контролювати складальну одиницю;

б) розміри, граничні відхилення й ряд інших параметрів і вимог, які повинні бути виконані й проконтрольовані в складальній одиниці;

в) вказівки про характер спряження і методи його виконання, якщо точність сполучення забезпечується не заданими відхиленнями розмірів, а пригоном, підбором і т.д.;

г) номери позицій складових частин виробу;

д) розміри:

• довідкові. Розміри довідкові виконують, як правило, із „зірочкою” – „*”. Якщо крім довідкових розмірів інших немає, зірочку не ставлять;

• установлювальні, приєднувальні з граничними відхиленнями;

е) інші параметри і вимоги, що мають бути виконані і проконтрольовані за цим складальним кресленням;

ж) основні характеристики виробу (маса, число обертів, потужність і т.д.).

9.2. Вибір кількості зображень

Зображення на кресленнику *СК* виконують і оформлюють згідно зі ДСТУ ISO 128-40:2005 „Кресленики технічні. Основні положення про розрізи та перерізи”; ДСТУ ISO 5456-1:2006 „Кресленики технічні. Частина 1. Загальні положення”; ДСТУ ISO 5456-2:2005 „Кресленики технічні. Частина 2. Ортогональні зображення”.

Головний вид повинен давати найповнішу інформацію про будову, взаємозв'язок складових частин виробу та виконання операції складання. Вибираючи головний вид, бажано, щоб виріб мав таке положення, в якому він перебуває під час складальних операцій або знаходиться в робочому положенні.

Необхідна кількість зображень складальної одиниці повинна бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про будову виробу. Отже, виконуючи кресленик *СК*, доцільно використовувати додаткові та місцеві зображення.

При цьому не обов'язково виявляти форму кожної деталі, тому на кресленнику *СК* може бути менше зображень ніж для окремої складової деталі.

Інші зображення несуть інформацію щодо посадочних місць виробу, вигляду його окремих деталей, види й кількості кріпильних виробів.

Штрихування в розрізах і перерізах однієї і тієї ж деталі на всіх зображеннях повинно мати нахил 45° в один і той же бік і однакову відстань між лініями штрихування. Якщо в розрізі кілька деталей з одного матеріалу стикаються між собою, то штрихування слід різноманітити, змінюючи напрям його нахилу на протилежний, відстань між лініями штрихування. Елементи, товщина яких на кресленні 2 мм і менше, в розрізах і перерізах зафарбовуються незалежно від виду матеріалу.

Складові частини механізмів, що рухаються, на складальному кресленні слід показувати в закритому положенні, наприклад, лещата, вентилі, заслінки, а пробкові крани, як – у відкритому.

Для пояснення принципу роботи або особливостей встановлення виробу на складальному кресленні дозволяється зображати складові частини виробу, що рухаються, в крайньому або проміжному положенні довгоштрихово-двопунктирною тонкою лінією (пункт 05.1 ДСТУ ISO 128-24), а суміжні вироби спрощено, суцільними тонкими лініями разом з відповідними розмірами і пояснювальними написами.

Зварне, паяне, клейове тощо вироби з однорідного матеріалу у складанні іншими виробами у розрізах та перерізах штрихують в одну сторону, зображуючи границю між деталями суцільними основними лініями (рис. 9.2).

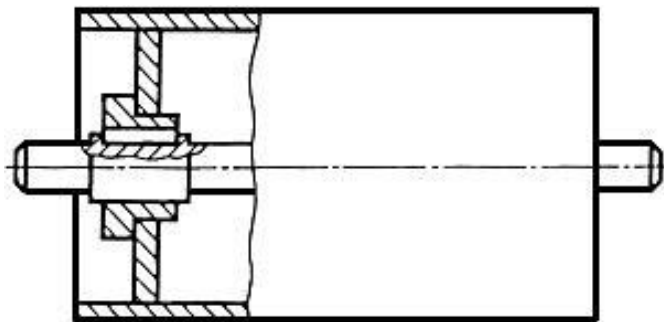


Рис. 9.2

9.3. Умовності та спрощення на складальних кресленнях

Умовності й спрощення на складальних кресленнях дозволяють зменшити обсяг графічних робіт. На складальних кресленнях дозволяється не показувати:

- 1) принципіальне незначні зазори і конструктивні елементи: фаски, закруглення, проточки, заглиблення, виступи, рифлення тощо;
- 2) зазори між стержнем і отвором;
- 3) кришки, кожухи, перегородки та інші подібні елементи, якщо потрібно показати закриті ними складові частини виробу.

При цьому над зображенням роблять відповідний напис, наприклад, „Кришка поз. 3 умовно не показана”.

На складальних кресленнях для спрощення дозволяється:

1. Якщо зображення симетричне, то допускається креслити його половину.

2. Болти, гвинти, штифти, заклепки, спиці, тонкі стінки типу ребер жорсткості показують не розсіченими і не штрихують якщо розріз повздовжній.

3. Дрібні конструктивні елементи зображають збільшеними.

4. Частини вузлів і деталей, що надмірно виступають на кресленнях, зображають з розривами.

5. Однакові за формою частини зображують повністю один раз, а решту спрощено або умовно, або взагалі не показують.

6. На розрізах показувати не розімкнутими складальні одиниці, на які оформлені самостійні складальні креслення.

7. Типові, закуплені та інші вироби, які широко використовуються (наприклад електродвигуни), показувати зовнішніми контурами спрощено.

8. Давати повне зображення лише однієї з кількох однакових складових частин (коліс, опор та ін.), а решту зображати спрощено зовнішніми контурами.

9. Зображати в розрізі отвори, розташовані на круглому фланці, якщо вони не потрапляють у січну площину.

10. Показувати на окремих зображеннях лише ті частини виробу, конструкція яких потребує особливого пояснення, супроводжуючи таке зображення написом (наприклад, „А поз. 8”).

11. Використовувати спрощені й умовні зображення кріпильних стандартних виробів (болтів, гвинтів, гайок, шпильок та ін.) у з'єднаннях згідно з ДСТУ (ГОСТ) 2.315-68 „Зображення спрощені та умовні кріпильних деталей”, їх елементи за умовними співвідношеннями розмірів.

12. На видах пластини завтовшки на кресленні до 2 мм зображають однією лінією.

13. Підшипники кочення зображують конструктивно або спрощено.

9.4. Розміри на складальних кресленнях

На складальному кресленні виробу наносять такі розміри:

1. Габаритні розміри, які характеризують висоту, довжину і ширину виробу або його найбільший діаметр. Якщо якийсь із цих розмірів змінний унаслідок переміщення рухомих деталей механізму, то на кресленні показують розміри граничних положень рухомих.

2. Монтажні розміри, які потрібні для правильного поєднання між собою деталей, розміщених у виробі у безпосередньому зв'язку.

3. Установлювальні розміри, що визначають величину елементів, за якими виріб установлюють на місце його монтажу або приєднують до іншого виробу.

4. Експлуатаційні розміри, які показують деякі розрахункові та конструктивні характеристики виробу.

Розміри окремих деталей або їх елементів на складальному кресленні не проставляють.

9.5. Оформлення складальних креслеників

Складові частини складальної одиниці, зображеної на складальному кресленні, повинні мати номери на полках ліній-винесень, що йдуть від зображень, відповідно до номерів позицій, зазначеними в специфікації цієї складальної одиниці. Номери позицій вказуються на кресленні, як правило, один раз, за винятком випадків, коли на кресленні є однакові складові частини. Всі повторювані номери виконують на подвійній полиці.

На складальному кресленні всі складові виробу нумерують відповідно до номерів позицій, нанесених у специфікації виробу, тобто за правилами ДСТУ ISO 7573 : 2006 „Кресленики технічні. Специфікація” спочатку заповнюють специфікацію, а потім з неї переносять на креслення відповідні номери позицій. Номери позицій слід проставляти на тому зображенні, на якому деталь проєкціюється як видима, віддаючи перевагу основним виглядам або розрізам, розміщеним на їх місці.

Загальні правила використання і зображення позицій на технічних креслениках встановлює стандарт ДСТУ ISO 6433:2006 „Позиції”. Позиції призначені для ідентифікації складових частин складальної одиниці та для ідентифікації окремих деталей, показаних на тому самому кресленнику.

Загальні вимоги. Рекомендовано позиції складових частин та (або) окремих деталей, показаних на кресленнику, подавати послідовно одну за одною.

Усякий складальний вузол, що входить до складу основної складальної одиниці, однакові деталі, зображені на складальному кресленнику, повинні мати один і той самий номер позиції.

Оформлення. Позиції здебільше позначають арабськими цифрами. Однак, у разі необхідності, вони можуть бути доповнені великими літерами.

Зображення знаків позицій, розміри та їх розташування повинні відповідати ДСТУ ISO 3098-0:2006 „Національний стандарт України. Документація на технічні вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги”.

Всі позиції на одному кресленнику повинні бути однаковими за типом і висотою букв. Вони повинні чітко відрізнятися від будь-яких інших позначок. Цього можна досягнути:

а) використанням літери (цифри) більшої висоти, наприклад, у два рази більшої від використовуваної для нанесення розмірів та подібних знаків;

б) обрамлення колом кожної позиції (див. рис. 9.3, в). у цьому випадку кола повинні бути зображені однаковим діаметром і накреслені суцільними тонкими лініями (тип лінії 01.1 згідно з ДСТУ ISO 128-24:1999 „Технічні кресленики. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках”);

в) комбінуванням методів, викладених у пунктах а) та б).

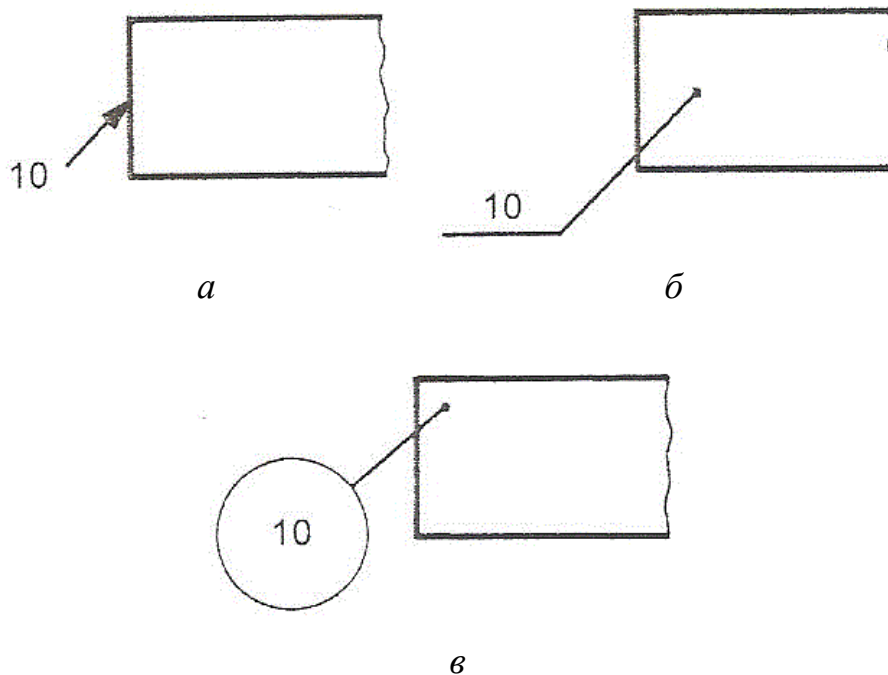


Рис. 9.3

Позиції потрібно розміщувати із зовнішнього боку загального контуру деталі, до якої вона має відношення.

Кожна позиція повинна бути з'єднана з відповідною їй деталлю лінією-виноскою (див. рис. 9.3, а, б, в), закінчення якої буде виконано відповідно до стандарту ДСТУ ISO 128-22 : 2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 22. Основні положення та правила застосування ліній-виносок і полиць ліній-виносок”.

Лінію-виноску можна не показувати, якщо зв'язок між позицією і її відповідною деталлю є очевидним.

Лінії-виноски не повинні перетинатися. Вони мають бути найкоротшими, наскільки це можливо, і, зазвичай, їх слід проводити під кутом до позначки позиції. У випадку, коли позначки позиції окреслені колом, лінію-виноску потрібно спрямувати до центра кола.

Для чіткості і розбірливості кресленика, позначки позицій переважно розташовують у вигляді вертикальних колонок та (або) горизонтальних рядів (рис. 9.4).

Позиції пов'язаних між собою деталей можна показувати однією лінією-виноскою (див. позиції 8, 9, 10 та 11 на рис. 9.4).

Позиції однакових деталей треба показувати один раз, за умови, що не буде ризику двозначного тлумачення.

- Конкретну послідовність нумерування потрібно встановлювати:
- згідно з ймовірним порядком складання одиниць (деталей);
 - згідно зі значимістю складових частин виробу (вузли, головні та другорядні деталі тощо);
 - згідно з будь-якою іншою логічною послідовністю.

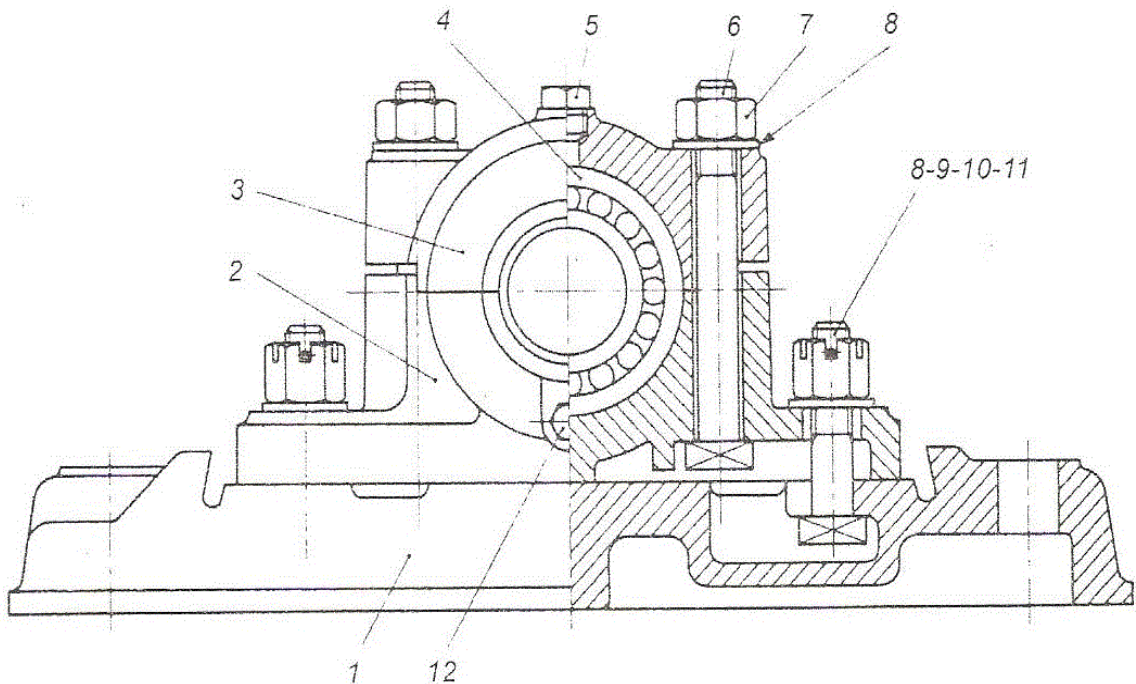


Рис. 9.4



Складальний
кресленник [106]

9.6. Специфікація

Специфікація це текстовий конструкторський документ, який є головним документом, що визначає зміст складальної одиниці, комплексу й комплекту й необхідний для комплектування й виготовлення конструкторських документів, планування й запуску у виробництво виробів.

Національний стандарт ДСТУ ISO 7573 : 2006 „Кресленики технічні. Специфікація” установлює правила і настанови щодо розроблення специфікацій, які застосовують на технічних кресленниках.

Загальні вимоги.

Розташування. Специфікацію можна розташовувати безпосередньо на кресленнику чи бути окремим документом.

Коли специфікацію розташовують на кресленнику, то її положення на ньому повинно бути зручним для читання. Специфікація може бути єдиною з основним написом, який виконується відповідно до наступних стандартів:

– при виконанні документації без допомоги електронних приладів – ДСТУ (ГОСТ) 2.104:2006 „Основні написи”;

– при виконанні документації з допомогою електронних приладів – ДСТУ ISO 7200 : 2004 „Розроблення технічної документації. Графи у штампях та основних написах”.

Її контури креслять суцільними товстими лініями типу 01.2 за ДСТУ ISO 128-24 : 1999 „Технічні кресленники. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленниках”.

Коли специфікацію виконують окремим документом, тоді його треба ідентифікувати тим самим номером, що і складальний кресленник.

Для того, щоб відрізнити позначки специфікації від позначки складального кресленника, рекомендовано, щоб число позначка специфікації передувала напису „Специфікація”.

Розміри аркушів окремо виконаних специфікацій слід обирати згідно з ДСТУ ISO 5457 : 2006 „Технічна документація на виробі. Кресленники. Розміри та формати”.

Складання специфікації. Специфікацію рекомендовано подавати у вигляді колонок, які креслять товстими чи тонкими лініями типу 01.2 або 01.1 згідно з ДСТУ ISO 128-24 : 1999 „Технічні кресленники. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленниках”, і містять інформацію, що відповідає наведеним нижче заголовкам (послідовність колонок не обов’язкова):

- позиція;
- позначка;
- кількість;
- посилання;
- матеріал.

При необхідності можна збільшити кількість колонок, щоб викласти додаткову інформацію, необхідну для готового вибору, таку як:

- інвентарний номер;
- масу виробу;
- примітку.

У колонці „Позиція” вказують відповідний номер позиції, яким вона позначена на відповідному кресленнику (ДСТУ ISO 6433 : 2006 „Позиції”).

В колонці „Позначка” наводять позначки кожної складової частини. Дозволено застосовувати аббревіатури, якщо це не впливає на однозначність сприймання. Якщо використовують стандартну деталь

(наприклад, болт, гайку тощо) слід застосовувати її стандартну позначку згідно з відповідним стандартом.

У колонці „*Кількість*” вказують загальну кількість складових частин, необхідну для однієї складальної одиниці.

Колонку „*Посилання*” вводять для того, що ідентифікувати ті складові частини, які не повністю подані на складальному кресленнику, зокрема, деталі, зображені на інших кресленниках, стандартизовані складові частини чи застосовані деталі. тоді в цій колонці можна навести позначку відповідного кресленника, позначку відповідного стандарту, коду чи іншу інформацію.

У колонці „*Матеріал*” вказують тип або кількість застосованого матеріалу. Якщо цей матеріал є стандартним, тоді слід навести позначку стандарту щодо матеріалу.

Заповнення колонок. Записи слід виконувати у відповідних колонках горизонтально. Для чіткості зображення рекомендовано кожний запис відокремлювати товстими чи тонкими лініями типу 01.2 або 01.1 згідно з ДСТУ ISO 128-24:1999 „Технічні кресленники. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленниках”.

Послідовність записів повинна відповідати послідовності позицій. Коли специфікацію виконують на кресленнику, то послідовність записів виконують знизу на гору, а заголовки колонок розташовують безпосередньо під ними. Коли специфікацію виконують окремо, то послідовність записів роблять зверху вниз, а заголовки колонок розташовують вгорі.

Записи можна виконувати від руки, за допомогою трафарету чи будь-яким іншим способом, віддаючи перевагу використанню великих букв визначених ДСТУ ISO 3098-0:2006 „Національний стандарт України. Документація на технічні вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги”.

Специфікація складається на окремих аркушах формату А4. Заголовний аркуш виконується за формою 1 (рис. 9.5), наступні аркуші — за формою 2 (рис. 9.6).

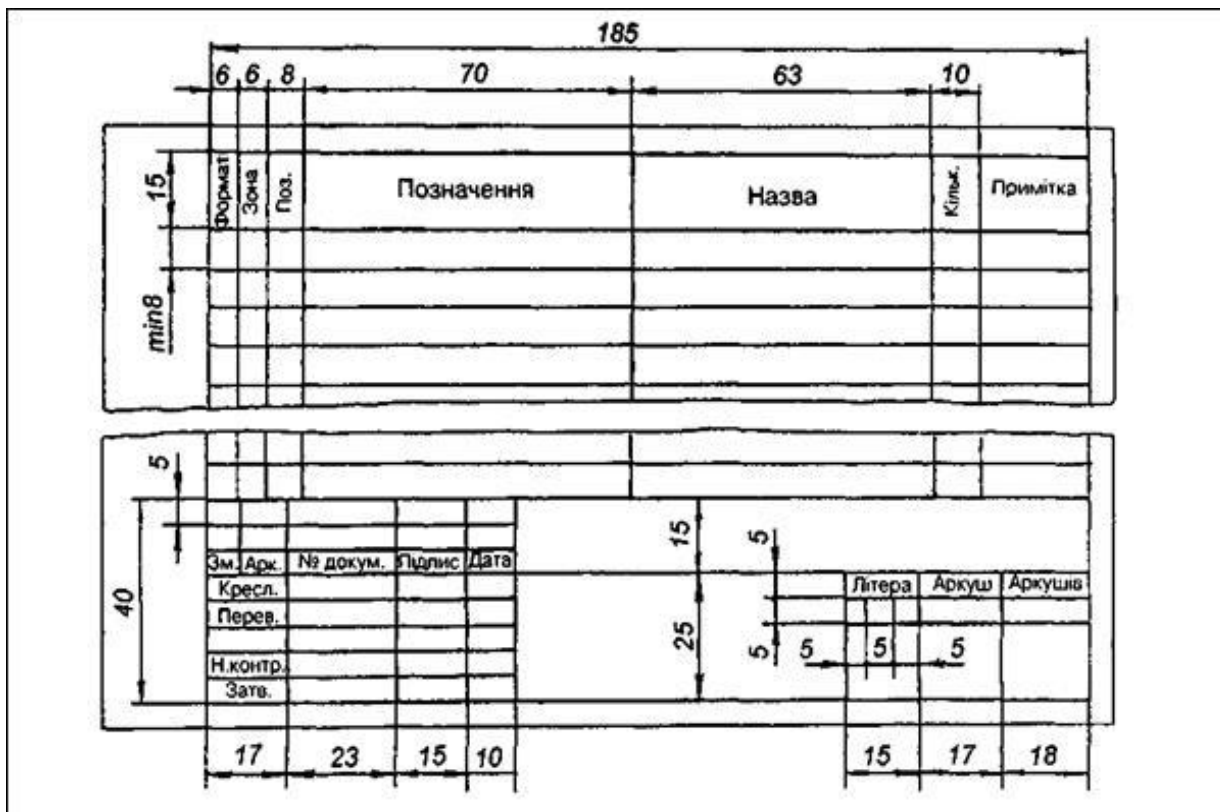


Рис. 9.5

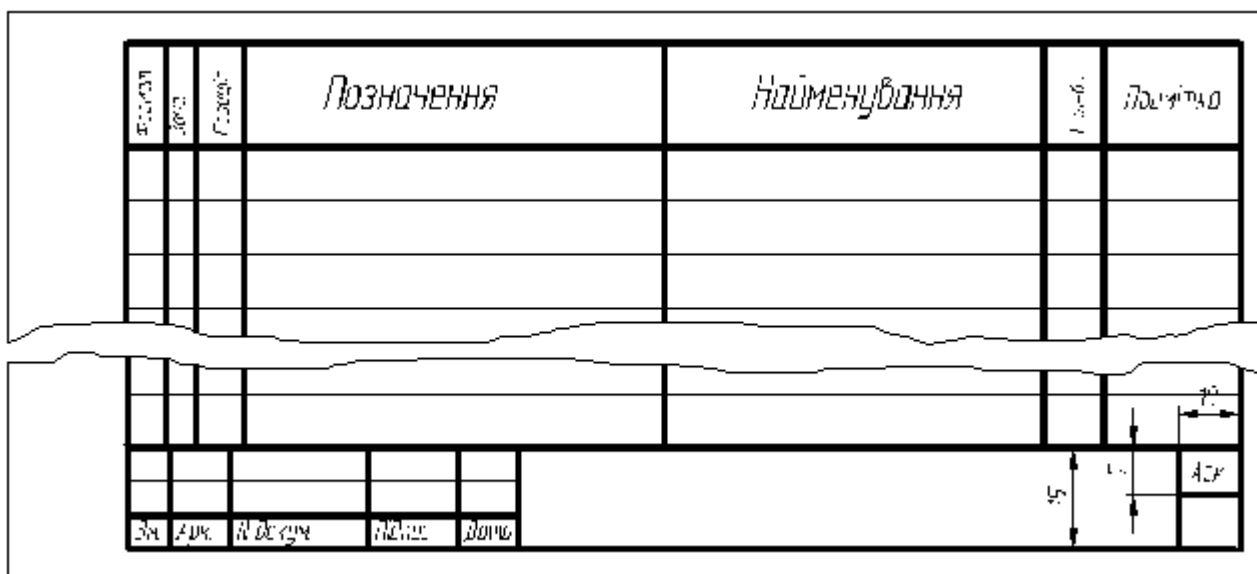


Рис. 9.6

Учбове позначення деталей (записуються в графі „Позначення” специфікації і у верхньому рядку основних написів на конструкторських документах) кафедра ПММ пропонує виконувати, як показано на рис. 9.9.

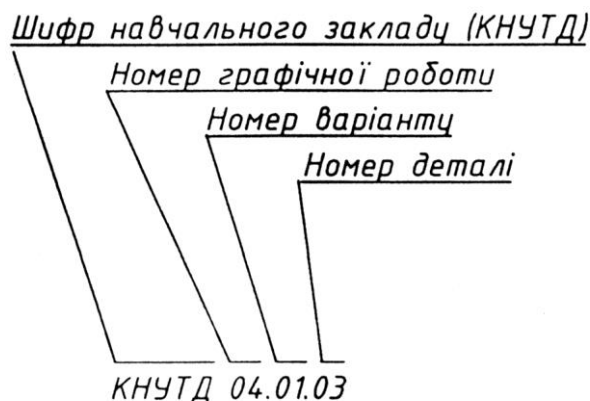


Рис. 9.9

У загальному випадку специфікація складається з восьми розділів, які розміщуються в графі „Назва” в такій послідовності:

- „Документація”,
- „Комплекси”,
- „Складальні одиниці”,
- „Деталі”,
- „Стандартні вироби”,
- „Інші вироби”,
- „Матеріали”,
- „Комплекти”.

Наявність вказаних розділів у специфікації даного виробу визначається його складом. Назву кожного розділу вказують у вигляді заголовка в графі „Назва” і підкреслюють тонкою лінією. Нижче кожного заголовка слід залишати вільний рядок.

Після кожного розділу специфікації бажано залишати декілька вільних рядків для додаткових записів.

У розділ „Документація” заносять основний комплект конструкторських документів на специфікований виріб, крім власне специфікації. У наших випадках це буде переважно складальне креслення.

Документи записуються в такій послідовності:

- складальний кресленик,
- габаритний кресленик;
- монтажний кресленик,
- схеми (кінематична, пневматична, гідравлічна, електрична (принципова та з’єднань) тощо.

У розділ „Складальні одиниці” записують складальні одиниці, що безпосередньо входять до специфікованого виробу. На кожну з них виконують самостійне складальне креслення зі своєю специфікацією.

У розділ „Деталі” записують нестандартні деталі виробу. Деталі записують у послідовності зростання цифр, які входять у позначення, а також у відповідності з номерами позицій, які зазначені на складальному кресленнику..

У назвах виробів, які складаються з кількох слів, на першому місці розміщують іменник, наприклад: „Колесо зубчасте”, „Кришка передня”. Для деталей, на які креслення не виконані, вказують назву, розміри, необхідні для їх виготовлення, та матеріал, на який вказує відповідний стандарт.

У розділ „Стандартні вироби” записують вироби, виготовлені за державними стандартами. У межах кожної категорії стандартів вироби записують за однорідними групами, об’єднаними їх функціональним призначенням, наприклад, кріпильні вироби, у межах кожної групи — в алфавітній послідовності їх назв, у межах назви — за зростанням номерів стандартів, у межах кожного номера стандарту — в порядку зростання основних параметрів виробу.

Наприклад:

Болти ДСТУ (ГОСТ) 7798-70

M6 x 20.05

M6 x 45.05

M6 x 70.05

M8 x 25.05

M8 x 50.02

M12 x 70.05

Гайки ДСТУ (ГОСТ) 5915-70

M6.05

M8.05

M10.05

У розділі „Інші вироби” записують вироби, виготовлені не по основним конструкторським документам, а взяті по каталогам, прейскурантам і т.п.

У розділі „Матеріали” вносять матеріали, що входять у специфіковані вироби й записують по видам у такій послідовності: метали чорні; матеріали магнітоелектричні й феромагнітні; метали кольорові, благородні й рідкі; кабелі, дроти й шнури, пластмаси й прес-матеріали; паперові й текстильні тощо.

У розділі „Комплекти” вносять відомість експлуатаційних елементів і комплекти, застосовувані по конструкторським документам і безпосередньо вхідні в специфікований виріб.

9.7. Виконання складальних креслеників

У навчальних цілях креслення складальної одиниці виконують на основі її наявності. Тому, перш ніж перейти до складання складального креслення, необхідно виконати ескізи деталей, що входять у цю складальну одиницю. Впевнившись, що ескізи зроблені вірно переходять до безпосереднього виконання та оформлення складального кресленника.

Складальне креслення виробу з натури може бути виконано у такій послідовності:

1-й етап. Ознайомитися з виробом, встановити призначення, принцип роботи, конструктивні особливості. З'ясувати, для чого призначена і де застосовується дана складальна одиниця. Для цього необхідно ознайомитися з відповідною літературою.

2-й етап. Самостійно зібрати і розібрати виріб з метою з'ясування принципу його дії, виявлення геометричної форми деталей і їхніх конструктивних елементів, деталей з'єднання і кріплення, взаємодії окремих деталей і їхніх посадок, уточнення матеріалу, з якого виготовлені деталі виробу.

3-й етап. Після ознайомлення з деталями складальної одиниці і з'ясування роботи механізму переходять до складання ескізів деталей виробу (крім стандартних, на які ескізи не складають) та складальних одиниць із специфікаціями останніх. Виконання ескізів, як правило, починають з корпусної деталі. Перевірити відповідність розмірів спряжених деталей. У навчальних цілях такі розміри підкреслюють на ескізах червоним олівцем.

На підставі розмірів, проставлених на ескізах, підрахувати габаритні розміри виробу.

4-й етап. Виконання складального креслення. Визначити потрібну кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів, місцевих виглядів). Визначити головний вигляд. Визначити масштаб зображення. Виконати рамку, основний напис. Намітити на полі креслення розміщення усіх зображень.

Побудову креслення починають, як правило, з найбільших (корпусних) деталей і закінчують найдрібнішими. Звернути увагу на умовності й спрощення, які дозволяються на складальному кресленні, зображення типових елементів (спряжень, з'єднань, передач), обумовлене стандартами.

При кресленні складального креслення бажано дотримувати такої послідовності:

а) на підставі прийнятого масштабу (найбільш бажаний масштаб – 1:1) на поле відповідного формату зобразити „габаритні прямокутники” на місцях обраних видів. У правому нижньому куті відзначити поле формату під основний напис;

б) провести головні розмічальні осі;

в) нанести тонкими лініями на всіх проекціях обриси найбільш великих деталей зборки з урахуванням розрізів (у більшості випадків це корпус, рами, станини і т.д.);

г) нанести більш дрібні деталі з урахуванням конструктивних елементів;

д) перевірити правильність зображення зборки, після чого приступити до наведення і штрихування розрізів і перетинів.

5-й етап. Нанести розміри – габаритні, установчі, приєднувальні та інші необхідні довідкові розміри.

6-й етап. Нанести номери позицій, заповнити основний напис, указати технічні вимоги, пропоновані до виробу.

7-й етап. Складання специфікації. Виконати специфікацію у відповідності з вимогами стандарту. Параметри позначення стандартних виробів, отриманих вимірюванням, треба перевірити на відповідність даним таблиці стандарту на цей виріб.

Приклад виконання складального креслення представлено на рис. 9.10, а специфікації – рис. 9.11.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Які кресленники називають складальними? Чим вони відрізняються від креслеників загального вигляду?
2. Які вимоги ставляться до складальних креслеників?
3. Які є особливості викреслювання складальних креслеників?
4. Що крім зображень містить кресленик складальний?
5. Чим керуються, вибираючи кількість та зміст зображень на кресленнику складальному?
6. Назвіть основні умовності та спрощення на кресленнику складальному?
7. Які правила розміщення видів на складальних креслениках?
8. Чи застосовуються розрізи і перерізи при виконанні складальних креслеників?

9. В якій послідовності виконують складальне креслення?
10. Де на кресленнях зазначають назви деталей, з яких складається виріб?
11. Які розміри проставляють на складальних кресленнях?
12. Чи треба на складальних кресленнях наносити всі розміри деталей, які має виріб? Чому?
13. Що означають цифри, які стоять на поличках виносних ліній?
14. Які основні вимоги ставляться до нанесення на кресленнях номерів позицій окремих деталей?
15. Якою лінією показують на складальних кресленнях крайнє або проміжне положення деталі? Коли застосовують таке зображення?
16. Як зменшують кількість зображень на складальному кресленні, якщо треба показати і зовнішній вигляд, і внутрішню будову виробу?
17. З яких розділів складається специфікація?

Література:

[3] – с. 175-196, [4] – с. 300-311, [8] – с. 208-225.

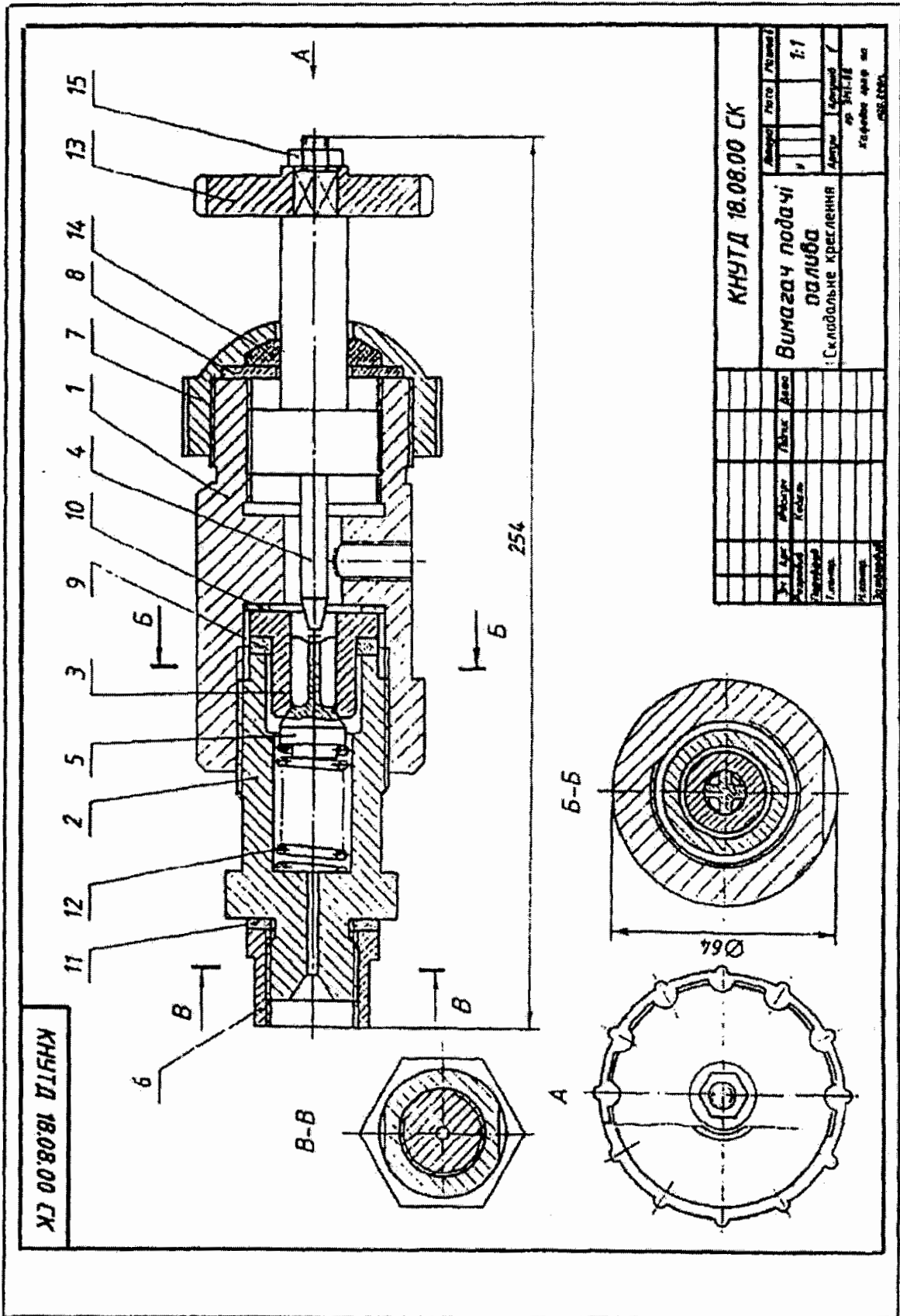


Рис. 9.10

Зона форм. Поз.	6	6	8	70	63	10	22																															
								Позначення	Найменування	Кільк.	Примітки																											
<u>Документація</u>																																						
A3				КНУТД.18.08.000СК	Складальне креслення																																	
<u>Деталі</u>																																						
			1	КНУТД.18.08.001	Корпус	1																																
			2	КНУТД.18.08.002	Штуцер	1																																
			3	КНУТД.18.08.003	Сідло	1																																
			4	КНУТД.18.08.004	Голка	1																																
			5	КНУТД.18.08.005	Клапан	1																																
			6	КНУТД.18.08.006	Втулка	1																																
			7	КНУТД.18.08.007	Кришка	1																																
			8	КНУТД.18.08.008	Шайба	1																																
			9	КНУТД.18.08.009	Шайба	1																																
			10	КНУТД.18.08.011	Шайба	1																																
			11	КНУТД.18.08.012	Шайба ущільнююча	1																																
			12	КНУТД.18.08.013	Пружина	1																																
			13	КНУТД.18.08.014	Маховичок	1																																
			14	КНУТД.18.08.015	Кільце	1																																
<u>Стандартні вироби</u>																																						
			15		Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	1																																
КНУТД.18.08.000																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Зм.</th> <th>Арх.</th> <th>№докум.</th> <th>Підпис</th> <th>Дата</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Розробив</td> <td>Ква.ль</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Перевірів</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Затвердив</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Зм.	Арх.	№докум.	Підпис	Дата	Розробив	Ква.ль				Перевірів					Н.контр.					Затвердив					Вимикач подачі палива		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Літера</th> <th>Архив</th> <th>Архивіт</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Літера	Архив	Архивіт			1
Зм.	Арх.	№докум.	Підпис	Дата																																		
Розробив	Ква.ль																																					
Перевірів																																						
Н.контр.																																						
Затвердив																																						
Літера	Архив	Архивіт																																				
		1																																				
						Гр. XX-XX Кафедра ПММ																																

Рис. 9.11

РОЗДІЛ 10. ДЕТАЛЮВАННЯ СКЛАДАЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

10.1. Читання складальних креслеників

Вміння розробляти кресленики деталей по складальним кресленикам щільно пов'язане з вмінням „читати” складальні кресленики. „Прочитати” складальний кресленик – це уявити собі форму виробу і кожної його деталі, визначити на кресленнику всі розміри, зрозуміти призначення, зміст і принцип дії виробу, роль, яку виконує кожна деталь, способи їх з'єднання між собою, взаємодію рухомих частин виробу.

Рекомендується така послідовність „читання” складального кресленика (СК):

1. Ознайомлюють з найменуванням і призначенням складальної одиниці, її розмірами, масою, масштабом зображення. Назва виробу деякою мірою розкриває його призначення. За конструкторськими документами, які додаються до складального кресленика, вивчають принцип роботи виробу, його технічну характеристику, вимоги до його виготовлення тощо.

2. Вивчають за специфікацією співвідношення кількості деталей у кожній складовій частині, зіставлення їх найменувань з номерами позицій та вивчення конструкції взагалі.

При ознайомленні зі специфікацією, розглядають її разом з креслеником виробу. Так дізнаються, з яких деталей складається виріб, яка їх кількість, назва, матеріал. З'ясовують, які саме стандартні деталі входять до виробу (кріпильні деталі, шарикопідшипники, маслянки тощо).

3. Вивчають складальне креслення в цілому, тобто уявляють, які на кресленнику виконано вигляди (основні, місцеві, додаткові), розрізи (прості, складні, місцеві), перерізи, виносні елементи і яке призначення кожного з них. З'ясовують положення січних площин, за допомогою яких виконано розрізи та перерізи і напрям поглядів, за якими побудовано місцеві і додаткові вигляди.

4. Визначають розміри (габаритні, монтажні, встановлювальні та ін.), які нанесено на кресленнику.

5. Вивчивши проєкції виробу в цілому, послідовно виділяють і вивчають форму кожної деталі. Спочатку деталь знаходять на тій проєкції, на якій нанесено номер її позиції, потім знаходять її проєкції на всіх інших зображеннях. При цьому звертають увагу на напрям і густість штриховки деталі в розрізах, а також на контур, який обмежує цю штриховку. Вивчаючи деталь, слід одночасно розглядати її на різних зображеннях і уявляти собі форму невидимої її частини, бо на складальному кресленні одна деталь перекриває іншу.

6. З'ясувавши форму і призначення кожної деталі зокрема, переходять до вивчення способів поєднання деталей між собою. Слід установити характер взаємодії складових частин виробу в процесі його роботи, тобто які частини рухомі, які нерухомі, спосіб передачі руху, тип

з'єднання, що забезпечує нерухомість, посадки спряжених поверхонь, взаємодії з іншими виробами тощо.

7. Уявити за креслеником послідовність розбирання і складання виробу, тобто в уяві послідовно відокремити одну деталь за одною, як це роблять при демонтажних роботах, або, навпаки, уявити собі, як з окремих деталей скласти цей виріб.

Читання кресленника СК передує його деталюванню.

10.2. Послідовність виконання деталювання складального кресленника

Деталювання — це не просто копіювання зображення із складального креслення, а певна творча робота. На робочому кресленнику треба не тільки зобразити оригінальну деталь, а й навести всі дані, потрібні для її виготовлення і контролю: розміри, допуски, позначення шорсткості поверхні, марку матеріалу, термічну обробку тощо.

Процес деталювання можна розділити на дві стадії:

- 1) підготовчу;
- 2) безпосереднього виконання робочого креслення.

Підготовча стадія.

1. Перед початком роботи позначають у специфікації всі оригінальні деталі, бо стандартизовані, нормалізовані і покупні деталі з деталювання виключають. По складальному кресленнику (на всіх його видах) знаходять зображення деталі, робочий кресленик якої варто виконати. Думкою визначають її конфігурацію: її зовнішню і внутрішню форми, визначають її габаритні розміри. Вибирають головний вид деталі, кількість видів, необхідні розрізи, перетини.

3. Вибирають головне зображення деталі. Цим зображенням може бути вигляд, розріз або поєднання вигляду з розрізом (для симетричних деталей). Положення головного зображення деталі на робочому кресленні може й не відповідати її положенню на головному вигляді складального креслення. Вибираючи головне зображення деталі, слід додержувати вимог, наведених на стор. 84.

4. Намічають потрібну кількість зображень (виглядів, розрізів, перерізів, виносних елементів), виходячи з вимог стандартів ДСТУ ISO 128-40 : 2005, ДСТУ ISO 5456-1 : 2006, ДСТУ ISO 5456-2 : 2005. Кількість і характер зображень конкретної деталі на робочому кресленнику може відповідати або не відповідати кількості зображень на складальному кресленні.

5. За ДСТУ ISO 5457 : 2006 вибирають масштаб зображення. Не обов'язково додержувати одного масштабу для різних деталей виробу. Як правило, дрібні або складні за формою деталі виконують у збільшеному масштабі.

6. Вибирають формат (ДСТУ ISO 5457 : 2006 „Кресленики. Розміри та формати”), потрібний для виконання робочого креслення деталі. Іноді використовують не лише основні, а й додаткові формати.

Безпосереднього виконання робочого креслення.

1. Роблять компоунування креслення, тобто намічають розміщення всіх зображень деталі на креслярському форматі.

2. У тонких лініях накреслюють види, розрізи, перетини і виносні елементи. Потрібно креслити усі види одночасно, переходячи від одного до іншого й усе більш уточнюючи і додаючи характерні риси деталі, що накреслюються, на кожному виді.

3. Креслення кожного виду варто починати з проведення осьових і розмічальних ліній. Після виконання креслення в тонких лініях його ретельно перевіряють, після чого приступають до наведення. Перед наведенням креслення необхідно вичистити.

4. За допомогою циркуля потовщують дуги й окружності, потім обводять горизонтальні, вертикальні і похилі лінії. При наведенні креслення слід дотримуватися типів ліній.

5. До штрихування на розрізах і перетинах наносять розмірні лінії і числа.

6. Проставляють розмірні і виносні лінії.

7. Використовуючи спеціально побудований графік масштабів, безпосереднім вимірюванням на складальному кресленні визначають справжні розміри всіх елементів деталі і проставляють ці розміри на робочому кресленні.

Найскладніший випадок – це коли кресленик, що деталюють, є друкарською (або якоюсь іншою) копією, на якій масштаб зображень не відповідає зазначеному в основному написі. Тоді треба спочатку з’ясувати масштаб копії, далі визначити обчисленням справжні розміри елементів деталей, перемножити ці розміри на масштаб робочого креслення деталі й будувати зображення. Щоб уникнути великої кількості обчислень, у навчальному процесі слід використовувати графічний спосіб, застосовуючи пропорційний (кутовий) масштаб.

На аркуші міліметрового паперу проводять дві взаємно перпендикулярні прямі l і t (рис. 10.1), які перетинаються в точці O . На горизонтальній прямій від точки O праворуч циркулем-вимірювачем відкладають довжину відрізка $OA = 10$ мм, виміряну на кресленні, а на вертикальній прямій $OB = 20$ мм – справжній розмір цього ж відрізка, що визначений розмірним числом. Проводячи через точки A і B взаємно перпендикулярні прямі, на їх перетині отримуємо точку M . Пряма OM є лінією масштабу $M1:1$ і дає змогу визначити справжні розміри решти елементів цього креслення: вимірявши циркулем-вимірювачем розмір потрібного елемента на кресленні (див. рис 10.1, *a*), відкладають його від

точки O на прямій l (рис. 10.1, б); через точку C проводять вертикальну пряму до перетину з лінією масштабу. Відрізок цієї прямої від C до лінії масштабу визначає справжній розмір потрібного елемента (у цьому випадку 50 мм) [117].

Проставляючи розміри на робочих кресленнях, слід враховувати, що багато елементів деталей мають стандартні розміри.

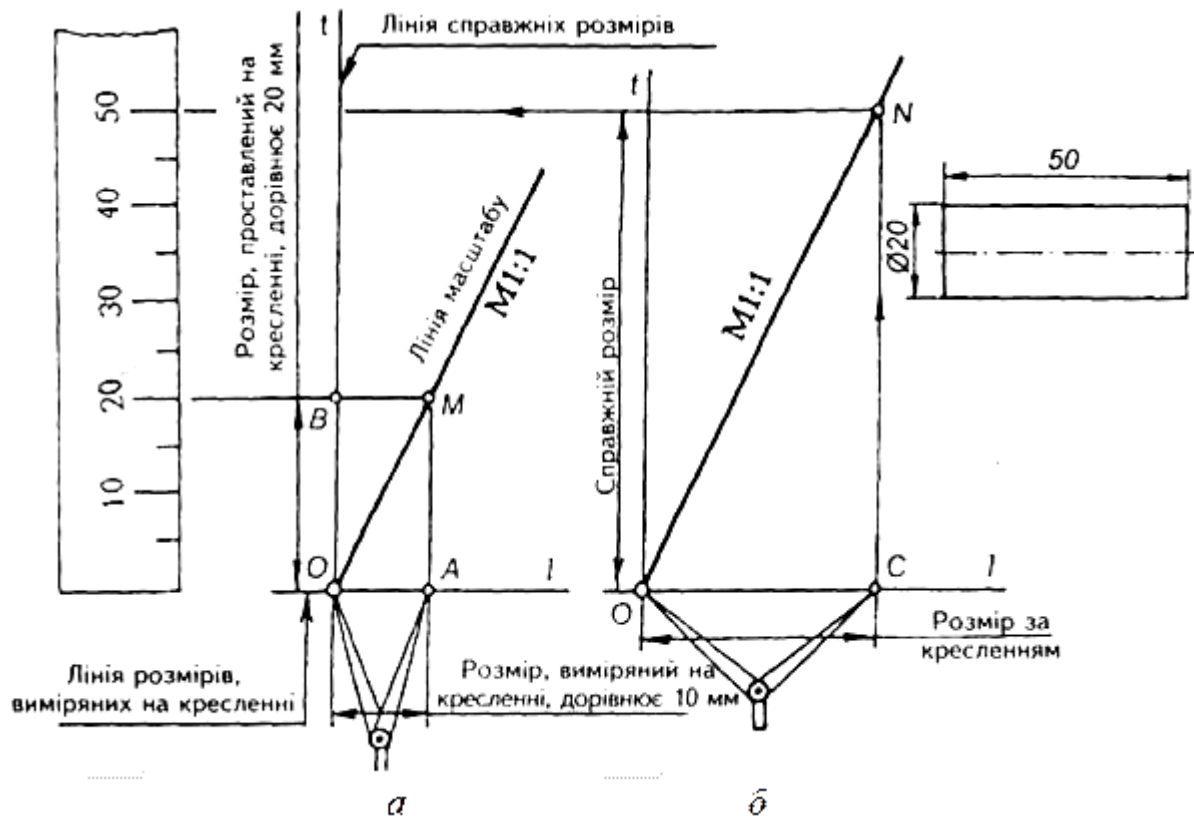


Рис. 10.1

Особливу увагу слід звернути на те, щоб розміри суміжних, спряжених деталей не мали розбіжності. Розміри деяких конструктивних елементів деталі (шпонкових пазів, фасок, проточок центрових гнізд тощо) треба перевірити за відповідними стандартами на ці елементи.

8. Після цього переходять до штрихування. Необхідно мати на увазі, що всі розрізи і перетини однієї і тієї ж деталі штрихуються під нахилом ліній штрихування в ту саму сторону.

9. Наносять позначення шорсткості поверхонь виходячи з технології виготовлення деталі чи функціонального призначення її поверхонь. Перевіряють креслення, якщо необхідно, вносять виправлення, накреслюють рамку, заповнюють основний напис, записують технічні вимоги і т.д.

10. Обводять креслення.

12. Перевіряють креслення, якщо потрібно, вносять відповідні зміни.

13. Креслять рамку, заповнюють основний напис.

14. Записують технічні вимоги тощо.

Особливості деталювання складальних креслеників СК. Якщо на кресленнику СК допускається не показувати дрібні конструктивні елементи (фаски, округлення, проточки, ливарні ухили тощо); деякі деталі показують спрощено (пружини, кріпильні деталі); при зображенні різьблення в з'єднанні показують тільки ту частину різьблення в отворі, що не закрита різьбленням стрижня, то при деталюванні всі ці умовності і спрощення повинні бути відновлені.

У глухих різьбових отворах на робочих кресленнях варто показувати різьблення з урахуванням запасу глибини свердління і величини недорізу фаски варто вводити на всіх різьбових елементах.

Деякі деталі виробу під час зборки можуть піддаватися розвальцюванню, обтисненню, обпресуванню, штифтуванню тощо. На робочому кресленнику варто показувати деталі в тім виді, у якому вони надходять на зборку, тобто до виконання зазначених технологічних операцій. На рис. 10.1, *а* зображено клапан, який завальковано на штоку, а на рис. 10.1, *б* – зображення деталі до складання.

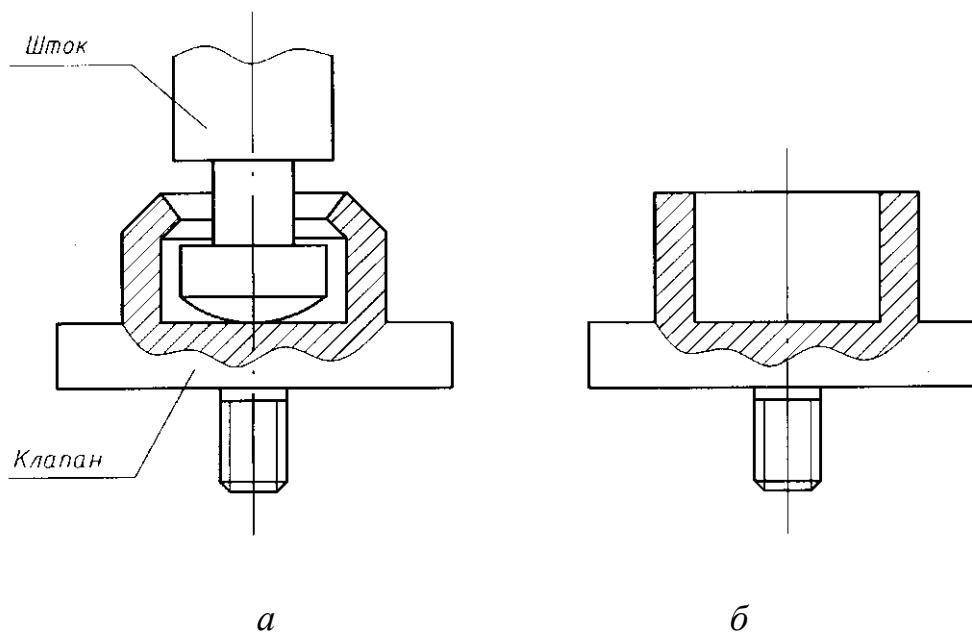


Рис. 10.2

Особливості нанесення розмірів на робочих креслениках. На кресленику *СК* вказують тільки основні розміри. Їх можна наносити на робочі креслення без змін.

Розміри, яких немає на складальному кресленні, але можна одержати без яких-небудь вимірів, а саме: розміри прохідних і різьбових отворів під кріпильні деталі, розміри шпонкових пазів і ін., визначають по специфікації, уточнюючи по відповідному стандарті. Розміри проточок, фасок, галтелей і тощо потрібно брати з відповідних стандартів на ці елементи.

Інші розміри визначають, безпосередньо вимірюючи їх на складальному кресленні з урахуванням масштабу.

При цьому варто мати на увазі, що розміри поверхонь деталей, що сполучаються, повинні бути погоджені.

Приклад виконання деталі зі складального кресленика наведено на рис. 10.3, а повне деталювання виробу [118]: специфікації – на рис. 10.4, складальної одиниці – на рис. 10.5, кресленики деталей – рис. 10.6-10.11.



Деталювання складального кресленика [108]

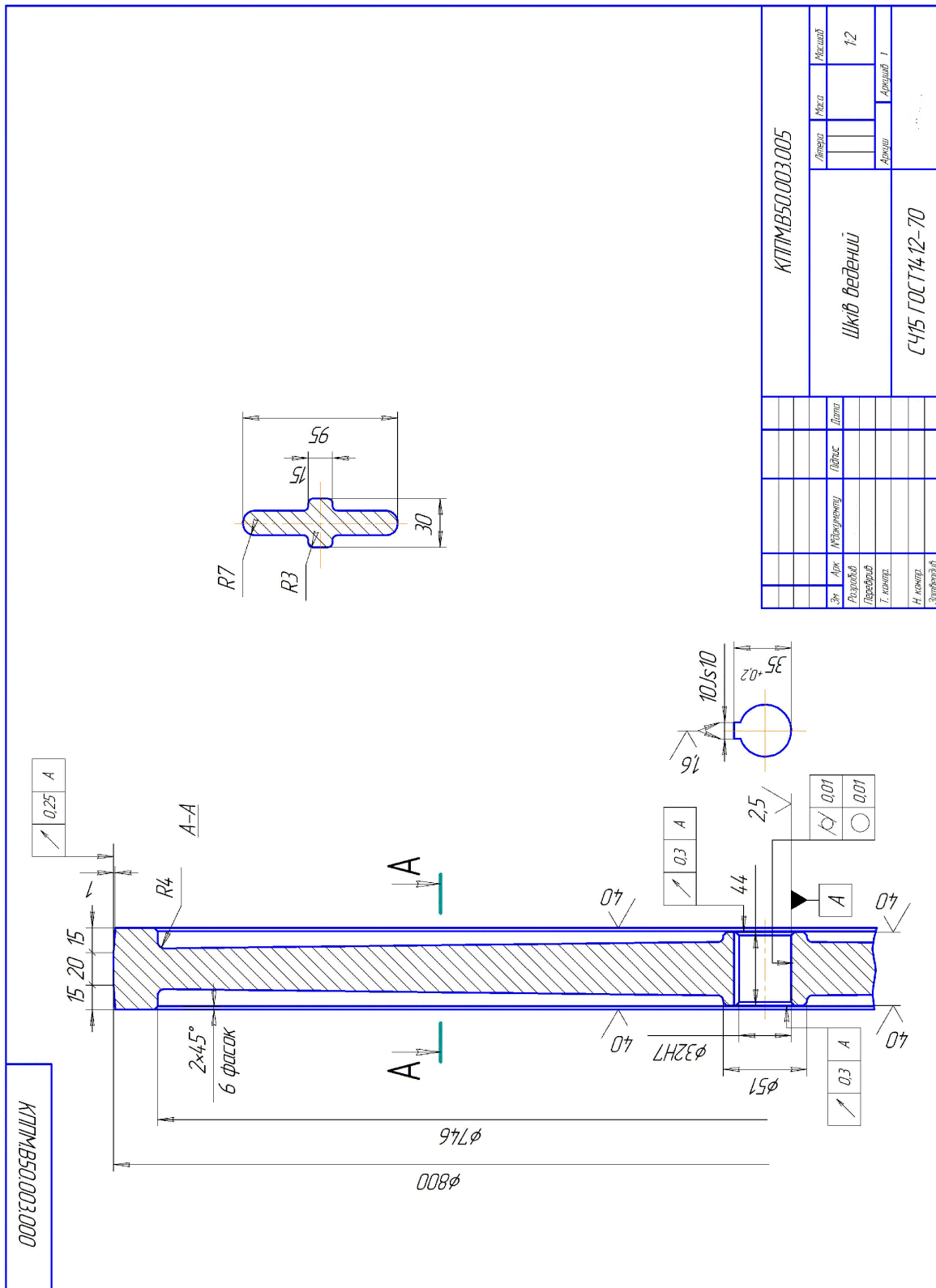


Рис. 10.3

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>						
				<i><u>Документація</u></i>								
				<i>Складальний кресленник</i>								
				<i><u>Деталі</u></i>								
		1		<i>Корпус</i>	1							
		2		<i>Сідло</i>	1							
		3		<i>Гайка</i>	1							
		4		<i>Гвинт</i>	1							
		5		<i>Опора</i>	1							
		6		<i>Клапан</i>	1							
		7		<i>Пружина</i>	1							
				<i><u>Стандартні вироби</u></i>								
		8		<i>Гайка 2М24 ГОСТ 5915-70</i>	1							
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розробив</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>						
<i>Перевірив</i>						<i>Листів</i>						
<i>Н.контр.</i>												
<i>Затв.</i>												
					<i>Клапан запобіжний</i> <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td><i>Лит.</i></td> <td><i>Лист</i></td> <td><i>Листів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>		1	1
<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>										
	1	1										

Формат A4

Рис. 10.4

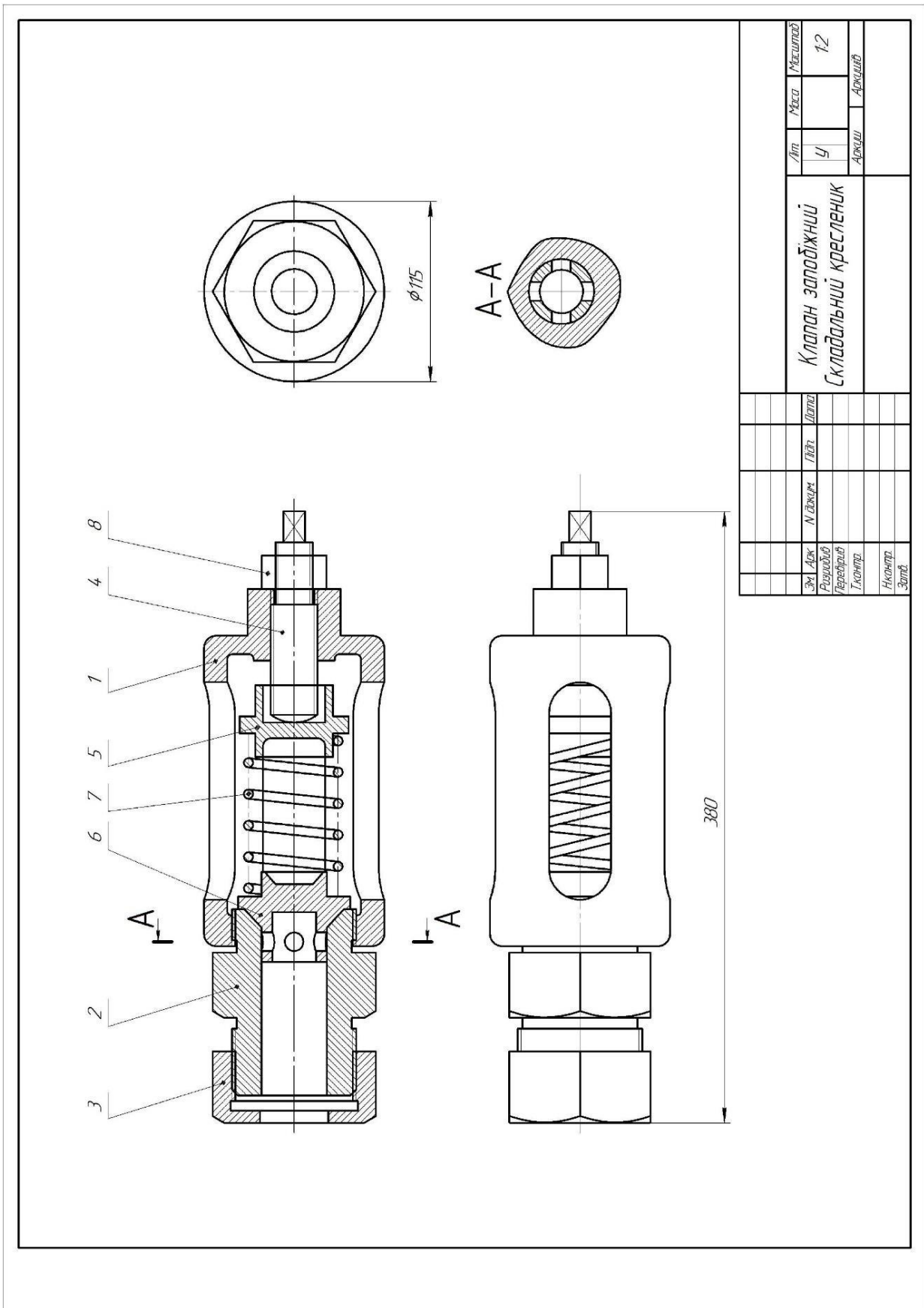
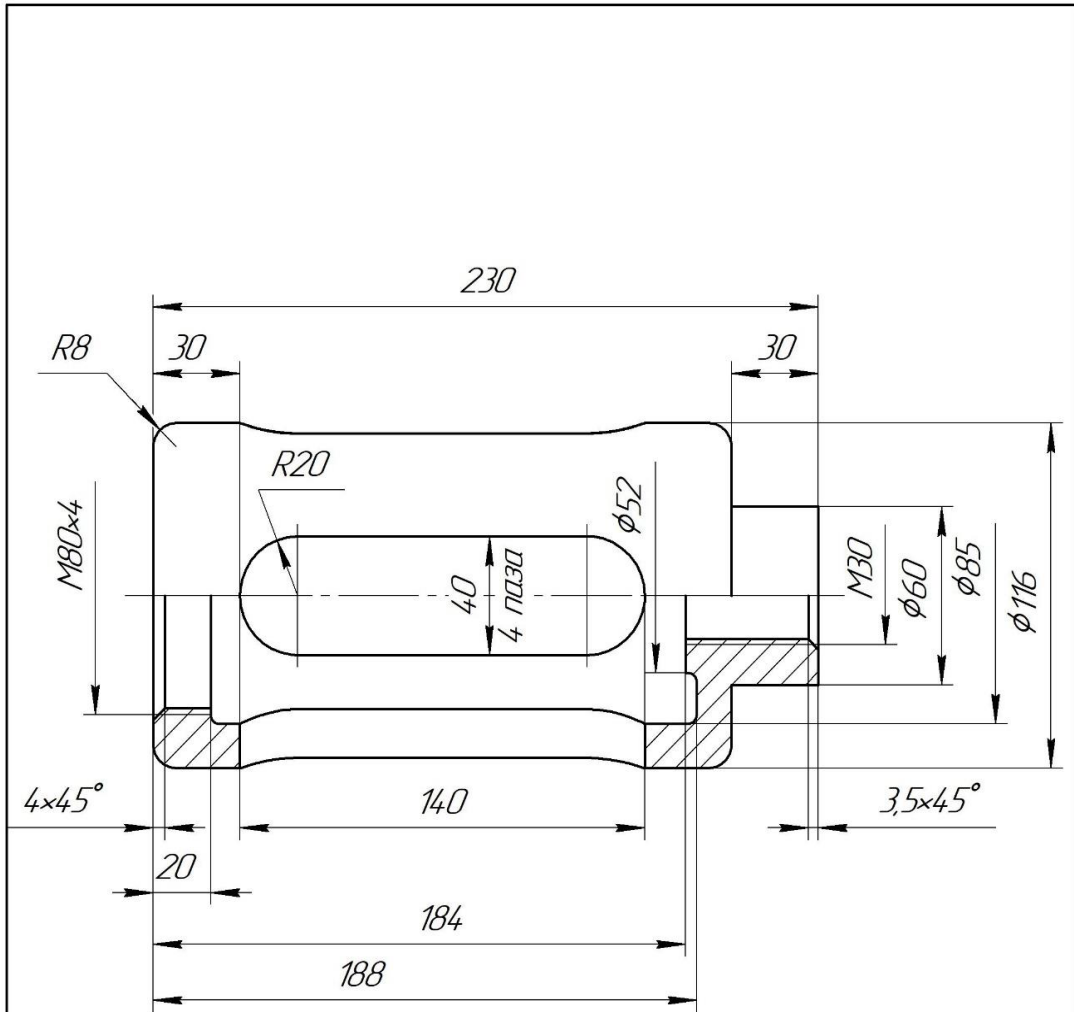


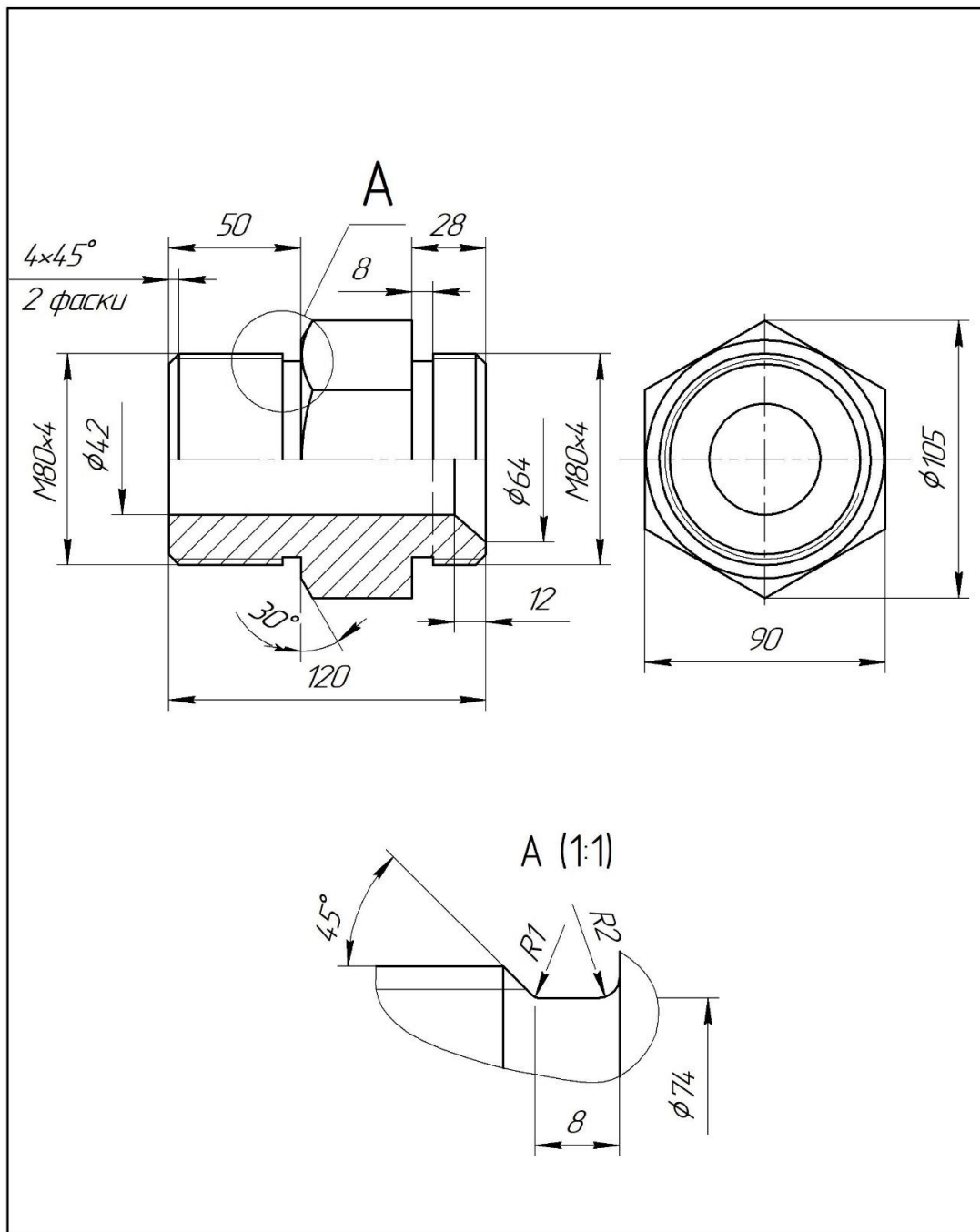
Рис. 10.5



Невказані лінійні радіуси 3...5мм

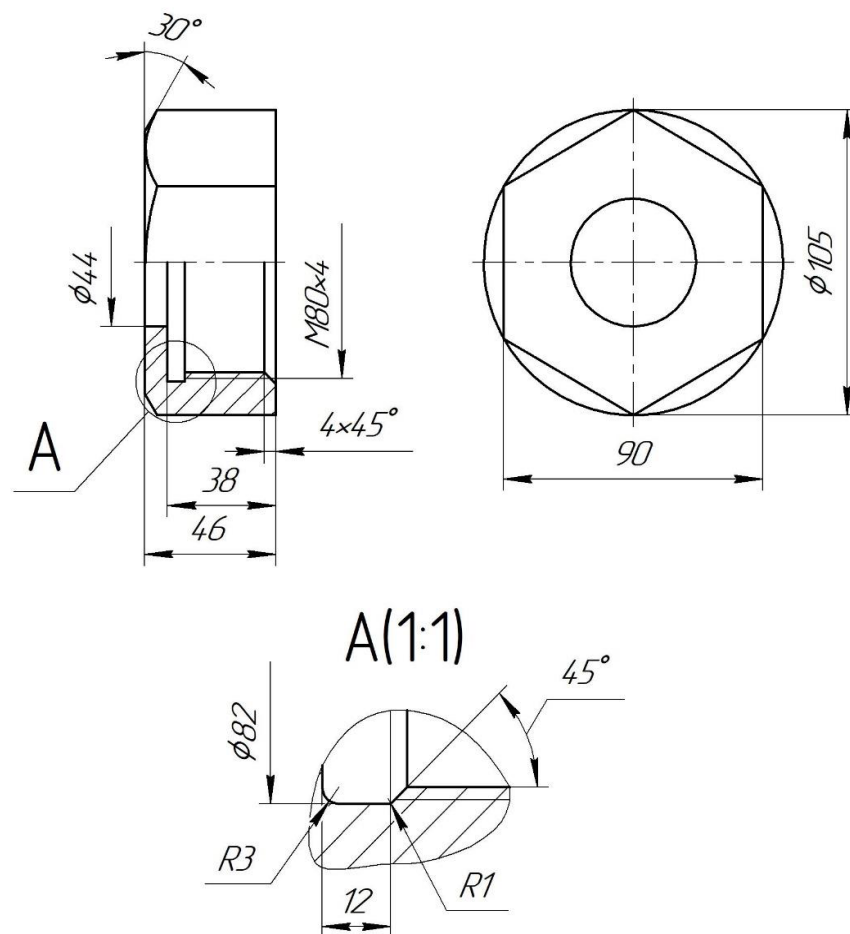
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	<h1>Корпус</h1>	Лит.	Маса	Масштаб
Розробив	Прізвисьце							1:2
Перевірив	Прізвисьце							
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	
Н.контр.					<h2>СЧ 15 ГОСТ 1412-85</h2>			
Затв.								

Рис. 10.6



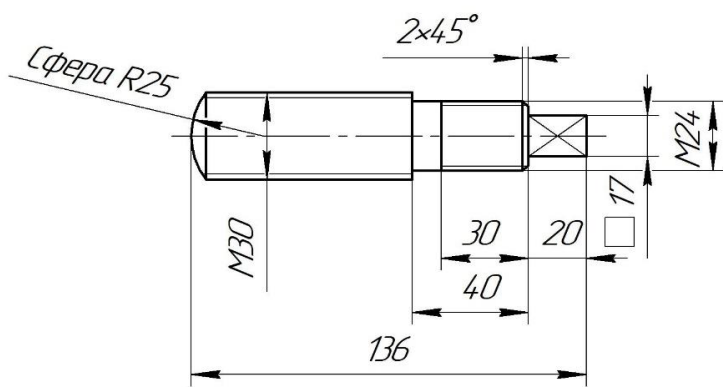
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підп.	Дата	<i>Сідло</i>	Лит.	Маса	Масштаб
Розробив		Прізвище						1:2
Перевірив		Прізвище						
Т.контр.						Аркциш	Аркцишів	
Н.контр.								
Затв.					Сталь 10 ГОСТ 1050-88			

Рис. 10.7



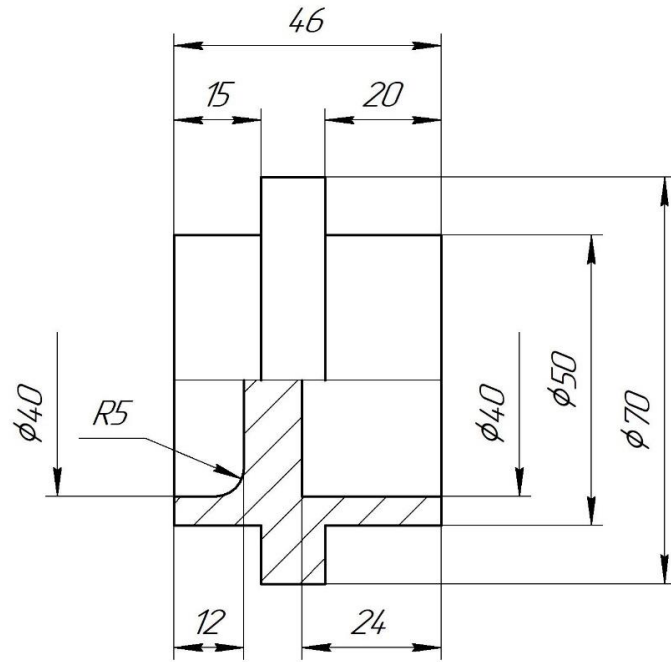
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<i>Гайка</i>					
Розробив	Прізвище							Лит.	Маса	Масштаб
Перевірив	Прізвище									1:2
Т.контр.								Аркцш		Аркцшів
Н.контр.										
Затв.					Сталь 10 ГОСТ 1050-88					

Рис. 10.8



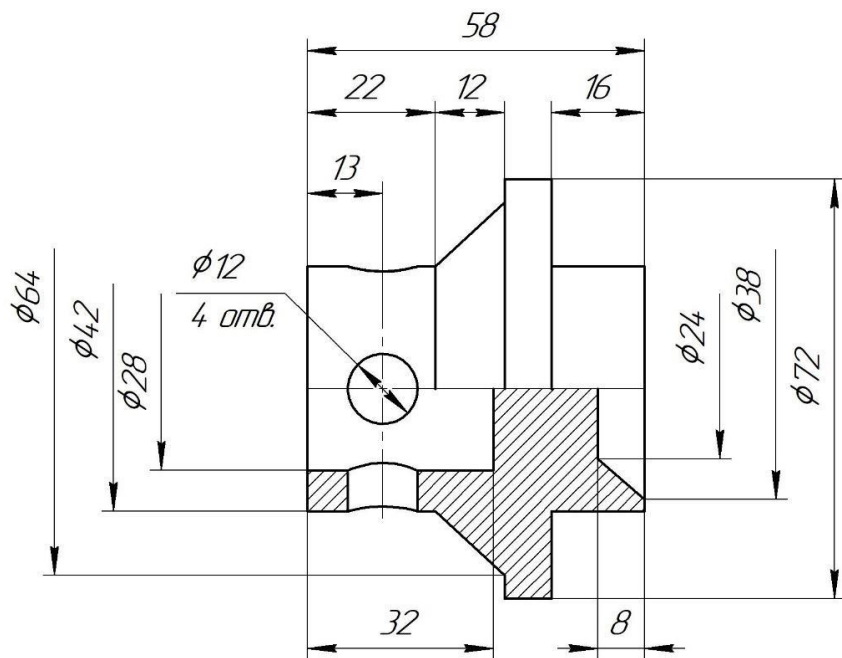
					ГВИНТ	Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				1:2
Розробив		Прізвище						
Перевірив		Прізвище				Аркуш	Аркушів	
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 10 ГОСТ 1050-88			
Затв.								

Рис. 10.9



					Опора	Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підп.	Дата				1:1
Розробив		Прізвище						
Перевірив		Прізвище				Аркцш	Аркцшв	
Т.контр.								
Н.контр.					БР 010 ГОСТ 614-79			
Затв.								

Рис. 10.10



Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Клапан	Лит.	Маса	Масштаб
Розробив		Прізвисьце						1:1
Перевірів		Прізвисьце						
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	
Н.контр.					БР 010 ГОСТ 614-79			
Затв.								

Рис. 10.11

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Наведіть приклади типів з'єднань деталей в наданому виробі.
2. Які розміри називаються довідковими? В якому разі вони використовуються?
3. Що означає – „прочитати складальне креслення”?
4. Назвіть послідовність читання складального креслення.
5. У чому полягає процес деталювання складальних одиниць?
6. Як можна отримати відомості про основні розміри деталей на складальному кресленні?
7. Де можна отримати відомості про складові частини виробу?
8. На які деталі виробу не виконують робочі креслення?
9. Послідовність деталювання складальних одиниць.
10. Як визначити розміри деталі, якщо складальне креслення виконано у довільному масштабі?

Література:

[4] – с. 324-351, [8] – с. 211.

РОЗДІЛ 11. СХЕМИ

11.1. Види схем

Коли на кресленнях не вимагається показувати конструкцію виробу і окремих деталей, а досить показати лише принцип роботи, передачу руху (кінематику машини або механізму), користуються схемами.

Схемою називають конструкторський документ, на якому складові частини виробу, їх взаємне розташування і зв'язки між ними показані у вигляді умовних позначень [109].

Схеми призначаються для показу принципу роботи виробу (машини, приладу, і т.п.) і є невід'ємною частиною комплексу конструкторських документів, необхідних для проектування, виготовлення, монтажу, регулювання, експлуатації й вивчення виробів.

Схема, як і кресленик, – графічне зображення. Різниця полягає в тому, що на схемах деталі зображуються за допомогою умовних графічних позначень. Ці позначення являють собою значно спрощені зображення, що нагадують деталі лише в загальних рисах. Крім того, на схемах зображуються не всі деталі, з яких складається виріб. Показують лише ті елементи, які беруть участь у передачі руху частин виробу, руху рідини, газу і т.п.

Схеми призначаються:

- на етапі проектування – для виявлення структури майбутнього виробу при подальшій конструкторській опрацюванні;
- на етапі виробництва – для ознайомлення з конструкцією виробу, розробки технологічних процесів виготовлення і контролю деталей;
- на етапі експлуатації – для виявлення несправностей і використання при технічному обслуговуванні.

Правила виконання та оформлення схем регламентують стандарти сьомий класифікаційної групи *ЄСКД*. Види і типи схем, загальні вимоги до їх виконання повинні відповідати:

- ДСТУ (ГОСТ) 2.701-2008 „ЄСКД. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання”, правила виконання всіх типів електричних схем – ГОСТ 2.702 – 75 „ЄСКД. Правила виконання електричних схем”;
- ДСТУ (ГОСТ) 2.703-2011 „ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем” ДСТУ (ГОСТ) 2.704-2011 „ЄСКД. Правила виконання гідравлічних і пневматичних схем”.

Залежно від особливостей складених елементів і зв'язків, що входять у виріб, ДСТУ (ГОСТ) 2.701-2028 підрозділяє схеми на наступні види:

- електричні – *Е*;
- гідравлічні – *Г*;
- кінематичні – *К*;
- пневматичного – *П*;
- комбіновані – *С*.

Залежно від основного призначення схеми підрозділяються на наступні типи:

- структурна – 1;
- функціональна – 2;
- принципова (повна) – 3;
- з'єднань (монтажна) – 4;
- підключення – 5;
- загальна – 6;
- розташування – 7;
- об'єднана 8.

Буква, що визначає вид схеми, і цифра, що позначає тип схеми, є шифром схеми. Так, схема електрична принципова має шифр ЭЗ, схема кінематична структурна – К1 і т.д.

Структурні схеми визначають основні частини виробу, їхнє призначення й взаємозв'язки.

Функціональні схеми показують тільки функціональне призначення виробу, пояснюють процеси, що протікають у виробі.

Принципові схеми визначають состав елементів і зв'язків між ними, дають повне подання про принципи роботи виробу.

Схеми з'єднань виявляють способи з'єднання складових частин виробу (проводами, розніманнями, трубопроводами, фланцями й т.п.).

Схеми підключення показують зовнішні підключення виробу.

Загальні схеми визначають складові частини комплексу й з'єднання їх між собою на місці експлуатації.

Схеми *розташування* показують відносне розташування складових частин виробу.

Схеми *комбіновані* складаються в тих випадках, коли до складу виробу входять елементи зв'язку різних видів, наприклад електричні й пневматичні, електричні й гідравлічні й т.п.

Схеми виконуються в ортогональних або в аксонометричних проекціях; вибір того або іншого виду проекцій визначається необхідністю й можливістю одержати більш наочне й зручне для читання зображення на схемі. Зокрема, аксонометричні проекції найбільш часто використовують для кінематичних, гідравлічних і пневматичних схем.

11.2. Загальні положення по виконанню схем

Схеми виконують без дотримання масштабу. Дійсне просторове розташування складових частин виробів (установок) або зовсім не враховують, або враховують приблизно.

Необхідна кількість типів схем, які розробляються на проєктований виріб, а також кількість схем кожного типу визначається розробником в залежності від особливостей виробу. Комплект схем повинен бути по

можливості мінімальним, але містити відомості в обсязі, достатньому для проектування, виготовлення, експлуатації та ремонту виробу.

Умовні графічні позначення, стандартизовані або побудовані на основі стандартизованих позначень, на схемах не пояснюють. Якщо необхідно використовувати нестандартизованого позначення деяких елементів, то на схемі роблять відповідні пояснення.

Креслити схеми потрібно компактно, але без шкоди для ясності і зручності їхнього читання. На схемах повинне бути найменша кількість зламів і перетинань ліній зв'язку. Відстані між сусідніми паралельними лініями зв'язку повинні бути не менше 3 мм.

Елементи, що складають пристрій із самостійною принциповою схемою, виділяють на принциповій схемі суцільною лінією вдвічі товщею лінії зв'язку. Допускається креслити схеми в межах спрощеного контуру конструкції виробу. Контури при цьому виконують тонкими суцільними лініями.

Дозволяється поміщати на схемах різні технічні дані, характер яких визначається призначенням схеми. Такі відомості вказують або біля графічних позначень (по можливості праворуч або зверху), або на вільному полі схеми (по можливості над основним написом). Біля графічних позначень елементів і пристроїв указують, наприклад, номінальні значення їхніх параметрів, а на вільному полі схеми – діаграми, таблиці, текстові вказівки.

Схему на виріб (установку) допускається виконувати на декількох аркушах (об'єднану або комбіновану схему).

Написи на схемах формулювати коротко й чітко й виконувати стандартним шрифтом.

Стандартні умовні графічні позначення елементів виконують за розмірами, наданими в стандартах. Графічні позначення слід виконувати лініями тієї ж товщини, як і лінії зв'язку.

Розміщення умовних графічних позначень на схемі повинно забезпечувати найбільш простий малюнок схеми з мінімальною кількістю зламів і перетинань ліній електричного зв'язку.

Стандартом встановлено терміни, які використовуються у конструкторській документації, та їх визначення.

Елемент схеми – складова частина схеми, яка виконує певну функцію у виробі і не може бути розділена на частини, що мають самостійне функціональне призначення і власні умовні графічні буквено-цифрові позначення (муфти, циліндр, резистор, конденсатор і ін.)

Пристрій – сукупність елементів, що представляють єдину конструкцію (привід, блок, плата). Може не мати на об'єкті чітко визначеного функціонального призначення.

Функціональна група – сукупність елементів, що виконують у виробі визначену функцію і не об'єднаних в єдину конструкцію (підсилювач, модулятор, генератор і т.п.).

Функціональна частина – елемент, пристрої або функціональна група, що має у виробі суворо певне функціональне призначення.

Функціональна ланцюг – лінія, канал, тракт певного призначення (канал звуку, відеоканал, тракт НВЧ і т.п.).

Лінія взаємозв'язку – відрізок лінії на схемі, що вказує на наявність зв'язку між функціональними частинами виробу.

Лінія електричного зв'язку – лінія на схемі, що вказує шлях проходження струму, сигналу і т.д.

Встановлення – умовне найменування об'єкта в енергетичних спорудах, на якій випускається схема, наприклад, головні ланцюги.

При виконанні схем дійсне просторове розташування складових частин виробу не враховують або враховують наближено. Розташування умовних графічних позначень на схемі визначається зручністю читання схеми і повинно забезпечувати найкраще уявлення про структуру виробу і взаємозв'язку його складових частин.

11.3. „Читання схем”

Процес „читання” схем незалежно від їхнього типу проходить у такій послідовності:

1) загальне ознайомлення зі схемою – по основному напису, по умовним зображенням і позначенням елементів установлюється тип схеми;

2) ознайомлення з усіма елементами схеми по умовним зображенням і позначенням;

3) визначенням найменувань і позначень всіх елементів і їхніх характеристик по специфікації й по умовним літерним позначенням на схемах;

4) повне з'ясування й чітке подання принципу роботи всього пристрою й призначення кожного елемента послідовним багаторазовим з'ясуванням зв'язків між ними.

11.4. Електричні схеми

Принципова схема визначає повний склад елементів і зв'язки між ними і дає детальне уявлення про принципи роботи виробу. На ній зображують усі електричні елементи пристрою, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також інші елементи (з'єднувачі, затискачі і тощо.), якими закінчуються вхідні та вихідні ланцюги.

При графічному оформленні принципової схеми, необхідно враховувати наступні правила і рекомендації:

– схеми виконуються для виробів, що знаходяться у відключеному положенні;

– елементи схеми показують умовними графічними позначеннями, встановленими відповідними стандартами ЄСКД.

Схеми рекомендується виконувати рядковим способом: умовні графічні позначення пристроїв та їх складових частин, що входять в один ланцюг, зображують послідовно один за одним по прямій, а окремі ланцюга – поруч у вигляді паралельних або вертикальних рядків. При цьому рядки нумеруються арабськими цифрами.

Якщо необхідно, позначають і самі електричні кола. Ці позначення повинні відповідати ДСТУ (ГОСТ) 2.709-72 „ЕСКД. Позначення умовних проводів та контактних з'єднань електричних елементів, обладнання та ділянок ланцюгів в електричних схемах”. Ділянки ланцюга, розділені контактами апаратів, обмотками реле та іншими елементами, повинні мати різне позначення. Ділянки ланцюга, що проходять через роз'ємні, рознімні або нерознімні контактні з'єднання повинні мати однакове позначення.

При позначенні ланцюгів застосовують арабські цифри і прописні букви латинського алфавіту. Цифри і букви виконують одним розміром шрифту.

Написи, знаки або графічні позначення, які повинні бути нанесені на виріб (їх на схемі укладають в лапки) поміщають біля відповідних елементів для пояснення їх призначення.

На схемі вказують параметри вхідних ланцюгів виробів (частоту, напругу, силу струму, опір і т. п.), а також параметри, що підлягають вимірюванню на контрольних контактах, гніздах і тощо.

Допускається вказувати адреси зовнішніх з'єднань вхідних і вихідних ланцюгів даного виробу, якщо вони відомі. Наприклад, адреса „=А-ХЗ: 5” означає, що вихідний контакт виробу повинен бути з'єднаний з п'ятим контактом третього з'єднувача пристрою А. Характеристики вхідних і вихідних ланцюгів, а також адреси їхніх зовнішніх підключень рекомендується записувати в таблиці за формою. Таблиці поміщають замість умовних графічних позначень вхідних і вихідних елементів-з'єднувачів, плат і т.д. Таблицям присвоюють позиційні позначення елементів, які вони замінюють. З таблиці можуть бути вилучені графи, якщо відомості для них відсутні, і введені додаткові. Якщо на схемі кілька таких таблиць, головку таблиці можна наводити тільки один раз. Порядок розташування контактів визначається зручністю побудови схеми.

Якщо пристрої, що мають самостійну принципову схему, зображені у вигляді прямокутника, то замість умовних графічних позначень вхідних і вихідних елементів в прямокутнику поміщають таблиці, з характеристиками вхідних і вихідних ланцюгів, а поза прямокутника - таблиці з вказівкою адрес зовнішніх приєднань.

На електричних схемах застосовують умовні позначення, наведені у табл. 11.1. Ці позначення мають прості обриси. Щоб ними було легше користуватися, кожна з них має характерні риси зображуваного елемента. Умовні позначення електричних схем не відображають розмірів самих елементів, а тільки визначають їх вид (конденсатор, резистор,

вимірювальний прилад, вимикач і т. ін.) Одним знаком позначають і маленький за розмірами і параметрами елемент, і великий.

Таблиця 11.1. Умовні позначення та розміри елементів принципів електричних схем згідно ДСТУ (ГОСТ) 2.710-81

Назва	Умовне графічне та буквене позначення	Назва	Умовне графічне та буквене позначення
З'єднання провідників		Напівпровідниковий діод	
Мікрофон		Транзистор	
Телефон		Запобіжник плавкий	
Гучномовець		Конденсатор постійної ємності. Загальне позначення.	
Котушка індуктивності		Конденсатор електролітний	
Клема		Конденсатор змінної ємності	
Вимикач		Джерело живлення постійного струму	
Вимірювальний прилад. Амперметр		Лампа розжарювання	
Трансформатор		Електромагніт	
Резистор			

На полі схеми допускається поміщати:

а) вказівки про марки, перетинах та кольорах провідів та кабелів, що з'єднують елементи, пристрої, функціональні групи;

б) вказівки про специфічні вимоги до електричного монтажу даного виробу.

Позиційні позначення.

Всім елементам пристрою і функціональним групам виробу, зображеним на схемі, присвоюються позиційні позначення, що містять інформацію про вид елемента і його порядковий номер у межах даного виду. При необхідності записують інформацію про функції, виконуваної даним елементом (пристроєм, функціональною групою) у виробі.

Позиційне позначення складається в загальному випадку з трьох частин, що мають самостійне смислове значення. Їх записують без розділових знаків та прогалін одним розміром шрифту. У першій частині вказують вигляд елемента (пристрої, функціональної групи) однією або кількома літерами згідно з ДСТУ (ГОСТ) 2.710-81 „Позначення буквено-цифрові в електричних схемах”, наприклад: R – резистор, C – конденсатор, BS – звукознімач; в другій частині – порядковий номер елемента (пристрою, функціональної групи) в межах даного виду, наприклад: R1, R2, ..., R12; C1, C2, ..., C4; в третій частині допускається вказувати відповідне функціональне призначення, наприклад: C4I – конденсатор C4, використовуваний як інтегруючий. Порядкові номери присвоюють, починаючи з одиниці в межах групи з однаковими позиційними позначеннями відповідно до послідовності розташування елементів на схемі, вважаючи, як правило, зверху вниз у напрямку зліва направо /

Літери показують вид елемента:

C — конденсатори,

R — резистори,

VD — діоди,

VT — транзистори,

L — котушки індуктивності,

EL — лампи розжарювання,

BA — гучномовці,

BM — мікрофони,

BF — телефони,

G — джерела живлення,

UG — блоки елементів живлення,

S — вимикачі,

K — електромагніти,

FU — запобіжники плавкі,

TU — трансформатори і т.д.

Позиційні позначення проставляють поруч з умовними графічними позначеннями елементів з правого боку або над ними. При зображенні на схемі елемента (пристрої, функціональної групи) рознесеним способом позиційні позначення елемента або пристрою проставляють біля кожної складової частини

Якщо поле схеми розбито на зони або схема виконана рядковим способом, то позиційне позначення складових частин елементів, виконаних рознесеним способом, включає визначення зон або номери

рядків, в яких зображені всі інші складові частини елемента або пристрою. Їх вказують у дужках під позиційним позначенням або, праворуч від нього.

Приклад схеми електричної принципової представлено на рис. 11.1.

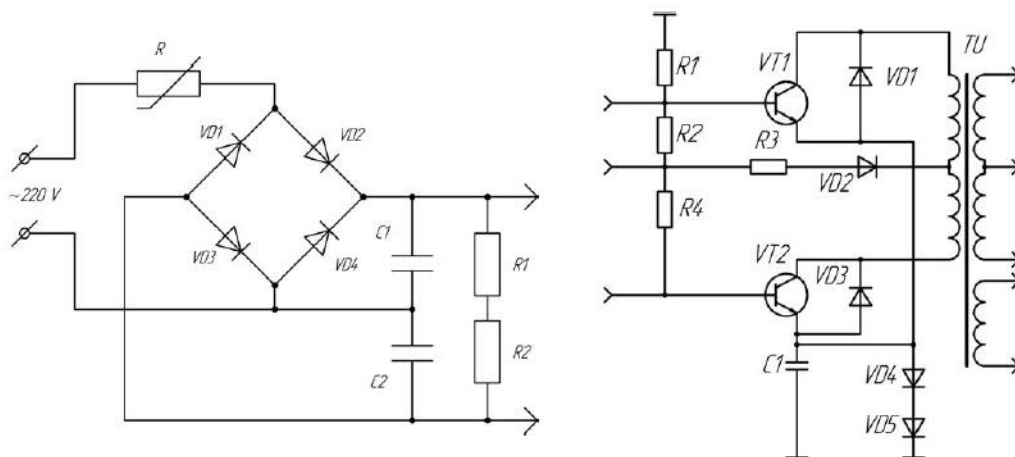


Рис. 11.1

Перелік елементів.

Дані про елементи і пристроях, зображених на схемі виробу, записують у перелік елементів. Допускається всі відомості про елементи поміщати поруч з їх зображенням на вільному полі схем. Зв'язок між умовними графічними позначеннями і переліком елементів здійснюється через позиційні позначення.

Правила оформлення електричних, кінематичних, гідравлічних, пневматичних та інших видів схем наведені у ГОСТ 2.701-2008 „ЕСКД. Схеми. Види та типи. Загальні вимоги до виконання”. Відповідно до цього документа перелік елементів на схемах виконують у вигляді таблиці з чітко фіксованими розмірами граф.

Перелік розміщують на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа на аркуші формату А4 з основним написом для текстових документів за формою 2 або 2, а згідно з ДСТУ (ГОСТ) 2.104:2006 „Основні написи”. При розміщенні переліку елементів на першому аркуші схеми його розташовують над основним написом на відстані не менше 12 мм від неї.



Як „читати” електричні схеми [110]

Позн.	Найменування	Клас	Примітка

Dimensions: 15 mm height, 20 mm left margin, 110 mm main width, 10 mm right margin, 185 mm total width.

Рис. 11.2

Перелік елементів оформляють у вигляді таблиці (див. рис. 11.2) і заповнюють зверху вниз.

В основному написі записується познака, яка складається із букви *П* (перелік) і коду схеми, до якої випускається перелік, наприклад: *ПЕЗ* – перелік елементів до принципової електричної схеми.

В графах переліку елементів вказують слідуючи дані:

– в графі „*Поз.*” приводяться позиційні позначення елементів (пристроїв);

– в графі „*Найменування*” – найменування елементів (пристроїв) в відповідності з документом, на підставі якого цей елемент (пристрій) застосований, а також позначення цього документа (основний конструкторський документ : ДСТУ, ТУ тощо);

– в графі „*Кількість*” – кількість елементів у складі виробу;

– в графі „*Примітка*” – при необхідності технічні дані елемента, який не міститься в його найменування.

Елементи записують в перелік групами в алфавітному порядку буквених позиційних позначень. В межах кожної групи, маючої однакові буквених позиційні позначення, елементи розташовують по зростанню порядкових номерів. Елементи одного типу з однаковими електричними параметрами, маючи на схемі послідовні порядкові номери, допускається записувати в перелік в одну строку. В цьому випадку в графу „*Поз.*” вписують тільки позиційні позначення з найменшим і найбільшим порядковими номерами, наприклад : R3, ..., R8, в графу „*Кількість*” – загальну кількість таких елементів.

Нижче найменування пристрою залишають один вільний рядок, вище – не менше одного вільного рядка.

Елементи записують по групах в алфавітному порядку буквених позиційних позначень, маючи в своєму розпорядженні за зростанням порядкових номерів у межах кожної групи, а за цифрових позначеннях - у порядку їх зростання. Між окремими групами елементів або між елементами у великій групі рекомендується залишати декілька незаповнених рядків для внесення змін.

Для скорочення переліку допускається однотипні елементи з однотипними параметрами і послідовними порядковими номерами записувати до переліку одним рядком, вказуючи тільки позиційні позначення з найменшим і найбільшим порядковими номерами.

На рис. 11.3 показані приклади запису елементів, в яких однакові:

Поз. позн.	Найменування	Кільк.	Прим.
	Конденсатори ГОСТ 9687-75		
C1	Конденсатор (див. табл.)	1	
C2	Конденсатор (див. табл.)	1	
	Резистори ГОСТ 7113-83		
R1	МЛТ – 0,25-300 Ом ± 10%	1	
R2	МЛТ – 0,25-68 кОм ± 10%	1	
R3..R5	МЛТ – 0,25-22 кОм ± 10%	3	
R6	МЛТ – 0,25-51 кОм ± 10%	1	
	Трансформатор АБВГ.ХХХХХХ.021		
T1, T2	Трансформатор АБВГ.ХХХХХХ.021	2	
	Діод Д9Б ГОСТ 14322-69		
VD1..VD3	Діод Д9Б ГОСТ 14322-69	3	
	Транзистор КТ312А ГОСТ 5912-71		
VT1..VT3	Транзистор КТ312А ГОСТ 5912-71	3	
	Вилка РП10-22 ГЕО.364.000 ТУ		
X1	Вилка РП10-22 ГЕО.364.000 ТУ	1	

Рис. 11.3

- найменування. В цьому випадку найменування записують у вигляді загального заголовку один раз на кожному листі переліку ;
- позначення документів, на основі яких ці елементи застосовуються.

11.5. Кінематичні схеми

Кінематична схема – це малюнок або документ, на якому зображені всі механічні ланки із зазначенням розмірів. Дуже часто ланки схеми називають кінематичними парами. Це сполучені тверді елементи в кількості 2 штук, які завдяки умовам зв'язку обмежують рух один одного.

До складу будь-якого механічного елемента входять ланки – кілька твердих частинок, жорстко з'єднаних між собою. Ланка, яку вважають нерухомою, називають стійкою.

Елементом кінематичної пари або ланки називають систему поверхонь і ліній, по якій одна ланка стикається з іншим. Цю точку ще іменують вузлом сполучення.

Кінематичні креслення поділяють на три види: *принципові*, *структурні* та *функціональні*. Правила їх складання також відрізняються один від одного.

Що стосується *принципових схем*, то на малюнку обов'язково повинні бути нанесені всі види зв'язків між елементами. Документ надають у вигляді розгортки. Принципова кінематична схема, позначення якої розробник вказує на полях, повинна зображуватися в контурі виробу в аксонометричній проекції.

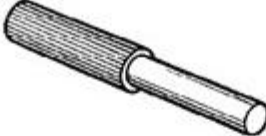

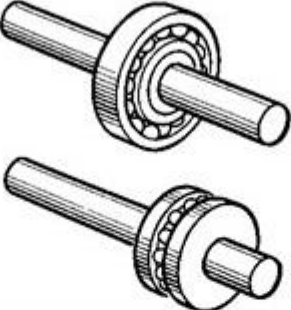
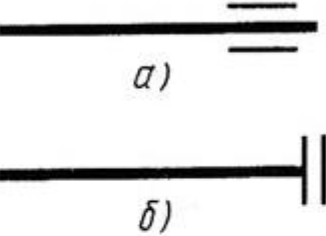
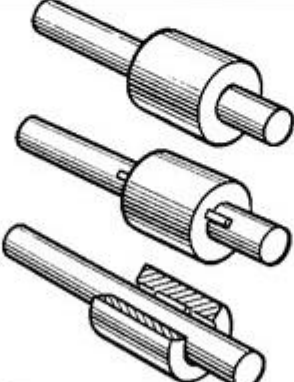
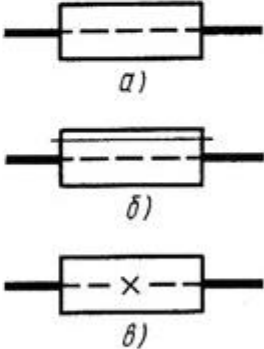
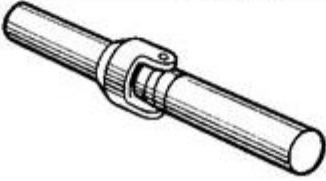
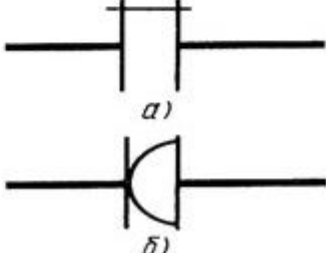
Головна відмінність *структурних схем* від *принципових* полягає в тому, що на перших зображуються функціональні частини виробу і відносини між ними. Як правило, їх представляють у вигляді графічних зображень або аналітичної записи.

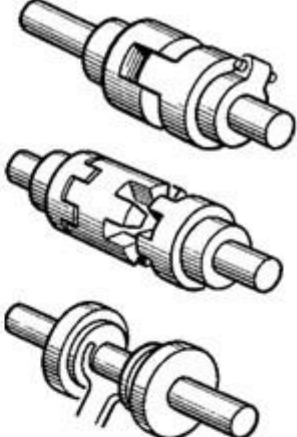
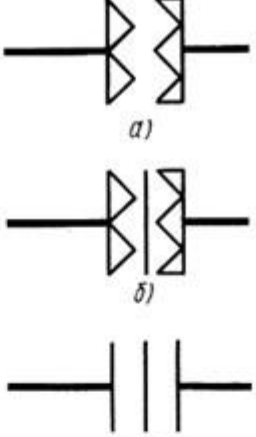

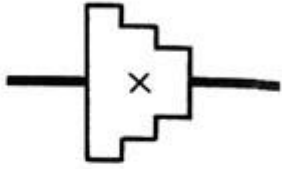
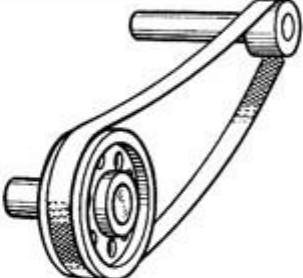
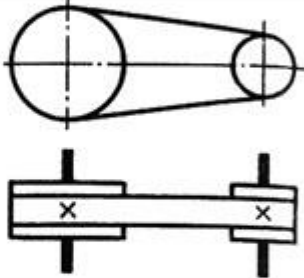
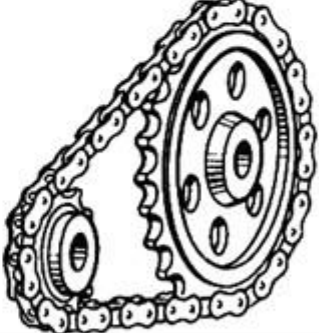
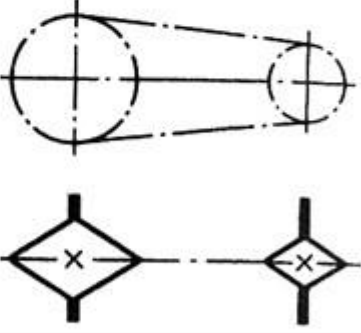
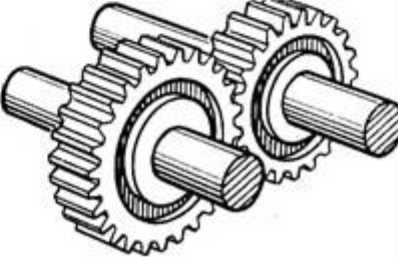
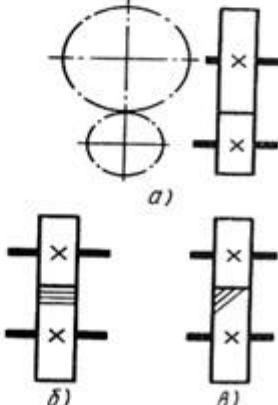
Функціональні схеми ілюструють взаємозв'язки між частинами елементів, які зображуються простими геометричними фігурами.

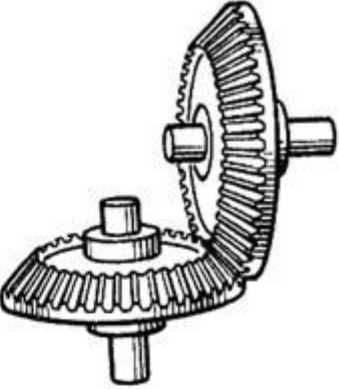
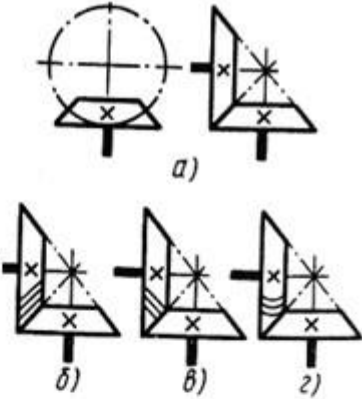
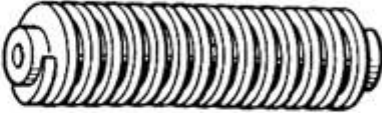

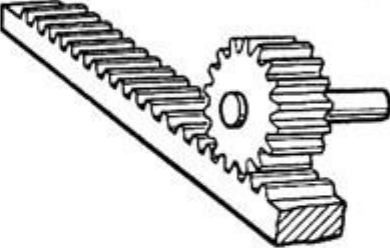
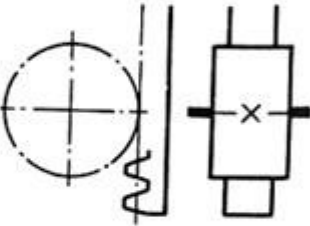
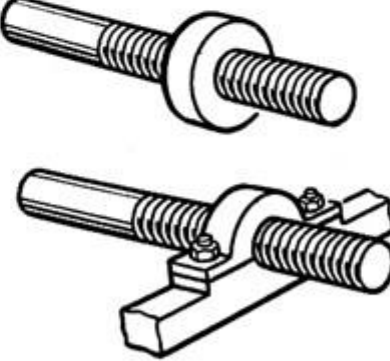
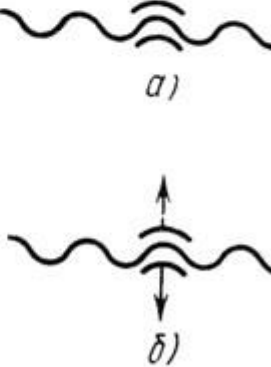
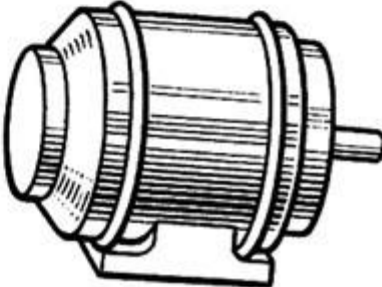

Правила виконання кінематичних схем встановлені ДСТУ (ГОСТ) 2.703-2011 „ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем”, умовні графічні позначення деталей – ГОСТ 2.770-68 „ЄСКД. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики”.

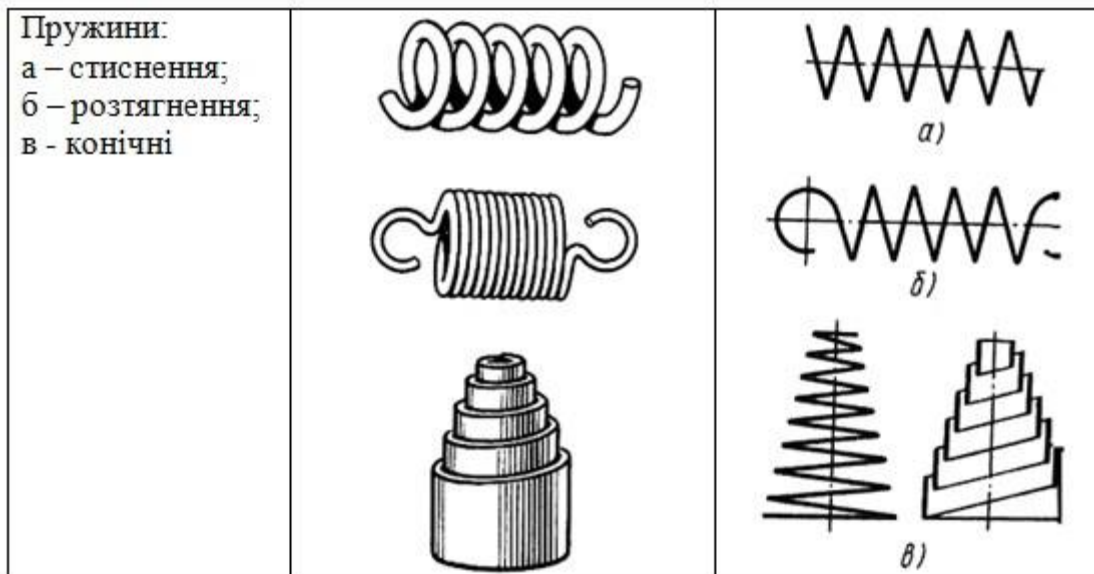
Графічні позначення елементів, які найбільш часто зустрічаються в схемах представлено в табл. 11.2. Вали нумерують римськими цифрами в порядку передачі руху, починаючи від двигуна. Для зубчастих коліс задають модуль і число зубців, для шківів – діаметр і ширину тощо. Біля електродвигуна зазначають його потужність і кількість обертів за хвилину.

Таблиця 11.2. Умовні графічні позначення на кінематичних схемах

Найменування	Наочне зображення	Умовне позначення
Вал, вісь, стержень, шатун і ін.		
Підшипники ковзання і кочення на валу (без встановлення типу): а – радіальний; б – упорний односторонній		
З'єднання деталей з валом: а – вільне при обертанні; б – рухоме без обертання; в – глухе		
З'єднання валів: а – глухе; б – шарнірне		

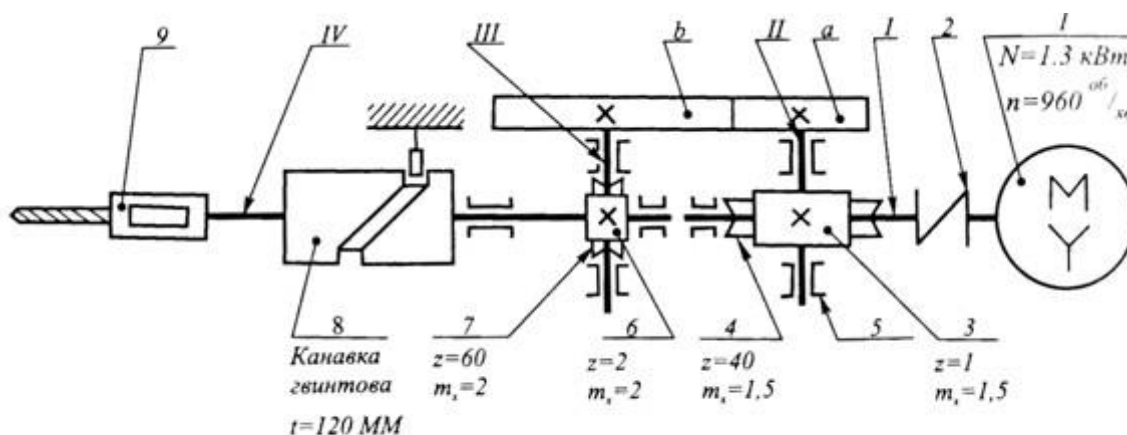
<p>Муфти зчеплення: а – кулачкова одностороння; б – кулачкова двостороння; в – фрикційна двостороння (без встановлення типу)</p>		
<p>Шків ступінчатий, закріплений на валу</p>		
<p>Відкрита передача плоским пасом</p>		
<p>Передача ланцюгова (без встановлення типу ланцюга)</p>		
<p>Передачі зубчасті (циліндричні): а – загальне позначення (без встановлення типу зубів); б – з прямими; в – з косими зубами</p>		

<p>Передачі зубчасті з перетинаючими валами (конічні): а - загальне позначення (без встановлення типу зубців); б - з прямими; в - з спіральними; г - з круговими зубами</p>		
<p>Гвинт, який передає рух</p>		
<p>Передача зубчаста рейкова (без встановлення типу зубів)</p>		
<p>Гайка на гвинті, що передає рух: а - нероз'ємна; б - роз'ємна</p>		
<p>Електродвигун</p>		



Складові елементи схеми позначають номерами позицій та записують найменування у перелік елементів, який оформлюється відповідно до вимог наведених на стор. 207.

Приклад принципової кінематичної схеми (КЗ) електромеханічної малогабаритної силової установки для свердлування отворів малих діаметрів наведений рис. 11.4.



Числа зубців змінних коліс

a	14	18	22	26
b	28	24	20	16

Рис. 11.4

Як видно з таблиці, вал, вісь, стрижень, шатун позначаються суцільний потовщеною прямою лінією. Гвинт, що передає рух, позначається хвилястою лінією. Зубчасті колеса позначають окружністю, проведеної довгоштрихово-пунктирною тонкою лінією на одній проекції, і у вигляді прямокутника, обведеного суцільною лінією, – на іншій. При цьому, як і в деяких інших випадках (передача ланцюгом, передачі рейкові, муфти фрикційні й ін.), Застосовуються загальні позначення (без уточнення типу) і приватні позначення (із зазначенням типу). На загальному позначенні, наприклад, типу зубів зубчастих коліс не показують зовсім, а на приватних позначеннях показують тонкими лініями. Пружини стиснення і розтягування позначаються зигзагоподібної лінією. Для зображення з'єднання деталі з валом також є умовні позначення.

Умовні знаки, застосовувані в схемах, викреслюють, не дотримуючись масштабу зображення. Однак співвідношення розмірів умовних графічних позначень взаємодіючих елементів має приблизно відповідати дійсному їх співвідношенню.

При повторенні одних і тих же знаків потрібно виконувати їх однакового розміру.

При зображенні валів, осей, стрижнів, шатунів і інших деталей застосовують суцільні товсті лінії. Підшипники, зубчасті колеса, шківів, муфти, двигуни обводять лініями приблизно в два рази тонше. Тонкою лінією викреслюють осі, окружності зубчастих коліс, шпонки, ланцюги.

При виконанні кінематичних схем роблять написи. Для зубчастих коліс вказують модуль і число зубів. Для шківів записують їх діаметри і ширину. Потужність електродвигуна і його частоту обертання також вказують написом типу: $N = 3,7 \text{ кВт}$, $n = 1440 \text{ об / хв}$.

Кожному кінематичному елементу, зображеному на схемі, привласнюють порядковий номер, починаючи від двигуна. Вали нумерують римськими цифрами, інші елементи - арабськими.

Порядковий номер елемента проставляють на полиці лінії-винесення. Під полицею вказують основні характеристики і параметри кінематичного елемента.

Якщо схема складна, то для зубчастих коліс вказують номер позиції, а до схеми прикладають специфікацію коліс.

При читанні і складанні схем виробів з зубчастими передачами слід враховувати особливості зображення таких передач. Всі зубчасті колеса, коли їх зображують у вигляді кіл, умовно вважають як би прозорими, припускаючи, що вони не закривають знаходяться за ними предмети. Приклад подібного зображення наведено на рис. 11.5, де на головному виді окружностями зображено зачеплення з двох пар зубчастих коліс. За цим видом не можна визначити, які з зубчастих коліс знаходяться попереду і які ззаду. Визначити це можна за допомогою виду з ліва, на якому видно, що пара коліс 1-2 знаходиться спереду, а пара 3-4 розташована за нею.

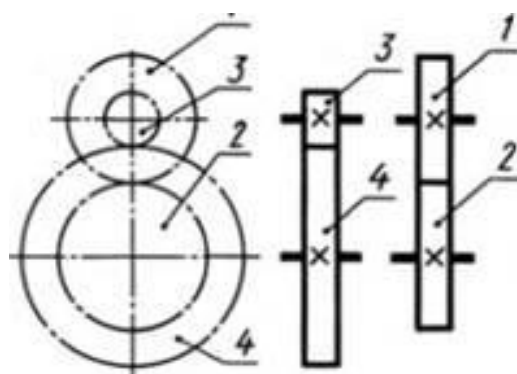


Рис. 11.5

Іншою особливістю зображення зубчатих коліс є застосування так званих розгорнутих зображень. На рис. 11.6 виконані два види схеми зубчастого зачеплення: нерозгорнутого (а) і розгорнутого (б).

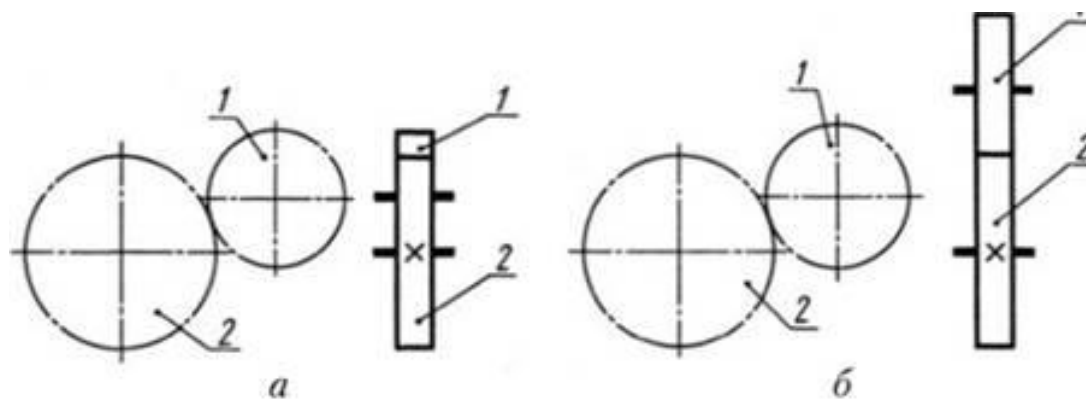


Рис. 11.6

Розташування коліс таке, що на вигляді зліва колесо 2 перекриває частину колеса 1, в результаті чого може виникнути неясність при читанні схеми. Щоб не виникло помилок, допускається чинити так, як на рис. 10.2, б, де головний вид збережений, як і на рис. 10.2, а, а вид зліва показаний в розгорнутому положенні. При цьому вали, на яких розташовані зубчасті колеса, розташовують один від одного на відстані суми радіусів коліс.

На рис. 11.7, б наведено приклад кінематичної схеми коробки швидкостей токарного верстата, а на рис. 11.7, а дано її наочне зображення.

Читання кінематичних схем Рекомендується починати з вивчення технічного паспорта, за яким знайомляться з пристроєм механізму. Потім переходять до читання схеми, відшуковуючи основні деталі, користуючись при цьому їх умовними позначеннями, частина з яких наведена в табл. 11.2. Читання кінематичної схеми слід починати від двигуна, що дає рух усім основним деталям механізму, і йти послідовно по ходу передачі руху.

Розберемо кінематичну схему механізму коробки швидкостей токарного верстата (див. Рис. 11.7, б). Відомо, що коробка швидкостей призначена для передачі шпинделю верстата декількох різних швидкостей обертання. Розглядаючи схему і зіставляючи її при необхідності з наочним зображенням (див. рис. 11.7, а), можна бачити, що механізм коробки швидкостей складається з трьох валів, пронумерованих римськими цифрами I, II і III; блоку зубчастих коліс 4, 6 і 7, який може переміщатися уздовж вала I по направляючій шпонці, зубчастих коліс 3, 8, 9, 10, глухо насаджених на вал II, зубчастих коліс II, 14, що вільно обертаються на валу III, який є шпинделем верстата, двосторонньої кулачковою муфти 12, яка розташована між зубчастими колесами II і 14, рукоятки 5 і важеля 13.

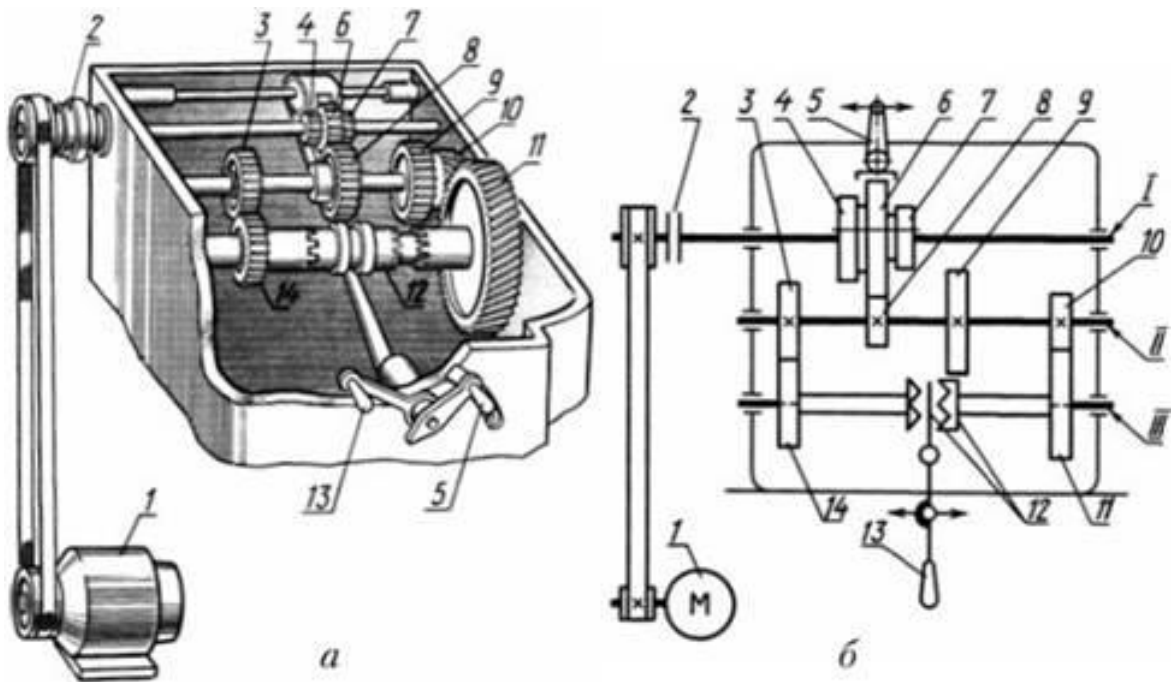


Рис. 11.7

Визначимо, як передається рух і скільки різних швидкостей можна повідомити шпинделю. Рух коробці швидкостей повідомляє електродвигун 1 через ремінну передачу і фрикційну муфту включення 2. Отже, вал отримує одну швидкість обертання, так як шків не має ступенів. Разом з валом I обертається блок зубчастих коліс 4, 6 і 7, який, пересуваючись за допомогою рукоятки 5 по направляючій шпонки, може вводити в зачеплення трьох різних пари зубчастих коліс: 3-4, 6-8, 7-9. Таким чином, проміжному валу II можна передати три різні швидкості обертання. При цьому найбільша частота обертання виходить при зачепленні коліс 6 і 8, а найменша при зачепленні коліс 7 і 9. Зубчасті колеса 3 і 10 знаходяться в постійному зачепленні з колесами 14 і 11, які вільно насажені на вал III.



Схеми кінематичні
[111]

Якщо кулачкова муфта 12 знаходиться в нейтральному положенні, шпindelь верстата не обертається. Якщо ж пересуванням наліво або направо уздовж напрямної шпонки включити муфту, шпindelь верстата отримає обертання, рівне швидкості обертання зубчастого колеса 14 або зубчастого колеса 11. Отже, при незмінній швидкості обертання вала II, шпindelю можуть бути повідомлені дві швидкості обертання, а так як вал II має трьох різні швидкості, то шпindelь може обертатися з шістьма різними частотами обертань.

11.6. Гідралічні та пневматичні схеми

У сучасній промисловості і технічній літературі широко використовуються гідралічні та пневматичні схеми.

Найчастіше зустрічаються *принципові* (повні) схеми і *схеми з'єднань* (монтажні).

Принципова (повна) схема – це схема, що визначає повний склад елементів і зв'язків між ними. Вона дає повне уявлення про принципи роботи виробу (установки). Принциповими схемами користуються для вивчення принципу роботи виробу, а також при налагодження, регулюванню, контролі та ремонті.

Схема з'єднання (монтажна) – це схема, що показує з'єднання частин виробу (установки) з трубопроводами, якими здійснюються ці сполуки, а також місця їх приєднання і введення. Деякі умовні графічні позначення для принципівих схем наведено в табл. 11.3.

Таблиця 11.3. Умовні графічні позначення на гідравлічних і пневматичних схемах

Найменування	Умове позначення	Найменування	Умове позначення
Трубопровід: <i>a</i> - всмоктування, напору, слива <i>b</i> - управління		Циліндр двосторонньої дії: <i>a</i> - з одностороннім штоком, <i>b</i> - з двостороннім штоком	
Бак (резервуар)		Дросель	
Насос з постійним напрямком потоку		Зворотній клапан	
Насос шестерний		З'єднання ліній зв'язку	
Насос гвинтовий		Перехресчування ліній зв'язку	
Насос ротаційний лопастний		Підведення рідини під тиском	
Фільтр для рідини або повітря		Злив рідини з системи	
Гідромотор, загальне позначення		Підведення повітря (газу) під тиском	
Регулюючий орган: <i>a</i> - нормально відкритий <i>b</i> - нормально закритий		Розподільник 4/3 з керуванням: <i>a</i> - від рукоятки з фіксатором <i>b</i> від електромагніту з пружинним поверненням	
		Розподільник 4/3 з керуванням від двох електромагнітів	

Елементи у схемі нумерують. Номери розташовують по порядку, починаючи з одиниці, у напрямку потоку рідини або повітря. Приклад нумерації показаний на рис. 11.8, *a*.

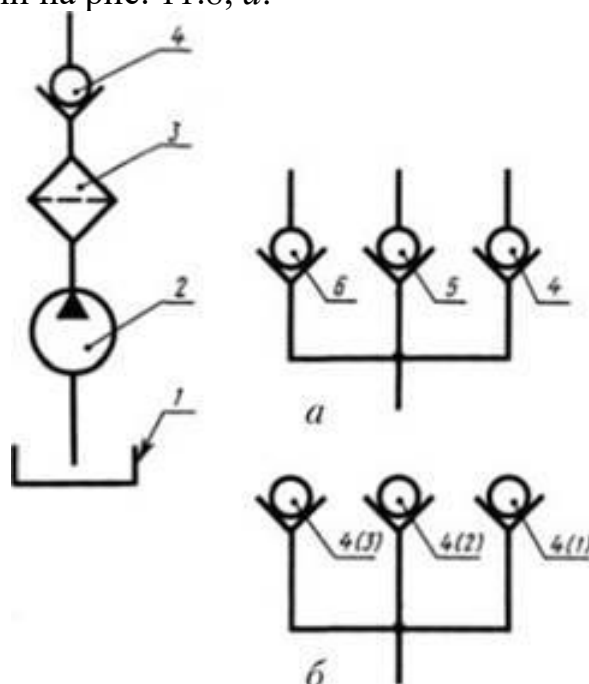


Рис. 11.8

Однаковим елементам надають загальний порядковий номер, після якого в дужках ставлять порядковий номер даного елемента (рис. 11.8, б). Номери проставляють на полицях ліній-виносок.

Лінії зв'язку (трубопроводи) також нумерують. Порядкові номери трубопроводах привласнюють після того, як дані номери всім елементам в схемі.

Трубопроводи нумерують також по напрямку потоку рідини або повітря (рис. 11.9). Якщо трубопровід виконаний у вигляді свердління або каналу всередині пристрою, то перед номером такої лінії зв'язку через точку ставлять номер даного пристрою (наприклад,

номер 4.10 на рис. 11.9). Номер трубопроводу проставляють близько ліній-виносок, але на відміну від номера елемента – без полиць (див. рис. 11.9).

На рис. 11.10, як приклад, дана принципова гідравлічна схема, складена у відповідності з викладеними правилами.

Треба зауважити, що на принципових схемах поряд з умовними графічними позначеннями елементи та пристрої допускається зображати у вигляді схематичних розрізів. Такий розріз міститься на схемі, наведеній на рис. 11.10.

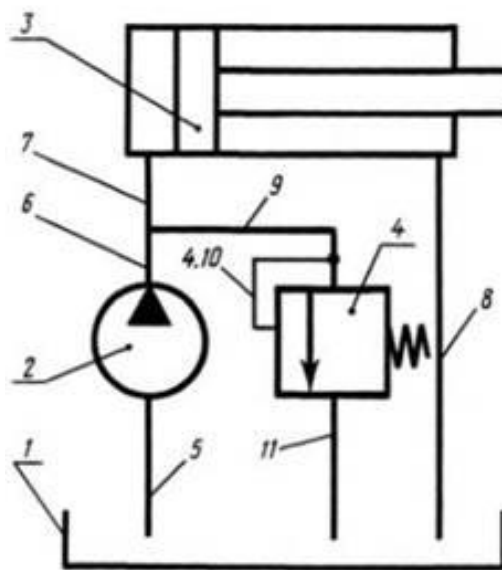


Рис. 11.9

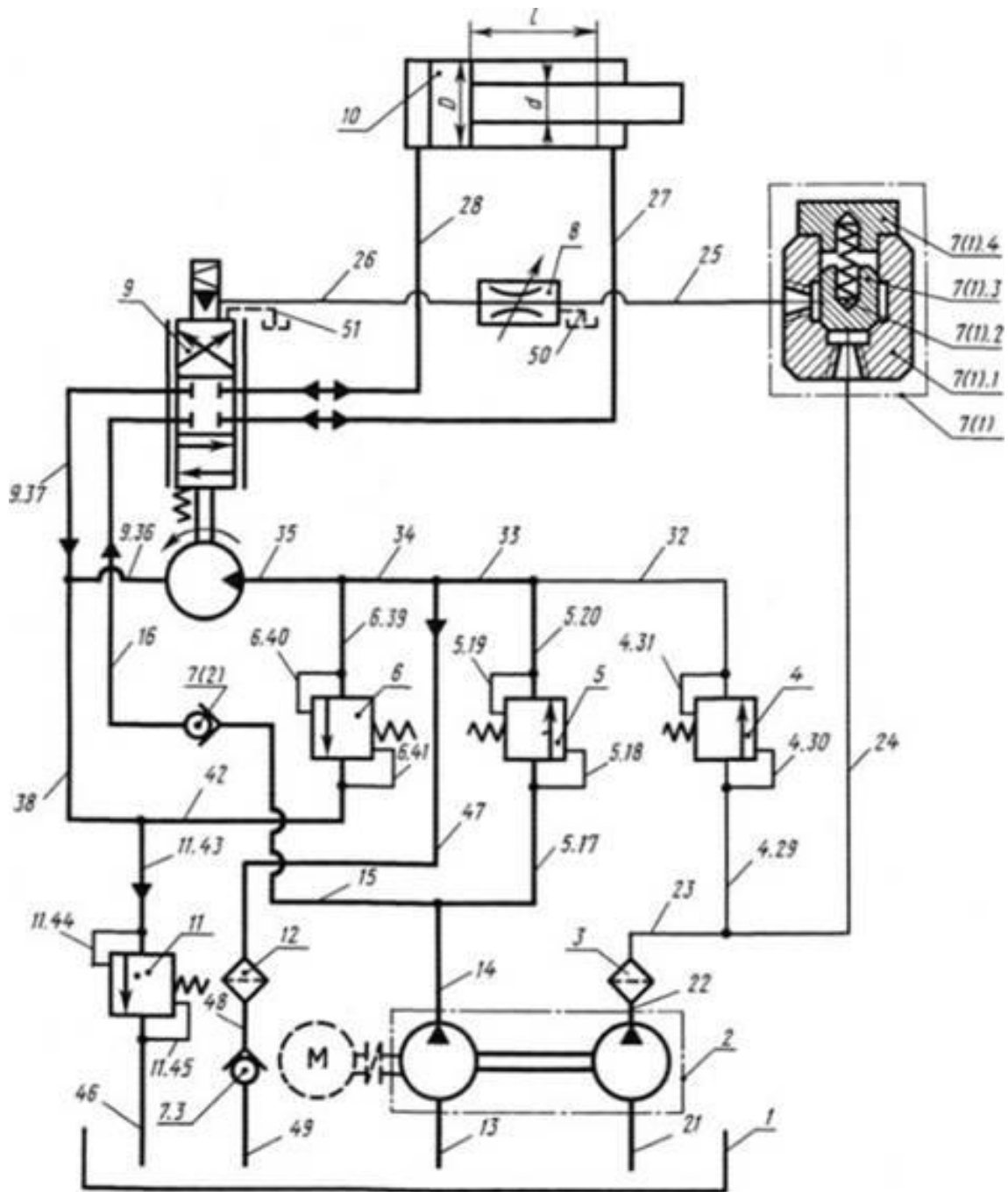


Рис. 11.10

Елементи схеми і трубопроводи, яким присвоєні номери, записують в перелік елементів.

Складові елементи схеми позначають номерами позицій та записують найменування у перелік елементів, який оформлюється відповідно до вимог наведених на стор. 240.

Схеми з'єднань (монтажні). На відміну від принципівих схем елементи, пристрої і з'єднання зображують на монтажних схемах не у вигляді умовних графічних позначень, а зовнішніми обрисами, значно спрощеними. Трубопроводи зображують суцільними основними лініями (рис. 11.11).

Номери елементів і пристроїв, а також ліній зв'язку на монтажній схемі повинні відповідати номерам, прийнятим на принциповій схемі, на підставі якої розроблена дана.

Сполукам трубопроводів на монтажній схемі присвоюють номери після номера трубопроводів. Перелік елементів до монтажною схемою складають приблизно так само, як і для принципової схеми.

На рис. 11.11 дана монтажна схема виробу, принципова схема якого наведена на рис. 11.10.

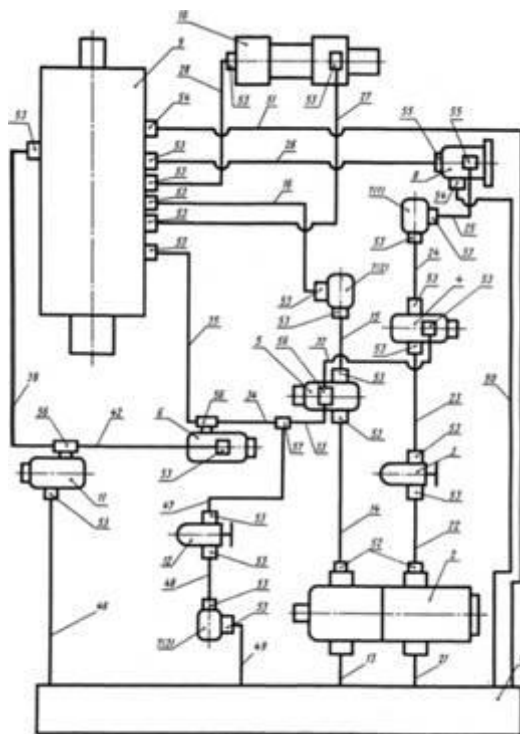


Рис. 11.11



Схеми гідравлічні
[112]



Схеми
пневматичні [113]

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Що називають схемою?
2. Який порядок літерно-цифрового позиційного позначення елементів на схемах?
3. Де розміщується літерно-цифрове позначення елемента на схемі?
4. Де рекомендується розміщати перелік елементів до схеми електричної принципової?
5. З яких граф складається перелік елементів?
6. Схеми кінематичні. Які особливості.
7. Схеми гідравлічні. Які особливості.
8. Схеми пневматичні. Які особливості.

Література:

[3] – с. 196-254, [8] – с. 225-229.

Перелік використаної літератури

1. Антонович Є. А. Креслення : [навч. посібник] / Антонович Є. А., Василюшин Я. В., Шпільчак А. В. – Львів : Світ, 2006. – 512 с
2. Браїловський В. В. Інженерна та комп'ютерна графіка : [навч. посібник] / В. В. Браїловський, Л. І. Ластівка, О. Г. Хондожко. – Чернівці : Рута, 2008. – 320 с.
3. Верхола А. П. Інженерна графіка: креслення та комп'ютерна графіка : [навч. посібник] / [А.П. Верхола, Коваленко Б.Д., В.М. Богданов та ін.] ; за ред. А.П. Верхоли.. – К.: Каравела, 2005. – 304 с.
4. Інженерна графіка : [довідник] / В. М. Богданов, А. П. Верхола, Коваленко Б. Д. та ін.] за ред. А. П. Верхоли. – К. : Техніка, 2001. – 268 с.
5. Кабацький О. В. Нарисна геометрія та інженерна графіка : конспект лекцій / О. В. Кабацький, В. В. Хорошайло, С. О. Бабенко. – Краматорськ : ДДМА, 2013. – 116 с.
6. Ковальов Ю. А. Технічне креслення : навчальний посібник / Ю. А. Ковальов, С. А. Плешко – Київ : КНУТД, 2016. – 226 с.
7. Малякова І. А. Інженерна та комп'ютерна графіка. Частина І: навч. посібник / І. А. Малякова, Д. Ю. Калина, Л. В. Корольова. – Кременчук : КДПУ, 2003. – 144 с.
8. Михайленко В. Є., Ванін В. В., Ковальов С. М. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – Київ : Каравела, 2010. – 360 с.
9. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. ДСТУ 3321-96. – Київ : Держстандарт України, 1997.
10. ДСТУ ГОСТ 2.001 : 2006 „Загальні положення”.
11. ДСТУ ГОСТ 2.104 : 2006 „Основні написи”.
12. ДСТУ ISO 128-1 : 2005 „Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 1. Передмова та покажчик понять стандартів ISO серії 128”.
13. ДСТУ ISO 128 – 20 : 2005 „Загальні принципи оформлення. Частина 20”.
14. ДСТУ ISO 128 – 22 : 2005 „Загальні принципи оформлення. Частина 22”.
15. ДСТУ ISO 128 – 24 : 2005 „Загальні принципи оформлення. Частина 24”.
16. ДСТУ ISO 128 – 40 : 2005 „Загальні принципи оформлення. Частина 40”.
17. ДСТУ ISO 129 (всі частини) „Технічні кресленики. Позначення розмірів та допусків.
18. ДСТУ ISO 286-1 : 1988 „Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основні допуски, відхили та посадки”.

19. ДСТУ 2413-94 „Основні норми взаємозамінності. Шорсткість поверхні. Терміни та визначення”.
20. ДСТУ ISO 2553 : 1992 „З’єднання зварні і паяні твердим і м’якими припоями. Умовні зображення на креслениках”.
21. ДСТУ ISO 2768-1 : 2001 „Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків”.
22. ДСТУ ISO 2768-2 : 2001 „Основні допуски. Частина 2. Геометричні допуски для елементів без спеціального позначення допусків”.
23. ДСТУ ISO 3040 : 2007 „Технічні кресленики. Розміри та допуски. Конуси”.
24. ДСТУ ISO 3098-0 : 2007 „Технічна документація на вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги”.
25. ДСТУ ISO 3098-0 : 2006 „Шрифти. Частина 0”.
26. ДСТУ ISO 3098-6 : 2007 „Шрифти. Частина 6”.
27. ДСТУ ISO 5455 : 2005 „Технічні кресленики.. Масштаби”.
28. ДСТУ ISO 5456-1 : 2006 „Методи проєкціювання. Частина 1”.
29. ДСТУ ISO 5456-2 : 2005 „Методи проєкціювання. Частина 2”.
30. ДСТУ ISO 5456-3 : 2006 „Методи проєкціювання. Частина 3”.
31. ДСТУ ISO 5457 : 2006 „Технічна документація на вироби. Кресленики. Розміри та формати”.
32. ДСТУ ISO 5459 : 1981 „Технічні кресленики.. Геометричні допуски. Бази та системи баз геометричних допусків”.
33. ДСТУ ISO 6433 : 2006 „Технічні кресленики. Позичії”.
34. ДСТУ ISO 7083 : 1983 „Технічні кресленики. Умовні позначки геометричних допусків. Співвідношення та розміри”.
35. ДСТУ ISO 7200 : 2004 „Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах”.
36. ДСТУ ISO 7573 : 2006 „Кресленики технічні. Специфікація”.
37. ДСТУ ISO 8015 : 1985 „Технічні кресленики. Основні принципи позначення допусків”.
38. ДСТУ ISO 10135 : 1994 „Технічні кресленики. Спрощене зображення формованих, відлитих та відкованих деталей”.
39. ДСТУ ISO 10209 -1 : 1992 „Технічна документація на вироби. Словник Частина 1. Терміни, що стосуються технічних креслеників. Загальні положення та види креслеників”.
40. ДСТУ ISO 15785 : 2002 „Технічні кресленики. Умовні зображення і позначки з’єднань, одержаних склеюванням, фальцюванням і пресуванням”.
41. ДСТУ (ГОСТ 5-78) „Текстоліт та асботекстоліт конструкційні. Технічні умови”.
42. ДСТУ (ГОСТ 288 – 72) „Повсть технічна тонкошерста і деталі з неї для машинобудування. Технічні умови”.

43. ДСТУ (ГОСТ) 481-80 „Пароніт та прокладки з нього. Технічні умови”.

44. ДСТУ (ГОСТ) 977-88 „Виливки сталеві. Загальні технічні умови”.

45. ДСТУ (ГОСТ) 1050-88 „Сталь якісна та високоякісна. Сортовий та фасонний прокат, калібрована сталь”.

46. ДСТУ (ГОСТ) 2718-74 „Гетинакс електротехнічний листовий”.

47. ДСТУ (ГОСТ 2910-74) „Текстоліт електротехнічний листовий. Технічні умови”.

48. ДСТУ (ГОСТ 5689-79) „Маси пресувальні фенольні. Технічні умови”.

49. ДСТУ (ГОСТ 6308-71) „Повсть технічна напівгрубошерста і деталі з неї для машинобудування. Технічні умови”.

50. ДСТУ (ГОСТ 6418-81) „Повсть технічна грубошерста і деталі з неї для машинобудування. Технічні умови”.

51. ДСТУ (ГОСТ) 7338-90 „Пластини гумові та гумовотканинні. Технічні умови”.

52. ДСТУ (ГОСТ) 9150-2003 „Основні норми взаємозамінності. Різьблення метричне. Профіль”.

53. ДСТУ (ГОСТ) 9639-71 „Листи з неластифікованого полівінілхлориду (вініпласт листовий). Технічні умови”.

54. ДСТУ (ГОСТ 10007-80) „Фторопласт-4. Технічні умови”.

55. ДСТУ (ГОСТ) 16388-70 „Смоли феноло-формальдегідні”.

56. ДСТУ (ГОСТ 2.104:2006) „ЄСКД. Основні надписи”.

57. ДСТУ (ГОСТ 2.109-73) „ЄСКД. Основні вимоги до креслеників”.

58. ДСТУ (ГОСТ) 2.113-75 „ЄСКД. Групові та базові конструкторські документи”.

59. ДСТУ (ГОСТ) 2.701-2008 „ЄСКД. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання. Правила виконання всіх типів електричних схем”.

60. ДСТУ (ГОСТ) 2.702 – 75 „ЄСКД. Правила виконання електричних схем”.

61. ДСТУ (ГОСТ) 2.703-2011 „ЄСКД. Правила виконання кінематичних схем”.

62. ДСТУ (ГОСТ) 2.704-2011 „ЄСКД. Правила виконання гідравлічних і пневматичних схем”.

63. ДСТУ (ГОСТ) 2.709-72 „ЄСКД. Позначення умовних проводів та контактних з'єднань електричних елементів, обладнання та ділянок ланцюгів в електричних схемах”.

64. Історія розвитку технічного креслення. <https://naurok.com.ua/referat-istoriya-rozvitku-kreslennya-rol-kreslennya-u-zhitti-lyudini-ta-na-virobnictvi-243839.html>

65. Основи креслення. <https://naurok.com.ua/prezentaciya-vstup-rozvitok-kreslennya-258824.html>

66. Шрифти. <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/451>

67. Покроковий відео-урок: Як виконати креслення букв, креслярські шрифти. <https://www.youtube.com/watch?v=jomtY4vec8g>
68. Нанесення розмірів. https://stud.com.ua/84674/tehnika/nanesennya_rozmiriv_kreslennya_detali
69. Графічні зображення. <https://www.youtube.com/watch?v=TJdVbTqf2og>
70. Вигляди. Побудова виглядів. <https://www.youtube.com/watch?v=cnELy65rG70>
71. Урок з технічного креслення. Перерізи. <https://www.youtube.com/watch?v=Si7AO8da-6c>
72. Аксонометричні проєкції. <https://www.youtube.com/watch?v=PgfMhaFZTc4>
73. Основні правила нанесення розмірів. <https://www.youtube.com/watch?v=LNgTWOuWNOc>
74. Основні правила нанесення розмірів. https://www.youtube.com/watch?v=UDdqXIMW_Mo
75. Креслення плоских предметів. Розміри на кресленнях. Ескіз предмета. <https://www.youtube.com/watch?v=cthphErjpZY>
76. Елементарні побудови. <https://www.youtube.com/watch?v=EWL400-bvS0>
77. Геометричні побудови. <https://studfile.net/preview/5601820/>
78. Геометричні побудови. <https://vseosvita.ua/lesson/heometrychni-pobudovu-na-kreslenniakh-analiz-hrafichnoho-skladu-zobrazhennia-22546.html>
79. Геометричні побудови. <https://vseosvita.ua/library/geometricni-pobudovi-pid-cas-vikonanna-kreslen-541398.html>
80. Геометричні побудови. <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/591>
81. Геометричні побудови. <https://youtu.be/gPVrzUmzTVY>
82. Геометричні побудови. https://filelibsnu.at.ua/navchalno-metod/geom_pobudov.pdf
83. Геометричні побудови. Відрізок. <https://youtu.be/FudzICp6Ws>
84. Геометричні побудови. Коло. <https://youtu.be/n8-H3NeGp5Q>
85. Геометричні побудови. Кут. <https://youtu.be/rAplWtQnSEg>
86. Геометричні побудови. Спряження. <https://youtu.be/TjYLV3a5j3Y>
87. Спряження. <https://kreslennja.com.ua/lesson.php?id=3>
88. Спряження. Спряження сторін прямого, гострого, тупого кутів. Зовнішнє, внутрішнє спряження. <https://www.youtube.com/watch?v=-O11s4kBGMA>
89. Лекальні криві. <https://www.youtube.com/watch?v=YzgQa1OzsZQ>
90. Побудова деталей зі спряженнями. <https://www.youtube.com/watch?v=8616NPa9Uak>
91. Зображення і позначення нарізі. <https://www.youtube.com/watch?v=WdNsK7Na2go>
92. Різьбові з'єднання. <https://www.youtube.com/watch?v=sDazsrB45QI>

93. Болтове з'єднання деталей.
https://www.youtube.com/watch?v=JkwQS_iceGQ
94. Робочий кресленик. Допуски та посадки.
<https://www.youtube.com/watch?v=sCBzn21SCUI>
95. Робочий кресленик. Шорсткість.
<https://www.youtube.com/watch?v=KtjEhYDX30E>
96. Побудова ізометричної аксонометрії.
<https://youtu.be/xzZGSQxA66U>
97. Побудова «косого» перерізу. <https://youtu.be/gGJgH7ugUbA>
98. Побудова третьої проекції по двом заданим. Нанесення розмірів.
<https://youtu.be/0dHTUGeXpnw>
99. Тема 1. Нанесення розмірів. <https://youtu.be/QEJQiQX79JM>
100. Тема 1. Побудова третьої проекції по двом заданим.
https://youtu.be/qXNop_SnCqo
101. Поняття про ескіз. Послідовність виконання ескізів.
<https://kreslennja.com.ua/lesson.php?id=39>
102. Поняття про ескіз. Послідовність виконання ескізів.
<https://kreslennya.com/esk-z-poryadok-yogo-vigotovlennya.html>
103. Ескізування деталі, 1 частина.
<https://www.youtube.com/watch?v=ivFF2wkiRzs>
104. Виконання ескізу деталі. Частина 2.
<https://www.youtube.com/watch?v=8WVv-qGNk-8>
105. Складальний кресленик. https://ng-kg.kpi.ua/files/hetman_bilitska_piven_martynenko.pdf
106. Складальний кресленик.
https://www.youtube.com/watch?v=7Ud_7o4ZaSs
107. Складальний кресленик. https://ng-kg.kpi.ua/files/hetman_bilitska_piven_martynenko.pdf
108. Деталювання складального кресленика.
<https://m.youtube.com/watch?v=HsM5ScCpIpM>
109. Види схем. <https://studfile.net/preview/9138520/page:13/>
110. Як читати електричні схеми?
https://www.youtube.com/watch?v=s7W7mH7_BiQ
111. Схеми кінематичні.
<https://www.youtube.com/watch?v=eClq0XLRvCk>
112. Animated Hydraulic Circuits.
https://www.youtube.com/watch?v=Kls7TqL9UL4&ab_channel=InternationalFluidPowerSociety-IFPS
113. Схеми пневматичні.
<https://www.youtube.com/watch?v=2WDpFJehQY0>
114. Креслення валу.
https://www.google.com/search?q=%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&oq=%D0%BA%D1%80%D0%B5&gs_lcrp=EgZjaHJvbW

UqDggAEEUYJxg7GIAEGIoFMg4IABBFGCcYOxiABBiKBTIOCAEQRRgn
GDsYgAQYigUyBggCEEUYOTINCAMQLhjHARjRAxiABDIGCAQRRg9
MgYIBRBFgd0yBggGEEUYPTIGCAcQRRhBqAIAAsAIA&sourceid=chrome
&ie=UTF-8#vhid=coQ9J0VrX5FUWM&vssid=1

115. Креслення

шестерні.

https://www.google.com/search?q=%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D1%88%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96&oq=%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D1%88%D0%B5&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqBwgBEAAyGaqyBggAEEUYOTINC AEQABiABDIICAIQABgWGB4yCAgDEAAyFhgeMggIBBAAGBYHjIICAUQABgWGB4yCggGEAAyGaqyogQyBggHEEUYPdIBCTE0MTE2ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

116. Креслення

пружини.

https://www.google.com/search?q=%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B8&oq=%D0%BA%D1%80&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqDggBEEUYJxg7GIAEGIoFMg4IABBFGCcYOxiABBiKBTIOCAEQRRgnGDsYgAQYigUyBggCEEUYOTIMCAMQABhDGIAEGIoFMgwIBBAAGEMYgAQYigUyBggFEEUYPTIGCAyQRRg9MgYIBxBFGD3SAQgzMDQ1ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

117. Простановка

розмірів.

<https://urok.osvita.ua/materials/education/63179/attachment-download/25544/>

118. Методичні вказівки для виконання практичних робіт.
„Деталювання складального креслення”.
<https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/761221d0-357c-4191-8927-f098cf0e945d/content>

Предметний покажчик

- Абетка кирилична, 52
- Аксонометрія зображення, 112
 - положення системи координат*, 112
 - положення об'єкта*, 112
 - нанесення розмірів*, 113
 - ізометрична*, 113
 - диметрична*, 113
 - кабінетна*, 117
 - косокутна*, 113
 - планіметрична*, 118
 - спрощена*, 118
- База, 23
 - конструктивна*, 79
 - установочна*, 79
 - опорна*, 86
 - надбудована*, 79
 - вимірювальна*, 80
 - складальна*, 80
- болт, 134
 - виконання*, 134
- вальниця, 24
- вид, 19
 - головний*, 21
 - допоміжний*, 21
 - місцевий*, 21
 - основний*, 20
- виріб, 15
 - виконання*, 15
 - кріпильний*, 23
 - нерозспеціфікований*, 15
 - оригінальний*, 15
 - нерознімний*, 23
 - покупний*, 15
 - стандартний*, 15
 - рознімний*, 23
- вирів місцевий, 109
- Гайка, 136
- гвинт, 137
 - встановлювальний*, 137
 - кріпильний*, 137

Деталь, 15, 110, 153
 елементи, 154
 класифікація, 154
деталі кріпильні, 132
 болти, 132, 134
 гайки, 132, 136
 гвинти, 132, 137
 шайби, 138
 шпильки, 132, 139
 шплінти, 132, 139
 штифти, 13, 2, 139
деталювання, 217
документ конструкторський, 14
 основний, 14
 графічний, 14, 153
 графік, 125
 груповий, 16
 ескіз, 17
 кресленик, 14, 153
 стадія розроблення, 14
 схема, 17, 153
 текстовий, 14, 153
документація, 15
 графічна, 14
 конструкторська, 14
 проектна, 15
 текстова, 14
 робоча, 16
дублікат, 23
диметрія, 115
 косокутна фронтальна, 115
 прямокутна, 115
Евольвента, 101
елемент виносний, 22
еліпс, 94
 нормаль, 94
ескіз, 194
Записка пояснювальна, 16
зона, 28
з'єднання, 23, 124
 нерознімні, 124, 147
 заклепкові, 150
 однорядні, 150

дворядні, 150
багаторядні, 150
зварні, 147
зображення
конструктивне, 148
спрошене, 148
умовне, 148
шов, 147
катет, 147
переривчастий, 149
способи взаємного розміщення
стикові, 147
внапуск, 147
кутові, 147
таврові, 147
зшиті, 151
металевими скобами, 151
клейові, 150
паяні, 150
рознімні, 124
різьбові, 124
болтове, 140
гвинтове, 142
трубне, 143
шліцьові, 124, 146
прямобічні, 146
евольвенті, 146
трикутні, 146
шліцьові, 146
шпилькове, 141
шпонкові, 146
зображення, 102
головне, 103, 155
ортогональне, 102

Ізометрія, 112
інструкція, 16

Комплекс, 15
комплект, 153
конструкція виробу, 17
кресленик,
 деталі, 17
 робочий, 154, 155
 написи, 156
 технічні вимоги, 156
 загального виду, 200
 складальний, 17, 201
 оформлення, 204
 розміри, 204

Контроль
 нормативний, 14
 технологічний, 14

криві лекальні, 94
 еліпс, 94
 парабола, 96
 гіпербола, 98
 циклоїда, 99
 синусоїда, 100
 евольвента, 101

Лінія, 18
 виносна, 18
 виноска, 33
 довгоштрихово-двопунктирна, 32
 довгоштрихово-пунктирна, 32
 контур, 18
 видимого, 18
 невидимого, 18
 надтовста, 33
 обриву, 18
 переходу, 18
 полиця, 34
 розмірна, 18
 січної площини, 106

Масштаб зображення, 18
 збільшення, 18
 зменшення, 18
 натуральної величини, 31

Матеріал
 вибір, 159
 позначення, 159
 графічне зображення, 4953

Накривка, 24
напис,
 вказівний, 35
 додатковий, 18
 основний, 18

нарізь, 24
нормоконтроль, 14

Оброблення, 23
оригінал, 23

Паспорт, 16
переріз, 19, 106
 місцевий, 109
 накладений, 107, 108
 неповний, 107
 позначення, 107, 108

побудови геометричні, 85
 поділ, 85
 відрізка, 85
 кола, 87
 кута, 86

поверхня
 відхилення граничні, 165
 обробка термічна, 170
 позначення, 170
 шорсткість, 170
 позначення, 170

позиція, 200
покров, 23
покриття, 23
 позначення, 177
 лакофарбового, 180
 металевого, 180
 неметалевих, 180

площина січна, 106
 лінія, 106
 позначення положення, 105

правдник, 23

предмет, 19
 вид, 19
 зображення, 19
проект, 16
 технічний, 15
 ескізний, 15
проекція
 ортогональна, 19
 аксонометрична, 19
 ізометрична, 20
 диметрична, 20
проекціювання
 планіметричне,
 звичайне, 118
 укорочене, 119
 спосіб, 102
пропозиція технічна, 15
проточка, 154
Розмір, 22
 лінійний, 22
 відхилення граничні, 156
 виконавчий, 22
 дійсний, 22
 довідковий, 22
 кутовий, 22
 нанесення на креслениках, 56
 канавок для мащення, 82
 конусність, 26
 лисок, 82
 пазів, 82
 проточок, 81
 радіусів, 68
 сфери, 5768
 номінальний, 22
 приєднавчий, 22
 способи нанесення, 78
 комбінований, 78
 координатний, 76
 ланцюговий, 76
 установчий, 22
розрахунок, 16
розріз [розтин] [розчин], 19, 106
різьба, 124
 багатоходова, 124

внутрішня, 124
діаметр, 124
 внутрішній, 125
 зовнішній, 125
дюймова, 124
збіг, 124
зображення на креслениках, 130
зовнішня, 124
конічна,
 дюймова , 129
 метрична , 124
кріпильна, 124
крок
 великий, 125
 дрібний, 125
кругла, 125
метрична, 124
недовод, 124
недоріз, 124
одноходова , 124
прямокутна , 125, 128
спеціальна , 125, 129
трапецеїдальна , 125, 127
трубна
 конічна, 125, 126
 циліндрична, 125, 126
упорна, 124, 128
хід, 125
ходова, 125

Складальна одиниця, 15, 153

Складень, 15

специфікація, 16, 153, 207

оформлення, 153, 208

спряження, 91

зовнішнє, 92

внутрішнє, 92

центри дуги, 91

точки спряження, 91

сторінки берег, 24

схема, 17

газова, 17

елементів перелік, 234

загальна, 234

з'єднань, 234
гідравлічна, 250
кінематична, 17, 242
пневматична, 250
принципова, 234
розташування, 234
скомбінована, 17
електрична, 17, 236

Таблиця, 16

Умови технічні, 17
урухомник, 23

Фаска, 154

формат, 18
 додатковий, 18
 основний, 18

Циклоїда, 99

Шайба, 138
 квадратні, 138
 круглі, 138
 пружинні, 138
 стопорні, 138
 сферичні, 138

шпильки, 139

штифти, 139

шплінти, 139

шпонки
 призматичні, 145
 сегментні, 145

Шрифт, 22

графічний набір символів, 49
 розмір, 22
 номінальний ряд, 49
 тип, 49

Навчальне видання

*Ковальов Юрій Адиславович
Плешко Сергій Анатолійович
Рубанка Микола Миколайович*

Технічне креслення

Інтерактивний навчальний посібник

**Редактор Ю. А. Ковальов
Відповідальний за поліграфічне виконання Л. Л. Овечкіна**

Підп. до друку 31.10.2024 р. Формат 60x84 1/16.
Ум. друк. арк. 16,03. Облік. вид. арк. 12,55. Наклад 20 пр. Зам. 2111.

Видавець і виготовлювач Київський національний університет технологій та дизайну.
вул. Мала Шияновська, 2, м. Київ-11, 01011.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 993 від 24.07.2002.