

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



**Г.К. Ванжа  
О.О. Якушева  
Г.С. Тен  
І.В. Вернер**

**МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України  
як навчальний посібник  
для студентів напрямку підготовки 6.070106 Автомобільний транспорт*

Дніпропетровськ  
НГУ  
2011

УДК 744(075.8)  
ББК 30.11.я 73  
М 38

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.070106 Автомобільний транспорт (лист №1/11-4549 від 6.06.2011).*

Рецензенти:

А.С. Дехтяр, д-р техн. наук, проф. (Національний транспортний університет, завідувач кафедри комп'ютерної та інженерної графіки);

В.І. Дирда, д-р техн. наук, проф. (Дніпропетровський державний аграрний університет, завідувач кафедри надійності й ремонту машин).

**Машинобудівне креслення** [Текст]: навч. посібник / Г.К. Ванжа, О.О. Якушева, Г.С. Тен, І.В. Вернер. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 168 с.

ISBN 978–966–350–312–7

Зміст навчального посібника відповідає освітньо-професійній програмі бакалаврів напрямів підготовки «Автомобільний транспорт», зокрема – програмі дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка».

У посібнику висвітлюються відомості, необхідні для виконання й оформлення машинобудівних креслеників відповідно до державних стандартів України. Наводяться приклади геометричних побудов і методи створення зображень предметів згідно з вимогами нарисної геометрії. У дев'ятому розділі розглянуто стадії проектування автотранспортних підприємств, описано умовності й особливості будівельного креслення, правила виконання генеральних планів і планів автотранспортних споруд.

Мета посібника – набуття студентами умінь і навичок, необхідних для втілення технічних ідей засобами креслення, для усвідомлення конструкції та принципу дії зображених механізмів.

Посібник може стати в пригоді студентам денної та заочно-дистанційної форм навчання інших напрямів, для яких дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» є нормативною.

УДК 744(075.8)

ББК 30.11.я73

© Г.К. Ванжа, О.О. Якушева, Г.С. Тен,  
І.В. Вернер, 2011

© Державний ВНЗ «Національний  
гірничий університет», 2011

ISBN 978–966–350–312–7

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ.....	6
1.1. Креслення деталей.....	6
1.2. Лінії креслеників.....	7
1.3. Нанесення розмірів.....	10
1.4. Позначення на креслениках шорсткості поверхонь деталей.....	13
1.5. Масштаб.....	17
1.6. Формати креслеників.....	18
1.7. Основний напис на креслениках.....	18
1.8. Читання креслеників.....	20
РОЗДІЛ 2. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ.....	25
2.1. Загальні відомості.....	25
2.2. Поділ і побудова ліній, кутів.....	26
2.3. Поділ кола на рівні частини.....	27
2.4. Знаходження центрів дуг і кіл, визначення величин радіусів дуг.....	29
2.5. Спряження ліній.....	31
2.6. Застосування геометричних побудов у процесі розмічування.....	36
РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	38
3.1. Прямокутне проєціювання.....	38
3.2. Площини проєкцій.....	40
3.3. Комплексний кресленик предмета.....	41
3.4. Проєкції геометричних тіл.....	42
3.5. Допоміжна пряма на комплексному кресленику.....	44
3.6. Проєкції точки, що лежить на поверхні предмета.....	44
3.7. Послідовність побудови прямокутних проєкцій деталі.....	46
3.8. Побудова третьої проєкції за двома заданими.....	48
3.9. Способи визначення натуральної величини відрізка лінії та плоскої фігури.....	49
3.10. Побудова розгорток поверхонь тіл.....	53
3.11. Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл.....	54
РОЗДІЛ 4. ПЕРЕРІЗИ Й РОЗРІЗИ.....	60
4.1. Переріз.....	60
4.2. Побудова розрізів.....	64
4.3. Класифікація розрізів.....	65
4.4. Розташування й позначення розрізів.....	66
4.5. Графічні позначення матеріалів і правила їхнього нанесення на креслениках.....	67
4.6. Місцевий розріз.....	67
4.7. Суміщення частини виду й частини розрізу.....	68
4.8. Особливі випадки розрізів.....	70
4.9. Складні розрізи.....	71
РОЗДІЛ 5. РОБОЧІ МАШИНОБУДІВНІ КРЕСЛЕНИКИ.....	73
5.1. Розташування деталей на робочих креслениках.....	73
5.2. Зображення деталей на машинобудівних креслениках.....	74
5.3. Умовності й спрощення на робочих креслениках деталей.....	76
5.4. Розміри на робочих креслениках.....	77
5.5. Позначення на креслениках граничних відхилень від форми й розташування поверхонь.....	86
5.6. Ескізи.....	87

РОЗДІЛ 6. КРЕСЛЕННЯ НАРІЗЕЙ, РОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ ТА СТАНДАРТИЗОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС І ПРУЖИН.....	91
6.1. Нарізь і рознімні з'єднання деталей.....	91
6.1.1. Види нарізі й зображення її на рисунках.....	91
6.2. Кріпильні деталі.....	97
6.3. Болтове з'єднання.....	98
6.4. З'єднання шпилькою.....	100
6.5. З'єднувальні частини із нарізю для трубопроводів.....	101
6.6. Зображення деталей, що мають зубчасті (шліцьові) поверхні.....	105
6.7. Робочі кресленики циліндричних і конічних зубчастих коліс.....	107
6.8. Креслення черв'ячного колеса, черв'ячного гвинта й зубчастої рейки.....	115
6.9. Зображення пружин на робочих кресленках.....	119
РОЗДІЛ 7. СКЛАДАЛЬНІ КРЕСЛЕНИКИ.....	123
7.1. Вироби та їхні складові частини.....	123
7.2. Види конструкторських документів і стадії проектування.....	124
7.3. Позначення виробів та їхніх конструкторських документів.....	125
7.4. Вимоги, що пред'являються до складальних креслеників.....	126
7.5. Зображення складального кресленика.....	127
7.6. Умовності й спрощення при виконанні зображень на складальних кресленках.....	127
7.7. Розміри на складальних кресленках.....	129
7.8. Номери позицій на складальних кресленках.....	130
7.9. Специфікація.....	132
7.10. Основний напис.....	134
7.11. Деталювання складальних креслеників.....	135
7.12. Послідовність виконання складальних креслеників.....	137
РОЗДІЛ 8. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ.....	141
8.1. Поняття про аксонометричні проекції.....	141
8.2. Фронтальна диметрична проекція.....	142
8.3. Зображення кола у фронтальній диметричній проекції.....	145
8.4. Ізометрична проекція.....	145
8.5. Зображення кіл в ізометричній проекції.....	147
8.6. Побудова ізометричних проекцій деталей.....	148
8.7. Диметрична косокутна проекція.....	148
РОЗДІЛ 9. БУДІВЕЛЬНІ КРЕСЛЕНИКИ.....	150
9.1. Порядок проектування автотранспортних підприємств (АТП).....	150
9.2. Графічне оформлення будівельних креслеників.....	150
9.2.1. Зображення на будівельних кресленках.....	151
9.2.2. Формати, масштаби, лінії будівельних креслеників.....	152
9.2.3. Оформлення основного напису в будівельних кресленках.....	153
9.2.4. Порядок розташування координатних осей та нанесення розмірів на будівельних кресленках.....	154
9.3. Основні конструктивні елементи промислових споруд.....	156
9.4. Генеральний план споруд транспортного підприємства.....	157
9.5. Кресленик плану автотранспортного підприємства.....	158
ЛІТЕРАТУРА.....	164
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	165



## ВСТУП

Навчальний посібник призначено для вивчення дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», володіння якою є обов'язковим для інженера будь-якої спеціальності.

Головна мета курсу – дати студентам знань про методи й прийоми виконання та оформлення машинобудівних і будівельних креслеників, а також виробити вміння читати кресленики технічних конструкцій.

Розділи 1 – 4 мають допомогти в набутті й систематизації знань про створення та оформлення креслеників відповідно до стандартів ЕСКД (Єдиної системи конструкторської документації), що є необхідною умовою побудови зображень складальних одиниць.

Матеріал, поданий у розділах 5 – 7, має навчити студентів виконувати й читати робочі та складальні машинобудівні кресленики, а також буде корисним під час оформлення ними графічної частини курсової роботи з дисципліни «Деталі машин».

У розділі 8 викладаються питання об'ємного зображення просторових геометричних тіл.

Розділ 9 містить відомості про основи будівельного креслення, необхідні студентам напряму підготовки «Автомобільний транспорт» для виконання графічної частини до завдання в межах дисципліни «Проектування АТП з використання ЕОМ». Засвоєння матеріалів розділу дає можливість студентові читати та виконувати кресленики генеральних планів і планів автотранспортних споруд.

Враховуючи недостатній рівень графічної підготовки, який дає середня школа, в посібнику застосовано нову методика викладу нарисної геометрії та інженерної графіки – без розподілу навчального матеріалу на окремі розділи.

Основи нарисної геометрії, на яких базується курс інженерної графіки, розглядається в практичному застосуванні до розв'язування задач технічного характеру. Таке поєднання навчального матеріалу пов'язує між собою нарисну геометрію та інженерну графіку, допомагає засвоєнню різної термінологічної системи цих курсів, формує у студентів навички логічного мислення та практичних прийомів, полегшує самостійну роботу з посібником.

Самостійна робота, поряд з лекціями, практичними та лабораторними заняттями, є однією із форм вивчення названої дисципліни. Після самостійного поповнення своїх знань для самоконтролю студенти мають змогу відповісти на контрольні запитання, подані наприкінці кожного розділу.

Це видання, призначене для підготовки студентів напряму підготовки «Автомобільний транспорт», також може бути використане студентами інших технічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

### **Умовні позначення, прийняті у навчальному посібнику:**

*A, B, C...1, 2, 3...* – точки;

*a, b, c...* – горизонтальні проекції точок;

*a', b', c'...* – фронтальні проекції точок;

*a'', b'', c''...* – профільні проекції точок;

*i, h, f...* – прямі лінії;

*P, K, H, V, W...* – площини;

*X, Y, Z* – осі проекцій.

## РОЗДІЛ 1. ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

Мета розділу – ознайомити студентів з правилами оформлення креслеників відповідно до стандартів ЄСКД (Єдиної системи конструкторської документації). У розділі розглянуто: стандарти з використання форматів, масштабів, ліній креслеників та оформлення основного напису; перелік відомостей, що повинні надаватись на робочих кресленках (види, розміри, позначення шорсткості поверхонь, граничних відхилень); способи визначення форми деталі за креслеником та послідовність читання креслеників.

### 1.1. Креслення деталей

Кресленики, схеми та інші конструкторські документи виконують за єдиними правилами й нормами, установленими державними стандартами – ГОСТ, ДСТУ. Дотримання державних стандартів є обов'язковим для працівників усіх галузей промисловості, організацій, наукових установ.

Форма предметів визначається на кресленках за допомогою одного або кількох зображень – видів.

*Вид* – це зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

Вихідним зображенням є *вид спереду* (головний). Інші види отримують, якщо змінювати напрямок погляду спостерігача, переміщаючи його в кожному випадку на прямий кут стосовно вихідного положення, що відповідає головному виду (рис. 1.1).

Кожен вид має строго певне місце на кресленку. Вид зліва розташовується праворуч від головного і на одному рівні з ним, вид зверху – під головним видом (рис. 1.2).

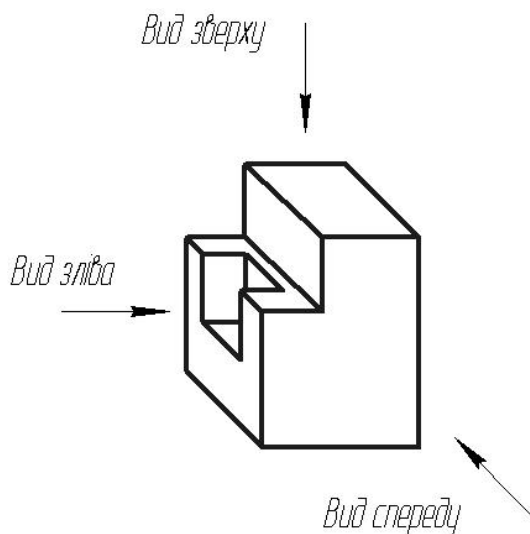


Рис. 1.1. Спосіб отримання видів на кресленку

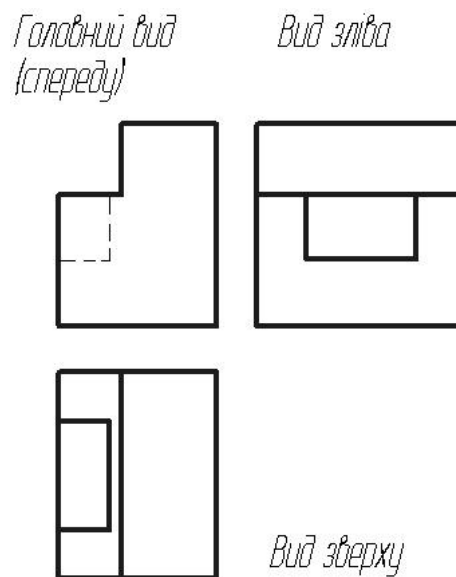


Рис. 1.2. Розміщення видів на кресленку

Кресленик потрібен для виготовлення деталей, їх складання й встановлення в машині, для ремонту, контролю виробів та їхніх складових частин.

Кресленики, що призначені для безпосереднього застосування на виробництві, називають *робочими*.

Частина виробу, виготовлення якої здійснюється без застосування складальних операцій, називається *деталлю*.

*Робочим креслеником* називають зображення якої-небудь окремої деталі з розмірами, які необхідні для з'єднання з іншими.

Робочий кресленик деталі містить:

необхідну кількість її видів, а також інших зображень, умовних символів, що визначають форму цієї деталі;

числові значення розмірів, потрібних для виготовлення деталі, її контролю, позначення точності виготовлення;

умовні знаки параметрів, які визначають ступінь шорсткості її поверхонь;

позначки про термічну обробку (якщо вона має місце);

позначки про антикорозійне або декоративне покриття (якщо деталь цього потребує);

назву й марку матеріалу, з якого має бути виготовлена деталь;

назву деталі та інші дані.

Перед початком роботи із креслеником потрібно його прочитати, уважно розглянути зображення деталі, чітко уявити її форму й розміри, обдумати всю подану на ньому інформацію.

## 1.2. Лінії креслеників

Зображення деталей викреслюють в основному за допомогою ліній трьох типів: суцільних (товстих і тонких), штрихових і штрихпунктирних тонких. На рис. 1.3 подано кресленик втулки, на якому позначено лінії різних типів: суцільними товстими лініями креслять видимі контури деталі; штриховими – невидимі контури; штрихпунктирними тонкими – осьові й центрові лінії. На рис. 1.4 наведено приклад використання суцільних тонких ліній, які використовуються для виконання виносів і проставлення розмірів.

Лінії креслеників повинні мати строго певні розміри, установлені державним стандартом – ГОСТ 2.303 – 68.

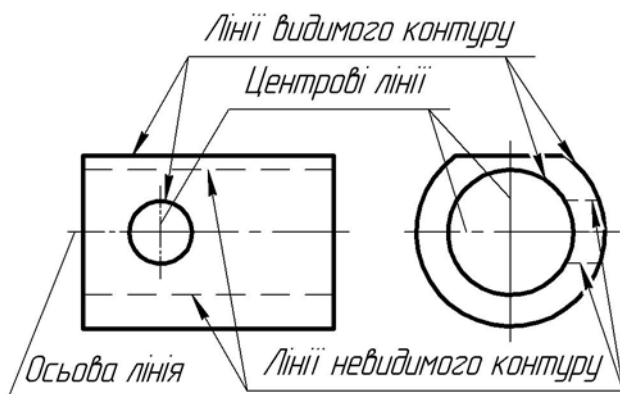


Рис. 1.3 . Основні лінії креслеників

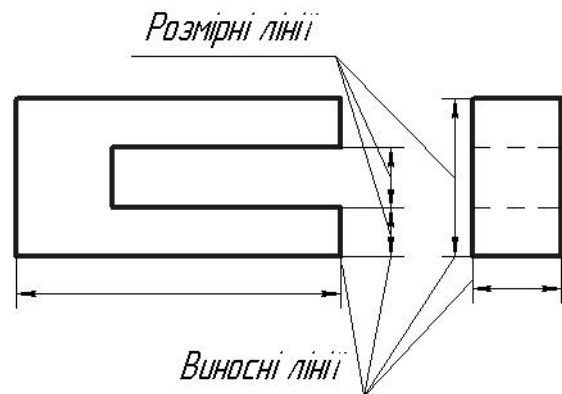


Рис. 1.4. Розмірні й виносні лінії

*Лінії невидимого контуру.* Штрихові лінії, які застосовуються для зображення невидимих контурів деталі (отворів, порожнин, закритих частин і т. д.), наносять за такими правилами (рис. 1.5):

товщина штрихів залежить від величини  $S$  лінії видимого контуру, що обрана для даного кресленика; штрихові лінії мають бути вдвічі тоншими, ніж контурні, тобто  $S/2$ ;

довжина штрихів має перебувати в межах від 2 до 8 мм;

усі штрихи в лініях невидимого контуру на даному кресленику повинні бути однакової довжини;

відстань між штрихами виконують у 2 – 4 рази меншою, ніж довжина штриха.

*Осьові й центрові лінії.* Штрихпунктирні тонкі лінії необхідні для нанесення на кресленику:

геометричних осей деталей або їх елементів, що мають циліндричні, конічні або кульові поверхні (поверхні обертання);

осей симетрії, які ділять деталь на дві зовсім однакові за формою половини – праву й ліву або верхню і нижню;

геометричних центрів зображень деталей або їхніх елементів (центрів отворів, виступів та ін.).

Виконання кресленика деталей звичайно починають із проведення осьових і центрових ліній, що є його основою. Це спрощує побудову симетричних зображень, коли від них відкладають розміри, за якими зображають обриси деталі.

Часто від осей симетрії або від центрових ліній позначають розміри. Осьовими й центровими лініями, разом із числовими розмірами користуються на виробництві для розмічання заготовок деталей, а також при контролі правильності їх виготовлення та ін.

Штрихпунктирні лінії відповідно до ГОСТ 2.303 – 68 виконують за такими правилами:

товщина штрихів має бути вдвічі меншою від основної лінії;

довжина штрихів перебуває в межах від 5 до 30 мм;

довжина штрихів повинна бути однаковою протягом усієї лінії;

розмір інтервалу між штрихами має дорівнювати 3 – 4 мм. У середині кожного з них ставиться крапка.

Штрихпунктирні тонкі лінії, що виконують функцію осьових, виводяться за контур зображення на довжину приблизно 3 – 5 мм (рис. 1.6, а, б, в). Коли ж елемент деталі, яка має геометричну вісь, примикає до елемента іншої форми, то крайній штрих осьової лінії має перетнути контур. Рекомендовано, щоб частина штриха, яка вийшла за контур осьової лінії, також мала довжину 3 – 5 мм (рис. 1.6, в).

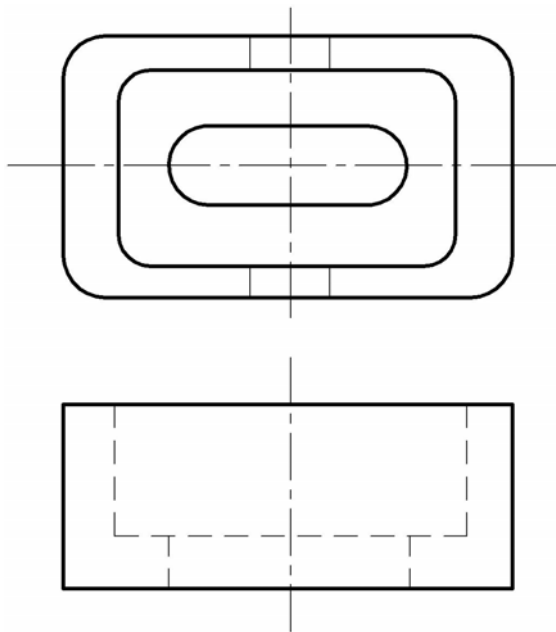


Рис. 1.5. Зображення на кресленику ліній невидимого контуру

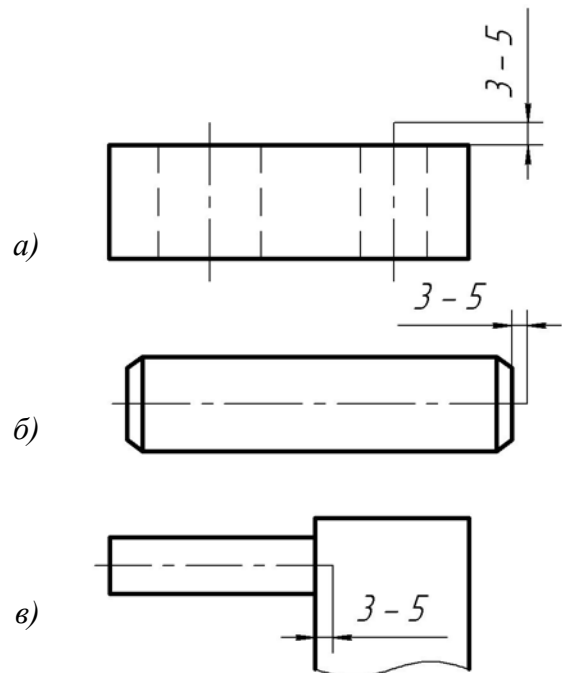


Рис. 1.6. Правила застосування осьових ліній

Побудову центрових ліній потрібно починати із проведення двох штрихів, що перетинаються під прямим кутом у наміченому центрі. Перетин цих штрихів і є центром зображеного на кресленику елемента (рис. 1.7, а). Після проведення штрихів потрібно накреслити коло, прийнявши за центр точку перетину штрихів. Потім належить продовжити побудову центрових ліній з таким розрахунком, щоб крайні штрихи вийшли за межі кола на 3 – 5 мм.

Центри отворів (заглиблень, вирізів, виступів) різних деталей часто перебувають на

однакових відстанях від однієї точки, інакше кажучи, розташовуються по колу, центром якого є зазначена точка. При зображенні таких деталей на креслениках коло, на якому розташовані центри цих елементів, викреслюється штрихпунктирною тонкою лінією. Центрові лінії отворів у таких випадках проводяться в напрямку до центра кола (рис. 1.7, б). Коло, на якому розташовані центри отворів, можна спочатку намітити суцільною тонкою лінією, потім нанести центри отворів, накреслити малі кола й провести радіальні центрові лінії. Велике коло треба обвести штрихпунктирною лінією з таким розрахунком, щоб криволінійні штрихи проходили через малі кола, утворюючи дугові центрові лінії.

Якщо діаметр кола на кресленику менший від 12 мм, центрові лінії варто проводити суцільними тонкими (рис. 1.7, б, в).

Центрові лінії виводяться за контур тільки того елемента, до якого вони проведені.

*Виносні й розмірні лінії.* Розмірні лінії потрібно розподіляти на креслениках так, щоб більша частина їх була поза контуром зображення деталі (рис. 1.8, а). Для зв'язку між зображенням і розмірними лініями, проведеними поза контуром, служать виносні лінії. Розмірні лінії примикають до виносних, утворюючи з ними прямий кут. Виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірної лінії на 1 – 5 мм.

Не слід проводити занадто довгі виносні лінії, якщо це не є необхідним. Для того щоб уникнути перетину розмірних ліній з виносними, менші розмірні лінії треба розташовувати ближче до зображення.

Відстань між лінією контуру і паралельною їй розмірною лінією має перебувати в межах від 6 до 10 мм. Така сама відстань повинна бути між паралельними розмірними лініями (рис. 1.8, а, в, з).

Розмірні лінії належить проводити не занадто близько до будь-яких інших паралельних їм ліній кресленика наприклад, осьових, штрихових та ін. (рис. 1.8, б).

Товщину виносних і розмірних ліній беруть удвічі меншою, ніж товщину ліній видимого контуру даного кресленика.

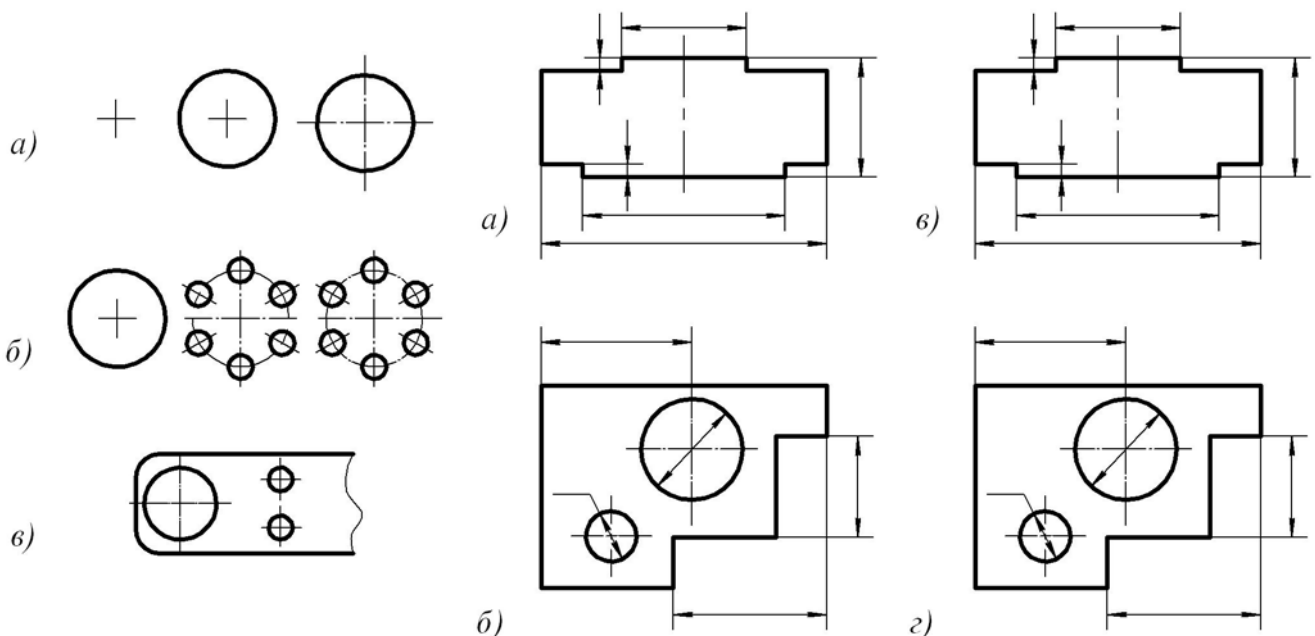


Рис. 1.7. Побудова центрових ліній

Рис. 1.8. Розташування розмірних ліній на креслениках

### 1.3. Нанесення розмірів

Правила нанесення розмірів установлені ГОСТ 2.307 – 68.

Числа, нанесені на розмірних лініях машинобудівних креслеників, відображають величини розмірів елементів у міліметрах (рис. 1.9, а), але без цього позначення.

Дробову частину числа, що означає лінійний розмір, виражають у десяткових дробах (рис. 1.9, б), звичайні дроби застосовуються тільки при позначенні дюймових нарізей.

Розмірне число має бути розташоване над *розмірною лінією*, якомога ближче до її середини, пишуть його паралельно цій лінії (рис. 1.9, в, г).

Розмірні числа, нанесені на вертикальні розмірні лінії, потрібно читати тільки зліва направо. Наприклад, розміри 25 і 35 на рис. 1.10, а. Порушення цього правила може призвести до помилки при читанні кресленика, адже цифру 9 можна прийняти за 6, 68 прийняти за 89, 86 за 98 і т. д.

Якщо над розмірними лініями бракує місця для нанесення цифр, то можна їх розмістити на продовженні однієї з таких ліній праворуч або ліворуч винести на полицю (рис. 1.10, б). Коли ж розмірна лінія настільки коротка, що для стрілок немає місця, то їх розташовують на продовженні розмірних ліній. Для нанесення розміру в цьому випадку потрібно вибрати один із прикладів, наведених на рис. 1.10, в.

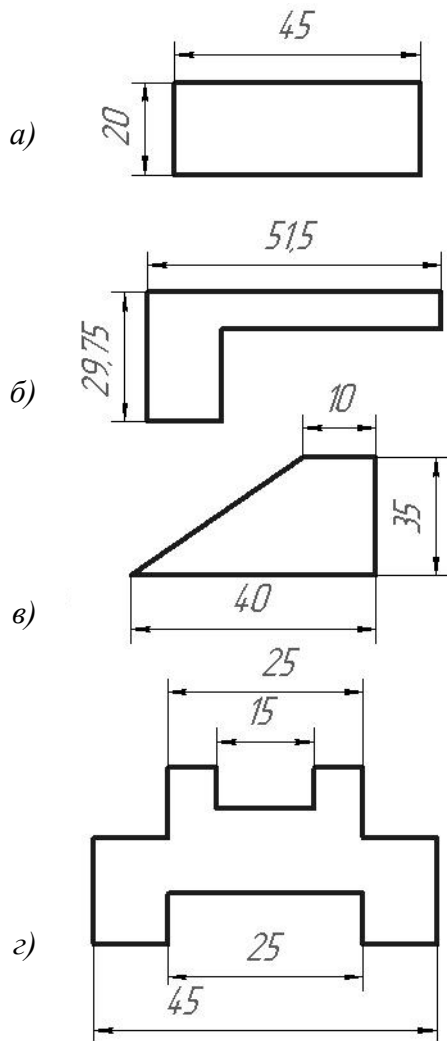


Рис. 1.9. Розташування розмірних чисел на креслениках

Перед розмірним числом, що показує величину діаметра, наносять знак  $\varnothing$ , побудова якого зображено на рис. 1.11, а. Якщо розмір діаметра наносять на розмірній лінії, яка розташована у середині кола, то цифри зміщують щодо середини розмірної лінії (рис. 1.10, г, д).

У тих випадках, коли для цифр розмірних чисел недостатньо місця в середині кола, їх пишуть на полицях, продовженнях розмірних ліній, або розмірну лінію проводять між виносними, дотичними до кола (рис. 1.10, д).

Якщо бракує місця для стрілок у середині кола, то їх розташовують на продовженнях розмірних ліній і спрямовують до центра кола, розмірні ж числа проставляють відповідно до прикладів, наведених на рис. 1.10, д, е.

На паралельних розмірних лініях, розташованих близько одна від одної, цифри наносять у шаховому порядку (рис. 1.10, ж). Перед розміром, що позначає величину радіуса дуги кола, проставляють букву  $R$  (рис. 1.10, и, к, л).

Для нанесення розмірів радіусів зовнішніх скруглень користуються прикладами, показаними на рис. 1.10, к, внутрішніх – див. на рис. 1.10, л.

Розміри квадратних елементів деталей можуть бути позначені у вигляді напису, що встановлює величину сторони квадрата, наприклад  $10 \times 10$ , або знака, побудову якого показано на рис. 1.11, б, в.

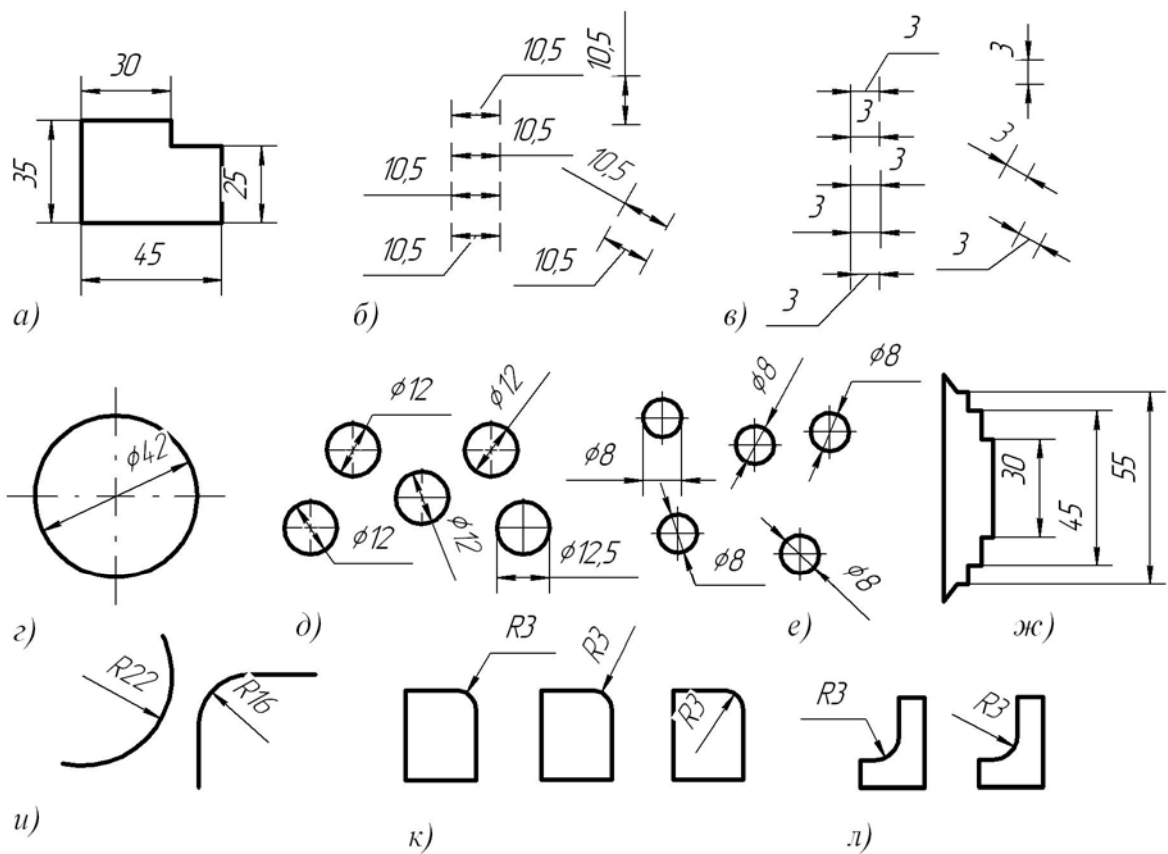


Рис. 1.10. Типові випадки нанесення розмірів за ГОСТ 2.307 – 68

На похилих розмірних лініях цифри розташовують відповідно до прикладів, зображених на рис. 1.12, *а*. Штрихуванням виділяють зони, у яких розмірні лінії не наносяться, оскільки створюється незручність для поставляння цифр. Якщо в заштрихованому секторі потрібно провести розмірну лінію, то цифру поміщають на полицю (рис. 1.12, *б*). Розмірні лінії для кутових розмірів проводять дугами, обкресленими з вершини кута, як із центра. Виносні лінії спрямовують радіально. Цифри розмірних чисел, які позначають величини кутів, розташовують згідно з рекомендаціями ГОСТ 2.307 – 68 (рис. 1.13, *а*).

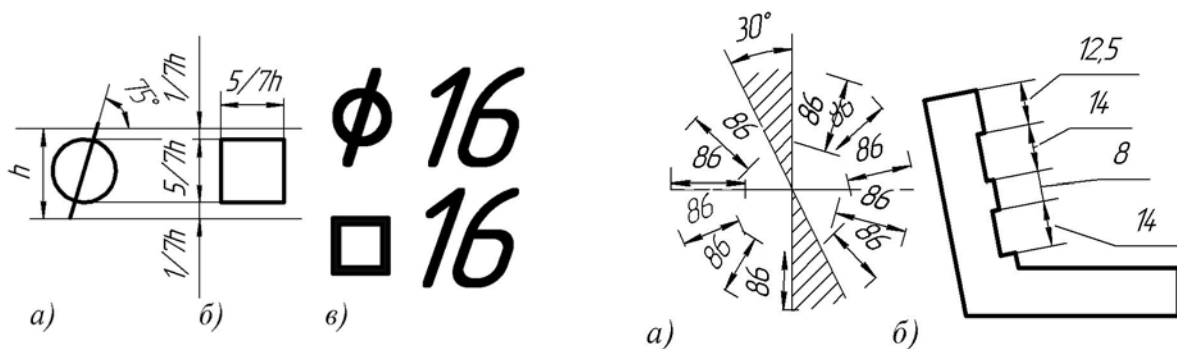


Рис. 1.11. Знаки, які проставляються біля розмірних чисел

Рис. 1.12. Нанесення цифр розмірних чисел біля похилих розмірних ліній: *а* – встановлене розміщення цифр; *б* – приклад нанесення цифр розмірних чисел на полицях

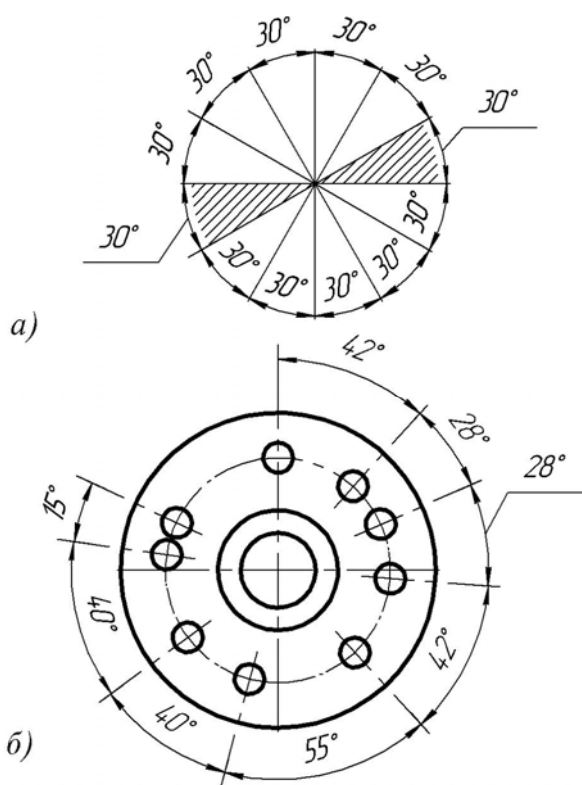


Рис. 1.13. Розміщення чисел, які відображають величини кутів: *a* – цифри розташовуються над розмірними лініями або на полицях; *б* – приклади нанесення розмірів кутів

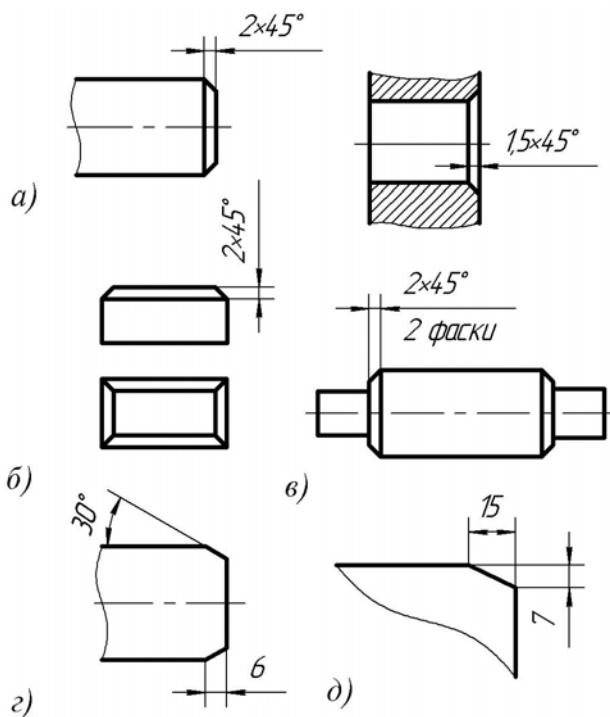


Рис. 1.14. Нанесення розмірів фасок

Розміри фасок під кутом  $45^\circ$  наносять на креслениках у такій послідовності: лінійний розмір, знак у вигляді хрестика і кутовий розмір, наприклад  $3 \times 45^\circ$ .

У деталях циліндричної форми лінійним розміром служить висота зрізаного конуса фаски (рис. 1.14, *a*); у призматичних деталях такого типу, як на рис. 1.14, *б*, – висота зрізаної піраміди.

З метою розвантаження креслеників від розмірів, в рекомендаціях ГОСТ 2.307 – 68 дозволено замість ряду розмірів повторюваних однакових за величиною фасок наносити розмір один раз і зазначати число фасок (рис. 1.14, *в*).

Позначення фасок, кути нахилу яких більші або менші від  $45^\circ$ , наносять за загальними правилами – у вигляді лінійних і кутових розмірів (рис. 1.14, *г*), або двома лінійними (рис. 1.14, *д*).

*Розміри із граничними відхиленнями.* Висока точність розмірів при виготовленні деталей викликає додаткові виробничі затрати. Тому конструктори, розробляючи кресленики різних елементів деталей, призначають різний ступінь точності для різних розмірів.

При конструюванні деталей встановлюють основні номінальні розміри, що залежать від призначення кожної з них. При цьому дійсні розміри будуть трохи відрізнятися від номінальних, тому що дотриматись їх з абсолютною точністю неможливо. Різниця між номінальним розміром і дійсним називається *дійсним відхиленням*.

Відхилення вважається додатним, якщо розмір більший від номінального, і від'ємним, коли дійсний розмір менший від номінального.

Перед додатним відхиленням ставлять знак плюс, перед від'ємним – мінус.

Наприклад, якщо номінальний розмір, проставлений на кресленику, дорівнює 38 мм, а вимірювання після обробки показали, що дійсний розмір дорівнює 38,1 мм, то дійсне відхилення в цьому випадку  $38,1 - 38 = 0,1$  мм зі знаком плюс, оскільки дійсний розмір більший від номінального.



Якщо дійсний розмір виявився меншим 38 мм, наприклад 37,8 мм, то величина відхилення:  $38 - 37,8 = 0,2$  мм, вважається від'ємною і пишеться зі знаком мінус.

При виготовленні деталі дійсний розмір перебуває між найбільшими і найменшим *граничними розмірами*. Тобто, розмір має бути меншим від найбільшого граничного і більшим від найменшого розміру.



Рис. 1.15. Способи запису числових значень граничних відхилень від номінального розміру деталі

На креслениках проставляють величини граничних відхилень, які разом зі знаками (плюс або мінус) означають, наскільки граничні розміри відрізняються від номінальних.

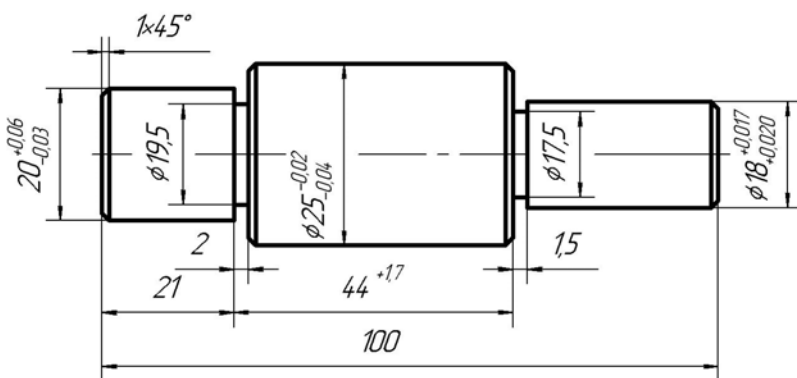


Рис. 1.16. Проставляння розмірів з граничними відхиленнями на кресленіку вала

Граничне відхилення, що разом з номінальним розміром становить найбільший граничний розмір, називається верхнім. Нижнім вважається відхилення, що становить разом з номінальним розміром найменший граничний розмір.

Граничні відхилення записують на креслениках відповідно до рекомендацій ГОСТ 2.307 – 68. Їх наносять праворуч від номінального розміру (рис. 1.15). Верхнє відхилення розташовують над нижнім (рис. 1.16).

#### 1.4. Позначення на креслениках шорсткості поверхонь деталей

Поверхні деталей не можуть бути зовсім гладкими, на них залишаються сліди обробки або нерівності, що утворюються при литті, штампуванні, прокаті тощо. Дослідження поверхонь спеціальними приладами виявляють на них западини, що чергуються з виступами різних розмірів. Який ступінь шорсткості допускається на тій чи іншій поверхні деталі, вирішує конструктор, проектуючи виріб, у який входять деталі. При цьому враховують призначення деталі та особливості її роботи під час експлуатації виробу.

На рис. 1.17, а зображено збільшену профілограму поверхні, розділену середньою лінією. Довжина ділянки профілю поверхні, вибраної для виміру її шорсткості, називається

базовою довжиною і позначається буквою  $L$ . Якщо виміряти відстані між середньою лінією  $X$  і всіма точками профілю, підрахувати суму цих відстаней і поділити цю суму на загальне їх число, то вийде середнє арифметичне відхилення профілю від середньої лінії. Ці підрахунки роблять для ділянки профілю, обмеженої базовою довжиною, а отриману величину, виражену в мікрометрах, позначають  $R_a$ . Отже,

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i|}{n}.$$

Існує також інший спосіб визначення величини шорсткості. При цьому проводять пряму лінію, паралельну до середньої лінії профілю (рис. 1.17, б). Далі вимірюють відстань між цією прямою і п'ятьма найбільш високими точками профілю в межах базової довжини, потім підсумовують виміряні відстані. А тоді вимірюють відстань між тією самою прямою і найбільш низькими точками п'яти западин і теж підсумовують. Від першої суми віднімають другу, а різницю ділять на п'ять. Підрахована таким чином величина називається висотою нерівностей за десятьма точками і позначається символом  $R_z$ . Отже,

$$R_z = \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) - (h_I + h_{II} + h_{III} + h_{IV} + h_V)}{5}.$$

Числові значення величини  $R_a$  і  $R_z$ , виражені в мікрометрах, стандартизовано, їх подають у таблицях (ГОСТ 2787 – 75). Цими значеннями користуються, коли на кресленнику треба подати величину шорсткості поверхонь деталей і виробів. Цифри, що характеризують величину шорсткості, наносять разом зі знаками під полицею (рис. 1.18, а, б).

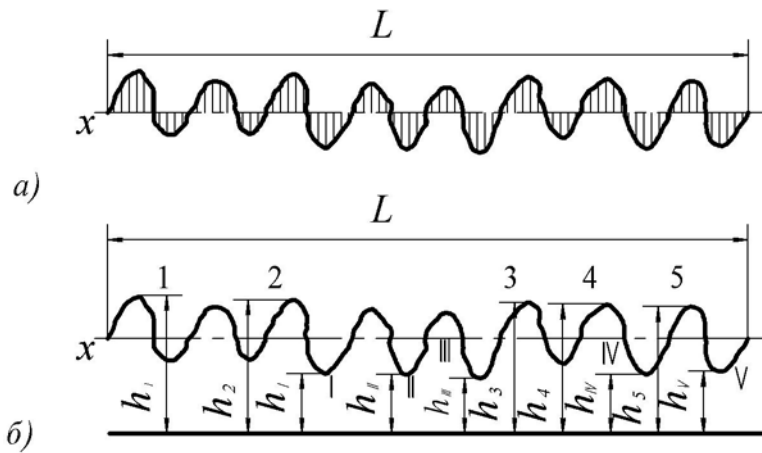


Рис. 1.17. Способи визначення величини шорсткості поверхонь

Шорсткість поверхонь, отриманих обробкою на металорізальних верстатах або іншими способами, коли з деталі знімають шар матеріалу, показують за допомогою знака, зображеного на рис. 1.18, в. Шорсткість поверхонь, утворених куванням, об'ємним штампуванням, литтям, прокатом і т. д., показують знаком, зображеним на рис. 1.18, г. Його також використовують для позначення поверхні, яку не передбачено обробляти за даним кресленником.

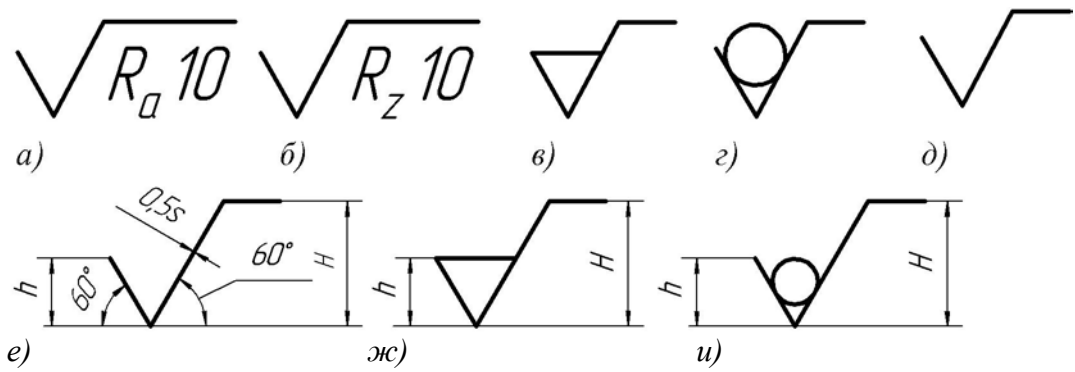


Рис. 1.18. Знаки шорсткості поверхонь та їх побудова

Знаки шорсткості можуть мати полиці, що містять написи технологічного характеру (рис. 1.18, д). На полицях може бути зазначено вид обробки, який забезпечує задану шорсткість, наприклад, *полірувати*, *шабрувати*, або подано які-небудь інші додаткові рекомендації.

Дані для побудови знаків поміщені на рис. 1.18, е, ж, и. Розмір  $h$  повинен приблизно дорівнювати висоті цифр розмірних чисел на даному кресленнику, а розмір  $H = (1,5 \div 3) h$ . Знаки викреслюють лініями, товщина яких удвічі менша від основної, вибраної для виконання даного кресленника.

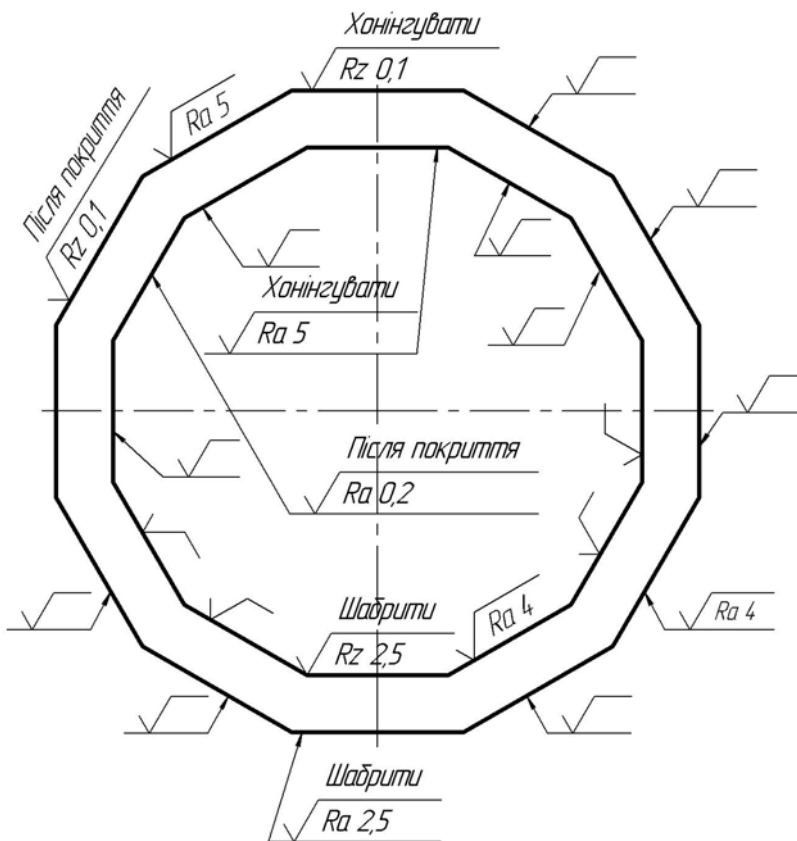


Рис. 1.19. Розташування знаків шорсткості на кресленниках

Якщо шорсткість поверхонь усіх елементів деталі повинна бути однаковою, то позначення на її зображення не наносять.

Шорсткість прийнято позначати на зображеннях деталей, зокрема на лініях видимого контуру, виносних лініях або на полицях ліній-виносок. У цих випадках знак шорсткості повинен займати таке положення, щоб його вістря було спрямоване до лінії, що зображує поверхню, шорсткість якої береться до уваги (він, власне, на неї вказує). Своєю вершиною знак повинен торкатися контурної, виносної лінії або полиці ліній-виноски. При різних нахилах поверхонь, до яких проставляється шорсткість, знаки повинні займати положення відповідно до прикладів, показаних на рис. 1.19.

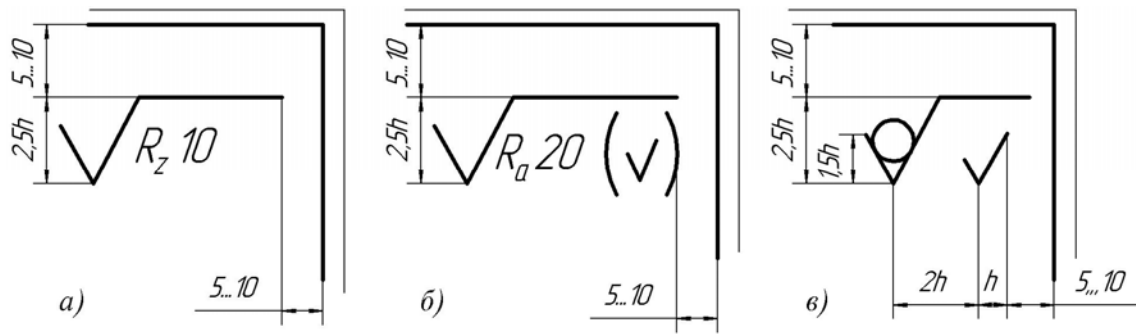


Рис. 1.20. Позначення шорсткості, винесене у правий кут кресленика

Тоді загальне позначення поміщають у правому верхньому куті кресленика, як це показано на рис. 1.20, а і 1.21. Знак шорсткості збільшують приблизно в півтора раза, поміщають на однакових відстанях від верхньої та правої лінії рамки кресленика (5 – 10 мм). У тих випадках, коли поверхні деталей повинні мати різну шорсткість, позначення переважної (за кількістю поверхонь) шорсткості виносять у правий верхній кут і поміщають зліва від символу в дужках (рис. 1.20, б і 1.22). Шорсткість інших поверхонь позначають безпосередньо на зображенні. Розмір знака в дужках має бути таким, що й на зображенні, а знак за дужками у півтора раза більший. Приклад позначення переважної шорсткості поверхні, що не передбачено обробляти за даним креслеником, та побудову знаків показано на рис.1.20, в.

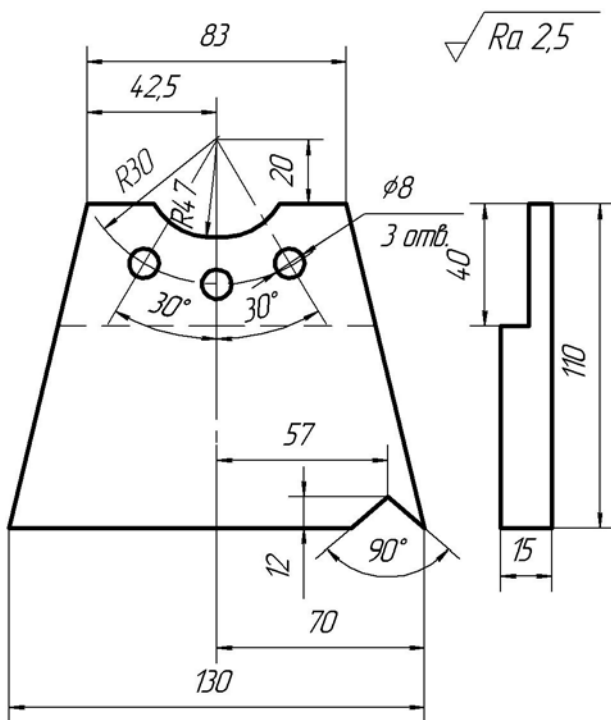


Рис. 1.21. Кресленик деталі з однаковою шорсткістю всіх поверхонь

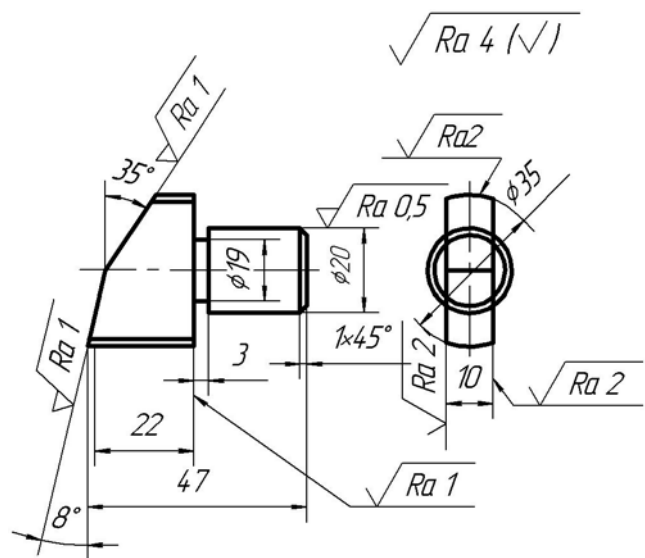


Рис. 1.22. Кресленик деталі, шорсткість поверхні якої не позначено окремим символом, а її рекомендована величина  $R_a = 4$  мкм

Яким параметрам шорсткості поверхонь відповідає той чи інший клас чистоти, можна визначити за табл. 1.

**Таблиця 1.1 – Класи чистоти обробки поверхонь деталей**

$R_a$	$R_z$	Клас	$R_a$	$R_z$	Клас	
100	1600	–	1,25	6,3	7	
	1250			5,0		
	1000			4,0		
	800		0,32	1,6		
	630					1,25
	500					
400	0,20	1,00				
80	320	1	0,32	1,6	9	
63	250		0,25	1,25		
50	200		0,20	1,00		
40	160	2	0,160	0,80	10	
32	125		0,125	0,63		
25	100		0,100	0,50		
20	80	3	0,080	0,40	11	
16	63		0,063	0,32		
12,5	50		0,050	0,25		
10,0	40	4	0,040	0,200	12	
8,0	32		0,032	0,160		
6,3	25		0,025	0,063		
5,0	20	5	0,020	0,100	13	
4,0	16		0,016	0,080		
3,2	12,5		0,012	0,063		
2,5	10,0	6	0,010	0,050	14	
2,0	8,0		0,008	0,040		
1,6	–		0,006	0,032		

### 1.5. Масштаб

Якщо зображення деталей на креслениках відповідає їхнім реальним розмірам, то вважається, що таке зображення виконано в натуральну величину або в масштабі один до одного.

*Масштабом* називають відношення величини зображення предмета на кресленику до дійсної його величини (ГОСТ 2.302 – 68).

Якщо деяке зображення на кресленику виконано в масштабі, що відрізняється від поданого в основному написі, то біля цього зображення записують масштаб з додаванням букви М, наприклад М 5 : 1.

Виконання зображень у натуральну величину вимагає менше часу. Воно виходить подібним до предмета не тільки за формою, але й за розмірами. Однак не кожну деталь можна накреслити в натуральну величину. Наприклад, великі деталі зображують на креслениках у масштабі зменшення, дрібні – у масштабі збільшення.

Для виконання креслеників державним стандартом встановлено такі масштаби:

для зменшення зображень 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20 та ін.;

для збільшення 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1 та ін.

Масштаб кресленика, який виконано в натуральну величину, позначається 1 : 1.

На рис. 1.23 показано два зображення пластинки в масштабах 1:1 і 1:2. При різних величинах зображень на цих креслениках відповідні розмірні числа залишилися однаковими. Тут спостерігаємо важливе правило: у якому б масштабі не виконувалися кресленики, завжди проставляють дійсні розміри деталі, а не зменшені й не збільшені.

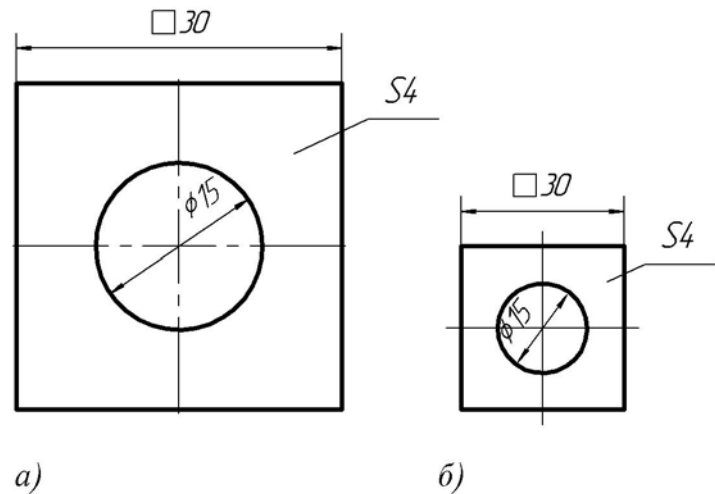


Рис. 1. 23. Кресленик пластини з листової сталі товщиною 4 мм: а – в натуральну величину; б – у масштабі 1 : 2

### 1.6 . Формати креслеників

Кресленики виконують на аркушах стандартного формату. Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки креслеників, яку обводять тонкою суцільною лінією.

ГОСТ 2.301 – 68 установлює основні й додаткові формати креслеників.

Основні формати визначають шляхом послідовного ділення аркуша з розмірами сторін 1189×841 мм на 2, 4, 8, 16 рівних частин. Площа такого аркуша дорівнює 1 м<sup>2</sup>. При цьому лінія, що ділить формат на рівні частини, має бути паралельною меншій стороні відповідного формату. Формат, розміри сторін якого дорівнюють 1189×841 мм, позначається А0. Формат, який дорівнює половині формату А0, з розмірами сторін 841×594 мм, позначається А1.

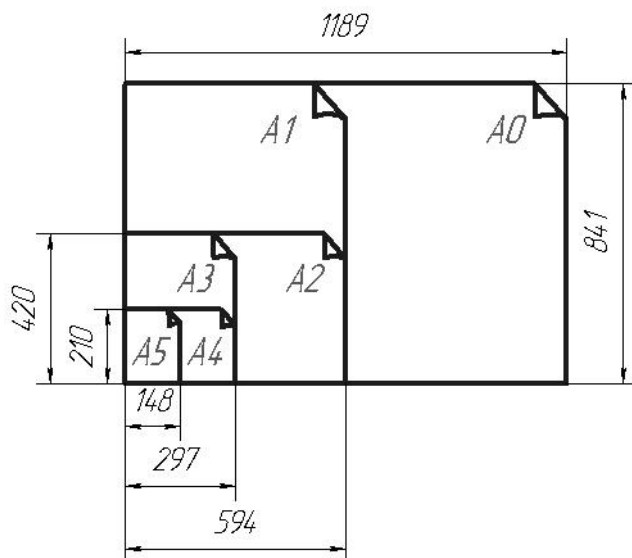


Рис. 1.24. Основні стандартні формати аркушів

Якщо поділити навпіл аркуш формату А1, то отримаємо два формати А2 і т. д. Допускається також застосування формату А5 з розмірами його сторін 148 × 210 мм (рис. 1.24).

Внутрішню рамку кресленика наносять на відстані 5 мм від зовнішньої рамки. З лівого боку аркуша залишають місце для брошурування, внутрішню рамку проводять на відстані 20 мм від зовнішньої.

### 1.7. Основний напис на креслениках

Кожний складальний кресленик супроводжується основним написом (рис 1.25).

*Основний напис* (штамп) розташовують у правому нижньому куті кресленика. На аркушах формату А4 основний напис подають уздовж його коротшої сторони. На аркушах інших форматів основний напис рекомендується розташовувати уздовж довшої сторони.

Форма, зміст і розмір граф основного напису на машинобудівних креслениках по-

винні відповідати ГОСТ 2.104 – 68.

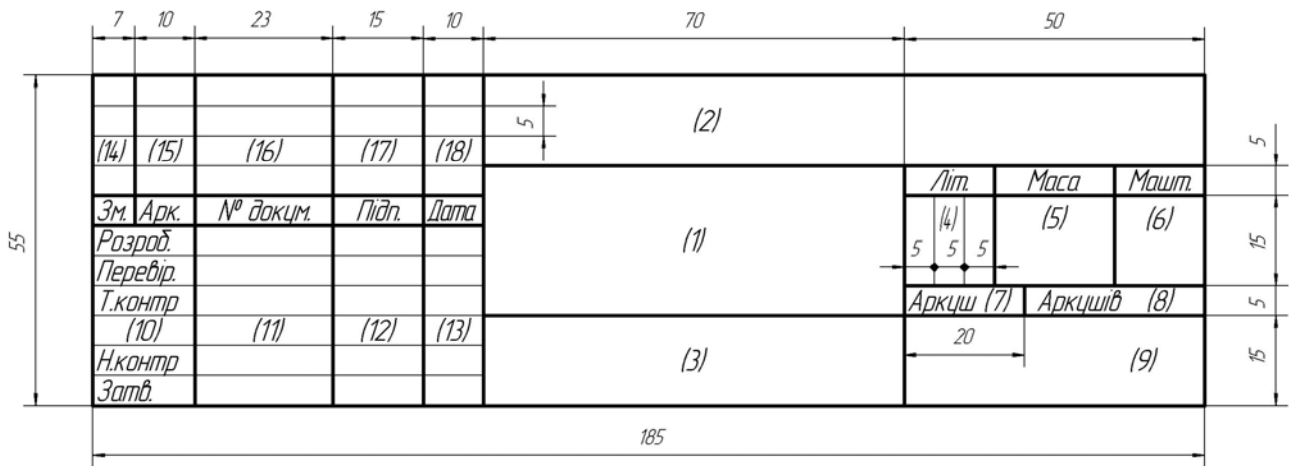


Рис. 1.25. Схема побудови основного напису на кресленнику

Графи основного напису складального кресленника містять такі відомості:

*Графа 1* – назва складальної одиниці, зображеної на кресленнику. Запис роблять у називному відмінку однини, наприклад, *Гвинт, Вісь*. У найменуваннях, що складаються із двох і більше слів, на першому місці пишеться ім'я деталі, наприклад: *Кришка права, Колесо зубчасте*.

*Графа 2* – позначення кресленника за ГОСТ 2.201 – 80. У цей запис можуть входити букви (індекс виробу), а також номери й буквені знаки, присвоєні окремим частинам виробу й деталям.

*Графа 3* – дані про матеріал, з якого повинна бути виготовлена деталь. Записують найменування, марку матеріалу і номер стандарту, наприклад *сталь 45 ГОСТ 1050 – 60*. У тому випадку, коли в позначенні марки міститься скорочене найменування матеріалу, наприклад *Ст* (сталь), *СЧ* (сірий чавун), *КЧ* (ковкий чавун), *Бр* (бронза), допускається не писати повне найменування, наприклад *СЧ – 18 ГОСТ 1412 – 58*.

*Графа 4* – проставляють літеру кресленника (букву, що показує, до якого виду він належить). Кресленники, призначені для встановлювальної серії виробів, позначають літерою *А*, яку вносять у першу клітинку. Під встановлювальною серією розуміється партія виробів, виготовлених перед початком їх серійного або масового випуску. Кресленникам виробів серійного або масового випуску присвоюють літеру *Б*. Цю літеру вписують у крайню клітинку.

*Графа 5* – зазначають масу деталі, виражену в кілограмах, без подання одиниці виміру.

*Графа 6* – позначення масштабу кресленника (без букви *М*).

*Графа 7* – порядковий номер аркуша (на кресленнику, який складається з одного аркуша, цю графу не заповнюють).

*Графа 8* – загальна кількість аркушів кресленника (графу заповнюють тільки на першому аркуші).

*Графа 9* – назва або індекс підприємства, що випускає кресленники (у навчальних кресленниках – індекс навчального закладу, номер академічної групи, а в разі потреби варіант завдання).

*Графа 10* – характер роботи, яка виконується особою, що підписує кресленник.

*Графа 11* – прізвища осіб, які підписують кресленники, наприклад, викладача й студента.

*Графа 12* – підписи тих осіб, які записані у графі 11.

*Графа 13* – дата підпису кресленника.

*Графи 14–18* являють собою таблицю змін, куди вносять дані про виправлення, зроблені в даному кресленнику після його випуску.

## 1.8. Читання креслеників

Визначення форми деталі, яка зображена на кресленку. При цьому застосовують порівняння з геометричними тілами: циліндрична форма, конічна, призматична, кульова (сферична).

Таким чином визначають та описують форму простих деталей. Форму складніших елементів з'ясовують за їхніми окремими складовими частинами. Наприклад, форму заготовки болта (рис. 1.26, а) зазвичай поділяють на такі частини: циліндричний стержень і шестигранна головка.

Упорний центр токарного верстата (рис. 1.26, б) умовно можна поділити на конус, циліндр, зрізаний конус та циліндр.

Для того, щоб набути вмінь вільно читати кресленики, потрібно насамперед визначити форму деталей за їхніми зображеннями та іншими даними, що містяться в цих технічних документах. Існують три способи визначення форми деталей. *Перший* застосовують у тих випадках, коли деталь показано на кресленку тільки одним зображенням. Оскільки воно може передати тільки частину відомостей про форму деталі – недостатні дані з'ясовують за допомогою умовних знаків і написів, які читають, розкриваючи кресленик. Наприклад, знак  $\emptyset$ , нанесений перед розмірним числом, може свідчити про:

циліндричну форму елемента деталі, якщо цей елемент зображений у вигляді прямокутника;

конічну форму, якщо елемент зображений у вигляді трикутника (повний конус), або трапеції (зрізаний конус);

кульову форму, якщо елемент зображений у вигляді кола (повного або неповного).

У деяких випадках перед знаком додається слово *Сфера*, наприклад, *Сфера*  $\emptyset 30$ .

Напис *Сфера* перед розмірним числом радіуса означає кульову поверхню, наприклад, *Сфера*  $R 60$  (слово *Сфера* може бути написано й під розмірним числом). За допомогою знака  $\square$  визначають квадратний елемент і под. На креслениках плоских деталей, з постійною товщиною часто робиться напис, що встановлює розмір деталі, наприклад,  $S2$ .

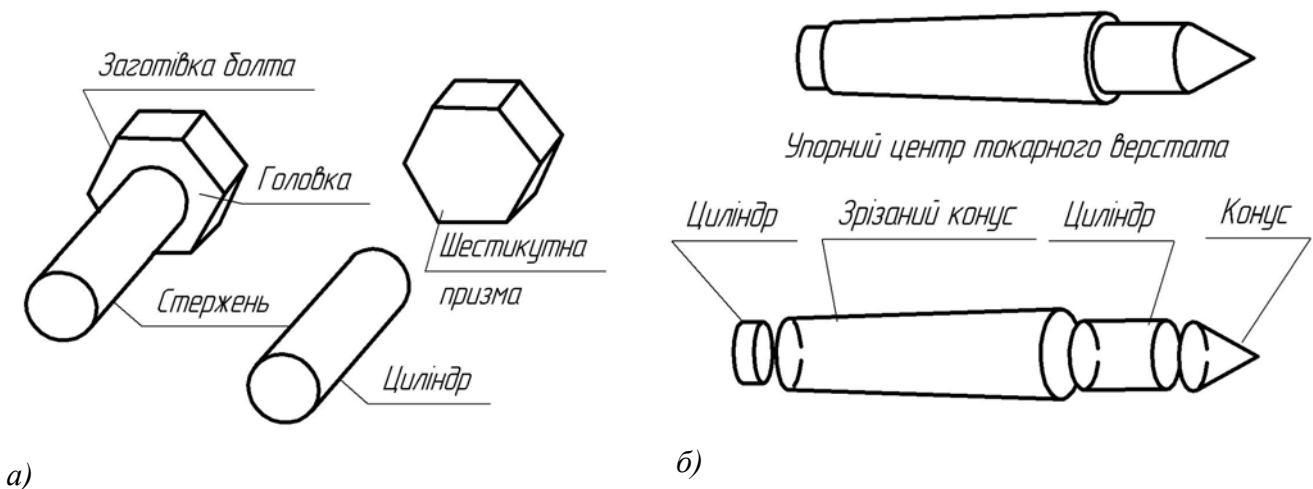


Рис. 1.26. Поділ деталі на окремі елементи:  
а – заготовка болта; б – упорний центр токарного верстата



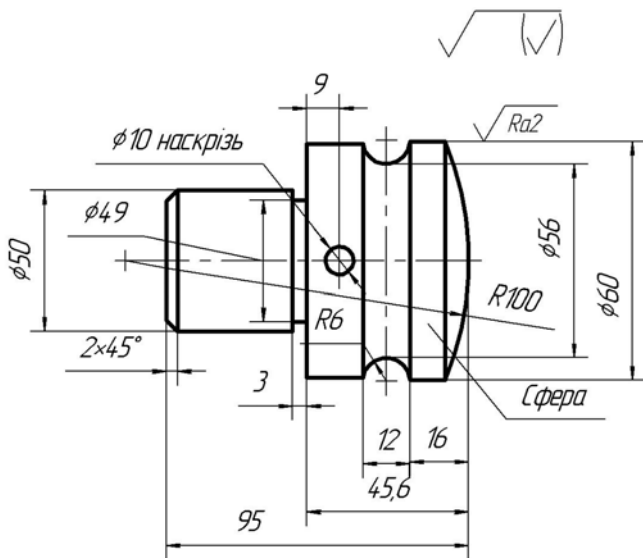


Рис. 1.27. Кресленик деталі, форма якої подається у вигляді одного зображення

На рис. 1.27 показано приклад кресленика з одним зображенням. Знак  $\varnothing$  перед розміром 50 й обрис першого зліва елемента вказують на те, що це циліндр із конічною фаскою на торці. Праворуч у ньому проточено циліндричну канавку шириною 3 мм. Про її форму свідчить знак  $\varnothing$  поряд з розміром 49 мм. Наступний елемент теж має циліндричну форму (про що свідчать його обрис і знак  $\varnothing$  перед розміром 60), лівий торець плоский, а – правий сферичний, випуклий (напис *Сфера* під розміром 100 і закруглений контур). На бічній поверхні деталі є канавка напівкруглого профілю (знак  $\varnothing$  при розмірі 56, та розмір R6).

Напис *наскрізь* і знак  $\varnothing$  перед розміром 10 свідчить про те, що циліндричний отвір потрібно свердлити через усю деталь, під прямим кутом до її геометричної осі.

*Другий спосіб* визначення форми деталей застосовують при читанні кресленика, що містить кілька зображень, але він не має знаків або написів, які пояснювали б форму об'єкта. Перед тим як читати дані кресленики, потрібно насамперед з'ясувати, які види деталі зображені. При цьому треба пам'ятати, що кожний вид має своє, строго визначене місце. Потім належить ознайомитися з усіма видами, щоб з'ясувати, яке геометричне тіло або поєднання яких тіл становить основу форми деталі. Далі визначають форму окремих елементів, починаючи з головного виду. Все, що не можна встановити за одним головним видом, потрібно шукати на інших. Так, комплексно розглядаючи зображення деталі, з'ясовують усі подробиці її форми.

Наприклад, кресленик на рис. 1.28, *a* має три види: головний, зліва і зверху. Основою форми деталі є прямокутний паралелепіпед. Розглядаючи тільки один головний вид, ми не можемо з'ясувати, що зображено лініями, які нахилені під кутом  $45^\circ$ . Вони можуть бути контурами западин або обрисами виступів. Відповідь на це питання одержимо, якщо будемо розглядати зображення комплексно. З'ясуємо спочатку, що зображено нижньою похилою лінією. Розглядаючи нижню частину виду зліва, у відповідному місці знаходимо прямокутник, що виступає за контур паралелепіпеда. Отже, похила лінія на головному виді є частиною контуру виступу і зображує його похилу поверхню. Зіставляючи зображення цього елемента на головному виді й виді зліва, робимо висновок, що виступ має форму трикутної призми. У тій самій послідовності визначаємо форму елемента, зображеного похилими лініями, що розташовані у верхній частині головного виду. Відповідне місце на виді зліва показує, що видимі й невидимі обриси цього елемента розташовані всередині тіла паралелепіпеда. Отже, елемент є западиною, прорізаною під кутом  $45^\circ$ , він має прямокутну форму. Щоб перевірити зроблений висновок, розглянемо одночасно головний вид і вид зверху. У нижній правій частині виду зверху є прямокутник, що виходить за контур паралелепіпеда. У тому місці, де має бути западина, бачимо прямокутник, що входить у контур паралелепіпеда (верхній вихід западини), і пряму невидимого контуру, яка зображує дно западини. Перевірка підтверджує правильність зроблених припущень про форму цих елементів.

Залишилося з'ясувати, що зображує вертикальна штрихова лінія, проведена на головному виді.

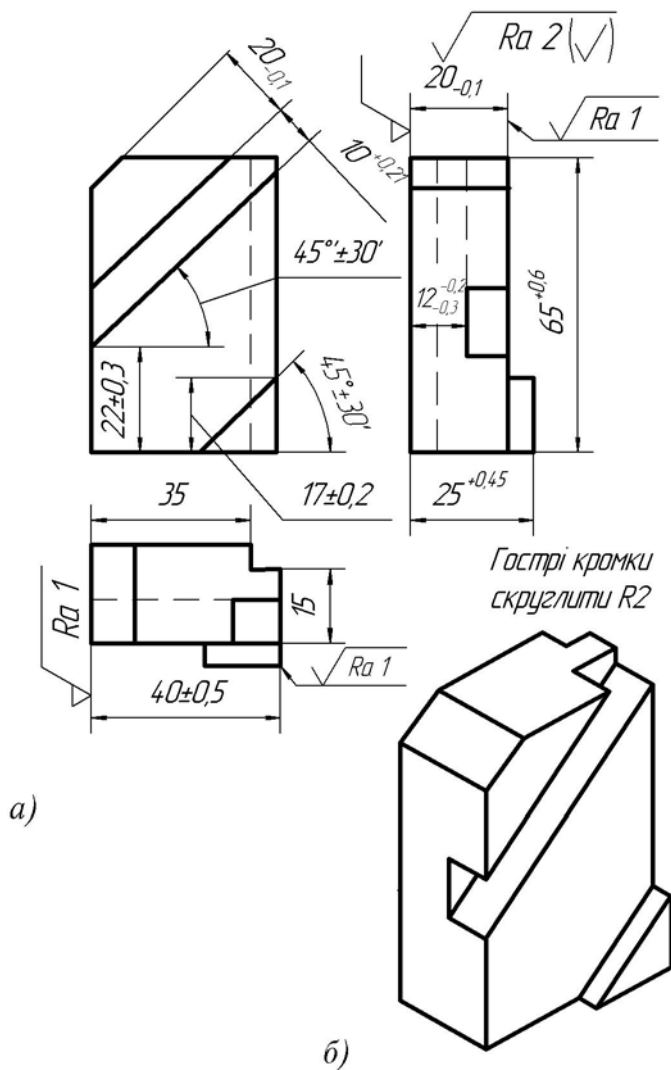


Рис. 1.28. Приклад робочого кресленика деталі, форма якої визначається трьома зображеннями

На виді зліва ми не знайдемо відповіді на це питання, тому що вертикальна штрихова лінія не визначає форму даного елемента. Наприклад, фаска, прямокутний виріз, увігнута округлена поверхня можуть бути зображені такими самими лініями. Отже, коли для визначення форми елемента не достатньо двох видів, то потрібно розглядати інші зображення. Одне з місць на виді зверху показує, що штрихові лінії зображують контури прямокутного вирізу. Таким чином, після розгляду зображень деталі ми повинні уявити собі її форму такою, як вона зображена на рис. 1.28, б.

Третій спосіб визначення форми деталі застосовується при читанні креслеників, які мають кілька зображень та умовні позначення при розмірах.

Читання робочих креслеників деталей відбувається в такій послідовності:

ознайомитися з відомостями, що ввійшли в основний напис кресленика;

уважно роздивитись зображення деталі і з'ясувати, яке з них є головним, що являють собою інші, тобто визначити її форму;

уважно прочитати розмірні числа й установити, до яких елементів деталі вони відносяться, особливо увагу варто приділити розмірам із граничними відхиленнями;

прочитати позначення шорсткості поверхонь деталі, за ними встановити допустиме значення цього параметра відповідно до кожного елемента деталі;

ознайомитися з поданими на кресленіку вимогами, що висуваються до виготовлення деталі.

Користуючись даним алгоритмом, прочитаємо робочий кресленик деталі з рис. 1.29, а.

У відповідних графах основного напису знаходимо такі відомості: назва деталі – стояк; матеріал, з якого потрібно виготовити деталь, – сталь 45; масштаб 1 : 1; маса 0,62 кг.

На кресленіку подано два зображення: головний вид і вид зліва.

Знаходимо на ньому знаки, які визначають форму нижнього й середнього елементів. Знак □, поставлений перед розмірним числом 40, і зображення нижнього елемента деталі свідчать про її призматичну форму. В основі цього елемента – фаска з кутом нахилу 45°. Таким самим способом визначаємо форму середнього елемента. Знак Ø перед розміром 60 і зображенням свідчить про циліндричну форму деталі. Форму верхнього елемента встановлюємо, керуючись тільки зображеннями. У його основі прямокутний паралелепіпед, тому що зображення на головному виді й виді зліва являють собою прямокутники з різними розмірами

основ. Головний вид цього елемента показує, що у верхній частині є два скоси, а в середині – наскрізний прямокутний отвір. Про це свідчать лінії невидимого контуру на виді зліва й фігура, що показує форму отвору на головному виді. У бічних частинах деталі передбачені наскрізні циліндричні отвори, що мають загальну геометричну вісь. На це вказують штрихові лінії на головному виді та коло на виді зліва. Форму деталі в цілому можна уявити таку, як вона зображена на рис. 1.29, б.

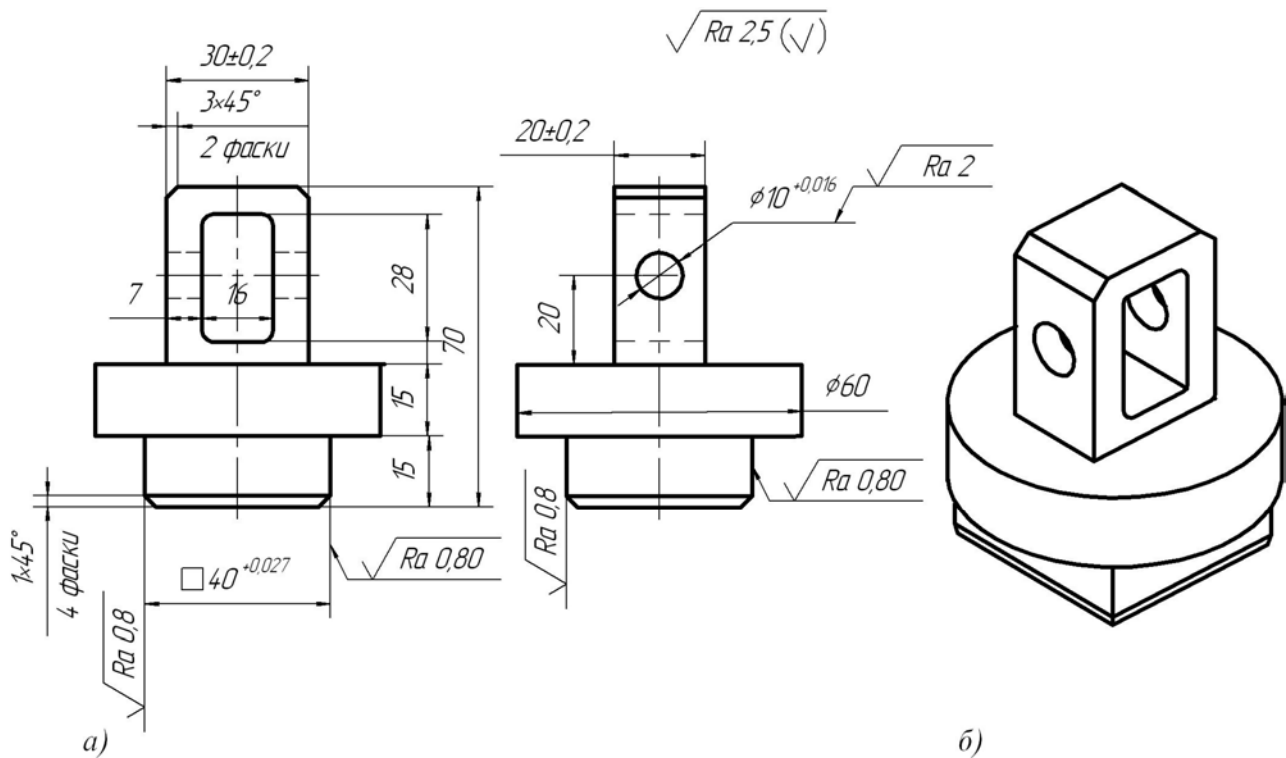


Рис. 1.29. Кресленик стояка:  
а – прямокутні проекції; б – наочне зображення

Розмір  $40^{+0,027}$  у нижній частині головного виду позначає величину сторони квадрата, який належить до основи призматичного елемента. Висота призми 15 мм, у нижній частині розміщено фаску, висота якої 1 мм, а кут скосу становить  $45^\circ$ .

Розмір діаметра середнього елемента дорівнює 60 мм, висота 15 мм; розмір ширини верхнього елемента 30 мм, розмір вікна  $16 \times 28$ , воно розташоване на відстані 5 мм від середнього елемента.

При цьому діаметр отвору 10 мм, найменший граничний, він збігається з номінальним, а найбільший граничний дорівнює 10,016 мм. Вісь отворів розташована на відстані 20 мм від середнього елемента. Нахил скосів у верхній частині дорівнює  $3 \times 45^\circ$ . Габаритні розміри деталі становлять 70 і 60 мм.

Бічна поверхня призматичного елемента повинна мати шорсткість  $Ra 0,80$  мкм, а шорсткість поверхонь торця і фасок окремо не позначається, тобто відповідає символу, розташованому в правій верхній частині кресленика. Нижній торець середнього елемента повинен мати поверхню, шорсткість якої  $Ra$  дорівнює 2 мкм. Шорсткість позначена на поверхні циліндричних отворів у верхньому елементі:  $Ra 2$  мкм.

### Контрольні питання

1. Які кресленики називають робочими?
2. Які лінії креслеників ви знаєте і яке призначення кожного типу ліній?
3. У яких одиницях виражають розміри на машинобудівних креслениках (якщо при розмірному числі не позначена одиниця виміру)?

4. Яке правило існує для читання розмірів, поставлених на вертикальних розмірних лініях?
5. Як потрібно розуміти позначення  $\varnothing$ , поставлене перед розмірним числом?
6. Що позначає буква  $R$ , поставлена перед розмірним числом?
7. З якою метою при розмірному числі ставляться цифри зі знаками плюс і мінус, наприклад,  $250^{+0,15}$ ?
8. Про що свідчить позначення на кресленнику  $M1 : 2$ ?
9. У якій частині кресленника містяться відомості про матеріал, з якого потрібно виготовити деталь, її назва, позначення та інші дані?

*Засвоївши матеріал цього розділу, студенти мають усвідомити, що використання стандартів являє собою обов'язкову умову виконання креслеників. Не менш важливо також навчитися правильно читати робочі кресленики.*

## РОЗДІЛ 2. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

У розділі викладено відомості про геометричні побудови: поділ відрізків, кутів і кіл на частини, знаходження центрів дуг, кіл, визначення їхніх параметрів, спряження ліній та ін.

### 2.1. Загальні відомості

Деталі викреслюють і розмічають їх перед обробкою за певними правилами, які називаються *геометричними побудовами*. Наприклад, при кресленні або розмічуванні кришки фрезерного напівавтомата потрібно побудувати правильний шестикутник (контур деталі), а також поділити коло діаметром 52 мм на шість рівних частин (рис. 2.1).

Багато деталей машин мають криволінійні контури. Для їх зображення й розмічування доводиться плавно з'єднувати одні дуги кіл з іншими, дуги з прямими лініями або будувати криволінійні контури (рис. 2.2).

Шляхом геометричних побудов вирішують практичні завдання графічним способом. Усі дії виконуються креслярськими або розмічальними інструментами. Результатом побудови є певний графічний елемент: геометрична фігура, контур деталі і т. д. При виконанні геометричних побудов необхідно прагнути до найбільшої точності, оскільки від цього залежить точність вирішення завдання.

Завдання і вправи на геометричні побудови рекомендується виконувати лініями різної товщини. Передбачені умовами завдання кути або інші геометричні фігури, а також лінії побудови потрібно виконувати, користуючись тонкими суцільними лініями, удвічі тоншими за контурні. Результати побудови обводять суцільними товстими лініями.

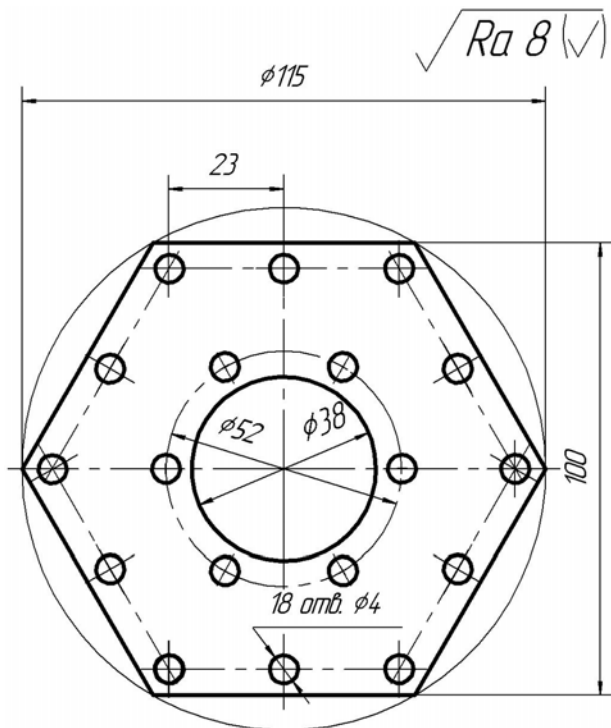


Рис. 2.1. Кресленик деталі фрезерного напівавтомата

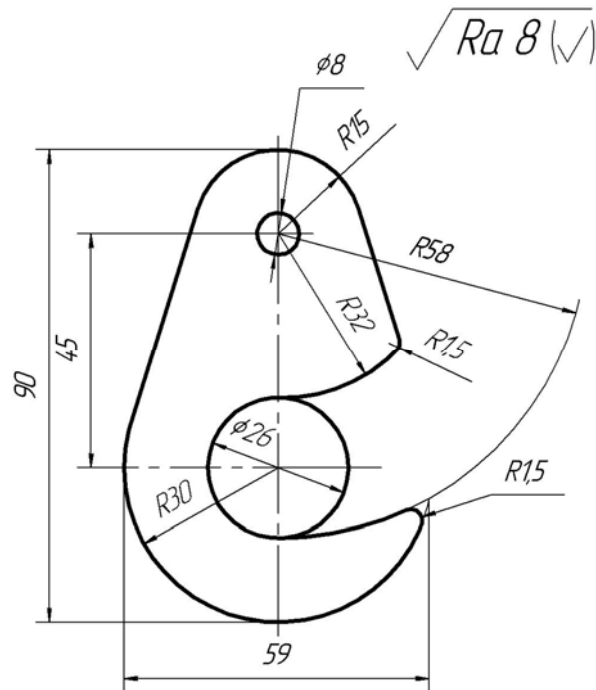


Рис. 2.2. Кресленик гака

## 2.2 Поділ і побудова ліній, кутів

*Вправа 1.* Поділити відрізок  $AB$  прямої лінії на дві рівні частини.

*Розв'язок.* Розхилом циркуля  $R$ , дещо більшим, ніж половина довжини заданого відрізка, з точки  $A$  провести дугу (рис. 2.3, *a*).

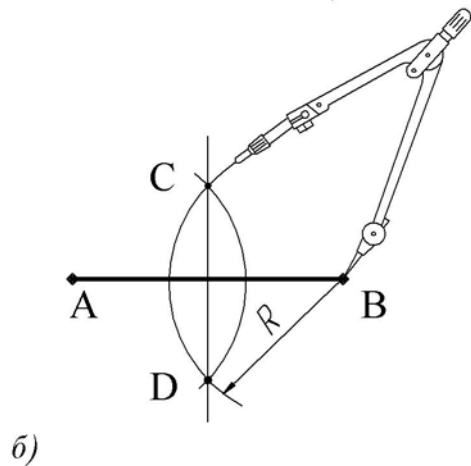
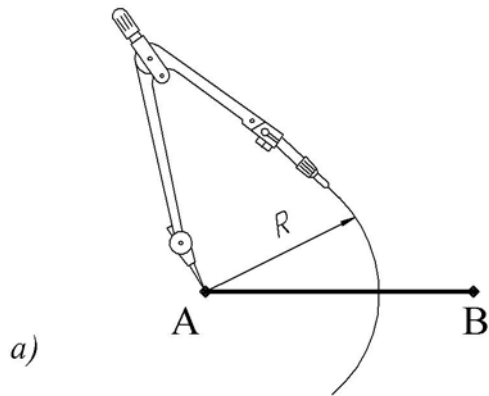


Рис. 2.3. Поділ відрізка прямої на дві рівні частини

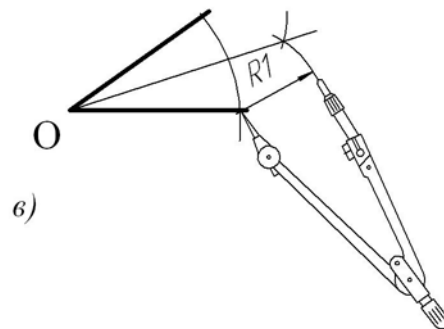
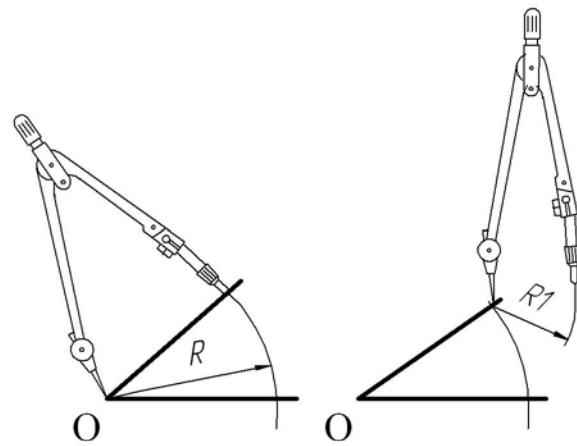


Рис. 2.4. Поділ кута на рівні частини

Не змінюючи розхилу циркуля, провести дугу із другої кінцевої точки  $B$  відрізка і перетнути першу дугу в двох місцях, отримавши точки  $C$  і  $D$ , з'єднати ці точки прямою лінією, що ділить заданий відрізок навпіл під прямим кутом (рис. 2.3, *б*).

Таку саму побудову роблять тоді, коли потрібно через середину відрізка прямої лінії провести до нього перпендикулярну лінію.

*Вправа 2.* Поділити кут на дві рівні частини.

*Розв'язок.* З вершини кута  $O$  довільним розхилом циркуля  $R$  провести дугу так, щоб вона перетинала обидві сторони кута (рис. 2.4, *a*).

Далі від точки перетину дуги з верхньою стороною кута довільним розхилом циркуля  $R_1$  зробити зарубку всередині кута (рис. 2.4, *б*).

Від точки перетину дуги з іншою стороною кута тим самим розхилом циркуля  $R_1$  зробити зарубку, яка перетинає першу. Точку перетину зарубок з'єднати прямою лінією з вершиною кута. Ця пряма поділить кут на дві рівні частини (рис. 2.4, *в*).

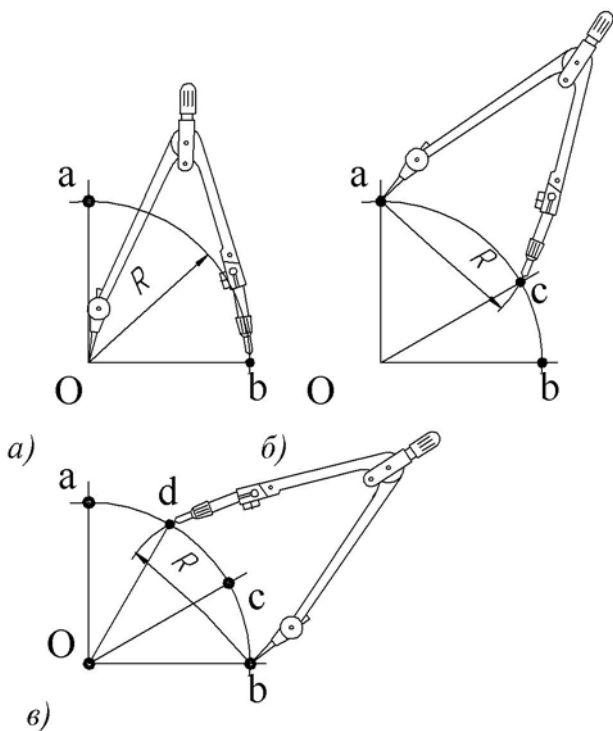


Рис. 2.5. Поділ прямого кута на три рівні частини

*Вправа 3.* Поділити прямий кут на три рівні частини.

*Розв'язок:* З вершини кута довільним розхилом циркуля провести дугу, що перетинає обидві сторони кута в точках  $a$  і  $b$  (рис. 2.5,  $a$ ); не змінюючи розхилу циркуля  $R$  з точки перетину дуги зі стороною кута зробити зарубку на дузі в точці  $c$  (рис. 2.5,  $b$ ).

Потім тим самим розхилом циркуля  $R$  з точки перетину  $b$  зробити другу зарубку на дузі.

З'єднати точки  $c$  і  $d$  з вершиною кута (рис. 2.5,  $в$ ).

### 2.3. Поділ кола на рівні частини

Необхідність у поділі кола на різне число рівних між собою частин нерідко виникає при виконанні креслеників, а також при розмічуванні заготовок на виробництві.

*Поділ кола шляхом геометричних побудов*

*Вправа 4.* Поділити коло на вісім рівних частин.

*Розв'язок.* Провести центрові лінії (рис. 2.6,  $a$ ), що поділяють коло на чотири рівні частини;

поділити один із прямих кутів (між центровими) на дві рівні частини. Лінію, яка поділяє кут навпіл, продовжити до перетину з протилежною стороною кола (рис. 2.6,  $b$ ).

Таку саму побудову виконати в суміжному куті (рис. 2.6,  $в$ ).

*Вправа 5.* Поділити коло на шість рівних частин і вписати в нього правильний шестикутник.

*Розв'язок.* Провести в заданому колі центрові лінії; поставити ніжку циркуля в точку перетину однієї з центрових ліній з радіусом  $R$  даного кола, зробити зарубки на ньому по обидва боки від вибраної точки (рис. 2.7,  $a$ ); перенести ніжку циркуля в протилежну точку перетину центрової лінії з колом (точку 4). Тим самим радіусом  $R$  зробити дві зарубки на колі. Провести відрізки прямих через одержані точки (рис. 2.7,  $b$ ).

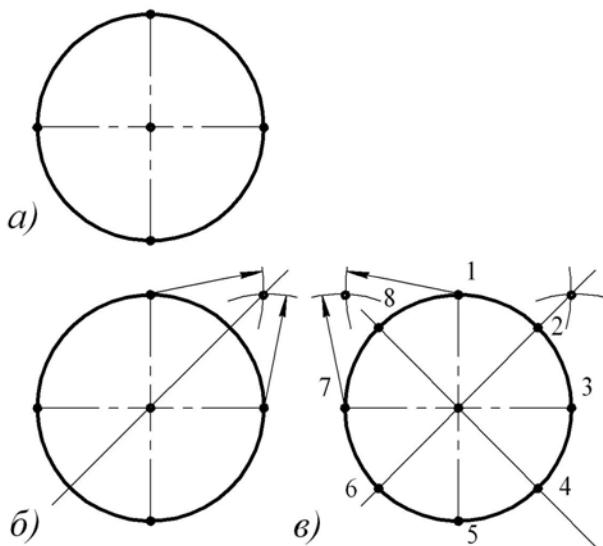


Рис. 2.6. Поділ кола на вісім рівних частин

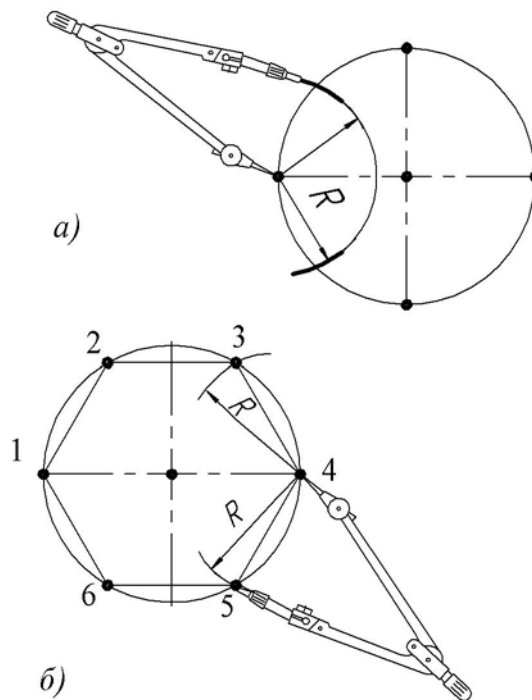


Рис. 2.7. Поділ кола на шість рівних частин, побудова правильного шестикутника

*Вправа 6.* Поділити коло на 12 рівних частин.

*Розв'язок.* Поділяємо коло на шість рівних частин способом, викладеним у попередньому завданні, встановлюючи ніжку циркуля в точки перетину цього кола з горизонтальною центрвою лінією; повторюємо ту саму побудову, встановлюючи ніжку циркуля в точки перетину кола з вертикальною центрвою (рис. 2.8).

*Вправа 7.* Поділити коло на три рівні частини (рис. 2.9).

*Розв'язок.* Радіусом  $R$  робимо дві зарубки на колі, прийнявши за центр точку перетину кола з центрвою лінією. Точки 1, 2, 3 поділяють коло на три рівні частини.

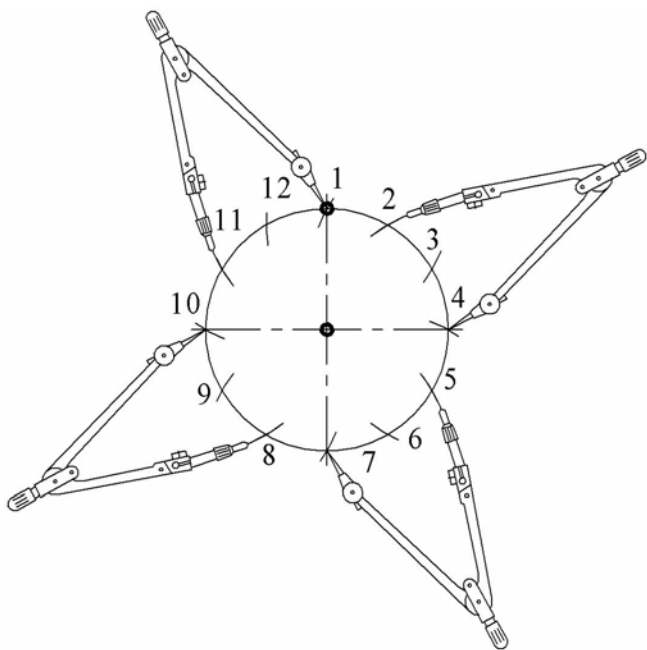


Рис. 2.8. Поділ кола на дванадцять рівних частин

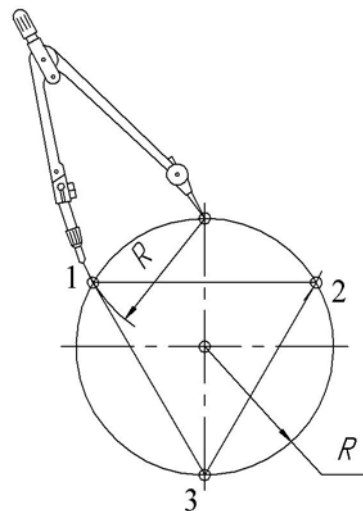


Рис. 2.9. Поділ кола на три рівні частини



Поділ кола на рівні частини за допомогою таблиці хорд. У завданнях на поділ кола шляхом геометричних побудов шуканою величиною був розмір розхилу циркуля для нанесення позначок на це коло. Цей розмір визначає величину хорди (лінії, яка з'єднує дві точки на колі).

Розміри хорд для поділу кіл на рівне число частин від 3 до 38 можна підрахувати, користуючись коефіцієнтами, поданими в табл. 2.1.

Як підрахувати розміри хорд, показано на прикладі. Припустимо, що для викреслювання зуборізної дискової фрези потрібно поділити зовнішнє коло на 14 рівних частин (для зображення 14 зубців). Діаметр кола дорівнює 50 мм. Величину хорди можна підрахувати шляхом множення розміру діаметра кола на коефіцієнт, відповідний кількості частин. В однойменній колонці табл. 2.1 знаходимо число 14, якому відповідає коефіцієнт 0,22252. Обчислюємо розміри хорди:  $dK = 50 \times 0,22252 = 11,126$  мм.

**Таблиця 2.1 – Коефіцієнти для визначення величини хорд**

Кількість частин	Коефіцієнт $K$	Кількість частин	Коефіцієнт $K$
3	0,86603	27	0,11609
4	0,70711	28	0,11196
5	0,58779	29	0,10812
6	0,50000	30	0,10453
7	0,43388	31	0,10117
8	0,38268	32	0,09802
9	0,34202	33	0,09506
10	0,30902	34	0,09227
11	0,28173	35	0,08964
12	0,25882	36	0,08716
13	0,23932	37	0,08481
14	0,22252	38	0,08258

Отриманий результат являє собою розмір розхилу циркуля, яким можна поділити коло на 14 частин. Перший раз ставимо ніжку циркуля в точку перетину центральної лінії з колом і робимо на ньому зарубки по обидва боки від цієї точки. Потім продовжуємо поділ, ставлячи послідовно ніжку циркуля в точку перетину зарубки з колом.

#### **2.4. Знаходження центрів дуг і кіл. Визначення величин радіусів дуг**

*Вправа 8.* Знайти центр, з якого описано дугу.

*Розв'язок.* Провести дві непаралельні хорди, що перетинають дугу в точках  $A$ ,  $B$  і  $C$ ,  $D$  (рис. 2.10, *a*). Провести перпендикуляри через середини хорд, одержавши шуканий центр  $O$  в точці їхнього перетину (рис. 2.10, *б*).

*Вправа 9.* Провести дугу через три задані точки.

*Розв'язок.* Нанести точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  відповідно до заданих розмірів (положення точок визначається розмірами  $L$ ,  $L_1$ ,  $h$ ) (див. рис. 2.11, *a*); з'єднати точки  $O$  прямими лініями і провести перпендикуляри через їх середини (рис. 2.11, *б*); з точки  $O$  перетину перпендикулярів, як із центра, провести дугу через задані точки (рис. 2.11, *в*).

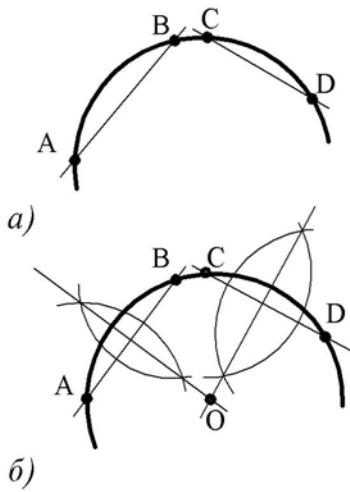


Рис. 2.10. Знаходження центра дуги

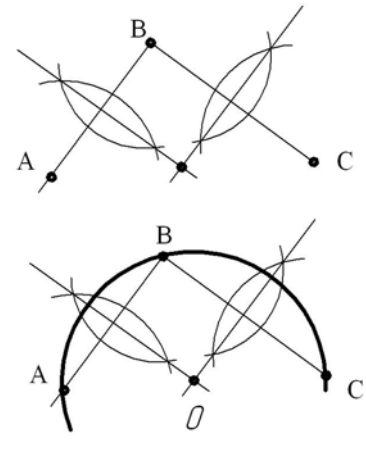
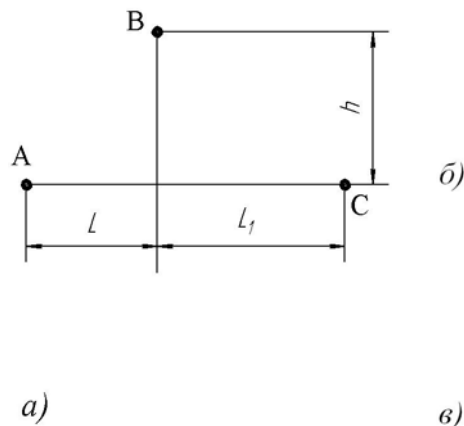


Рис. 2.11. Проведення дуги через три задані точки

Як видно з розв'язку вправу, через три точки може бути проведена тільки одна дуга кола. Цим положенням користуються для визначення величини радіусів криволінійних поверхонь деталей, описаних дугою кола. Наприклад, потрібно встановити розмір радіуса вигнутої криволінійної поверхні деталі, профіль якої являє собою дугу кола (рис. 2.12). Розміри діаметрів торця, основи й канавки криволінійної поверхні, елементів довжини визначають шляхом вимірювання. Використовуючи ці розміри, можна нанести на кресленику три точки:  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , через які проходить дуга. За трьома точками, що належать дузі, визначаємо величину її радіуса шляхом побудови, показаної у вправі 8. У розглянутому прикладі положення точки  $B$  дуги встановлювалося за допомогою розміру діаметра канавки. У тих випадках, коли на криволінійній поверхні немає ніяких конструктивних елементів, положення третьої точки визначається шляхом спеціального вимірювання. Наприклад, для визначення величини радіуса кривизни бічної частини корпусу досить зробити вимірювання, зображене на рис. 2.13,  $a$ , і виконати побудови (рис. 2.13,  $b$ ).

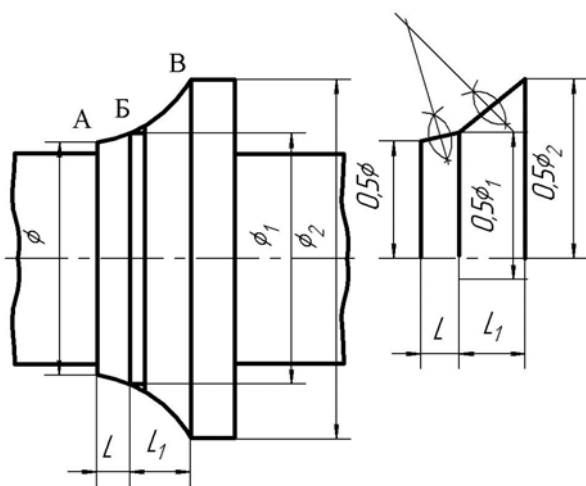


Рис. 2.12. Визначення величини радіуса скруглення

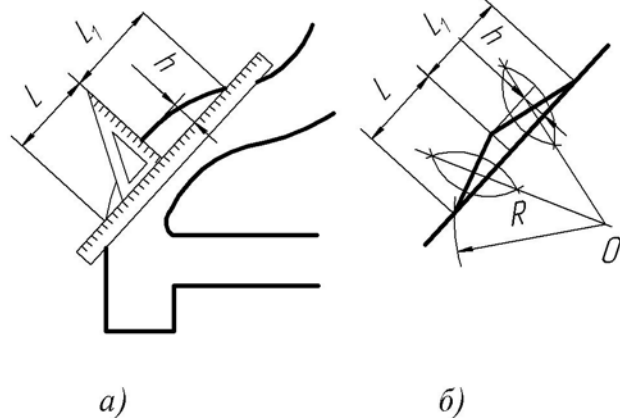


Рис. 2.13. Вимірювання радіуса кривизни бічної поверхні, що являє собою дугу

## 2.5. Спряження ліній

*Спряженням ліній* називається плавний перехід прямої в криву або кривої лінії в іншу криву.

*Спряження прямої лінії з дугою кола.* Ця побудова має задовольняти таку умову: між радіусом дуги  $R$ , що з'єднує центр з точкою спряження, і прямою лінією повинен бути кут  $90^\circ$ .

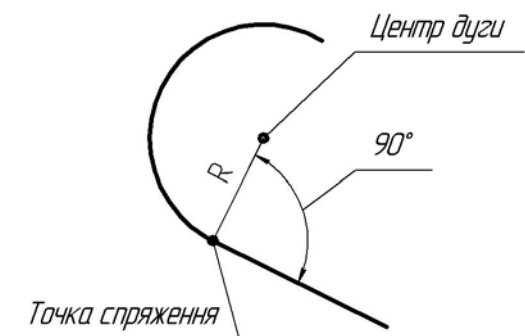


Рис. 2.14. Елементи спряження дуги з прямою

На рис. 2.14 показано простий випадок спряження дуги з прямою лінією, а також зазначено елементи, які мають бути відомі перед виконанням кресленика: положення центра дуги, її радіус і точка спряження (точка, в якій одна лінія переходить в іншу).

*Вправа 10.* Побудувати спряження дуги з відрізком прямої лінії.

*Розв'язок.* Із заданого центра  $O$  провести дугу розхилом циркуля, що дорівнює заданій величині радіуса  $R$ ; відзначити точку спряження  $A$  (рис. 2.15, а); провести лінію радіуса між центром дуги і точкою спряження (рис. 2.15, б); з точки спряження  $A$  провести відрізок прямої лінії під кутом  $90^\circ$  до лінії радіуса (рис. 2.15, в).

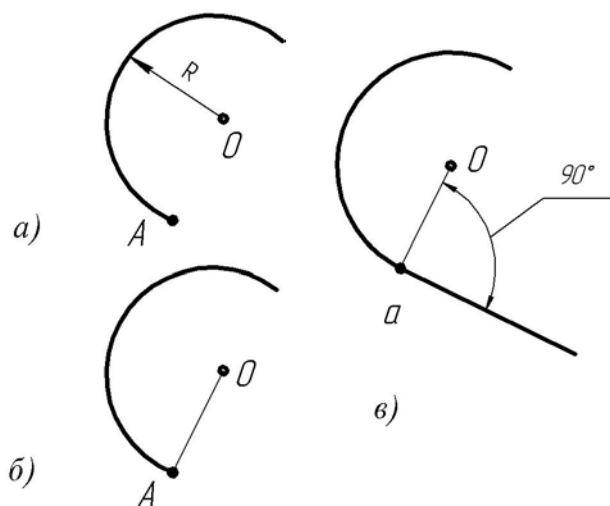


Рис. 2.15. Побудова спряження дуги з відрізком прямої лінії

*Спряження двох кіл.* Обов'язкова умова його точка має лежати на прямій лінії, що з'єднує центри дуг (рис. 2.16).

*Вправа 11.* Побудувати спряження однієї дуги радіуса  $R_1$ , з іншою дугою, радіус якої  $R_2$ , враховуючи задане положення центра першої дуги (точка  $O_1$ ) і напрямок прямої лінії, що з'єднує центри дуг (рис. 2.17, а).

*Розв'язок.* Із центра  $O_1$  розхилом циркуля, який дорівнює відрізку  $R_1$ , провести дугу до перетину із заданою прямою, одержана точка  $K$  буде точкою спряження (рис. 2.17, б); з точки  $K$  відкласти на заданій прямій розмір радіуса другої дуги  $R_2$ , точку перетину зарубки з прямою лінією позначити буквою  $O_2$ , оскільки вона є центром іншої дуги; із центра  $O_2$  розхилом циркуля  $R_2$  провести дугу від знайденої раніше точки спряження (рис. 2.17, в).

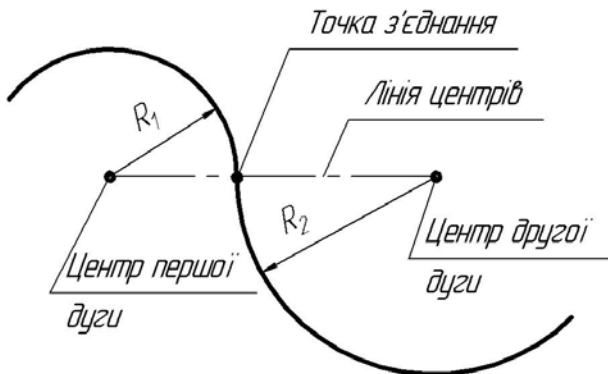


Рис. 2.16. Елементи спряження двох дуг

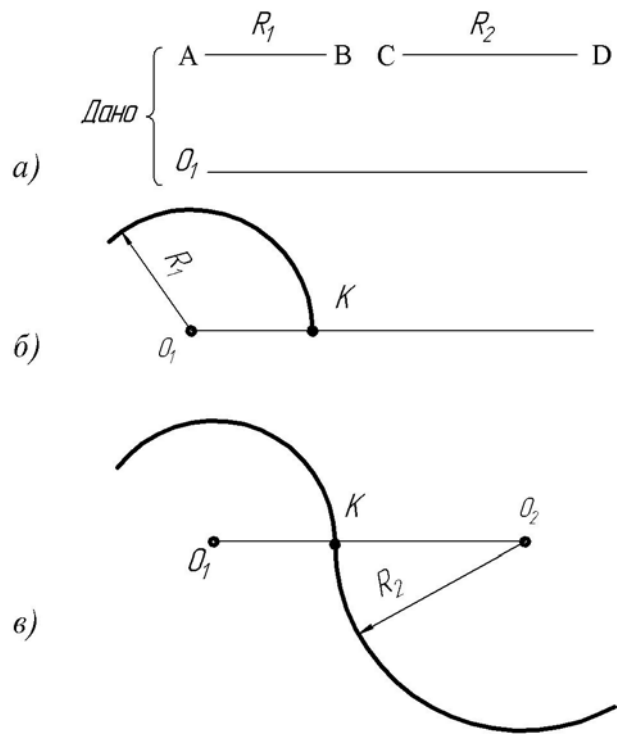


Рис. 2.17. Побудова спряження двох дуг

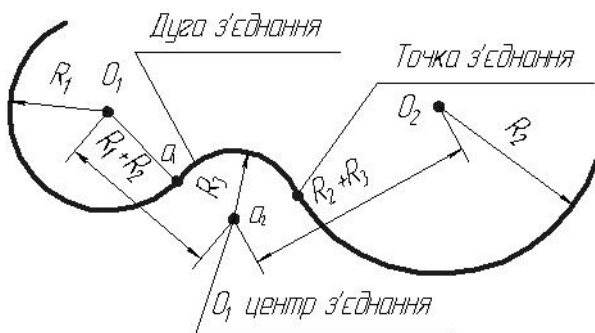


Рис. 2.18. Елементи спряження двох дуг за допомогою третьої

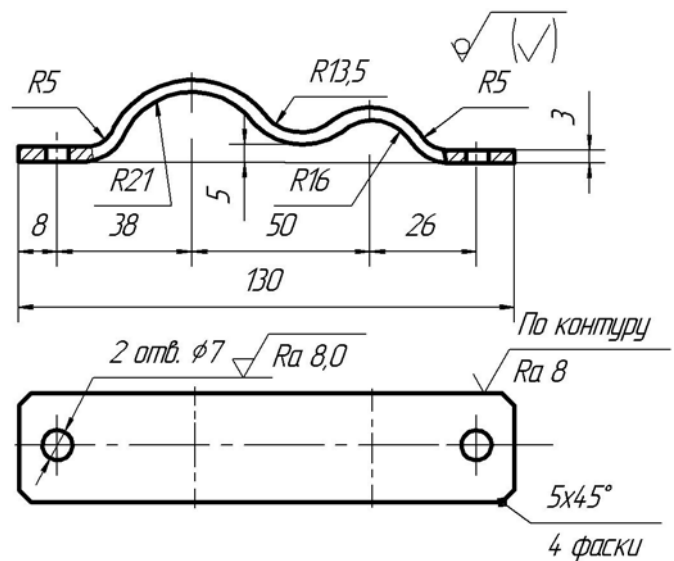


Рис. 2.19. Кресленик скоби

*Спряження двох дуг за допомогою третьої.* Цей вид спряження має велике практичне значення, особливо при викреслюванні криволінійних контурів деталей та при їх розмічуванні (рис. 2.18). Для цього відомими величинами в більшості випадків бувають радіуси спряжуваних дуг. Розв'язок завдання зводиться до визначення положення центра спряженої дуги і точок спряжень.

Наприклад, на кресленіку скоби (рис. 2.19) розміщення центрів дуг визначають, користуючись розмірами 38, 50, а радіуси цих дуг дорівнюють 21, 13,5 і 16 мм відповідно. Положення центра дуги і точок спряжень на кресленіку не показують, оскільки їх визначають шляхом геометричних побудов.

*Вправа 12.* Побудувати спряження дуги, описаної радіусом  $R_1$ , з дугою, описаною радіусом  $R_2$  від центрів  $O_1$  і  $O_2$  відповідно, за допомогою третьої дуги, що має радіус  $R_3$  (зовнішній дотик). Центри  $O_1$  і  $O_2$  перебувають на відстані  $A$  один від одного, виміряній по горизонталі (рис. 2.20, а.)

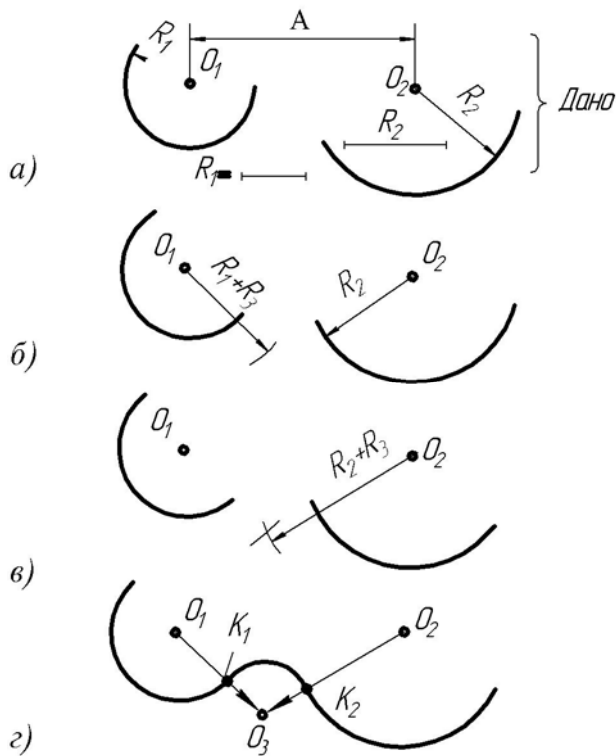


Рис. 2.20. Побудова спряження двох дуг за допомогою третьої (зовнішній дотик)

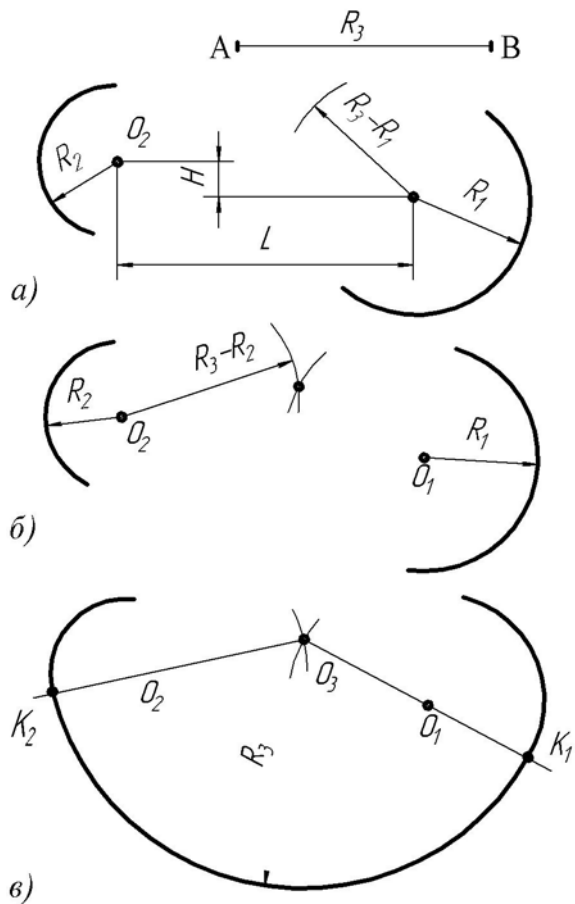


Рис. 2.21. Побудова спряження двох дуг за допомогою третьої (внутрішній дотик)

*Розв'язок.* Нанести центри дуг  $O_1$  і  $O_2$ . Із центра  $O_1$  описати дугу радіусом  $R_1$ , зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює сумі радіусів  $R_1$  і  $R_3$  (рис. 2.20, б); із центра другої дуги  $O_2$  зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює сумі радіусів  $R_2$  і  $R_3$ , одержавши в перетині зарубок центр з'єднувальної дуги  $O_3$  (рис. 2.20, в); для визначення точок спряжень провести прямі лінії, що з'єднують центр  $O_3$  з центрами дуг  $O_1$ , і  $O_2$ , при цьому точки  $K_1$  і  $K_2$  лежатимуть на перетинах прямих з дугами; із центра  $O_3$  розхилом циркуля, який дорівнює радіусу  $R_3$ , провести дугу між точками спряження  $K_1$  і  $K_2$  (рис. 2.20, г).

*Вправа 13.* Побудувати спряження дуги радіуса  $R_1$  з іншою дугою радіуса  $R_2$  за допомогою третьої дуги, що має радіус  $R_3$  (внутрішній дотик), див. рис. 2.21.

*Розв'язок.* Нанести центри дуг  $O_1$  і  $O_2$  відповідно до заданих розмірів  $L$  і  $H$ . Із центра  $O_1$  описати дугу радіуса  $R_1$ , із центра  $O_2$  описати дугу радіуса  $R_2$ , із центра  $O_1$  зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює різниці радіусів  $R_3$  і  $R_1$  (рис. 2.21, а); із центра  $O_2$  зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює різниці радіусів  $R_3$  і  $R_2$ , отримавши в перетині зарубок центр спряженої дуги  $O_3$  (рис. 2.21, б); провести прямі лінії, що з'єднують  $O_3$  з центрами дуг  $O_1$ ,  $O_2$ , а точки перетинів прямих і дуг будуть точками з'єднання  $K_1$ ,  $K_2$ . Із центра  $O_3$  розхилом циркуля, який дорівнює радіусу з'єднувальної дуги  $R_3$ , провести дугу між точками з'єднання  $K_1$  і  $K_2$ .

*Вправа 14.* Побудувати спряження дуги, описаної радіусом  $R_1$  від центра  $O_1$ , з другою дугою, описаною радіусом  $R_2$  від центра  $O_2$ , за допомогою третьої дуги, радіус якої  $R_3$  (за варіантами внутрішнього і зовнішнього дотику).

*Розв'язок.* Нанести центри дуг  $O_1$  і  $O_2$  на заданій відстані  $L$  між ними. Із центра  $O_1$  описати дугу радіуса  $R_1$ , із центра  $O_2$  описати дугу радіусом  $R_2$ . Із центра першої дуги, зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює сумі радіусів  $R_1$  і  $R_3$  (рис. 2.22, а).

Потім із центра другої дуги зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює різниці радіусів  $R_2$  і  $R_3$ , одержавши в перетині зарубок центр спряжувальної дуги  $O_3$  (рис. 2.22, б); провести пряму лінію, що з'єднає центри  $O_1$  і  $O_3$ . Із центра  $O_2$  провести радіус через центр  $O_3$ , позначивши точки спряження  $K_1$  і  $K_2$  (рис. 2.22, в); із центра  $O_3$  провести дугу радіуса  $R_3$  між точками спряження  $K_1$ ,  $K_2$  (рис. 2.22, г).

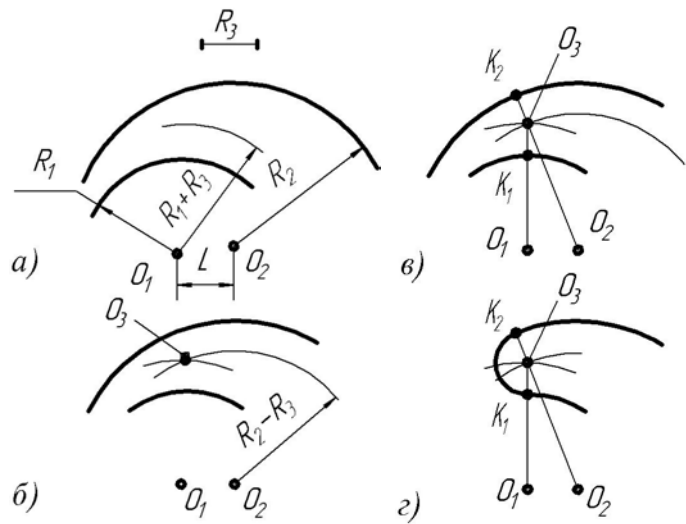


Рис. 2.22. Побудова спряження двох дуг за допомогою третьої (внутрішній і зовнішній дотик)

*Спряження прямої лінії з дугою за допомогою іншої дуги*

*Вправа 15.* З'єднати пряму лінію і дугу, описану радіусом із центра  $O_1$ , за допомогою іншої дуги, радіус якої  $R_2$  (рис. 2.23).

*Розв'язок.* З центра  $O_1$  описати дугу розхилом циркуля, який дорівнює радіусу  $R_1$ , провести задану пряму лінію (рис. 2.23, а); провести допоміжну пряму паралельно до заданої прямої на відстані, яка дорівнює розміру радіуса дуги  $R_2$  (рис. 2.23, б); розхилом циркуля, який дорівнює сумі заданих радіусів, із центра  $O_1$  зробити зарубку на допоміжній прямій, одержавши центр дуги  $O_2$  (рис. 2.23, в); далі з'єднавши центри  $O_1$  і  $O_2$ , одержуємо на перетині прямої і дуги точку спряження  $K_1$ .

Із точки  $O_2$  опустити перпендикуляр до перетину із заданою прямою в точці  $K_2$ ; із центра  $O_2$  розхилом циркуля, який дорівнює радіусу  $R_2$ , провести дугу, що з'єднає точки  $K_1$  і  $K_2$ .

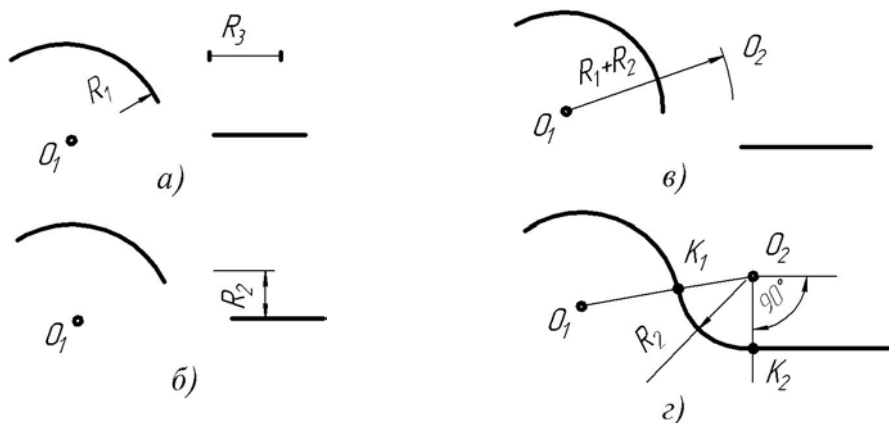


Рис. 2.23. Побудова спряження прямої лінії з дугою кола за допомогою іншої дуги

### Спряження двох прямих ліній

**Вправа 16.** Побудувати спряження двох прямих ліній, розташованих під прямим кутом, дугою заданого радіуса (рис. 2.24).

**Розв'язок.** Розхилом циркуля, який дорівнює величині заданого радіуса  $R$ , із вершини кута зробити зарубки на його сторонах (рис. 2.24, а); не змінюючи розхилу, із точки  $A$  перетину зарубки зі стороною кута зробити зарубку в його середині. Тим самим розхилом з іншої точки  $B$  зробити другу зарубку, що перетинає першу (рис. 2.24, б). Приймавши за центр точку перетину зарубок  $C$ , провести дугу між точками спряження  $A$  і  $B$ .

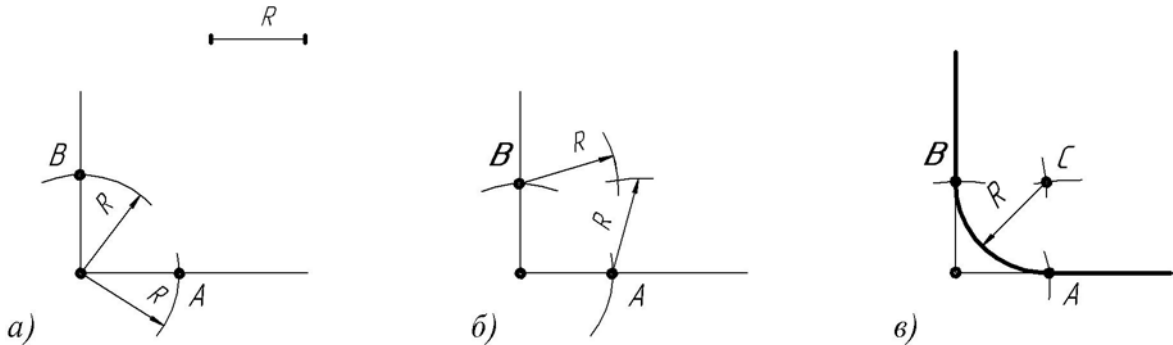


Рис. 2.24. Побудова спряження двох прямих ліній, які розташовані під прямим кутом

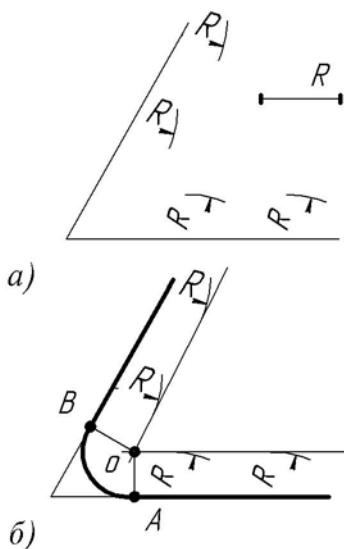


Рис. 2.25. Побудова спряження двох прямих ліній, які розташовані під гострим (тупим) кутом

**Вправа 17.** Побудувати спряження двох прямих ліній, розташованих під гострим (тупим) кутом, дугою заданого радіуса.

**Розв'язок.** Із довільних точок заданих відрізків прямих розхилом циркуля, який дорівнює величині заданого радіуса, провести чотири зарубки – по дві з кожного боку (рис. 2.25, а); провести дві дотичні до цих зарубок, щоб вони перетнулись. Із місця цього перетину в точці  $O$  провести два перпендикуляри до заданих відрізків прямої розхилом циркуля, який дорівнює величині заданого радіуса, описати із точки  $O$  дугу між точками спряження  $A$  і  $B$  (рис. 2.25, б).

**Вправа 18.** Побудувати спряження двох паралельних відрізків прямих ліній за допомогою двох дуг однакового радіуса. Точки з'єднання  $B$  і  $C$  повинні збігатися з кінцевими точками відрізків.

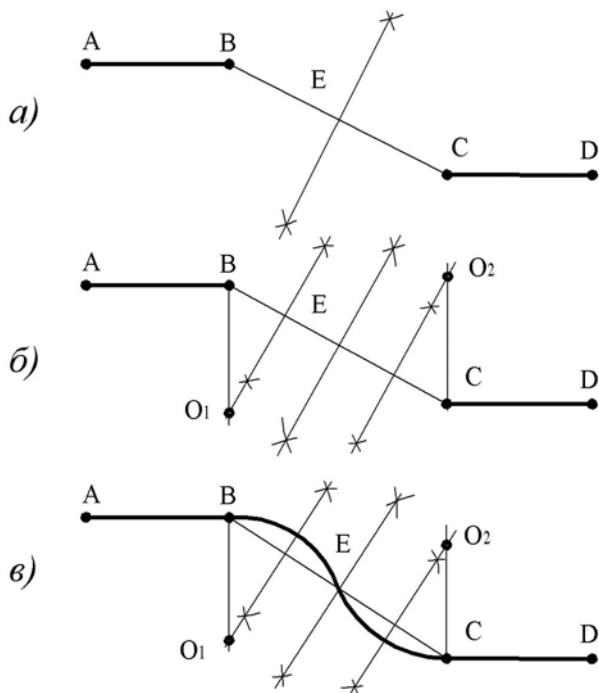


Рис. 2.26. Побудова спряження двох паралельних ліній за допомогою двох дуг

## 2.6. Застосування геометричних побудов у процесі розмічування

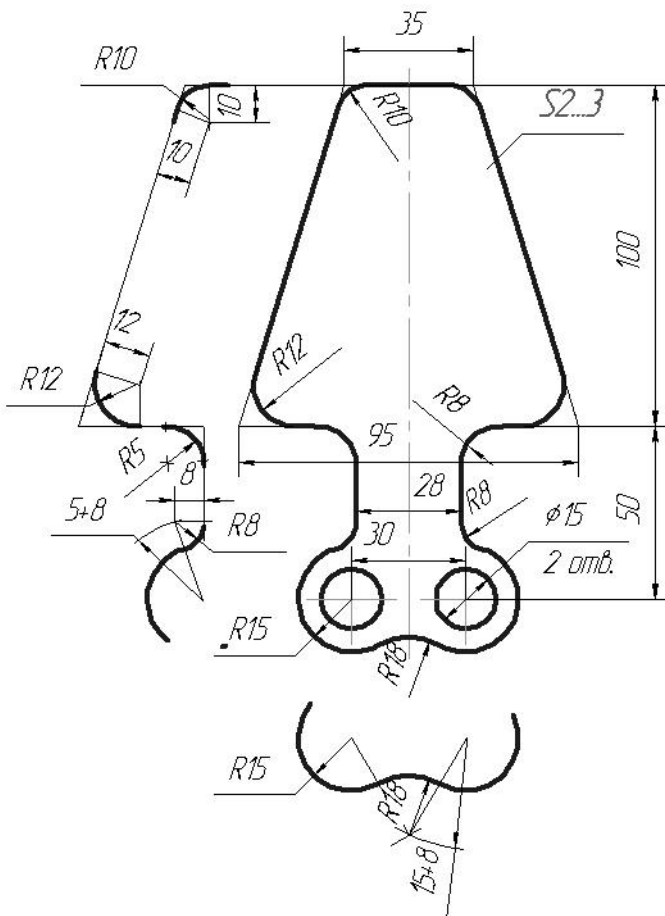


Рис. 2.27. Геометричний аналіз контуру зображення деталі

*Розв'язок.* Провести відрізки прямої лінії на заданій відстані, з'єднати їхні кінцеві точки допоміжною прямою лінією і поділити цю пряму навпіл (рис. 2.26, а); через середини відрізків  $BE$  і  $EC$  провести перпендикуляри, продовживши їх до перетину в точках  $O_1$  і  $O_2$  з перпендикулярами до  $AB$  і  $CD$  (рис. 2.26, б); точки  $O_1$  і  $O_2$  є центрами дуг з'єднання, а відстані  $O_1B$  і  $O_2C$  – їх радіусами. Із зазначених центрів описати дугу між точками з'єднання  $B$ ,  $E$  і  $C$  (рис. 2.26, в).

Розмічування заготовок роблять на основі тих самих геометричних правил, що й при побудові креслеників, користуючись до того ж аналогічними інструментами і застосовуючи однакові або схожі робочі прийоми. На креслениках проводять лінії та наносять розміри, призначені для спеціалістів-розмітників.

Перед кресленням або розмічуванням деталей із криволінійними контурами потрібно визначити, які випадки спряження мають місце в тій чи іншій частині контуру. Наприклад, в обрисі деталі, показаної на рис. 2.27, варто розрізняти види з'єднань, зокрема, в нижній частині кресленика – спряження двох дуг за допомогою третьої. Вище ця дуга з'єднується із прямою лінією за допомогою дуги радіуса 8 мм. Ділянка прямої лінії у верхній частині з'єднується з відрізком дугою радіуса 10 мм. Другий кінець горизонтального відрізка з'єднується з відрізком дуги радіуса 12 мм, який розташований похило. Похилий відрізок з'єднується з горизонтальним у верхній частині кресленика теж дугою.



## Контрольні питання

1. У яких випадках застосовують геометричні побудови на креслениках?
2. Як можна побудувати за допомогою циркуля і лінійки кути  $90$ ,  $30$  і  $60^\circ$ ?
3. Яким чином ділять коло на 24 рівні частини?
4. Як треба користуватися таблицею коефіцієнтів для визначення величини хорд?
5. Що називається спряженням ліній?
6. За яких умов можна побудувати спряження дуги кола з відрізком прямої лінії?
7. За яких умов можна побудувати спряження однієї дуги кола з іншою?

*Опанування основних прийомів виконання геометричних побудов дають можливість студентам використовувати їх на практиці. Наприклад, вміння будувати кути  $30$ ,  $45$ ,  $7$  та  $41^\circ$  необхідне для зображення аксонометричних проєкцій; правила поділу кола на рівні частини – для виконання креслеників кришок, фланців, прокладок, шліцьових поверхонь тощо; створення розгортки потребує навичок будувати фігури, розміри яких відповідають зображенням.*

## РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

У розділі розглянуто практичне застосування методів нарисної геометрії до розв'язування задач технічного характеру, зокрема детально описано метод прямокутного проєціювання при зображенні предметів.

### 3.1. Прямокутне проєціювання

Різноманітні способи побудови графічних зображень вивчає наука – нарисна геометрія.

Методи нарисної геометрії дозволяють відобразити на плоскому кресленнику об'ємні предмети, а також за графічним зображенням (плоским) уявити форму предметів, тобто дають можливість читати кресленики.

Існує багато способів зображення об'ємних предметів: фотографії, живописні картини, на екранах кіно, телебачення та моніторів, кресленики машин, будинків, інженерних споруд та ін.

Обмежимося розглядом деяких способів зображення на площині, які використовують у техніці. Це способи побудови креслеників.

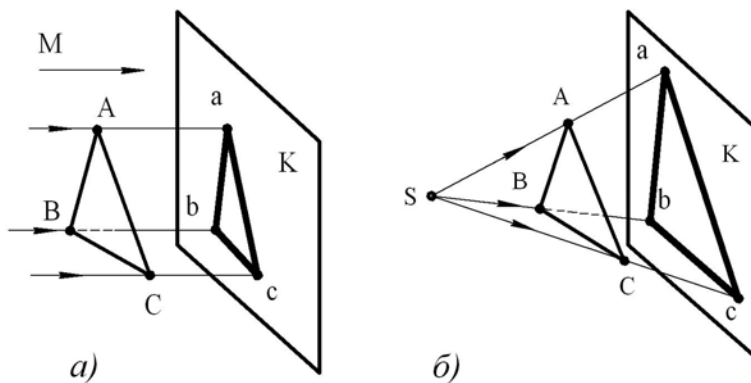


Рис. 3.1. *a* – паралельне проєціювання;  
*б* – центральне проєціювання

Зображення просторових тіл на площині має у своїй основі метод проєкції. Візьмемо площину, на якій будеться зображення предмета, назвавши її площиною проєкції. Позначимо цю площину буквою *K* (рис. 3.1, *a*, *б*). Окремі точки предмета в просторі будемо позначати великими латинськими буквами *A*, *B*, *C* і т. д. Проведемо через точку *A* (рис 3.1, *a*) промінь *Aa*, паралельно заданому напрямку *M*, до перетину в точці *a* з площиною проєкції *K*.

Точка *a* буде проєкцією точки *A* на площині *K*. Проєкції точок умовимося позначати малими літерами.

Пряма, за допомогою якої будеться проєкція точки, називається *проєціюючою прямою* або *проєціюючим променем*.

Зображення трикутника *авс* на площині *K*, побудоване за допомогою паралельних проєціюючих променів (рис. 3.1, *a*), називається паралельним проєціюванням.

Пряма *M*, паралельно якій проведено проєціюючі промені, називається напрямком проєціювання.

Проєкцію називають прямокутною, якщо проєціюючі промені перпендикулярні площині проєкції (рис. 3.1, *a*), та косокутною, якщо вони не перпендикулярні до неї. Прямокутні проєкції називають також ортогональними. «Ортогональний» – назва грецького походження, що в перекладі означає «orthos» – прямий і «gonios» – кут.

Креслення в системі прямокутних проєкцій мають низку переваг порівняно з іншими способами зображення предметів. Прямокутні проєкції дають повне уявлення про форму та розміри предмета.

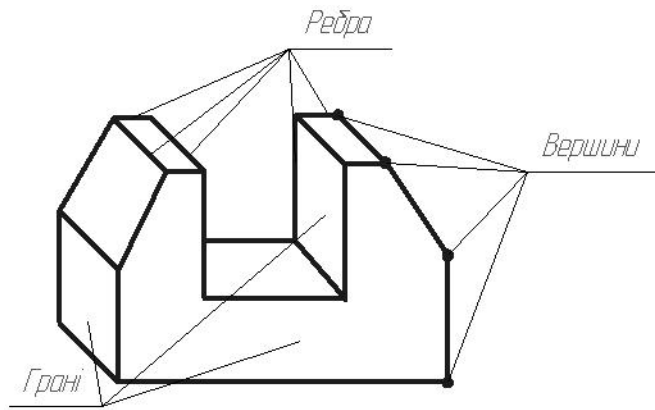


Рис. 3.2. Елементи геометричного тіла

Тому користуються кресленнями, які мають два, три або більше зображень, одержаних унаслідок прямокутного проєціювання.

Предмет або тіло, які мають плоскі поверхні, обмежуються вершинами, ребрами, гранями (рис. 3.2).

Отже, щоб навчитися зображувати на креслениках різні предмети, необхідно знати, який вигляд у прямокутних проєкціях мають *вершини* (точки), *ребра* (відрізки прямих ліній), *грані* (площини).

Щоб зрозуміти, яким чином виникає прямокутна проєкція, розташуємо аркуш паперу паралельно площині проєкцій. Спрямуємо паралельні промені світла через точки  $A, B, C, D$  перпендикулярно до площини проєкцій. Промені показано на рис. 3.3. тонкими лініями із стрілками. На перетині променів з площиною проєкцій  $P$  позначають відповідні проєкції точок  $a', b', c', d'$ . Незважно помітити, що проєкція в цьому випадку контуром та розмірами відповідає об'єкту проєціювання. Якщо об'єкт повертають навколо його висоти  $AD$ , то його проєкція скорочується по ширині (лінії  $a'b'$  і  $c'd'$  на рис. 3.3, б). Коли аркуш паперу займе положення, перпендикулярне до площини проєкцій  $P$ , його зображення перетвориться на лінію (рис. 3.3, в). При цьому висота предмета не змінилась  $a'b' = c'd'$ .

Отже, під час прямокутного проєціювання:

плоска фігура, що паралельна до площини проєкцій  $P$ , зображується на ній у натуральну величину (рис. 3.3, а);

плоска фігура, похила до площини проєкцій, зображується на ній із спотворенням розмірів (рис. 3.3, б);

плоска фігура, перпендикулярна до площини проєкції  $P$ , зображується на ній у вигляді відрізка прямої (рис. 3.3, в).

Ці висновки відносяться до зображення плоских фігур (граней предметів).

Відрізок прямої, паралельний до площини проєкцій, зображується на ній у натуральну величину (див. відрізки  $AB, CD$  і  $AD, BC$  на рис. 3.3, а); відрізок прямої, похилий до площини проєкцій, зображується на ній спотвореним (див. відрізки  $AB$  і  $CD$  на рис. 3.3, б); відрізок прямої, перпендикулярний до площини проєкцій  $P$ , зображується на ній точкою; проєкцією точки є основа перпендикуляра, проведеного з даної точки в просторі на площину проєкцій [див. точки  $a', b', c', d'$ , які є проєкціями точок  $A, B, C, D$  (рис. 3.3, в)].

Із двох збіжних на кресленику точок (рис. 3.3, в) одна є зображенням видимої вершини, інша – невидимої (закритої). Позначення проєкцій невидимих вершин звичайно беруть у дужки ( $b'$ ), ( $c'$ ).

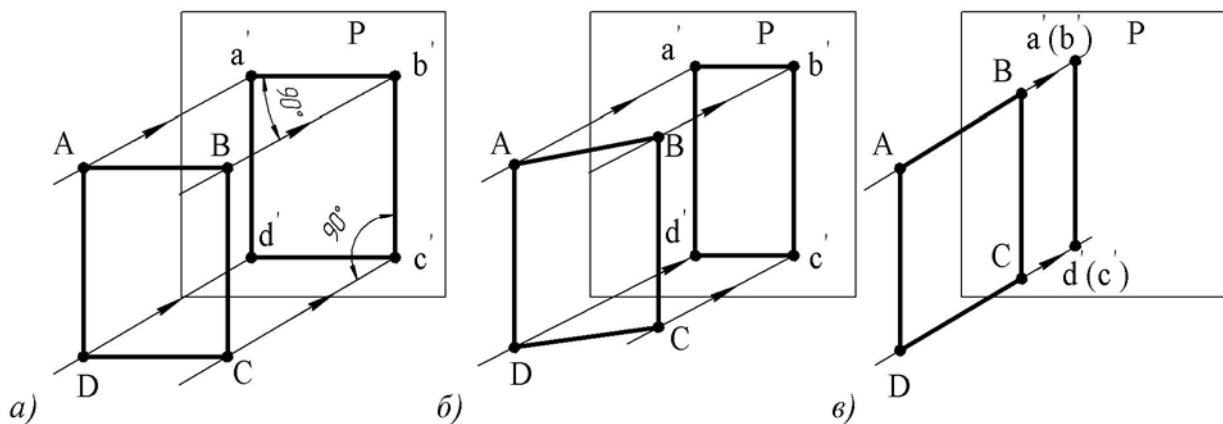


Рис. 3.3. Проєціювання плоскої фігури

### 3.2. Площини проєкцій

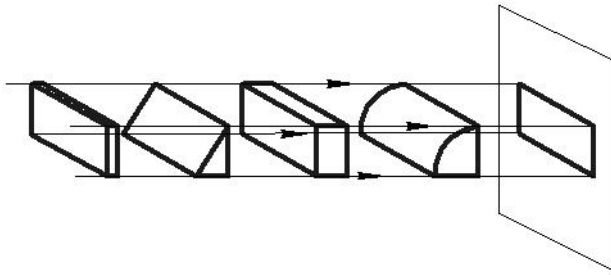


Рис. 3.4. Проекції різних за формою предметів на одну площину

Зображення предмета на одній площині проєкцій не може свідчити про його форму й розміри. Наприклад, предмети показані на рис. 3.4: прямокутна пластинка, трикутна призма, паралелепіпед і частина циліндра, дають у цьому випадку однакові проєкції, що мають вигляд прямокутника. Одна проєкція може свідчити тільки про два виміри предмета.

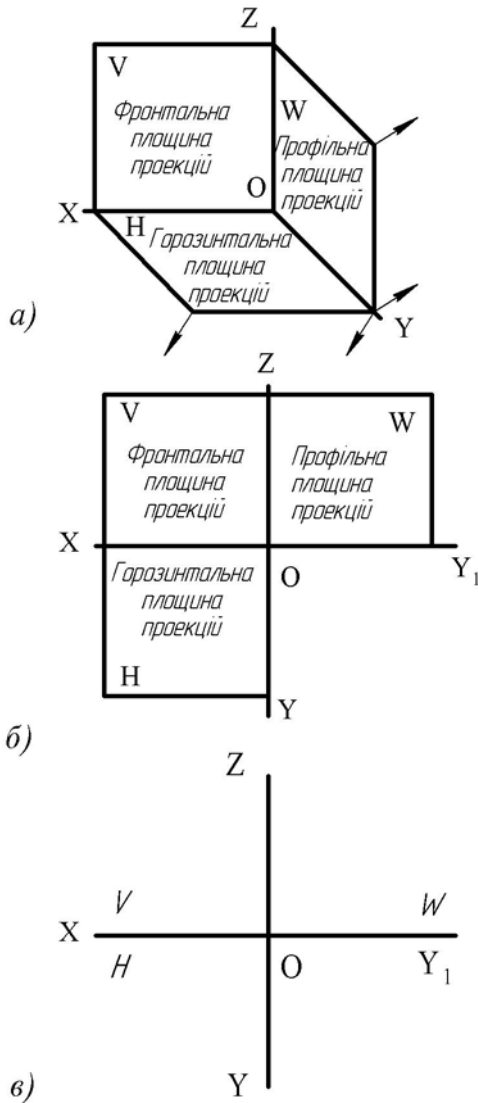


Рис. 3.5. Площини проєкцій

Щоб одержати повне уявлення про форму й розміри будь-якого предмета, його потрібно спроеціювати на дві, три або більше площин. З метою спрощення процесу ці площини розташовують взаємно перпендикулярно. Таким чином, три площини утворюють *прямий тригранний кут*. Кожна з них має назву і позначення (рис. 3.5, а, б). Вертикальна площина, розташована прямо перед нами, зветься *фронтальною площиною проєкцій*. Вона позначається латинською буквою *V*. Під прямим кутом до неї горизонтально розташовується площина проєкцій, називана *горизонтальною* – *H*. Перпендикулярно цим площинам розташовується ще одна вертикальна площина, яка називається *профільною площиною проєкцій* – *W*. Усі три площини перетинаються в одній точці *O*. Попарний перетин площин тригранного кута утворюють прямі лінії – осі проєкцій, що виходять із точки *O*. Перетин фронтальної і горизонтальної площин проєкцій утворюють вісь *x*, фронтальної з профільною – *z*, профільної та горизонтальної – *y*. Для того, щоб зображення, отримані на сторонах тригранного кута, виявилися в одній площині, дві грані цього кута *H* і *W* розгортають до суміщення їх із третьою – *V* (рис. 3.5, б).

Для цього горизонтальну площину повертають навколо осі *x* униз на  $90^\circ$ , профільну повертають навколо осі *z* на  $90^\circ$  управо, як показано стрілками (рис. 3.5, а). Тоді обидві ці площини суміщаються з фронтальною, котра залишається нерухомою. При цьому вісь *y* ніби розпадається на дві: *y* і *y<sub>1</sub>*.

Лінії, що обмежують площини проєкцій квадратами, належать до умовних, тому їх звичайно не проводять. Суміщені площини проєкцій розташовуються, як це показано на рис. 3.5, в.

### 3.3. Комплексний кресленик предмета

Вивчивши методи побудови точок, відрізків прямих і плоских фігур, тобто елементів, які згодом утворюють різні предмети (вироби або їхні складові частини), можна перейти до розгляду способів отримання прямокутних зображень самих предметів.

На рис. 3.6, *a* побудовано прямий тригранний кут. Перед його площинами розміщений зображуваний предмет – клин. Він розташований так, щоб якомога більше його граней були паралельними або перпендикулярними до площин проекцій. Це значно полегшить процес проєціювання.

Щоб одержати прямокутні проєкції зазначеного предмета, необхідно провести проєціюючі промені перпендикулярно площинам проєкцій.

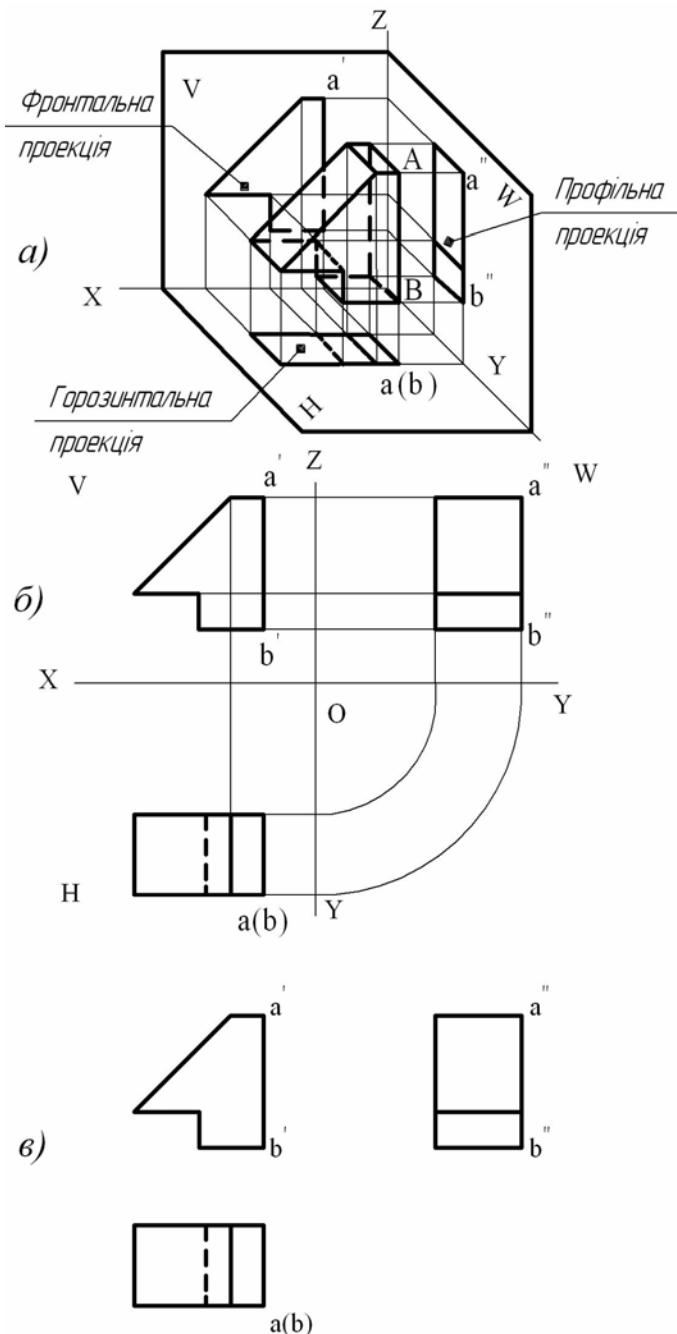


Рис. 3.6. Створення комплексного кресленика

По-друге, ребра, перпендикулярні до площини проєкцій, зображуються на ній у вигляді точок (ребро *AB* на горизонтальній площині проєкцій), а ребра, паралельні до площин

проєціюємо клин на фронтальну площину проєкцій *V*. Точки перетину променів з площиною дадуть проєкції вершин клина. З'єднавши відповідним чином ці точки, одержимо фронтальну проєкцію – вид спереду, його називають також головним видом.

Знайдемо горизонтальну проєкцію клина на горизонтальній площині *H* – виді зверху. Для цього також опустимо на цю площину перпендикуляри, які проходять через вершини клина, отримані точки їхнього перетину з площиною з'єднаємо відрізками прямих.

Провівши проєціюючі промені на профільну площину проєкцій *W* й виконавши аналогічні побудови, одержимо профільну проєкцію зображуваного предмета – вид зліва.

Зіставляючи клин із його проєкціями (рис. 3.6, *a*), можна встановити такі моменти:

По-перше, проєкції клина на кожній із площин проєкцій *V*, *H*, *W* являють собою зображення не тільки однієї сторони деталі, але й усього предмета, всіх його вершин, ребер і граней. На горизонтальній проєкції штриховими лініями показують невидимий зверху контур деталі.

Виявляється, що на фронтальній площині проєкцій видно лише передню грань клина. Це відбувається тому, що бічні грані, перпендикулярні до площини проєкцій, зображуються на ній у вигляді відрізків прямих. Передня й задня грані, паралельні відповідним площинам проєкцій, зображуються без спотворення розмірів.

проекцій, зображуються на них у натуральну величину (ребро  $AB$  на фронтальній і профільній площинах проекцій).

По-третє, похила грань клина на жодній площині проекцій не зображується в натуральну величину, хоча розмір однієї сторони цієї грані можна виміряти за проекцією її ребра, паралельного до фронтальної площини проекцій. Розмір іншої – за проекцією ребра, паралельного до профільної площини проекцій.

Розгорнемо площини проекцій так, як це показано на рис. 3.5, щоб сумістити їх у площині кресленика (рис. 3.6, б). Тоді види розташуються таким чином: вид зверху – під головним видом, а вид зліва – справа від головного виду і на його рівні.

Фронтальні й горизонтальні проекції однойменних точок перебувають при цьому на одних перпендикулярах до осі  $x$  (наприклад, фронтальна  $a'$  і горизонтальна  $a$  проекції точки  $A$ ). Фронтальна  $a'$  і профільна  $a''$  проекції розташовуються на горизонтальному перпендикулярі до осі  $z$ . Ці перпендикуляри називають *лініями зв'язку*. Таким чином, усі три проекції клина виявляються зв'язаними між собою. Положення будь-яких двох проекцій визначає положення третьої.

На креслениках не проводять рамки, що обмежують площини проекцій і ліній зв'язку (рис. 3.6, в). *Комплексним креслеником* називають зображення предмета на сумісних площинах проекцій.

Так будують кресленики в системі прямокутних проекцій. Однак нас цікавить не тільки побудова креслеників, але й читання їх, тобто процес сприймання просторової форми предмета за його плоскими зображеннями.

Для того, щоб прочитати кресленик, потрібно уявити собі, внаслідок чого вийшло на ньому те чи інше зображення, подумати, яке тіло могло дати розглянуту проекцію. При цьому не можна розглядати проекції ізольовано одну від одної. Необхідно подумки об'єднати в єдине ціле уявлення про всі проекції, що зображені на кресленику.

### 3.4. Проекції геометричних тіл

Форми деталей, які використовуються в техніці, являють собою поєднання різних геометричних тіл або їх частин.

Для виконання й читання креслеників деталей потрібно знати, як правильно зображуються геометричні тіла на площинах проекцій.

Наприклад, побудову проекції прямого циліндра з вертикальною віссю (рис. 3.7, а) починають із зображення основи циліндра, що являє собою коло. Оскільки коло розташоване паралельно до площини проекцій  $H$ , то воно зображується на ній без спотворення. Фронтальна й профільна проекції кола – це горизонтальні відрізки прямих, які дорівнюють його діаметру. Фронтальна й профільна проекції циліндра окреслюються відрізками прямих, що являють собою проекції основ і його крайніх твірних. На всіх видах проводять осі симетрії. Розміри циліндра визначаються діаметром його основи й висотою.

Фронтальна й профільна проекції циліндра однакові, тому в цьому випадку профільна проекція зайва. У даному розділі кресленики всіх геометричних тіл виконані в трьох видах лише з тією метою, щоб показати, які проекції ці тіла мають.

Зображення конуса багато в чому подібні до зображення циліндра (рис. 3.7, б). На виді зверху конус являє собою коло. На ньому проводять центрові лінії. Діаметр кола дорівнює діаметру основи конуса. Два інших зображення конуса – рівнобедрені трикутники. На ці проекції також наносять осі симетрії. На зображенні позначають діаметр його основи й висоту.

На рис. 3.7, в подано кресленик і наочне зображення кулі. Всі її проекції являють собою кола. Їхній діаметр дорівнює діаметру кулі. На кожному зображенні проводять центрові лінії.

Так само, як і куля, куб має три однакові проекції (рис. 3.7, г). Усі його грані – квадрати.

Побудову зображень правильної трикутної призми (рис. 3.7, *д*) варто починати з основи – рівностороннього трикутника. На фронтальній площині проєкцій задня грань призми зображується в натуральну величину, дві передні – із спотворенням розміру ширини.

На профільній проєкції ширина прямокутника дорівнює висоті фігури основи призми. На горизонтальній і фронтальній проєкціях проводять осьові лінії, а на профільній вісь симетрії відсутня. Зображення правильної трикутної призми супроводжують позначенням її висоти, довжини сторони основи й кута.

Побудову прямокутних проєкцій правильної шестикутної призми також починають із креслення виду зверху (рис. 3.7, *е*). На головному виді середня грань зображується в натуральну величину, а ширина бічних – спотворена. На виді збоку зображення граней має спотворення розмірів. Розміри правильної призми визначають за її висотою й шириною, яка дорівнює подвоєній довжині сторони півоснови.

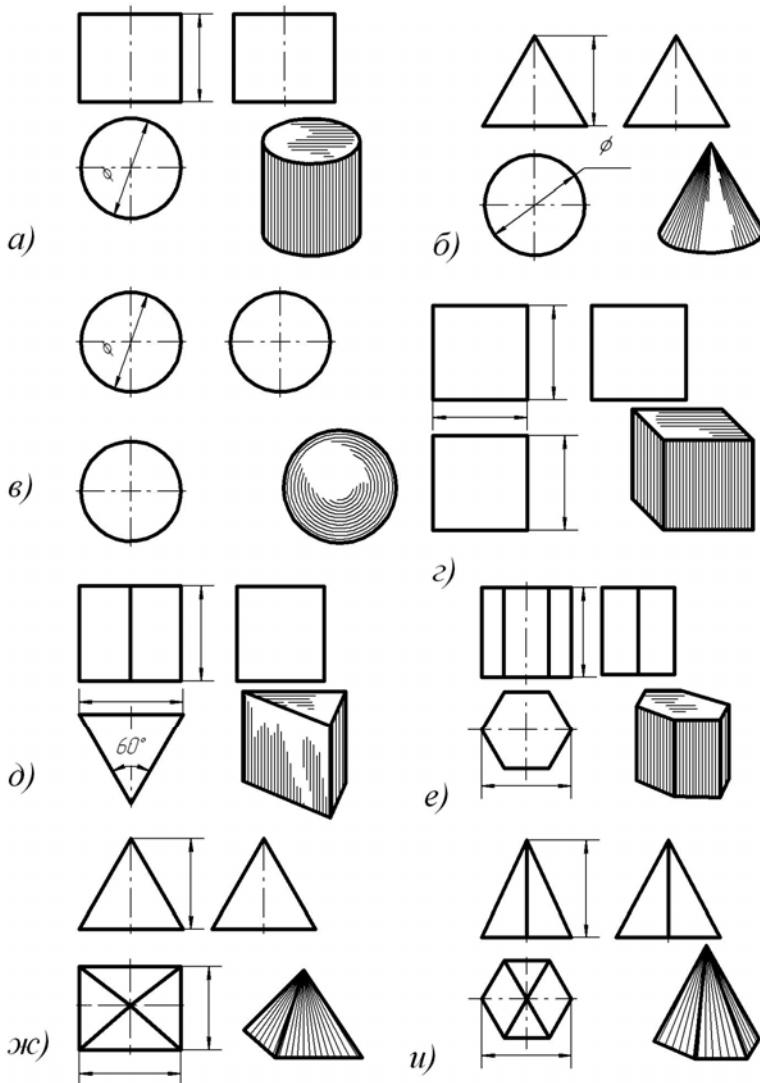


Рис. 3.7. Проєкції геометричних тіл

На рис. 3.7, *ж* подано три види й наочне зображення правильної чотирикутної піраміди. Основа її паралельна до горизонтальної площини проєкцій, тому проєціюється на неї в натуральну величину і зображується квадратом. Бічні ребра, що йдуть із вершин піраміди, зображуються діагоналями на горизонтальній площині проєкцій. Головний вид і вид збоку являють собою рівнобедрені трикутники, висота яких дорівнює висоті піраміди. На всіх видах належить проводити осі симетрії. На зображенні правильної чотирикутної піраміди позначають довжину двох сторін основи й висоту.

Аналогічно будують зображення правильної шестикутної піраміди (рис. 3.7, *и*). Її горизонтальна проєкція – це правильний шестикутник з лініями, що зображують бічні ребра піраміди. На фронтальній проєкції видно три грані, а на профільній – дві. На всіх видах проводять осі симетрії. Розміри правильної шестикутної піраміди визначаються за її висотою і шириною, яка дорівнює подвоєній довжині сторони основи.

На кресленку (рис. 3.8, *а*) проведено осі проєкцій, а зображення сполучені між собою лініями зв'язку. Проєкції з'єднані лініями зв'язку за допомогою дуг із центром перетину осей у точці *О*. Однак у практиці застосовують також інший спосіб оформлення комплексного кресленка – безосьовий.

### 3.5. Допоміжна пряма на комплексному кресленнику

На безосьових кресленниках зображення розташовують також у проекційному зв'язку. Однак третя проекція може бути розміщена ближче або на відстані. Наприклад, профільна проекція може бути зображена правіше (рис. 3.8, б, II) або лівіше (рис. 3.8, б, I). Це важливо для економії місця й зручності нанесення розмірів.

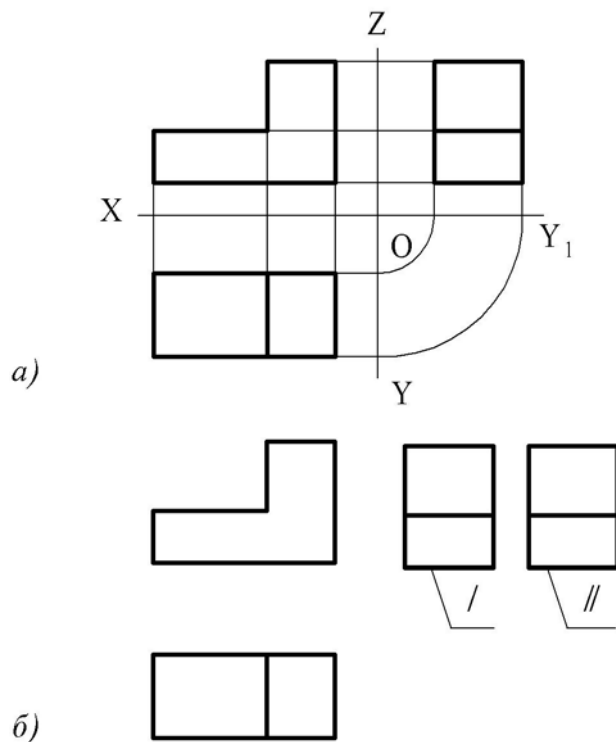


Рис. 3.8. Розташування проєкцій на кресленнику

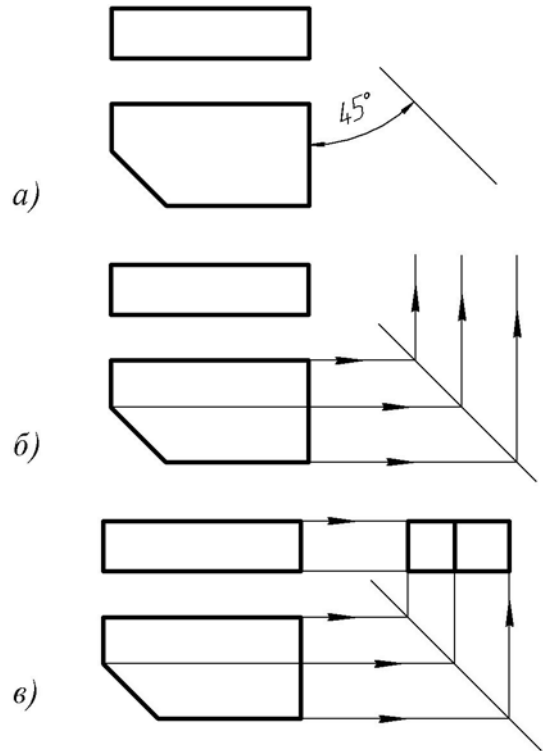


Рис. 3.9. Застосування допоміжної прямої

Якщо на кресленнику, виконаному безосьовим методом, потрібно провести між горизонтальною і профільною проєкціями лінії зв'язку, то застосовують допоміжну пряму комплексного кресленника. Для цього проводять лінію під кутом  $45^\circ$  до його рамки (рис. 3.9, а). Ця лінія називається *допоміжною прямою*. Порядок побудови кресленника за допомогою цієї прямої показано на рис. 3.9, б, в.

Необхідність у проведенні ліній зв'язку, а, отже, й допоміжної прямої виникає при побудові відсутніх проєкцій і виконанні кресленників, на яких потрібно визначити проєкції точок. Це дозволяє уявити проєкції окремих елементів деталі.

### 3.6. Проєкції точки, що лежить на поверхні предмета

Побудова проєкції окремих елементів деталі потребує вміння знаходити на всіх зображеннях кресленника проєкції окремих точок. Наприклад, важко накреслити горизонтальну проєкцію деталі, не користуючись проєкціями окремих точок (*A, B, C, D, E* та ін.), що зображені, наприклад, на рис. 3.10. Визначення проєкцій точок, ребер, граней необхідне і для відтворення в зображенні форми предмета за його плоскими видами на кресленнику, а також для перевірки правильності виконаного кресленника.

Розглянемо способи виявлення другої і третьої проєкцій точки, заданої на поверхні предмета.

Якщо на кресленнику предмета є одна проєкція точки, то треба знайти проєкції поверхні, на якій розташована ця точка. Потім вибирають один із двох описаних нижче прийомів виконання завдання.



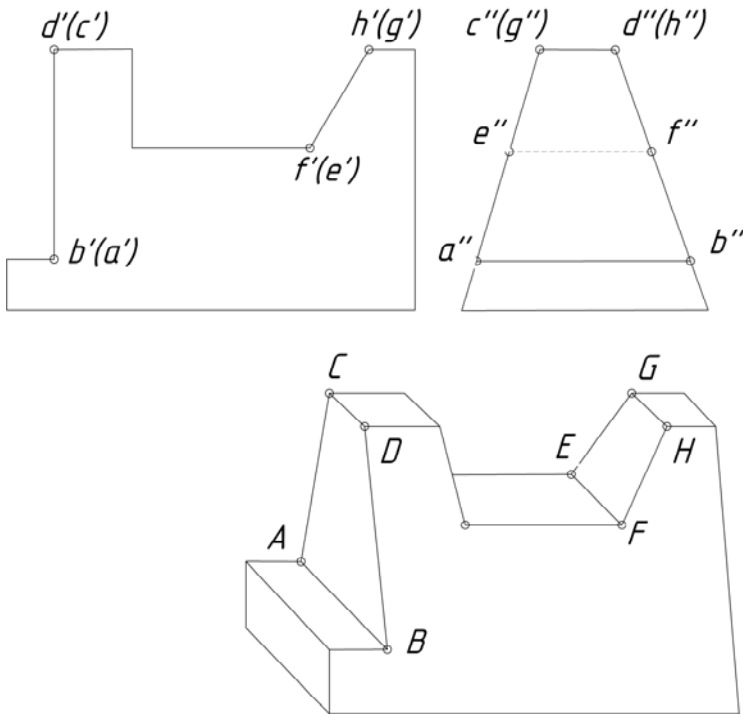


Рис. 3.10. Побудова горизонтальної проекції точки із застосуванням напямної лінії

*Перший спосіб.* Цей спосіб застосовується, коли хоча б на одній із проєкцій поверхня зображується у вигляді лінії. На рис. 3.11, *a* зображено циліндр, на фронтальній проєкції якого лежить проєкція  $a'$  точки  $A$ . Щоб знайти її горизонтальну проєкцію, міркують так: точка лежить на поверхні циліндра, горизонтальною проєкцією якого є коло. Виходить і проєкція точки, що лежить на цій поверхні, буде належати колу. Проводять лінію зв'язку і на перетині її з колом відзначають шукану точку  $a$ . Третю проєкцію  $a''$  знаходять на перетині ліній зв'язку. Якщо ж точка  $B$  належить верхній основі циліндра і задана своєю горизонтальною проєкцією  $b$ , то проводять лінії зв'язку до перетину з відрізками прямих, які зображують фронтальну й профільну проєкції верхньої основи циліндра.

На рис. 3.11, *б* подано зображення деталі – упору. Щоб побудувати проєкції точки  $A$  на основі її горизонтальної проєкції  $a$ , знаходять дві інші проєкції верхньої грані. Провівши до перетину з відрізками прямих, що зображують грань, лінії зв'язку, визначають шукані проєкції – точки  $a'$  і  $a''$ . Точка  $B$  належить лівій вертикальній грані. Виходить, що її проєкції будуть лежати на проєкціях цієї грані. Тому із заданої точки  $b''$  проводять лінії зв'язку до перетину з відрізками прямих, які зображують цю грань. Фронтальну проєкцію  $c'$  точки  $C$ , що лежить на похило розташованій у просторі грані, знаходять на лінії, яка зображує цю грань. Профільну  $c''$  – знаходять на перетині ліній зв'язку, оскільки вона являє собою не лінію а фігуру. Побудова проєкцій точки  $D$  за фронтальною проєкцією  $d'$  показано стрілками.

*Другий спосіб.* Його застосовують тоді, коли першим способом користуватися не можна (рис. 3.11, *в*). Алгоритм його використання такий:

провести через задану проєкцію  $a'$  точки  $A$  проєкцію допоміжної лінії, яка розташована на даній поверхні  $s' b'$ ;

знайти горизонтальну проєкцію лінії  $SB$  ( $sb$ );

на знайдену проєкцію  $sb$  перенести задану проєкцію точки  $A$  ( $a'$ ), чим буде визначено другу проєкцію точки –  $a$ ;

третю проєкцію  $a''$  (якщо це потрібно) знайти на перетині ліній зв'язку.

Це саме завдання можна виконати інакше (рис. 3.11, *з*).

Допоміжною лінією, що проходить через точку  $A$ , може бути не пряма, як у першому випадку, а коло. Це коло утвориться, якщо в точці  $A$  ( $a'$ ) перетнути конус площиною, паралельною основі. Це видно з наочного зображення. Фронтальна проєкція цього кола – відрізок прямої, оскільки воно перпендикулярне до фронтальної площини проєкцій. Горизонтальна проєкція кола має діаметр, який дорівнює довжині цього відрізка. Описавши коло зазначеного діаметра, переносять на нього точку  $a$ , тому що горизонтальна проєкція точки  $A$  лежить на допоміжній лінії, тобто на побудованому колі. Третю проєкцію  $a''$  точки  $A$  знаходять на перетині ліній зв'язку.

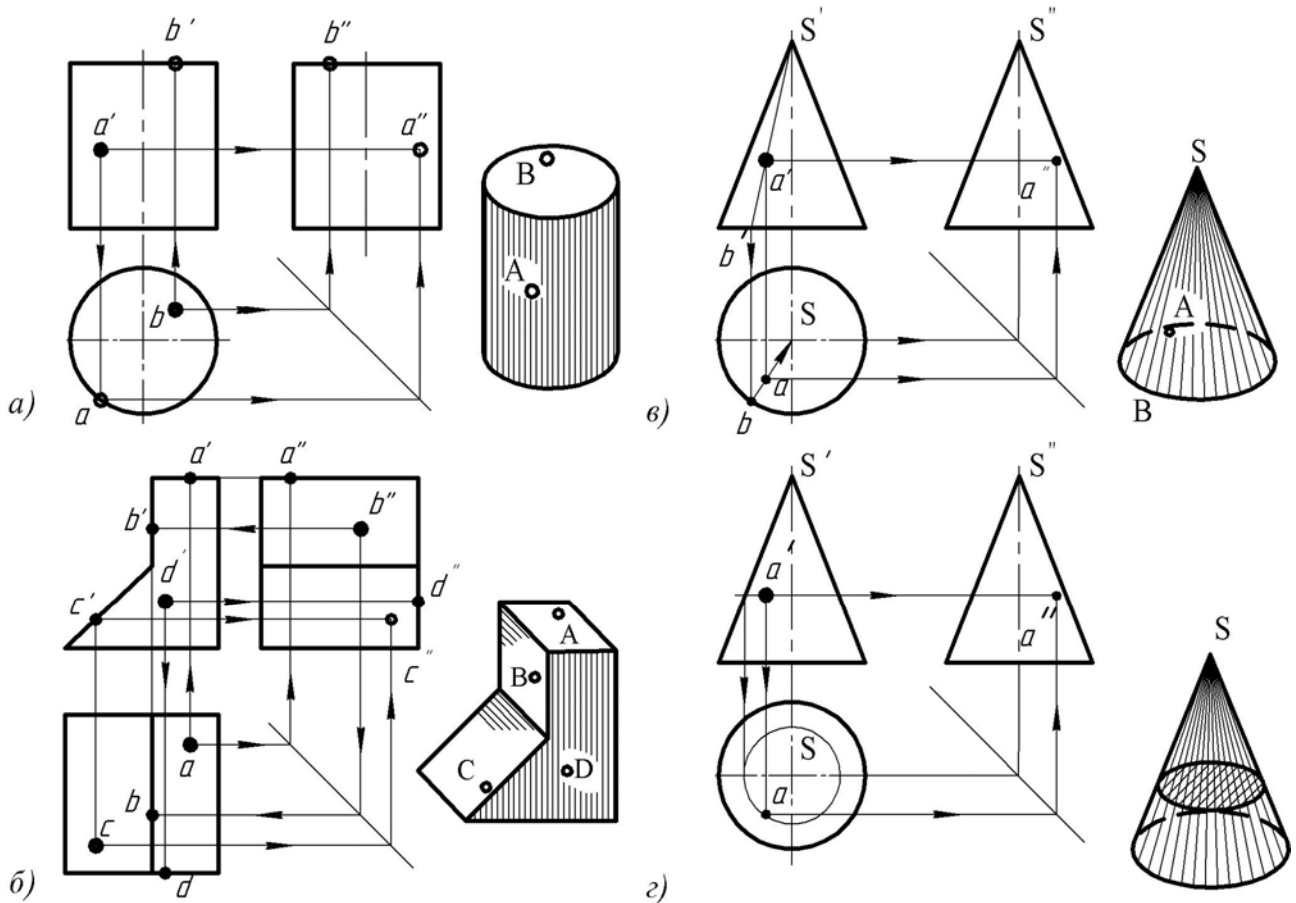


Рис. 3.11. Побудова проєкцій точок, які лежать на поверхні предмета

Таким прийомом можна знайти проєкції точки, що лежить на поверхні піраміди. Різниця буде в тому, що при її перетині горизонтальною площиною утвориться не коло, а фігура, подібна до основи.

### 3.7. Послідовність побудови прямокутних проєкцій деталі

Розглядаючи деталь як поєднання різних геометричних тіл, неважко її накреслити поелементно.

На рис. 3.12, *a* подано наочне зображення напямної деталі, яка має форму трьох геометричних елементів: чотирикутної призми, трикутної призми й напівциліндра, що вилучають із чотирикутної призми, формуючи отвір (рис. 3.12, *б*). Проєкції кожного із цих тіл відомі. Отже, неважко буде накреслити всю деталь, побудувати спочатку чотирикутну призму, на яку поставити трикутну призму й вирізати напівциліндр у чотирикутній призмі. Такий порядок побудови буде відповідати прийнятому в кресленні правилу – зображувати кожен елемент деталі одночасно на всіх видах.

Побудову прямокутних проєкцій виконують у такому порядку:

1. Розглянувши деталь, вибирають положення для головного зображення. Предмет розміщують відносно фронтальної площини так, щоб зображення на ній давало найбільш повне уявлення про його форму й розміри. Якщо головним вважати зображення з рис. 3.12, *б* на горизонтальній площині, то за ним було б важко визначити форму деталі. Предмет розташовують так, щоб якнайбільше його елементів зображувалися як видимі. Тому на рис. 3.12, *в* деталь розташована таким чином, що трикутна призма розміщується справа. У протилежному випадку на виді зліва верхня грань чотирикутної призми була б невидимою.

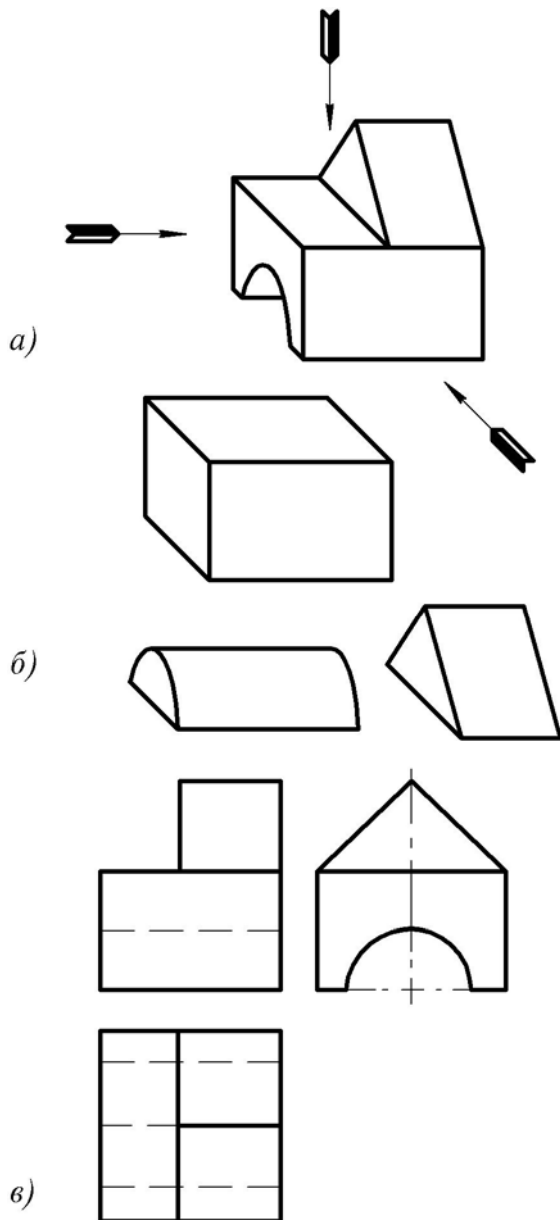


Рис. 3.12. Зображення деталі як сукупності геометричних тіл

Ребра, перпендикулярні до площини проєкцій, зображуються у вигляді точок, а паралельні площині – у натуральну величину. Плоскі фігури (грані), перпендикулярні до площини проєкції, подають у вигляді відрізків прямих ліній, а паралельні – у натуральну величину.

Усі побудови спочатку роблять тонкими лініями. Проєкції, що являють собою симетричні фігури, починають із проведення осей симетрії.

Якщо деталь має вирізи, окремі проєкції яких важко уявити, або інші подібні елементи, то їх будують за допомогою точок.

5. Закінчивши описані побудови й одержавши необхідні зображення, починають їх перевірку. Для цього оглядають деталь, не розділяючи її подумки на окремі тіла, а навпаки, поєднуючи їх в одне ціле. Те, що бачать спереду, повинне відповідати головному виду. Дивляться на деталь зверху і порівнюють її з отриманим зображенням. Потім розглядають деталь зліва. При такій перевірці часто виявляють пропущені або зайві лінії. Наприклад, на виді зліва, зображеному на рис. 3.12, в, може виявитися лінія, яка є горизонтальним діаметром напівциліндра. При погляді на деталь зліва стає зрозумілим, що вона не потрібна.

2. Вибравши положення для головного зображення, визначають необхідну кількість видів. При цьому прагнуть дати мінімальне число зображень, щоб забезпечити достатню ясність кресленика.

3. Визначивши вихідні дані, вибирають масштаб, розмічають поле кресленика. Тонкими лініями наносять орієнтовні контури майбутніх зображень (прямокутники, кола, трикутники та ін.). Зображення розташовують так, щоб залишити необхідне місце для нанесення розмірів, основного напису тощо.

4. Потім починають побудову зображень. Подумки поділяють деталь на геометричні тіла, з яких вона складається, і викреслюють на всіх зображеннях основне тіло, що є ніби корпусом деталі. При цьому дивляться на деталь спереду і зображення, що одержують унаслідок проєціювання, розташовують на місці, призначеному для головного виду (рис. 3.12, в). Далі оглядають деталь зверху й отриману при проєціюванні фігуру розташовують під головним видом. Потім дивляться на деталь зліва й отримане зображення розташовують справа від головного виду на одному рівні з ним.

Якщо виникає потреба, деталь зображують більш ніж у трьох видах.

Таким чином, поступово викреслюють усі основні геометричні тіла, з яких складається деталь. При цьому потрібно пам'ятати правила зображення ребер і граней предметів.

Розглядаючи кресленик, можна бачити, що висота деталі на головному виді й виді зліва однакова, ширина деталі на виді зверху і виді зліва, довжина деталі на головному виді й виді зверху теж однакові. Те саме можна сказати про проекції окремих елементів деталі. У зв'язку з цим кожен розмір на кресленику проставляють тільки один раз.

### 3.8. Побудова третьої проекції за двома заданими

Для успішного прочитування креслеників необхідно навчитися будувати треті проекції предметів за двома заданими.

Розпочинаючи побудову третьої проекції предмета, потрібно спочатку добре уявити собі його форму за двома даними проекціями. При цьому обов'язково варто зіставляти обидві проекції. Розгляд однієї з них може призвести до серйозних помилок, тому що одна проекція не визначає форми деталі. Корисно після того, як форма деталі в уяві склалася, виконати її кресленик. Тільки після остаточного з'ясування форми деталі можна починати побудову відсутньої проекції.

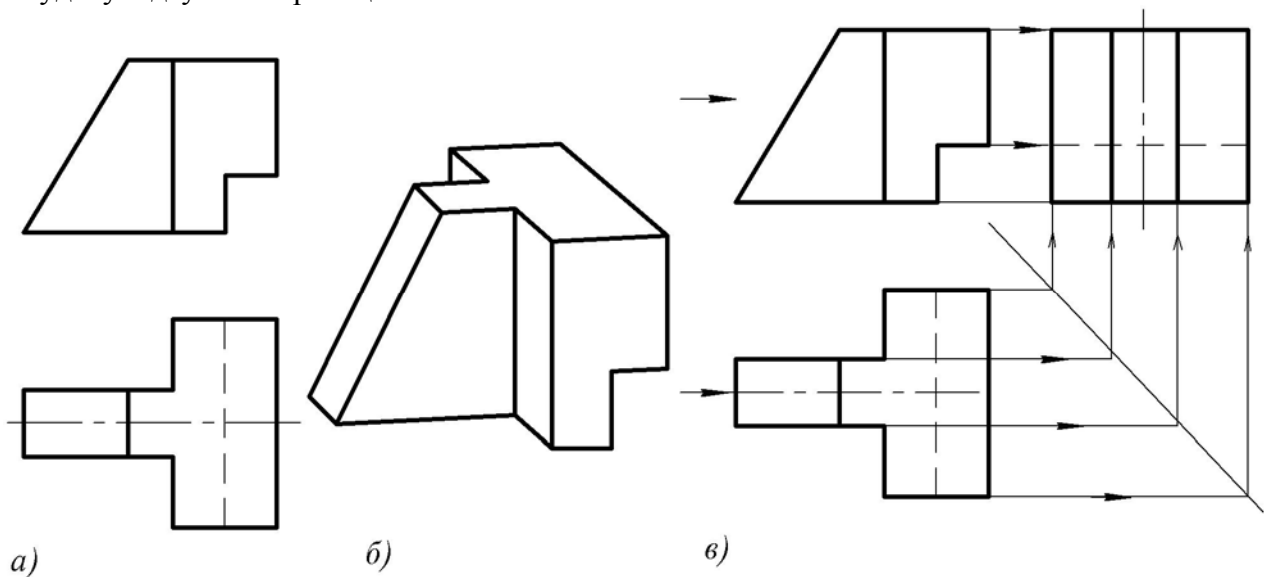


Рис. 3.13. Побудова третьої проекції за двома заданими

Для прикладу на рис. 3.13 подано дві проекції деталі. Необхідно побудувати третю.

Розглядаючи проекції, встановлюють, що деталь складається із двох чотирикутних призм. В одній з них зроблено призматичний виріз, а грані другої являють собою трапецію. Деталь має *T*-подібну форму, що легко визначити за горизонтальною проекцією. Грань, до якої прилягає «ніжка» букви *T*, дає на фронтальній проекції вертикальну лінію, яка відповідає по довжині висоті деталі. «Ніжка» букви *T* зрізана під кутом, величина якого визначається за фронтальною проекцією. Призматичний виріз у правому нижньому куті деталі дає на горизонтальній проекції штрихову лінію, тому що він невидимий зверху. Отримані уявлення про форму деталі можуть бути підтверджені зображенням на рис. 3.13, б.

Для проведення ліній зв'язку наносять пряму під кутом  $45^\circ$  (рис. 3.13, в). При побудові контуру профільної проекції можна виходити з того, що верхня грань дасть на профільній площині проекцій горизонтальну лінію, довжина якої дорівнює ширині горизонтальної проекції. Нижня грань зобразиться так само. Бічні сторони дадуть вертикальні лінії, які дорівнюють висоті фронтальної проекції. Відрізки цих прямих розташовуються на відповідних лініях зв'язку, утворюючи прямокутник. «Ніжка» окреслюється двома вертикальними лініями зв'язку. Оскільки виріз зліва невидимий, його показують штриховою лінією по ширині деталі. Потім видаляють лінії побудови й обводять видимий контур суцільною основною лінією.

Це саме завдання можна було виконати побудовою проекцій точок, які потім належить з'єднати прямими лініями. До такого способу звичайно звертаються при побудові

окремих елементів деталі, якщо виникають труднощі. Будувати усю деталь за допомогою точок недоцільно.

### 3.9. Способи визначення натуральної величини відрізка лінії та плоскої фігури

Трудомісткість і, як наслідок, точність графічного розв'язку задач залежить не тільки від їх складності, але й від положення геометричних фігур відносно площин проєкцій. Якщо геометричні образи (лінії, площини, поверхні) займають у просторі окреме положення, то розв'язування задач значно спрощується, а його точність підвищується. Окремим положенням зображуваного геометричного елемента, при якому спрощується побудова, вважається:

перпендикулярне до площини проєкції – при розв'язуванні позиційних задач;  
паралельне до площини проєкції – при розв'язуванні метричних задач.

Природно, виникає запитання, яким чином перевести задані геометричні елементи з незручного загального положення в окреме. Цього можна досягти таким чином:

вибором нової площини проєкції, по відношенню до якої задана фігура займе окреме положення;

поворотом заданої фігури так, щоб вона зайняла окреме положення відносно площини проєкції.

Перший шлях лежить в основі способу заміни площин проєкцій, другий – в основі методу обертання.

*Спосіб заміни площин проєкцій.* Сутність способу заміни площин проєкцій полягає в тому, що при незмінному положенні геометричного елемента в просторі виконується заміна даної системи площин проєкцій новою системою взаємно перпендикулярних площин (рис. 3.14).

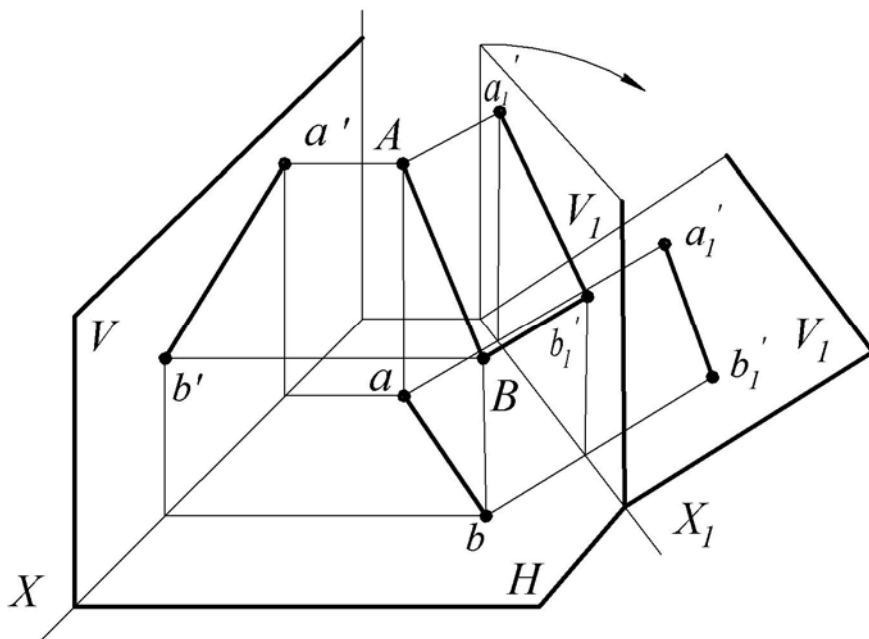


Рис. 3.14. Спосіб заміни площин проєкцій

При переході до нової системи одну із площин проєкцій  $V$  замінюють новою площиною  $V_1$  так, щоб заданий геометричний елемент зайняв відносно неї окреме положення, тобто виявився їй паралельним або перпендикулярним.

*Перетворення прямої загального положення в пряму окремого положення.*

При розв'язуванні багатьох метричних задач виникає потреба перетворити пряму загального положення в пряму рівня, а потім – в проєціюючу, виконавши два перетворення. Розглянемо хід розв'язку такої задачі.

*Перше перетворення.* Щоб пряма  $AB$  стала прямою рівня, потрібно ввести нову площину проєкцій  $V_1$  і розташувати її паралельно даній прямій  $AB$  (рис. 3.14). При цьому нова вісь  $X_1$  буде паралельна одній із проєкцій прямої. На рис. 3.15,  $a$  вісь  $X_1$  проведена

паралельно горизонтальній проекції  $ab$ , тому пряма  $AB$  проєцюється на площину  $V_1$  в натуральну величину (нова фронтальна проекція прямої  $a'_1 b'_1$ ). Площина проєкцій  $V_1$  може бути розташована на будь-якій відстані від прямої і збігатись із нею.

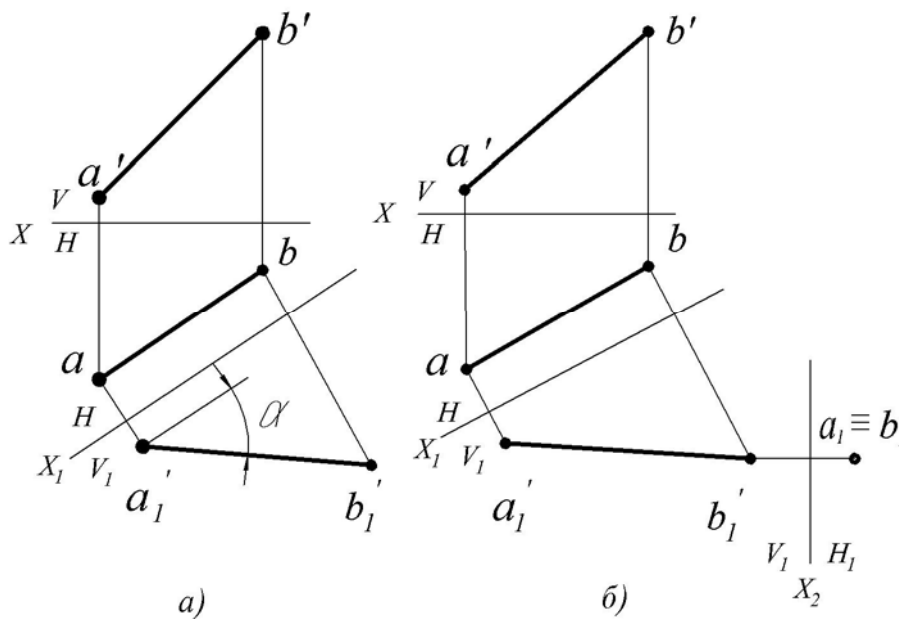


Рис. 3.15. Перетворення прямої загального положення в пряму окремого положення

При заміні площини проєкцій відстань від нової проєкції точки до нової осі дорівнює відстані від попередньої проєкції точки до старої осі. Іншими словами, кінці відрізка в новій системі площин проєкцій залишаються на незмінній висоті. Унаслідок такої заміни розв'язується задача на визначення натуральної величини відрізка прямої та кута його нахилу  $\alpha$  до горизонтальної площини проєкцій  $H$ . При переході до епюра площина  $V_1$  суміщається з площиною  $H$ .

Друге перетворення (рис. 3.15, б). Щоб пряма  $AB$  стала проєціюючою, тобто зображувалась точкою, потрібно виконати другу заміну площини проєкцій і розташувати нову площину проєкцій  $H_1$  перпендикулярно до прямої. У цьому випадку нова вісь  $X_2$  розташується перпендикулярно новій фронтальній проєкції прямої  $a'_1 b'_1$ . На новій площині проєкцій  $H_1$  пряма буде зображуватись точкою. Таким чином, пряма  $AB$  у системі  $V_1/H_1$  стала проєціюючою відносно площини  $H_1$ . Перетворення в цій задачі також можна виконати в іншій послідовності, коли спочатку замінюється горизонтальна площина проєкцій, а потім – фронтальна.

*Визначення натуральної величини плоскої фігури.* Розглянемо для прикладу визначення натуральної величини плоскої фігури трикутника  $ABC$  загального положення. З метою розв'язку цієї задачі необхідно перетворити епюр так, щоб задана плоска фігура стала паралельною до однієї із площин проєкцій нової системи. Здійснити перетворення заміною лише однієї площини проєкцій неможливо. Як і в попередньому прикладі, потрібно виконати два перетворення: спочатку перетворити плоску фігуру загального положення в проєціюючу площину, а потім – у площину рівня.

Спочатку замінюють фронтальну площину проєкцій  $V$  на нову площину  $V_1$ , що перпендикулярна до площини трикутника, а також до горизонтальної площини проєкції  $H$  (рис. 3.16, а). За таких умов нова вісь  $X_1$  розташується перпендикулярно до горизонтальної проєкції горизонталі трикутника. У новій системі площин проєкцій  $H/V_1$  горизонтальна проєкція трикутника не зміниться, оскільки не змінювалось відносне положення трикутника на площині  $H$ , а нова фронтальна проєкція трикутника  $a'_1 b'_1 c'_1$  перетвориться в лінію. Цю проєкцію будемо, маючи на увазі, що апліката вершин  $A, B$  і  $C$  в новій системі така сама, як і в попередній.

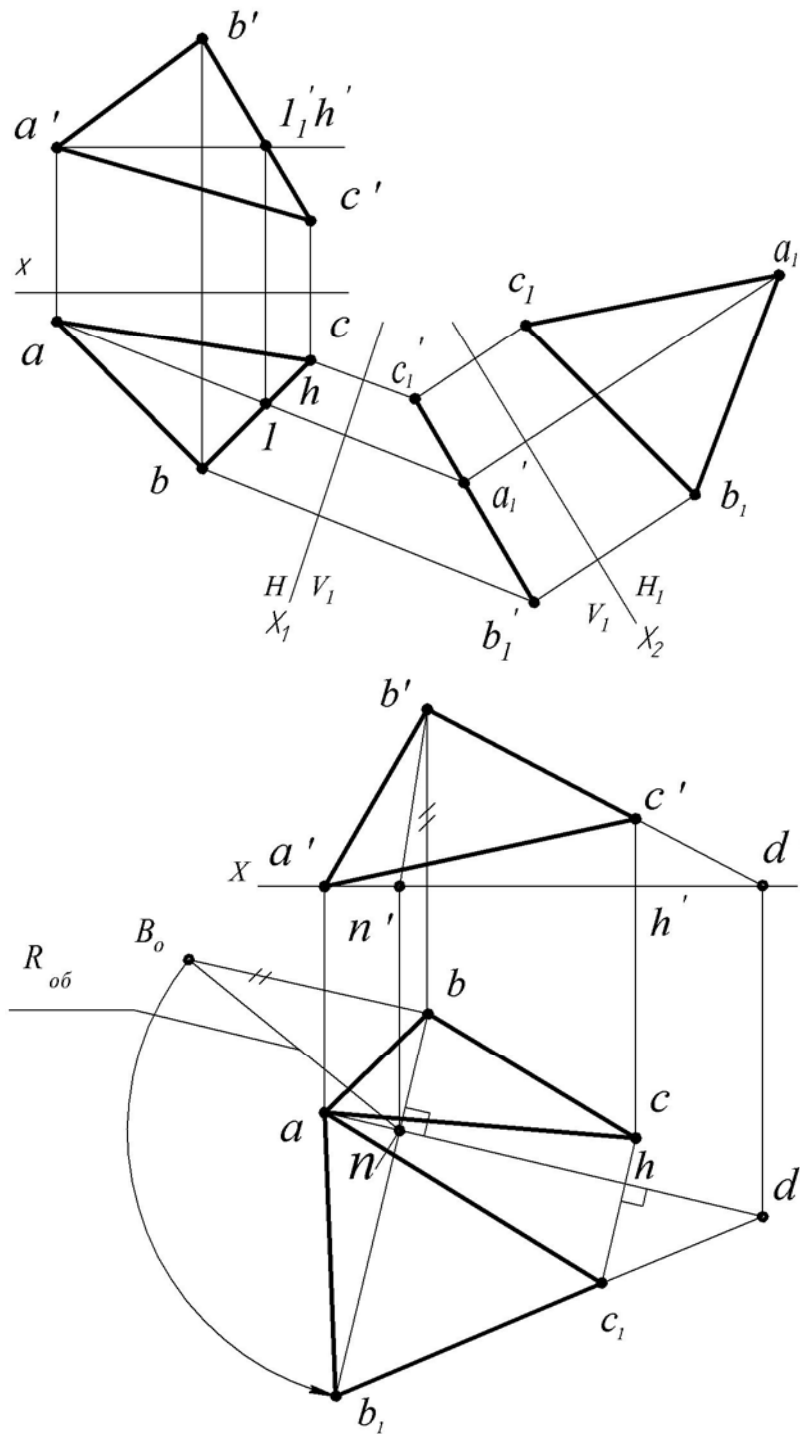


Рис. 3.16. Послідовність визначення натуральної величини плоскої фігури

На другому етапі виконують заміну площини  $H$  на  $H_1$ . Площина  $H_1$  ставиться паралельно площині трикутника й перпендикулярно до площини  $V_1$ . За такої умови нова вісь  $X_2$  розташується паралельно до проекції  $a' b' c'$ , а нова проекція трикутника  $a_1 b_1 c_1$  на площині  $H$  будувється за відстанями вершин  $A, B$  і  $C$  до площини  $V_1$  в попередній системі  $H/V_1$ . Ці відстані залишаються незмінними і в системі  $V_1/H_1$ . Проекція  $a_1 b_1 c_1$  трикутника  $ABC$  буде відповідати його натуральній величині. Необхідно мати на увазі, що при кожній заміні площини проекцій лінії зв'язку між проекціями точок завжди перпендикулярні осі проекцій системи.

*Спосіб обертання.* Сутність способу полягає в переміщенні геометричного образу таким чином, щоб він сам або певні його елементи зайняли відносно площин проекцій окреме положення. Обертання можливо виконувати навколо осей, які можуть бути розташовані відносно площин проекцій по-різному.

*Обертання навколо проєціюючих осей.* При обертанні точки навколо осі  $i$ , що перпендикулярна до площини проєкцій, одна її проєкція переміщується по колу, друга – по прямій, перпендикулярній до проєкції осі обертання (рис. 3.17). Коло, яке описує точка  $A$ , проєцюється на площину  $H$  без спотворення, а на площину  $V$  – відрізком прямої, перпендикулярним фронтальній проєкції осі обертання. Якщо обертати точку навколо фронтально-проєціюючої осі – її траєкторія проєцюється на фронтальну площину проєкцій колом, а на горизонтальну – відрізком прямої, перпендикулярним до горизонтальної проєкції осі обертання. Відрізок  $AB$  прямої загального положення при обертанні навколо горизонтально-проєціюючої осі  $i$ , що проходить через точку  $A$ , в певний момент часу займе в просторі положення, паралельне до площини  $V$  (рис. 3.17, б). Нова горизонтальна проєкція відрізка  $ab$  розташується паралельно до осі проєкцій, не змінивши своєї величини. Нова фронтальна проєкція відрізка  $a'b'_1$  буде натуральною величиною ( $HB$ ). При цьому обертанні аплікати всіх точок відрізка не змінюються, а тому фронтальні проєкції кожної точки будуть переміщуватися по прямих, паралельних осі проєкцій.

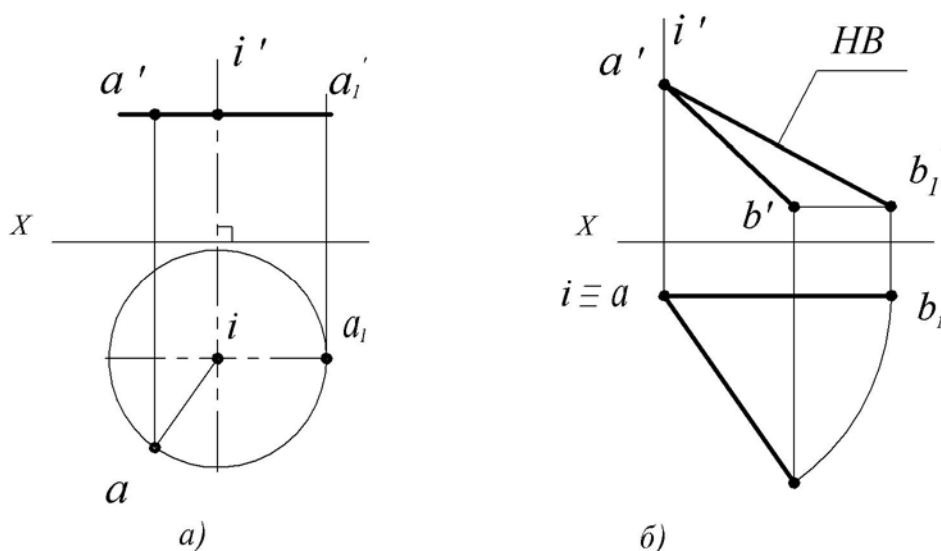


Рис. 3.17. Обертання геометричного образу навколо проєціюючих осей

*Обертання навколо лінії рівня.* Лінії рівня (паралельні до площини проєкцій) застосовуються для переведення площини загального положення в площину рівня (рис. 3.18).

Для визначення натуральної величини плоскої фігури в площині трикутника  $ABC$  проводять горизонталь обертання через вершину  $A$  і точку  $D$  на продовженні протилежної сторони трикутника, тому точки  $A$  і  $D$  залишаються нерухомими. Вершини  $A$  і  $C$  трикутника обертаються по колах, які проєціюються на горизонтальну площину проєкцій відрізками прямих, перпендикулярних до проєкції осі обертання. При обертанні в певний момент трикутник займе горизонтальне положення і, як наслідок, радіус кола вершини  $B$  буде проєціюватись на площину  $H$  у натуральну величину. Це дозволяє побудувати нову горизонтальну проєкцію  $b_1$  вершини  $B$ . Горизонтальну проєкцію вершини  $C$  будемо на перетині її горизонтальної траєкторії з прямою  $b_1d$ . Одержана горизонтальна проєкція  $ab_1c_1$  відображає натуральну величину трикутника  $ABC$ .



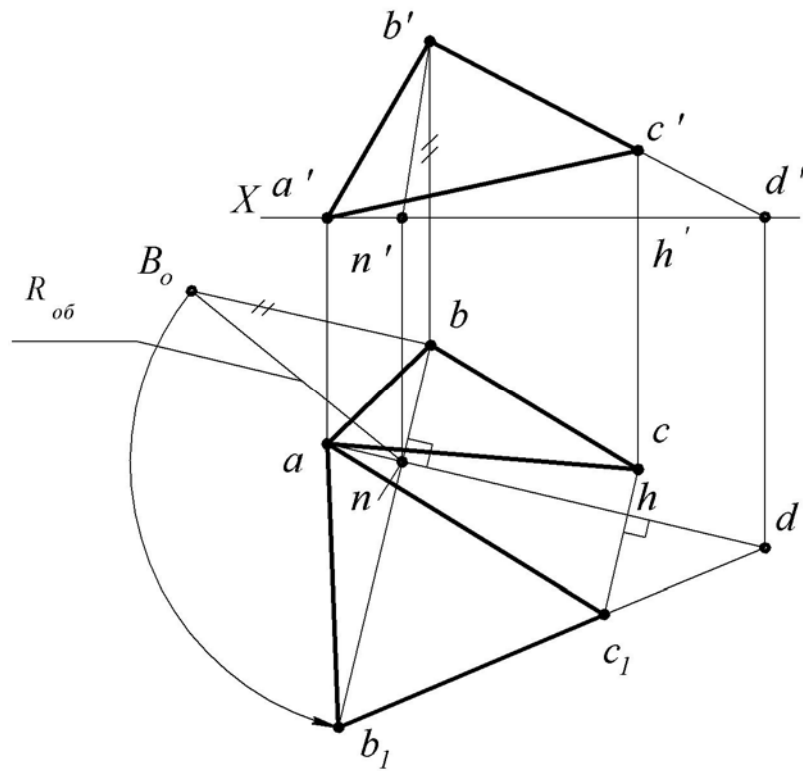


Рис. 3.18. Обертання трикутника навколо лінії рівня

### 3.10. Побудова розгорток поверхонь тіл

Для виготовлення кожухів машин, огорож верстатів, вентиляційних пристроїв, трубопроводів та інших виробів необхідно з листового матеріалу вирізати їхні розгортки.

*Розгорткою поверхні багатогранника називають плоску фігуру, отриману внаслідок з'єднання із площиною кресленика всіх граней багатогранника.*

Побудова розгорток поверхні передбачає визначення натуральної величини граней і викреслювання їх на площині в послідовному порядку. Розміри граней, якщо вони подані не в натуральну величину, визначають описаними вище способами.

Розглянемо побудову розгорток деяких найпростіших тіл.

*Розгортка поверхні прямої призми* являє собою плоску фігуру, утворену з бічних граней – прямокутників і двох рівних між собою багатокутників основ. Для прикладу візьмемо правильну шестикутну призму (рис. 3.19, а). Бічні грані призми являють собою рівні між собою прямокутники шириною  $a$  і висотою  $H$ , основи – правильні шестикутники зі стороною, яка дорівнює  $a$ . Якщо розміри граней відомі, побудову розгортки виконати просто. Для цього на горизонтальній прямій послідовно відкладають шість відрізків, які дорівнюють стороні основи  $a$  шестикутника, тобто  $6a$ . З отриманих точок проводять перпендикуляри довжиною, яка дорівнює висоті призми  $H$ . З'єднуючи отримані відрізки, проводять другу горизонтальну пряму. Отриманий прямокутник ( $H \times 6a$ ) є розгорткою бічної поверхні призми. Потім на одній осі прибудовують фігури основ – два шестикутники зі сторонами, які дорівнюють  $a$ . Контур обводять суцільною основною лінією, а лінії згину – суцільною тонкою. За допомогою подібної побудови можна накреслити розгортку прямих призм із будь-якою фігурою в основі. Різниця буде лише в кількості й ширині граней бічної поверхні.

*Розгортка поверхні правильної піраміди* являє собою плоску фігуру, складену з бічних граней – рівнобедрених або рівносторонніх трикутників і правильного багатокутника основи. Для прикладу розглянемо правильну чотирикутну піраміду (рис. 3.19, б). Виконання такого завдання ускладнюється тим, що ребра піраміди не паралельні до жодної із площин проєкцій. Тому починають побудову з визначення дійсної величини ребра  $SA$ . Це роблять способом обертання. Визначивши дійсну довжину похилого ребра  $SA$ , яка дорівнює  $s'a'$ , проводять із довільної точки  $O$ , як із центра, дугу кола з радіусом  $s'a'$ . На цій дузі відкладають чотири

відрізки, які дорівнюють стороні основи піраміди в натуральну величину. Знайдені точки з'єднують прямими із точкою  $O$ . Одержавши в такий спосіб розгортки бічної поверхні, добудовують до основи одного із трикутників квадрат, який дорівнює основі піраміди.

Розгортка поверхні прямого кругового конуса являє собою плоску фігуру, що складається із кругового сектора й кола (рис. 3.19, в).

Побудову виконують у такий спосіб: проводять осьову лінію, а з точки  $S$ , як із центра, окреслюють дугу кола з радіусом  $R_l$ , який дорівнює твірній конуса  $s'a'$  ( $R_l = s'a'$ ); потім визначають величину кута сектора за такою формулою:

$$\alpha = \frac{360^\circ R}{L},$$

де  $R$  – радіус кола основи конуса;  $L$  – довжина твірної бічної поверхні конуса.

Цей кут будують симетрично осевій лінії з вершиною в точці  $S$ . До отриманого сектора приєднують коло з центром на осевій лінії і діаметром, який дорівнює діаметру основи конуса.

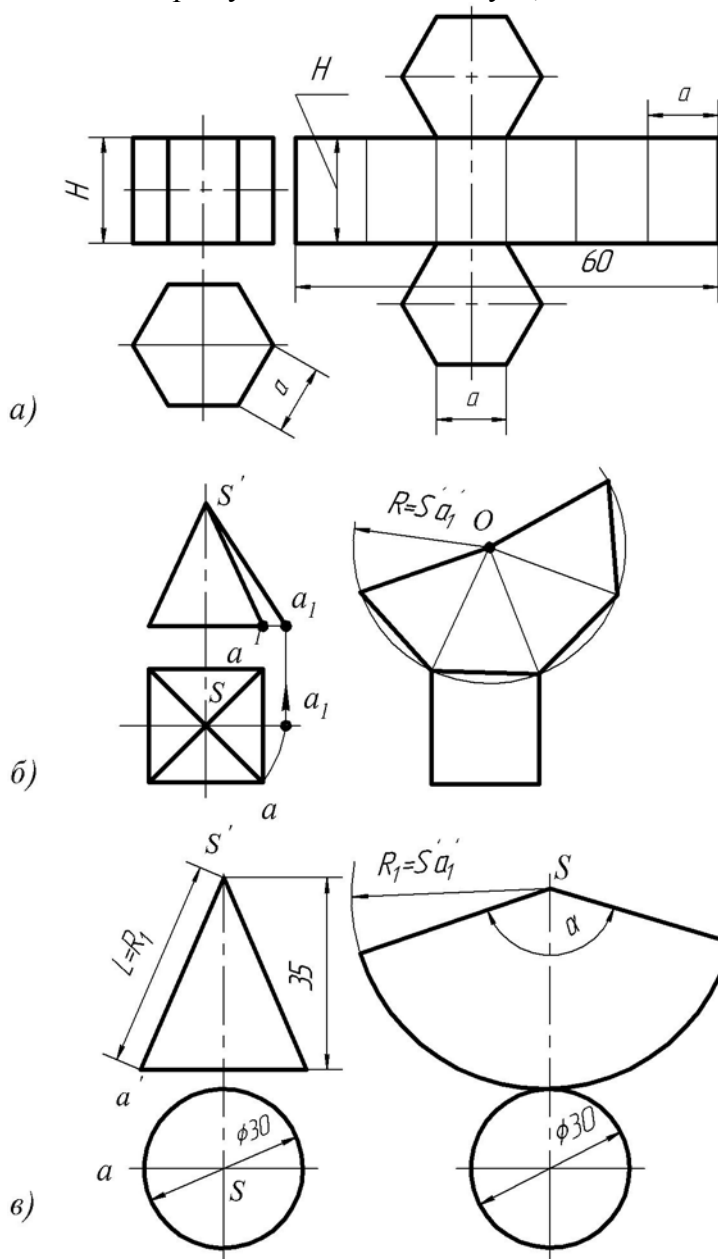


Рис. 3.19. Послідовність виконання розгортки поверхонь геометричних тіл

Отже, розв'язок даної задачі зведеться до побудови фронтальної проекції лінії перетину. Для цього потрібно знайти точки перетину ребер першої призми із гранями другої та ребер другої із гранями першої.

### 3.11. Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл

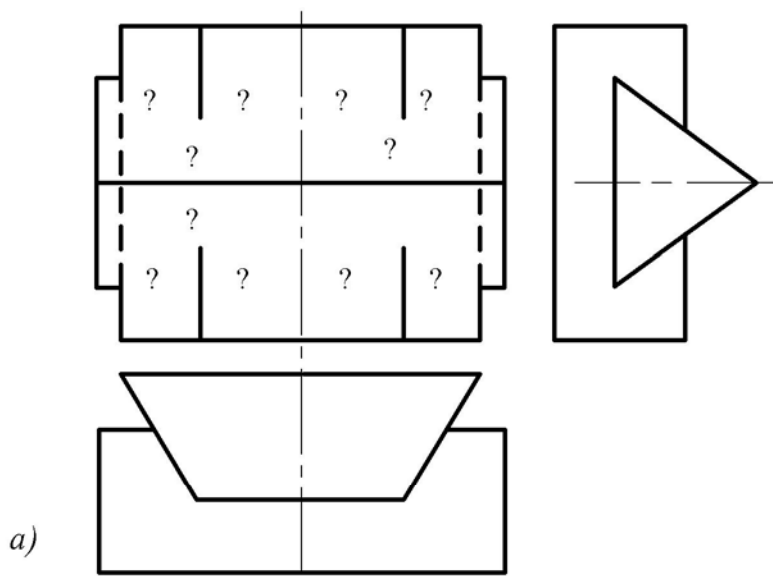
На креслениках деталей машин часто мають місце лінії перетину поверхонь. Розглянемо найбільш поширені з них.

**Взаємний перетин багатогранників.**

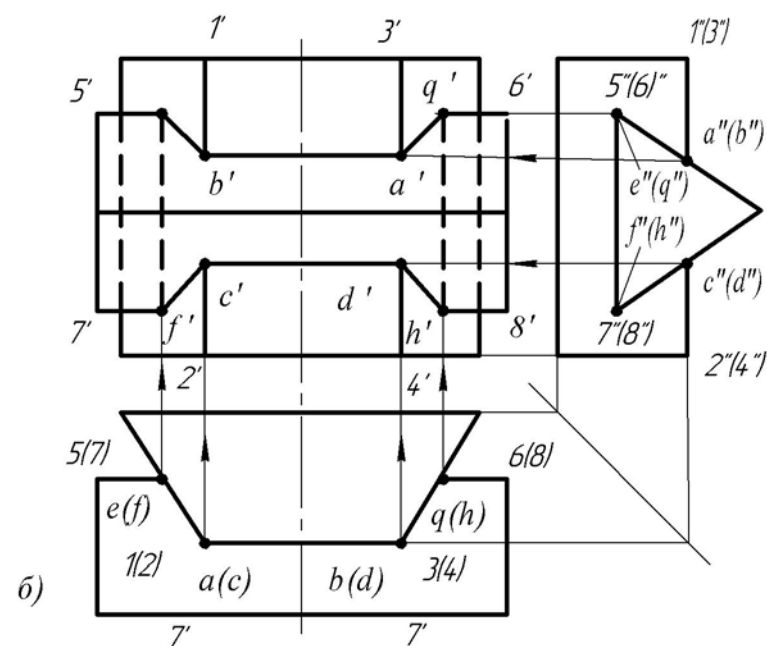
На рис. 3.20, а подано три зображення двох пересічних призм: чотирикутної і трикутної. Побудову фронтальної проекції не закінчено: проекцію лінії перетину на ній не показано. Потрібно її виконати.

Розглядаючи горизонтальну й профільну проекції, можна встановити, що бічні грані вертикально розташованої призми перпендикулярні до горизонтальної площини проекцій. Отже, проекція лінії перетину на цю площину збігається із проекціями бічних граней, тобто з відрізками прямих ліній.

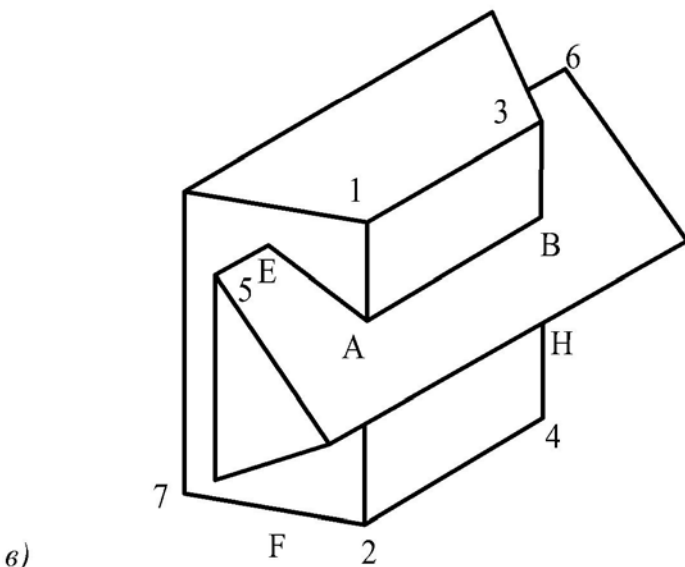
З цієї самої причини профільна проекція лінії перетину збігається із профільною проекцією граней трикутної призми. Ніяких додаткових ліній на цих проекціях не буде (рис. 3.20, б).



a)



б)



в)

Для полегшення побудови спочатку визначають ребра кожної із призм, які не перетинають граней іншої. Ці ребра на рис. 3.20, б не позначено цифрами. Потім, розглядаючи профільну й горизонтальну проекції, можна помітити, що ребра 1 – 2, 3 – 4 перетинають похилі грані трикутної призми (рис. 3.20, б). Місця перетину – це точки зустрічі ребер 1 – 2, 3 – 4 із профільною проекцією трикутної призми, тобто  $a''$ ,  $b''$ ,  $c''$ ,  $d''$ , їх видно на кресленнику. Проекції точок, що лежать позаду, взяті в дужки. Горизонтальні проекції  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , точок  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  лежать на горизонтальних проекціях ребер 1 – 2 і 3 – 4, які самі зображуються у вигляді точок. Фронтальні проекції – точки  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$  – визначають за допомогою ліній зв'язку. Далі встановлюють, що ребра 5 – 6 і 7 – 8 трикутної призми перетинають грані чотирикутної. Горизонтальні проекції точок  $e$ ,  $f$ ,  $g$ ,  $h$  видно на кресленнику.

Фронтальні проекції точок  $E$ ,  $F$ ,  $G$ ,  $H$  знаходять, проводячи лінії зв'язку на проекції відповідних ребер.

Щоб одержати проекцію лінії перетину, потрібно з'єднати отримані точки прямими. З'єднують ті точки, що лежать на тих самих гранях кожної призми. Отже, потрібно послідовно з'єднати точки  $a'$ ,  $b'$ ,  $g'$ ,  $h'$ ,  $d'$ ,  $c'$ ,  $f'$ ,  $e'$ .

Відрізки  $e'f'$  і  $g'h'$  являють собою лінії перетину на фронтальній проекції, вони невидимі, оскільки закриті похилими гранями трикутної призми. Отже, їх обводять штриховою лінією.

Наочне зображення пересічних призм подається на рис. 3.20, в.

Рис. 3.20. Побудова ліній перетину двох призм

На рис. 3.21, *а* показано послідовність побудови лінії перетину чотирикутної зрізаної піраміди й чотирикутної призми, що аналогічна до зображеної на рис. 3.20. На фронтальній проекції лінія перетину збігається із проекцією бічних граней призми, тому що вони перпендикулярні до фронтальної площини проекції. Верхні й нижні ребра призми перетинаються з передніми й задніми ребрами піраміди в точках 1, 2, 3, 4, проекції яких 1", 2", 3", 4" лежать у точках перетину проекцій відповідних ребер. Маючи фронтальні й профільні проекції точок 1, 2, 3, 4, знаходять горизонтальні їхні проекції за допомогою ліній зв'язку, як показано стрілками на кресленнику. Точки перетину інших двох ребер призми із гранями піраміди без додаткової побудови визначити не можна, а тому призму й піраміду перетинають горизонтальною січною площиною *P*, як показано на рис. 3.21, *б*. Унаслідок перетину площини *P* з пірамідою утвориться ромб, сторони якого будуть паралельні до сторін основ піраміди. Його легко побудувати, якщо перенести точку *a'* на горизонтальну площину проекцій і провести прямі, паралельні до сторін основи. Унаслідок перетину площиною *P* призми утвориться прямокутник, який дорівнює розміру горизонтальної

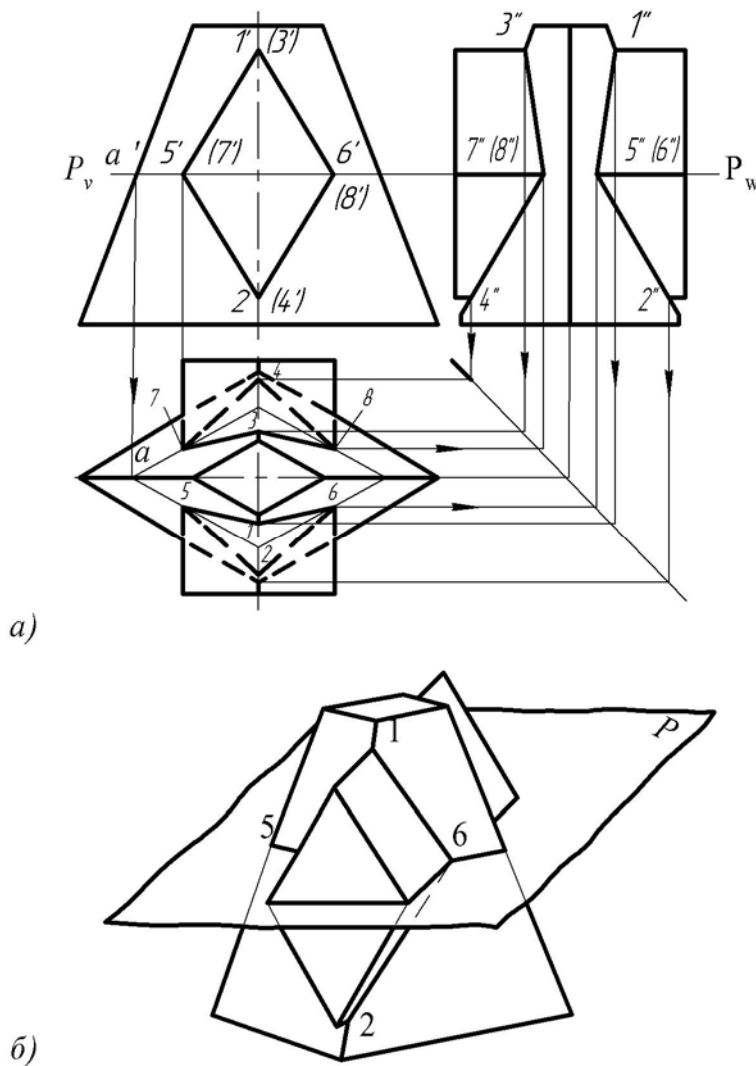


Рис. 3.21. Побудова ліній перетину чотирикутної призми й зрізаної піраміди

проекції призми. Точки 5, 6, 7, 8 перетину контурів ромба і прямокутника є шуканими точками лінії перетину обох тіл. Як одержати профільні проекції 5", 6", 7", 8" цих точок, показано на кресленнику лініями зв'язку зі стрілками. У дужках проставлено проекції точок, що лежать позаду. З'єднавши прямими проекції точок, які лежать на тих самих гранях піраміди й призми, тобто точки 1, 6, 2, 5, 3, 8, 4, 7 і 1", 5", 2", 3", 7", 4", знаходять відсутні проекції лінії перетину.

*Взаємний перетин тіл обертанья.* На рис. 3.22, *а* показано побудову лінії перетину двох циліндрів різних діаметрів, взаємно перпендикулярні осі яких перетинаються.

Перетинаючись, циліндричні поверхні утворюють просторову криву лінію. Горизонтальна проекція лінії перетину збігається з горизонтальною проекцією вертикально розташованого циліндра, тобто з колом (рис. 3.22, *б*).

Профільна проекція лінії перетину збігається з колом, що є профільною проекцією горизонтально розташованого циліндра.

Визначають на горизонтальній і профільній проекціях характерні точки 1, 2, 3, за якими знаходять їхні фронтальні проекції 1', 2', 3'. Вони показують напрямок лінії перетину.

Бувають випадки, коли такої кількості точок недостатньо. Щоб одержати додаткові точки, можна застосовувати спосіб допоміжних січних площин.

*Спосіб допоміжних січних площин.* Цей спосіб полягає в тому, що поверхні тіл перетинають допоміжною площиною, яка утворює фігури перетинів, контури яких теж

перетинаються. Точки, отримані внаслідок перетину контурів, належать лінії перетину. Наприклад, якщо два циліндри перетинають допоміжною січною площиною  $P$  (рис. 3.22, в), то фігурою перетину вертикально розташованого циліндра буде коло, а горизонтально розташованого – прямокутник.

Точки перетину 4, 5 кола й прямокутника належать обом циліндрам, тобто, перебувають на лінії перетину обох тіл.

Відзначивши профільні, а потім горизонтальні проекції точок 4 і 5 за допомогою ліній зв'язку, знаходять проекції 4', 5', яких бракувало. Отримані п'ять точок з'єднують плавною кривою.

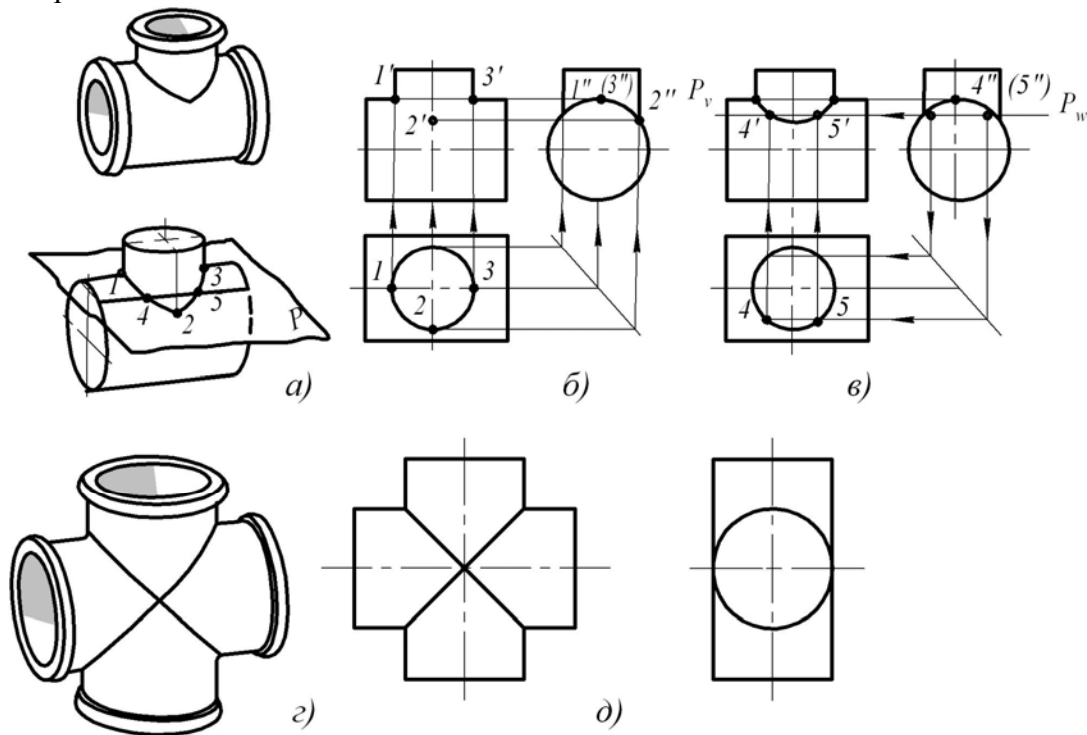


Рис. 3.22. Побудова лінії перетину двох циліндрів

За необхідності збільшення кількості точок, що визначають лінію перетину, проводять ще кілька паралельних площин.

Якщо обидва циліндри мають однакові діаметри, то одна із проекцій їхніх ліній перетину являє собою пересічні прями (рис. 3.22, з, д), а самі лінії перетину – еліпси.

Лінію перетину кулі та прямого кругового циліндра, вісь якого проходить через центр першої, показано на рис. 3.23. Як видно із кресленника, на одній проекції лінія перетину зображується колом, а на іншій проєцнюється прямою лінією.

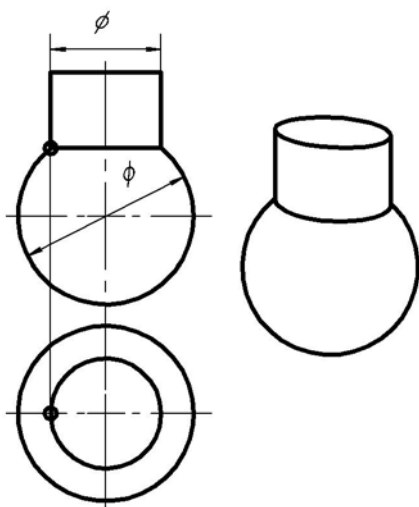


Рис. 3.23. Лінія перетину кулі та циліндра

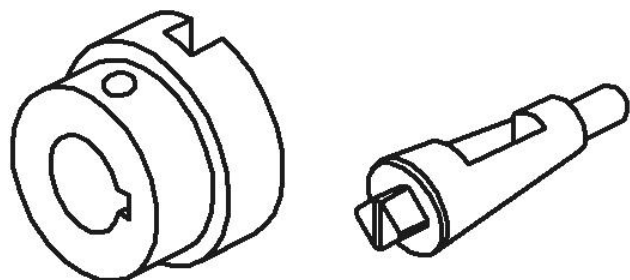
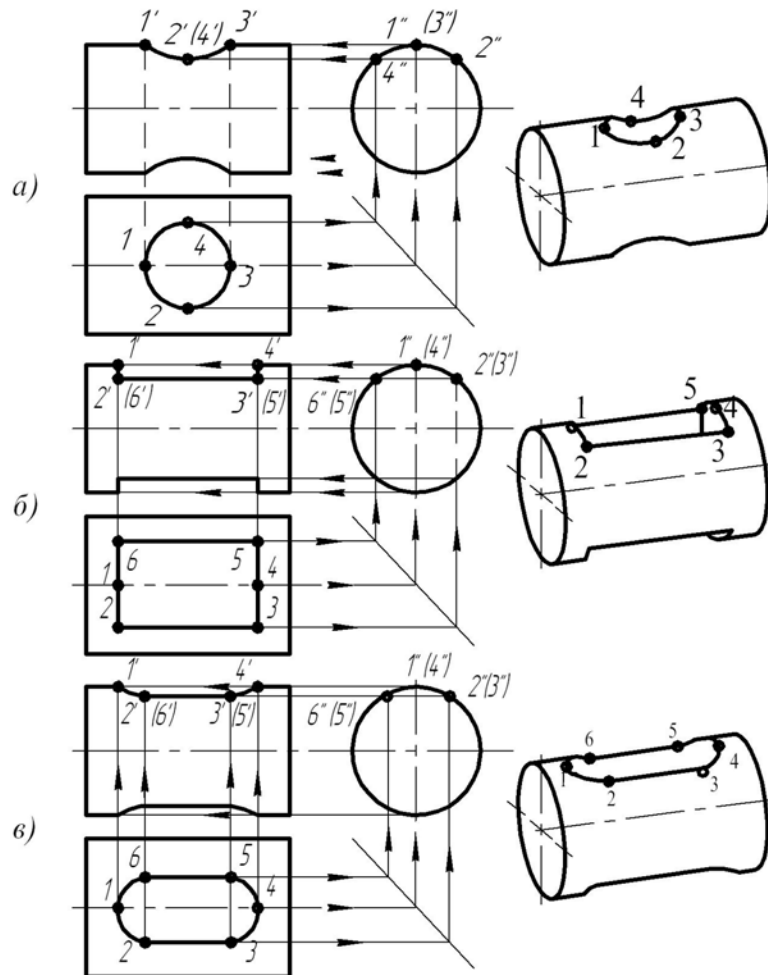


Рис. 3.24. Деталі з отворами

*Проеціювання тіл з отворами.* У техніці застосовується багато деталей, що мають отвори циліндричної, прямокутної, трикутної або змішаної форми (рис. 3.24).

При перетині отворів з поверхнями деталей утворюються лінії, форму яких необхідно відтворити на кресленнику. Задача розв'язується в загальному вигляді тими самими методами, що й побудова ліній перетину геометричних тіл. У кожному випадку отвір можна розглядати як тіло, що проходить через ту чи іншу деталь.

На рис. 3.25, а показано циліндр, що має отвір циліндричної форми. Осі циліндра й отвору перетинаються під прямим кутом. Лінія перетину зображується кривою. Побудову такої лінії показано на рис. 3.22. На рис. 3.25, а показано побудову характерних точок даної кривої.



Лінію перетину циліндра з отвором прямокутної форми у разі перетину їхніх осей під прямим кутом побудовано на рис. 3.25, б. Для її створення на горизонтальній проекції вибрано характерні точки 1, 2, 3, 4, 5, 6. Профільні проекції цих точок 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'' лежать на колі, що є являє собою проекцію циліндра. Фронтальні проекції 1', 2', 3', 4', 5', 6' знаходяться за утвореними горизонтальними і профільними проекціями. З'єднавши точки 1', 2', 3', 4', 5', 6' прямими, одержують проекцію лінії перетину у вигляді прямокутної западини. Проекція лінії перетину з іншого боку отвору має таку саму форму.

На рис. 3.25, в видно лінію перетину циліндра з отвором, що є комбінацією перших двох. Таку форму має, наприклад, шпонкова канавка.

Рис. 3.25. Креслення циліндрів з боковими отворами

### Контрольні питання

1. Як спрямовуються промені при прямокутному проєціюванні об'єктів?
2. У чому полягають позитивні властивості прямокутних проєкцій?
3. Що називають комплексним кресленником?
4. Як розташовуються площини проєкцій, як їх прийнято називати?
5. Що являє собою проєкція точки?
6. Як розташовуються види (проєкції) на кресленниках?
7. За якої умови ребро предмета проєціюється точкою, а коли в натуральну величину?
8. За якої умови грань предмета проєціюється лінією, а коли в натуральну величину?
9. Як розташовуються види на комплексному кресленнику?
10. Як позначають на кресленнях додаткові види?

11. У вигляді яких фігур проєціюються основні геометричні тіла: циліндр, конус, куля, куб, призма й піраміда?
12. Яка послідовність побудови кресленника деталі?
13. У якій послідовності визначають три проєкції точки, заданої на поверхні предмета однією із своїх проєкцій?
14. Яким чином будується допоміжна пряма комплексного кресленника?
15. Чим відрізняється спосіб обертання об'єкта від способу заміни площин проєкцій? Для чого ці способи застосовуються?
16. У чому полягає спосіб допоміжних січних площин? Коли його застосовують?

*Оволодіння матеріалами розділу надає студентам не тільки базові знання про правила утворення зображень об'ємних предметів, але й дозволить вирішувати практичні завдання, пов'язані з використанням площин фігур, визначенням маси деталей, створенням розгорток. Побудова видів деталі, яких бракує, сприяє розвитку просторових уявлень, вчить розуміти кресленник при мінімальній їх кількості, що являє собою корисне в інженерній діяльності вміння.*

## РОЗДІЛ 4. ПЕРЕРІЗИ Й РОЗРІЗИ

У розділі розглянуто типи зображень, які дають повне уявлення про предмет, виконаний на кресленнику. Це види, розрізи й перерізи. Встановлено також їхню оптимальну кількість для сприймання форми зображуваних об'єктів.

### 4.1. Переріз

Щоб показати поперечну форму деталей, користуються зображеннями, які називаються перерізами (рис. 4.1). Для того, щоб одержати переріз, деталь подумки розтинається січною площиною в тому місці, де потрібно виявити її форму.

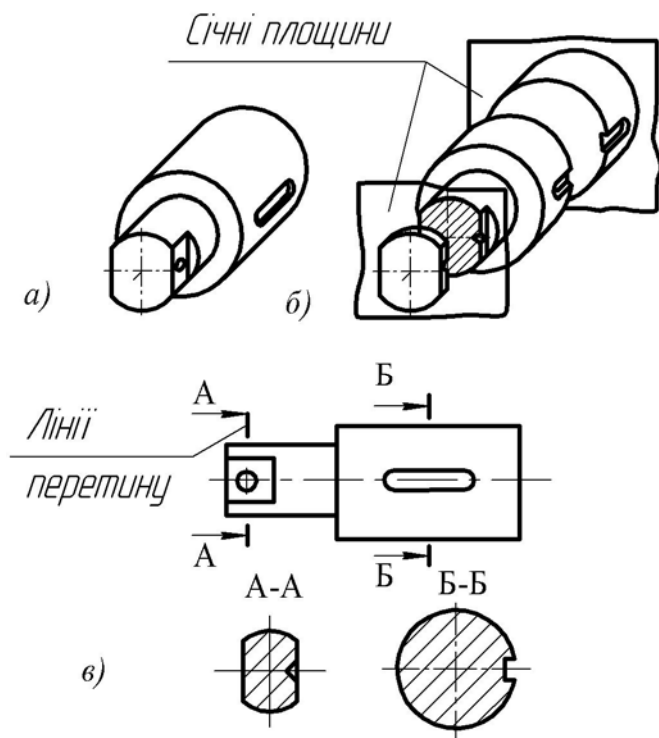


Рис. 4.1. Побудова перерізів

Січною площиною домовилися називати площину, яка в уяві розрізає матеріальний об'єкт, щоб одержати більш зрозуміле його зображення.

Фігуру, отриману внаслідок розтинку деталі січною площиною, зображують на кресленнику. Такі зображення в кресленні дуже поширені, їх називають перерізами.

Отже, *перерізи* – це зображення фігури, що утворюється при уявному розтині предмета однією або кількома площинами. На перерізі показують тільки ту фігуру, що виходить безпосередньо в січній площині.

*Побудова перерізів.* На рис. 4.1, а зображено східчастий вал, що має дві лиски (плоскі зрізи із двох сторін) і шпонкову канавку (прямокутне заглиблення з напівкруглими кінцями).

Кресленник цього вала (рис. 4.1, в) за відсутності перерізів не дає чіткого уявлення про форму й глибину шпонкової

канавки, кількість лисок та їхню форму. Вид зліва допоможе відповісти на ці питання, але не зовсім, тому що частина ліній на ньому зіллється, а шпонкова канавка буде показана штриховою лінією. Це викличе труднощі в проставленні її розмірів, які не рекомендується наносити на невидимому контурі. Щоб зробити кресленник більш зрозумілим, будують перерізи. Для цього подумки розтинають вал двома січними площинами *A* і *B*, перпендикулярними до його осі (рис. 4.1, б). Площина *A* проходить поперек лиски і показує поперечну форму деталі в цьому місці. Площина *B*, що розсікає вал поперек шпонкової канавки, виявляє її глибину й форму. Зображувані на кресленнику плоскі фігури, що утворилися, саме і виявляють перерізи (тобто тільки те, що перебуває в січній площині).

Для наочності кресленника переріз виділяють штрихуванням.

Похилені паралельні прямі лінії штрихування проводять під кутом  $45^\circ$  до ліній рамки кресленника (рис. 4.1 і 4.2). Якщо їхні напрямки збігаються з лініями контуру або з осьовими лініями, то штрихування робиться під кутом  $30^\circ$  або  $60^\circ$  (рис. 4.8).

*Розташування перерізів.* Залежно від розміщення на кресленнику перерізи поділяються на *накладні* й *винесені*.

*Накладними перерізами* називаються такі, що розташовуються безпосередньо на видах кресленника (рис. 4.1, а).

*Винесеними перерізами* називаються такі, що розташовуються поза контурами зображень, поданих на кресленнику (рис. 4.1, б, в).



Винесеним перерізам варто надавати перевагу перед накладними, оскільки останні затемнюють сприймання кресленика й незручні для нанесення розмірів.

Контур винесеного перерізу обводиться суцільною основною лінією такої самої товщини ( $s$ ), як і обрана для обведення видимого контуру зображення.

Контур накладного перерізу обводять суцільною тонкою лінією (від  $s/2$  до  $s/3$ ). Якщо при цьому переріз закриває контурні лінії виду, то вони не перериваються в місці його розташування. Накладний переріз розташовують у місці, де проходила січна площина, й безпосередньо на самому виді, до якого він відноситься. Тобто його ніби накладають на зображення, звідки й походить ця назва.

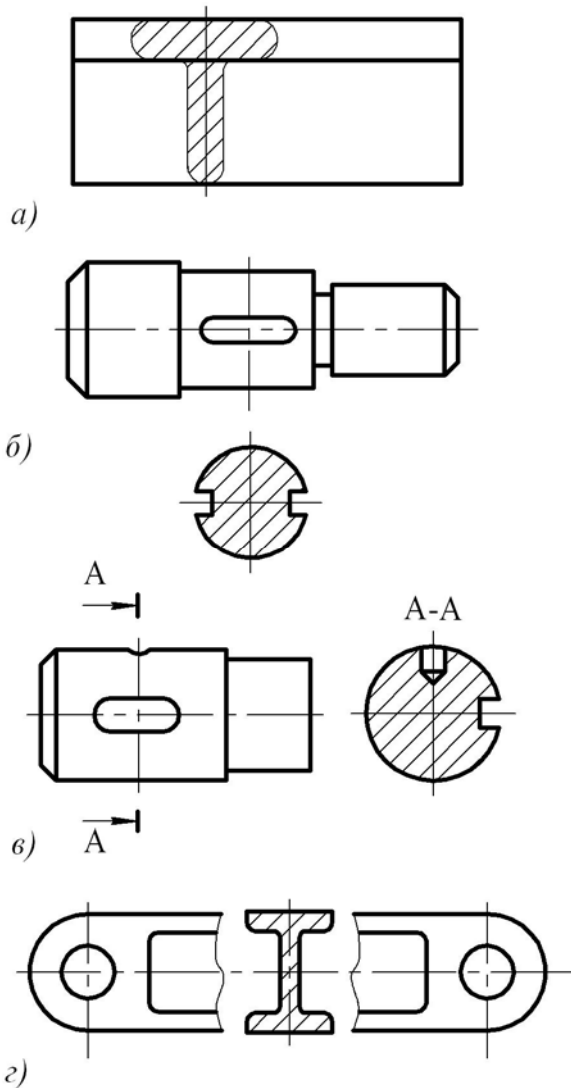


Рис. 4.2. Розташування перерізів

При цьому вибирають початкові букви алфавіту ( $A, B, B, G, D$  тощо). Букви проставляють біля стрілок, які показують напрямок погляду (рис. 4.3,  $a, в$ ). Над перерізом робиться напис типу « $A - A$ », тобто двома однаковими буквами, через тире.

Якщо переріз перебуває в розриві між частинами того самого виду, то коли він стосується симетричної фігури, то лінію перерізу не проводять (рис. 4.2,  $z$ ).

У несиметричних перерізах, розташованих у місці розриву, або в накладних лінію перерізу проводять зі стрілками, але буквами не позначають (рис. 4.3,  $д, е$ ). Розміри й розташування стрілок показано на рис. 4.4, де  $L, s$  – довжина й товщина в мм елементів позначення перерізів відповідно.

Переріз можна розташовувати з поворотом, тоді до напису належить додати знак  $\curvearrowright$ , що розташується на тому самому рядку (рис. 4.3,  $в$ ).

*Деякі правила побудови перерізів.* На кресленку однієї деталі може бути стільки різних перерізів, скільки потрібно для повного виявлення її форми. На кількох однакових перерізах

Винесений переріз можна розташовувати на будь-якому місці поля кресленика. Він може бути поміщений безпосередньо на продовженні лінії перерізу (рис. 4.2,  $б$ ) або осторонь від цієї лінії. Винесений переріз може також розташовуватись на місці, призначеному для одного з видів (рис. 4.2,  $в$ ), і в розриві між частинами того самого виду (рис. 4.2,  $z$ ).

*Позначення перерізів.* Положення січної площини показують на кресленку лінією перерізу.

Лінії перерізів і стрілки не наносять у тому випадку, якщо фігури накладного й винесеного перерізів симетричні (рис. 4.2,  $a, б$  і рис. 4.3,  $б$ ). Осі симетрії таких перерізів проводять штрихпунктирною тонкою лінією. У всіх інших випадках для лінії перерізу застосовують розімкнуту лінію (рис. 4.1,  $в$  і рис. 4.3,  $a, в$ ).

Розімкнуту лінію проводять у вигляді окремих штрихів, що не перетинають контуру відповідного зображення. Товщина штрихів розімкнутої лінії береться в межах від 1 до 1,5  $s$ , а довжина їх від 8 до 20 мм.

На початковому й кінцевому штрихах перпендикулярно їм, на відстані 2 – 3 мм від кінця штриха, ставлять стрілки, що показують напрямок погляду. Взаємне розташування стрілок і розімкнутої лінії подано на рис. 4.4.

На початку і в кінці лінії перерізу ставлять ту саму велику букву алфавіту.

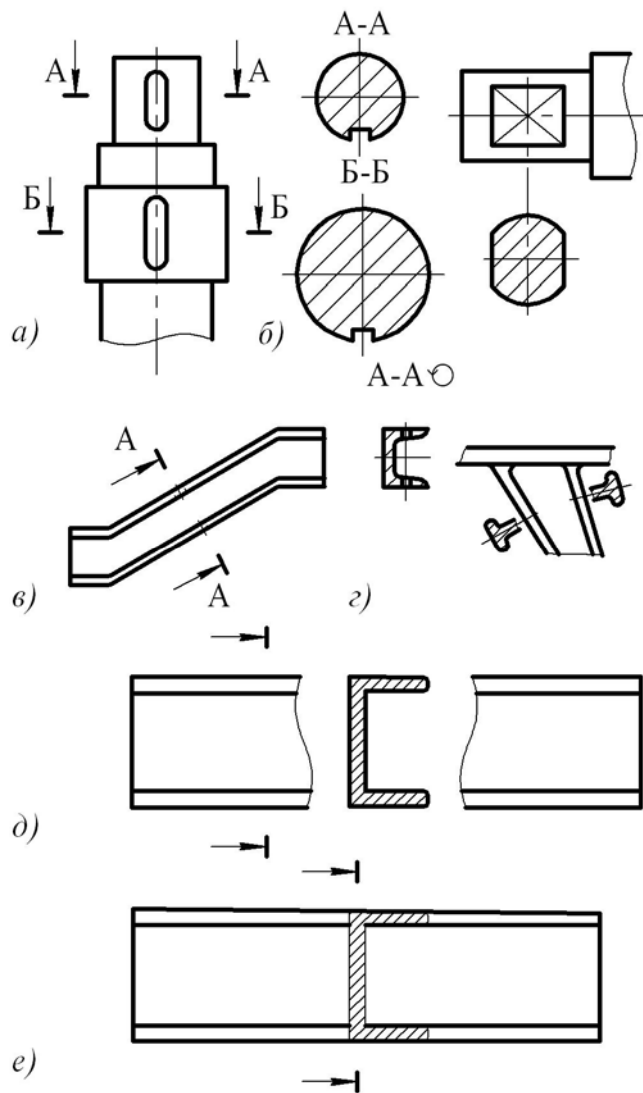


Рис. 4.3. Приклади позначення перерізів

перерізів рекомендується, виходячи з таких засад: якщо лінія перерізу розташована вертикально, то переріз звичайно з'єднується із площиною кресленника обертанням зліва направо (рис. 4.1, в; 4.2, в; 4.5 і 4.6); якщо ж лінія перерізу проходить горизонтально, то обертанням «на себе» (рис. 4.3, а). Невиконання цих умов призводить до помилок.

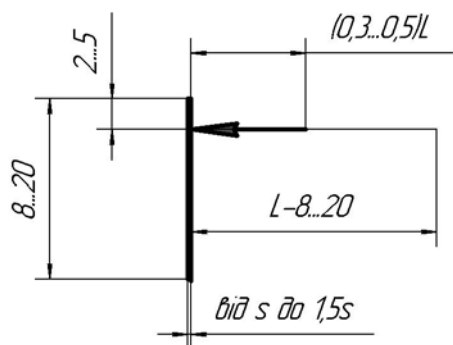


Рис. 4.4. Розміри елементів позначення перерізу

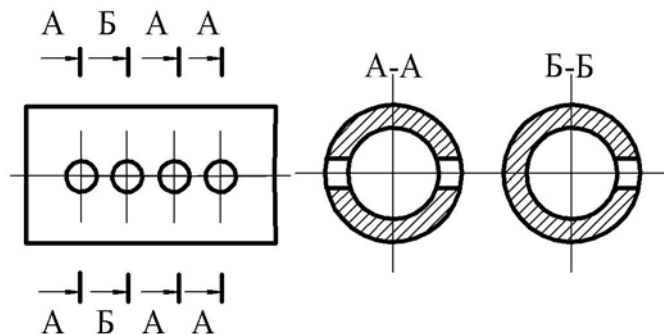


Рис. 4.5. Оформлення кількох однакових перерізів

одного предмета лінії перерізу позначають однією й тією самою буквою, викреслюючи переріз один раз (рис. 4.5).

При побудові перерізів січні площини варто вибирати так, щоб повною мірою проявилась їхня конфігурація (рис. 4.3, в, з).

Іноді при виконанні перерізу січна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір або заглиблення (рис. 4.6). У цьому випадку на фігурі перерізу контур отвору або заглиблення показують повністю.

Однак потрібно відзначити, що це стосується зображень отворів і заглиблень циліндричної, конічної та кулястої форми. Не поширюється таке правило на зображення в перерізі отворів призматичної форми (рис. 4.2, а і 4.2, б).

Переріз звичайно виконують у тому самому масштабі, що й вид, до якого він належить. Тоді отвори, заглиблення та елементи на фігурі перерізу будуть мати ті самі розміри, що й на видах кресленника (рис. 4.1, 4.2).

Переріз повинен своєю побудовою й розташуванням відповідати напрямку, позначеному стрілками. Вибирати напрямок проєціювання несиметричних

Читання креслеників з перерізами. Для прикладу розглянемо такий кресленик (рис. 4.8).

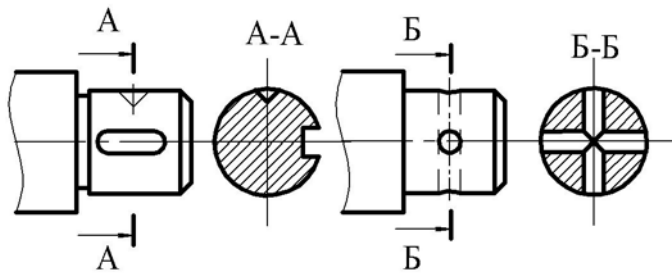


Рис. 4.6. Приклади перерізів, коли контур отвору або заглиблення показані повністю

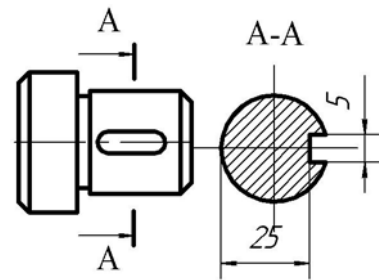


Рис. 4.7. Кресленик перерізу

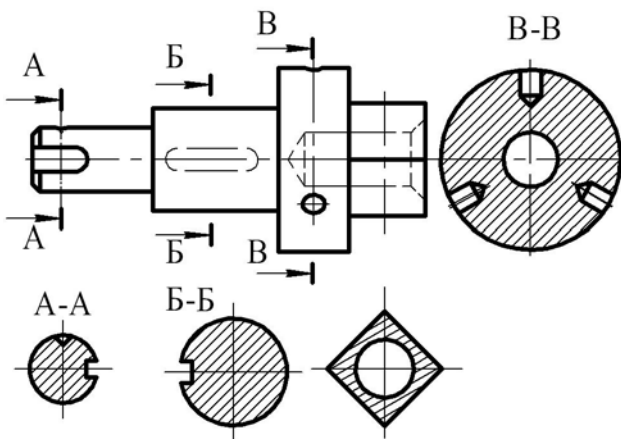


Рис. 4.8. Кресленик, який має перерізи

На кресленіку виконано один вид деталі. На місці виду зліва розташоване зображення перерізу  $B-B$ , про що свідчать напис і штрихування. Однак, незважаючи на присутність лише одного виду, форма деталі та її окремих елементів може бути легко встановлена.

Розглядаючи деталь зліва направо, можна встановити, що перша, друга й третя її сходинки мають циліндричну форму, а остання – форму правильної чотирикутної призми. Установити це допомагають чотири перерізи на кресленіку, хоча вони й не містять розмірів. Напис над перерізом  $A-A$  показує, що він стосується першого циліндричного елемента деталі, яка має

канавку прямокутної форми й конічне заглиблення. Ширину та глибину заглиблення і канавки видно на перерізі. Канавка прорізана тільки на видимому боці деталі. Це ми визначаємо за відсутністю її зображення на лівій частині кола, що являє собою переріз.

Переріз  $B-B$  містить прямокутний виріз із лівого боку, що показує форму, ширину й глибину шпонкової канавки. Канавку зображено з лівого боку. Так, на деталі вона розміщена позаду, оскільки її показано штриховою лінією на головному виді.

Частина деталі, яка має найбільший діаметр, містить три циліндричних отвори, розташованих під кутом  $120^\circ$ . Глибина, діаметр і напрямки осей отворів визначаються перерізом  $V-V$ . Важливо зауважити, що контур перерізу із цими отворами не переривається, оскільки вони мають циліндричну форму. У центрі перерізу  $V-V$  показано циліндричний отвір, що проходить уздовж осі деталі.

Переріз квадратної форми не має напису. На місці цього перерізу проведено тонку штрихпунктирну лінію без стрілок і літер. Їх відсутність пояснюється тим, що переріз симетричний і вісь його симетрії збігається з лінією перерізу. Інші перерізи показано розімкнутими лініями із стрілками.

У центрі розглянутого перерізу зображено незаштриховане коло, що показує циліндричний отвір уздовж осі деталі. Переріз заштрихований під кутом  $30^\circ$ , а не  $45^\circ$ , інакше лінії штрихування збіглися б з контуром перерізу, що не рекомендується.

## 4.2. Побудова розрізів

Внутрішні обриси порожніх предметів на креслениках можна показати штриховими лініями. Щоб ясніше показати внутрішню будову деталі, застосовують зображення, названі розрізами. *Розріз* – це зображення предмета, подумки розсіченого площиною (або кількома площинами). На розрізі показують фігуру, що виходить у січній площині й за нею.

На рис. 4.9, *а* зображено деталь, внутрішню будову якої потрібно виявити за допомогою розрізу. На рис. 4.9, *б* дано три види цієї деталі. На головному виді прямокутний паз і циліндричний східчастий отвір показано штриховими лініями.

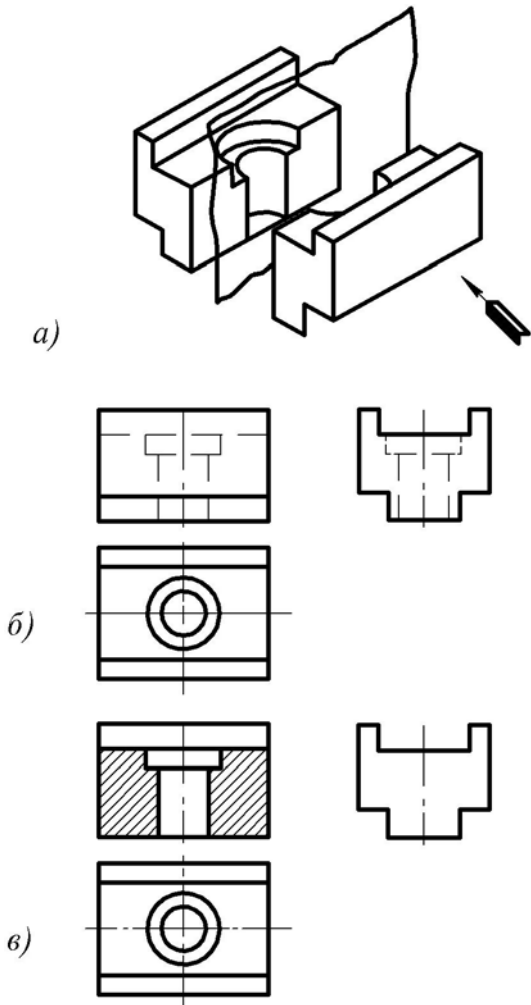


Рис. 4.9. Побудова вертикального розрізу

Отже, виконання розрізів на креслениках супроводжується такими діями:

невидимі раніше внутрішні обриси, зображувані штриховими лініями, обводять суцільними основними лініями;

фігуру перерізу, що входить у розріз, заштриховують;

уявне розсічення предмета повинне стосуватись тільки даного розрізу й не приводити до зміни інших зображень того самого предмета.

*Відмінності між перерізом і розрізом.* При використанні однієї й тієї самої січної площини спостерігається різниця між перерізом і розрізом. Це видно з порівняння зображень *I* і *II*, поданих на рис. 4.10. На зображенні *I* бачимо розріз деталі, а на зображенні *II* – переріз. Як видно з кресленика, у перерізі зображено лише фігура, що перебуває в самій січній площині. На розрізі, крім цього, показано й те, що розміщується за січною площиною.

*Накладна проекція.* Розріз – це частина деталі, що перебуває перед січною площиною. Якщо при виконанні розрізу виступи на передній стінці не показати, та форма деталі не буде зрозумілою

На рис. 4.9, *в* накреслено розріз, отриманий у такий спосіб: січною площиною, що паралельна до фронтальної площини проєкції, деталь уявно розітнута вздовж центральної осі, яка проходить через прямокутний паз і циліндричний східчастий отвір.

Потім подумки вилучають передню половину деталі, розміщеної перед оком спостерігача й січною площиною. Показано фігуру, що вийшла в січній площині (переріз), і те, що перебуває за нею.

Порівнюючи рис. 4.9, *б* і 4.9, *в*, можна визначити такі моменти:

штрихові лінії, якими на головному виді були зображені прямокутний паз і циліндричний східчастий отвір, обведені суцільними основними лініями, бо вони є результатом уявного розсічення деталі;

на розрізі штрихуванням виділено переріз;

штрихування наноситься тільки в тому місці, де січна площина розтинає матеріал деталі; східчастий отвір і прямокутний паз не заштриховані, оскільки вони перебувають за січною площиною;

при зображенні циліндричного східчастого отвору проведено суцільну основну лінію, яка відображає на фронтальній площині проєкції горизонтальну площину, що обмежує глибину більшого отвору;

розріз, зроблений на місці головного зображення, ніяк не відбивається на виді зверху й виді зліва.

(рис. 4.11). Щоб показати цей виступ на розрізі, його зображують потовщеною штрихпунктирною лінією. Її товщина вибирається в межах від  $s/2$  до  $2/3 s$ , а довжина штрихів – від 3 до 8 мм.

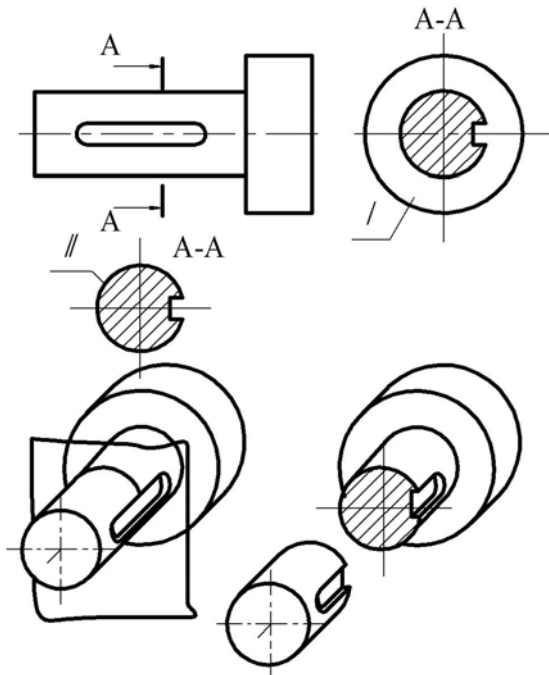


Рис. 4.10. Відмінності між перерізом і розрізом

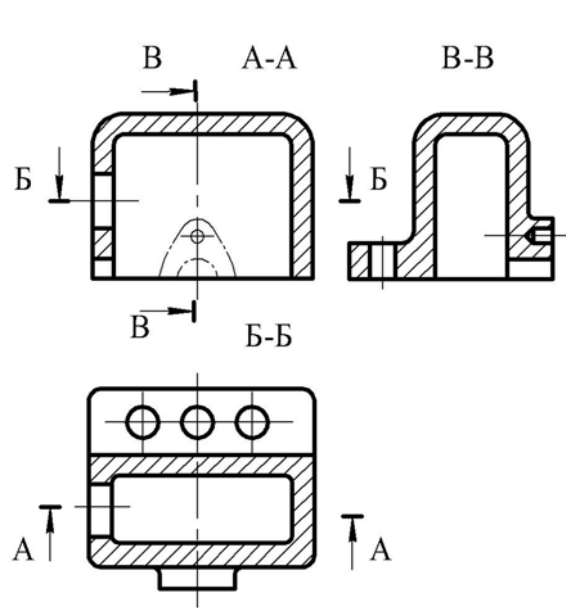


Рис. 4.11. Кресленик із зображенням елемента, який розташований перед січною площиною

### 4.3. Класифікація розрізів

Залежно від числа січних площин розрізи поділяються на прості й складні.

*Простим* називається розріз, виконаний однією січною площиною (див. рис. 4.9, в).

*Складним* називається розріз, виконаний за допомогою двох і більше січних площин.

Залежно від положення січної площини щодо горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на вертикальні, горизонтальні й похилі.

Вертикально розташована січна площина може бути паралельна до фронтальної або профільної площини проєкцій, утворюючи при цьому відповідно *фронтальний* або *профільний розріз*.

*Вертикальний розріз* при січній площині, паралельній до фронтальної площини проєкцій, називається *фронтальним розрізом* (див. рис. 4.9).

*Горизонтальним* називається розріз при січній площині, паралельній до горизонтальної площини проєкцій (рис. 4.12).

*Похилим* називається розріз, січна площина якого утворює із горизонтальною площиною проєкції кут, відмінний від прямого (рис. 4.13).

Вертикальний розріз при січній площині, паралельній до профільної площини проєкцій, називається *профільним розрізом* (рис. 4.14).

Розрізи називаються *поздовжніми*, якщо січні площини спрямовані паралельно довжині або висоті предмета (рис. 4.9), *поперечними*, якщо січні площини спрямовані перпендикулярно довжині або висоті предмета (рис. 4.10).

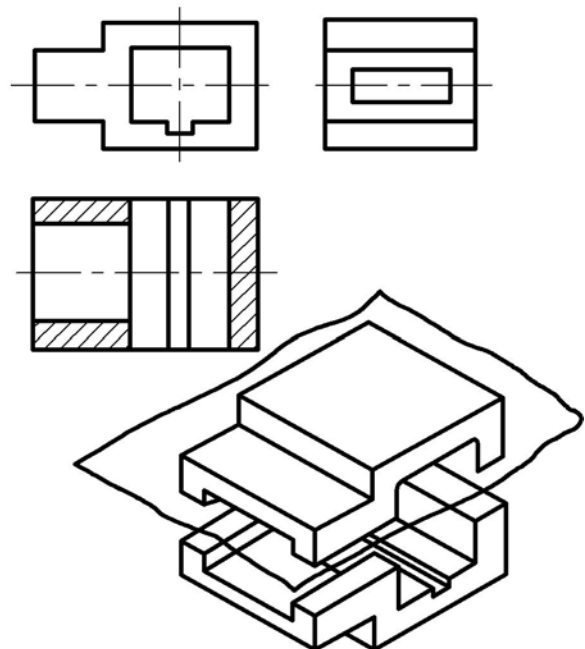


Рис. 4.12. Горизонтальний розріз

*Місцевим* називається розріз, що служить для з'ясування будови предмета лише в окремому обмеженому місці.

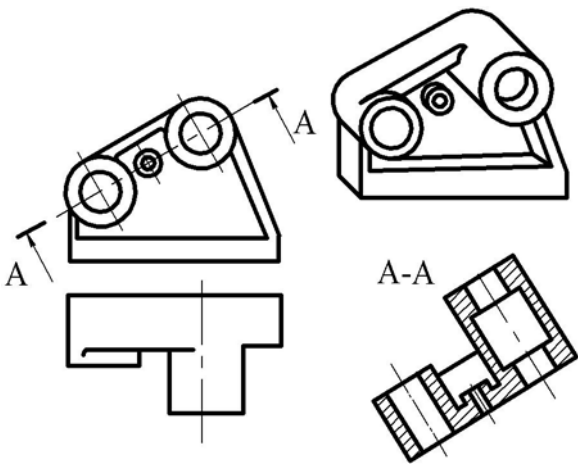


Рис. 4.13. Похилий розріз

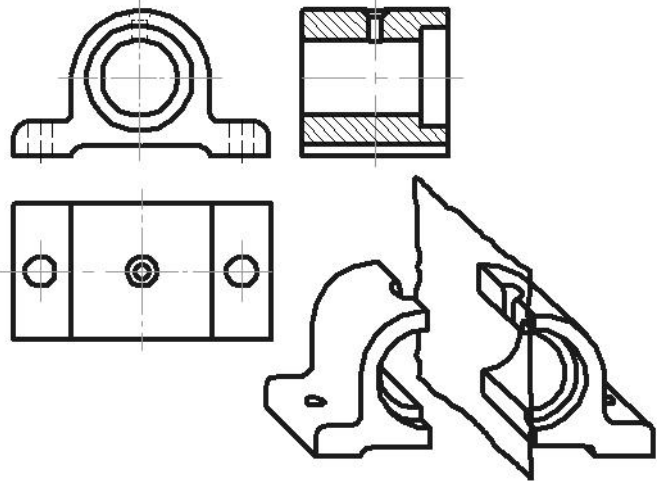


Рис. 4.14. Профільний розріз

#### 4.4. Розташування й позначення розрізів

На одному кресленнику може бути кілька розрізів. Наприклад, фронтальний, горизонтальний і профільний (рис. 4.15).

При визначенні кількості необхідних розрізів прагнуть дати найменшу їх кількість, що забезпечує при цьому достатню ясність зображення на кресленнику.

Написи, які стосуються розрізів і перерізів, розташовують паралельно основному напису. Вертикальний розріз при січній площині, не паралельній до фронтальної або профільної площини проєкцій, а також похилий розріз будують і розташовують відповідно до напрямку, позначеного стрілками на лінії перерізу (розріз *A-A* на рис. 4.16). Якщо є потреба розташовувати такі розрізи на будь-якому місці кресленника з поворотом, то до напису додають знак  $\odot$  (див. рис. 4.16, розріз *Б-Б*  $\odot$ ). Розріз *A-A* на цьому рисунку побудований для того, щоб показати висоту виступу та форму наскрізного отвору, просвердленого в ньому. Цей похилий розріз розташований відповідно до напрямку, позначеного стрілками, що йдуть до лінії перерізу *A-A*.

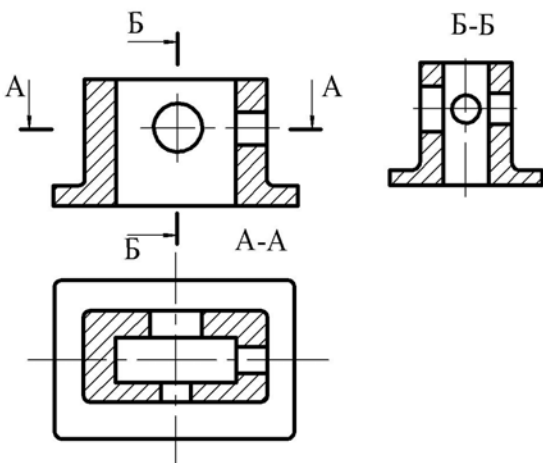


Рис. 4.15. Кресленник, який має різні розрізи

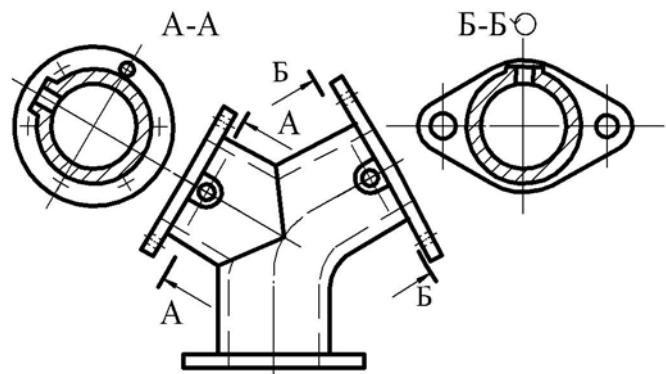


Рис. 4.16. Розташування розрізів

#### 4.5. Графічні позначення матеріалів і правила їхнього нанесення на креслениках

Щоб надати кресленикам наочності, перерізи (у тому числі й ті, що входять до складу розрізу) штрихують.

Відповідно до ГОСТ 2.306 – 68 для різних матеріалів встановлено їх графічні позначення у перерізах (рис. 4.17).

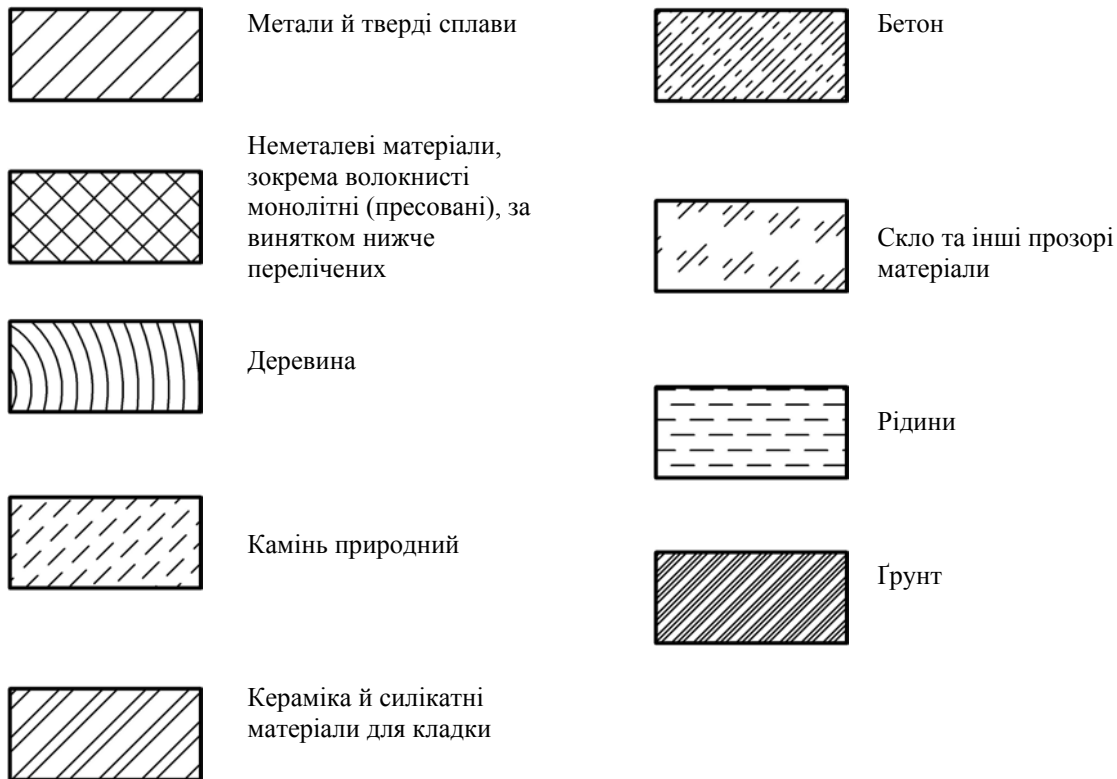


Рис. 4.17. Графічні позначення матеріалів у перерізах і розрізах

При штрихуванні металів, будівельної цегли й деяких інших матеріалів застосовують тонкі (від  $s/2$  до  $s/3$ ) паралельні лінії. Їх проводять під кутом  $45^\circ$  до основного напису кресленика. Відстань між паралельними прямими лініями штрихування повинна бути однаковою на всіх виконуваних у тому самому масштабі перерізах даної деталі.

Залежно від площі штрихування вона може становити від 1 до 10 мм.

Лінії штрихувань допускається наносити з нахилом уліво або вправо, але, як правило, у той самий бік на всіх перерізах, що відносяться до даної деталі. Вузькі площі перерізів, ширина яких на кресленику менша 2 мм, допускається показувати зачорненими, тому що на них важко наносити штрихування.

#### 4.6. Місцевий розріз

При викреслюванні суцільних (не порожніх) деталей розрізи не застосовують. Але є випадки, коли суцільна деталь має місцеве заглиблення або отвір, форму якого потрібно показати. Прикладами таких деталей є вал зі шпонковою канавкою, вісь з центровим заглибленням, шатун та ін. У таких випадках застосовують місцевий розріз, який служить для виявлення форми окремої ділянки деталі.

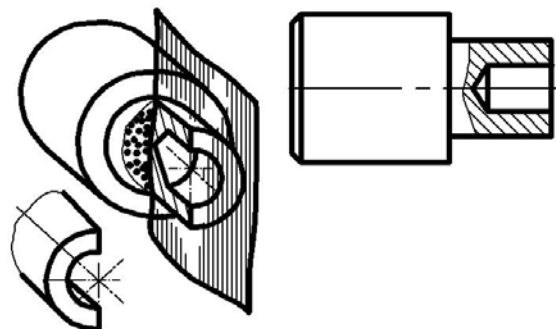


Рис. 4.18. Побудова місцевого розрізу

На рис. 4.18 показано побудову місцевого розрізу. Східчастий вал має невеликий отвір. Застосування повного розрізу тут недоцільне, тому що кресленик від цього не стане зрозумілішим. У цьому випадку застосовано місцевий розріз. Отвір уздовж його осі умовно розсічено площиною, яка проходить не через всю деталь, а лише в місці його розташування. Розріз обмежено хвилястою лінією. На зображенні деталі його виконано за правилами, що розглянуто в попередніх розділах.

Місцевий розріз виділяють, проводячи від руки суцільну хвилясту лінію товщиною від  $s/2$  до  $s/3$ . Ця лінія не повинна збігатись з будь-якими лініями зображення. На рис. 4.19 показано такий місцевий розріз.

Приклади місцевих розрізів показано на рис. 4.20. Тут подано два види циліндричного східчастого вала, який має глухий отвір, шпонкову канавку та конічний отвір. У даному випадку застосовувати повний розріз недоцільно. Щоб виявити форму цих елементів суцільної деталі, виконано місцеві розрізи.

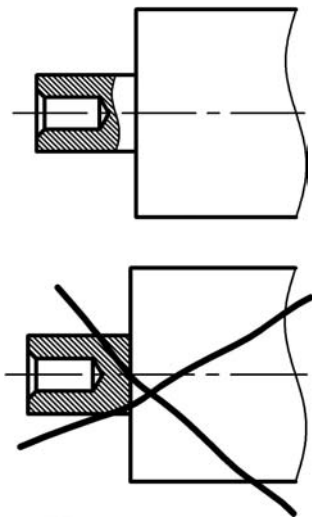


Рис. 4.19. Правильне й неправильне виконання місцевого розрізу

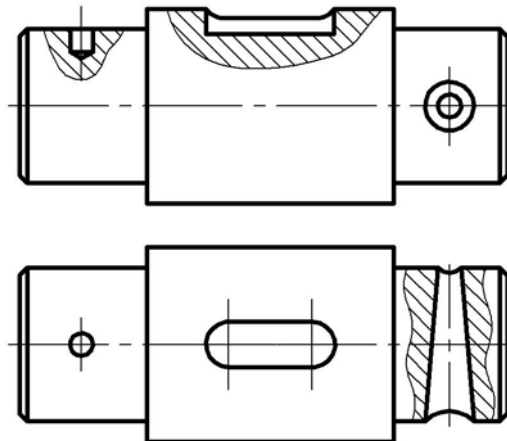


Рис. 4.20. Місцеві розрізи на креслениках

#### 4.7. Суміщення частини виду й частини розрізу

Форма багатьох деталей має такі особливості, що при їхньому зображенні недостатньо дати тільки вид або тільки розріз.

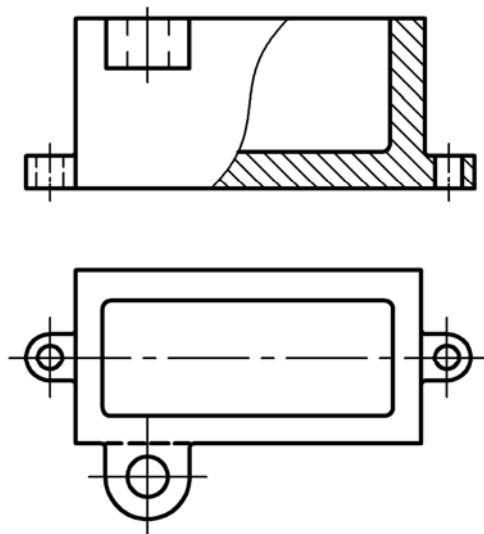


Рис. 4.21. Суміщення частини виду й частини розрізу

При кресленні подібних деталей необхідно виконувати як вид, так і розріз, тобто два різних зображення. Тому допускається поєднувати на одному зображенні частину виду й частину відповідного розрізу. Тоді вид і розріз розділяють суцільною хвилястою лінією тієї самої товщини, що була застосовано для виділення місцевого розрізу.

Наприклад, якщо на рис. 4.21 виконати повний фронтальний розріз деталі, то не буде можливості для визначення висоти й форми приливу на зовнішній її поверхні. Тому ліва частина деталі зображена без розрізу, тобто подається її вид, за яким можна судити про зовнішню форму всього елемента, а права частина деталі – у розрізі. Розріз показує внутрішню будову всієї деталі, оскільки на виді зверху можна визначити товщину стінок порожнини деталі й наявність другого



циліндричного отвору. Даний приклад демонструє раціональний спосіб побудови кресленника.

Суміщення половини виду й половини розрізу. Зображення половини виду в поєднанні з половиною розрізу, кожний з яких являє собою симетричну фігуру, – це окремий випадок попереднього правила.

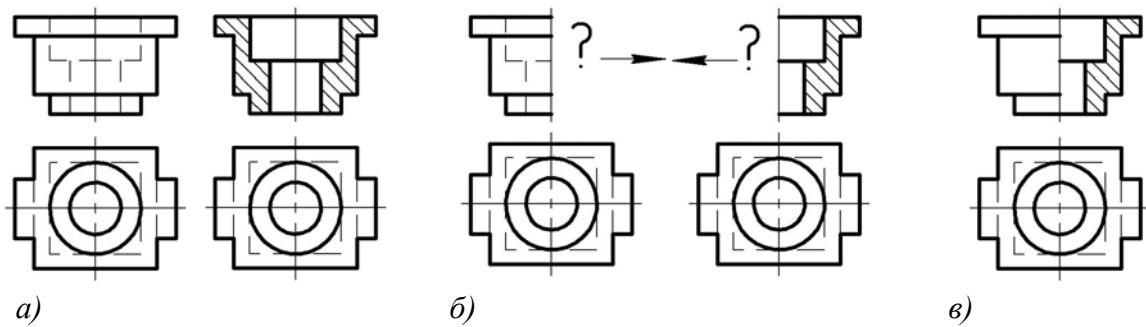


Рис. 4.22. Суміщення половини виду й половини відповідного розрізу

На рис. 4.22, *а* подано кресленник деталі без розрізу і з повним фронтальним розрізом.

Кресленник (рис. 4.22, *б*) містить половину головного виду, а поруч – половину розрізу тієї самої деталі. Оскільки вид і розріз – симетричні фігури, то за половиною виду можна уявити собі решту деталі. Те саме можна сказати й при розгляді половини розрізу. Тому ГОСТ 2.305 – 68 рекомендує суміщувати половину виду й половину відповідного розрізу, коли вид і розріз являють собою симетричні фігури. Тоді вийде зображення, за яким можна судити як про зовнішню форму, так і про внутрішню будову деталі. При виконанні зображень, які показують суміщення половини виду й половини відповідного розрізу, необхідно дотримуватись таких правил (рис. 4.22, *в*):

лінією, що розділяє половину виду й половину розрізу, має служити вісь симетрії, тобто штрихпунктирна тонка лінія;

розмірні лінії, які проводять до елемента деталі, зображеного тільки до осі симетрії, виконують не повністю, а трохи далі від осі, при цьому стрілку креслять тільки з одного боку, але розмір варто наносити повністю (рис. 4.23, *б*).

Деякі деталі проєкціюються у формі симетричної фігури, однак при їх зображенні не можна застосовувати суміщення половини виду й половини розрізу. Приклади таких деталей наведено на рис. 4.23, *а, б*.

Так, на рис. 4.23, *а* деталь являє собою циліндричне тіло, що має, крім інших елементів, квадратний отвір.

Ребро цього отвору збігається з віссю симетрії. У цьому випадку виконують частину розрізу, відділяючи її хвилястою лінією. Ця лінія має бути розташована так, щоб ребро, про яке йде мова, було на зображенні показане. Якщо воно розташоване на внутрішній поверхні, то додають більше половини розрізу (рис. 4.23, *а*), а якщо на зовнішній – більше половини виду (рис. 4.23, *б*).

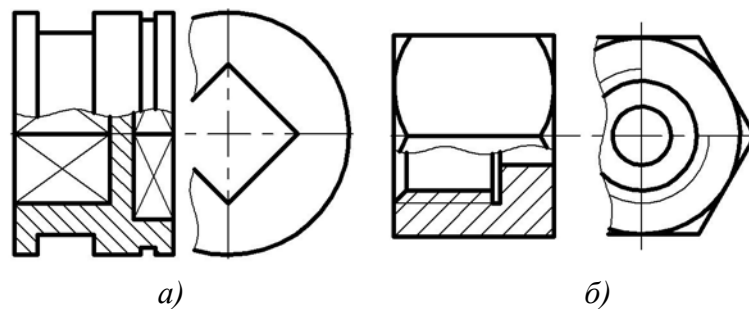


Рис. 4.23. Суміщення частини виду і частини розрізу, якщо збігаються проєкції ребра з віссю симетрії

#### 4.8. Особливі випадки побудови розрізів

При побудові розрізів деталей складної форми потрібно дотримуватись таких правил:

1. Якщо січна площина спрямована вздовж осі або довгої частини тонкої стінки типу ребра жорсткості, то стінку залишають незаштрихованою і відділяють від решти деталі суцільною основною лінією (рис. 4.24, *a*).

На цьому кресленнику зображена деталь, яка має ребра жорсткості (стінки) й фронтальний розріз. Січна площина пройшла по осі деталі, про що свідчить наочне зображення (рис. 4.24, *б*), тобто вздовж осі стінки. Тому на розрізі вони не заштриховані, хоч і показані розітнутими січною площиною. Внаслідок цього суцільні основні лінії, якими вони виділені, проходять не по лініях перетину цих стінок з циліндром, а по твірних (рис. 4.24, *a*).

Якщо при розрізі січну площину спрямовано поперек ребра (тонкої стінки), то його зображують відповідно до загальних правил, тобто заштриховують.

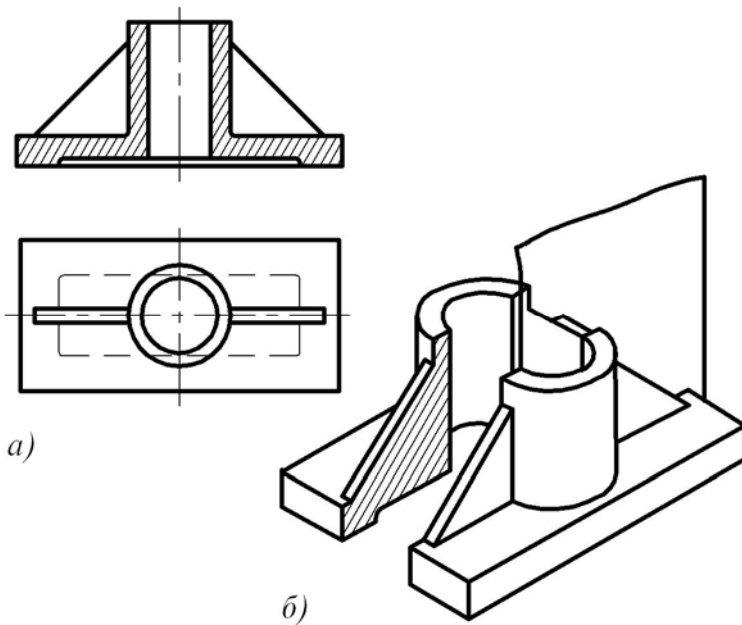


Рис. 4.24. Розріз уздовж тонкої стінки (ребра жорсткості)

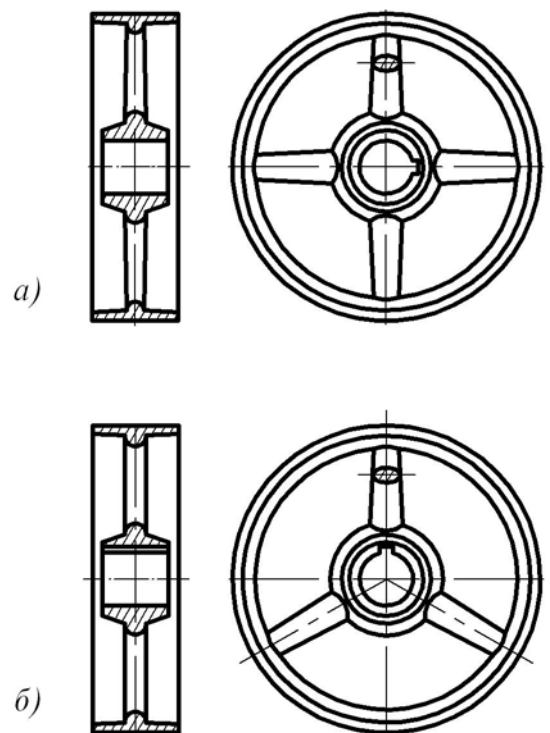


Рис. 4.25. Розріз шківів зі спицями, якщо їхня кількість:  
*a* – парна; *б* – непарна

2. Зображення в розрізі коліс, шківів, маховиків та інших деталей зі спицями, підпорядковано тому самому правилу, що стосувалось тонких стінок. Тобто спиці не штрихують, коли січну площину спрямовано вздовж деталі (рис. 4.25, *a*, *б*). Одночасно припускають, що січна площина проходить через геометричну вісь спиці в тому випадку, коли вона розміщується під кутом до лінії перерізу. Тому спицю, розташовану під кутом до профільної площини (рис. 4.25, *б*), зображують незміненою.

#### 4.9. Складні розрізи

*Призначення складних розрізів.* На рис. 4.26, *a*, *б* зображено плиту кондуктора. Отвори й проріз у ній розташовані так, що їх неможливо виявити за допомогою однієї січної площини. Якщо ж у розрізі показати тільки один прямокутний отвір, то цього буде

недостатньо для з'ясування форми деталі. Виконувати кілька різних розрізів теж недоцільно. Тому відповідно до ГОСТ 2.305 – 68 у таких випадках застосовують складний розріз, виконуваний двома або більше січними площинами.

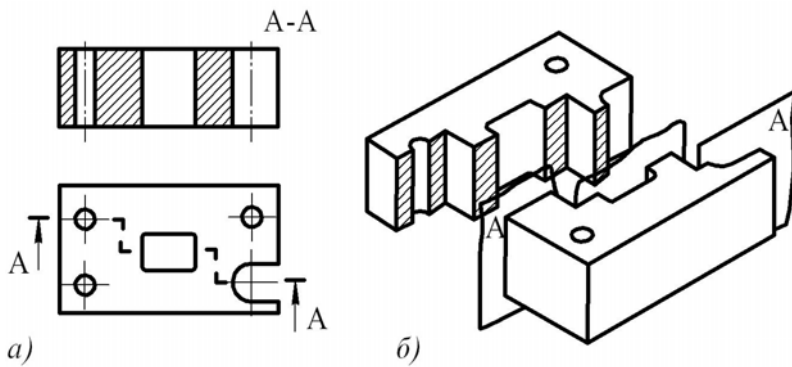


Рис. 4.26. Побудова складного розрізу (східчастого)

*Побудова складних розрізів.* На рис. 4.26 подано складний східчастий розріз. Уздовж плити кондуктора подумки спрямовано три січні площини, розташовані паралельно одна одній (рис. 4.26, б). Перша січна площина виявляє форму циліндричних наскрізних отворів, друга – прямокутного отвору і третя – прорізу. Таким чином виявляється внутрішня форма деталі. Всі три січні площини, суміщаючись на площині кресленика, утворюють складний східчастий розріз (рис. 4.26, б).

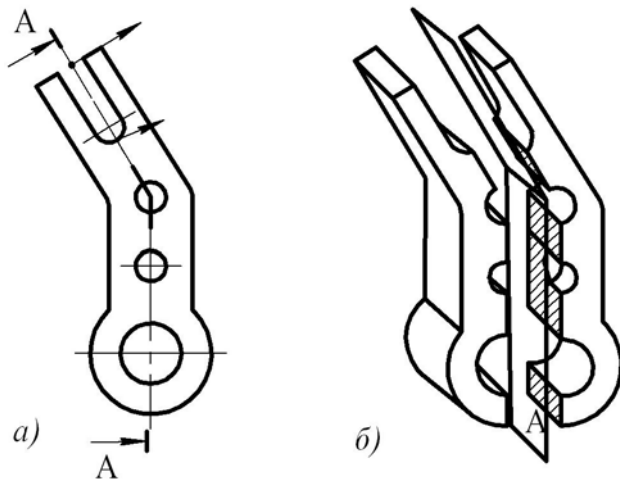


Рис. 4.27. Створення складного розрізу (ламаного)

У цьому випадку похила січна площина разом з верхньою частиною деталі повернута в напрямку, зазначеному стрілкою, і проходить до з'єднання з вертикально розташованою до неї площиною. Потім на профільну площину проєкцій проєціюється розріз. Завдяки повороту (рис. 4.27, а) похила частина деталі зображується в розрізі без спотворення, тобто в натуральну величину. Без цього розріз проєціюється, як показано на рис. 4.27, б, а зображення деталі набуває спотвореного вигляду.

У поданому на рис. 4.28 складному ламаному розрізі одна із січних площин проходить через циліндричний отвір, інша – через ребро жорсткості. Ця січна площина разом з ребром повернута і проходить до з'єднання з першою січною площиною (у положення, паралельне до фронтальної площини проєкцій). Ребро зображене в натуральну величину.

Воно не заштриховане, тому що тонкі ребра, як відомо, вздовж не штрихуються. Для виявлення в ребрі отвору застосовано місцевий розріз.

Залежно від розташування січних площин складні розрізи поділяються на східчасті й ламані.

*Східчастим* називається складний розріз, при якому січні площини паралельні (рис. 4.26).

*Ламаним* називається складний розріз, коли січні площини перетинаються (рис. 4.27).

Щоб виявити форму прорізу циліндричних отворів і циліндричного заглиблення в деталі на рис. 4.27, б, необхідно застосувати дві січні площини.

Похилу січну площину при побудові ламаних розрізів умовно повертають навколо лінії їхнього взаємного перетину до з'єднання з іншою площиною. Якщо з'єднані січні площини виявляються паралельними одній із площин проєкцій, то ламаний розріз подають на місці відповідного виду.

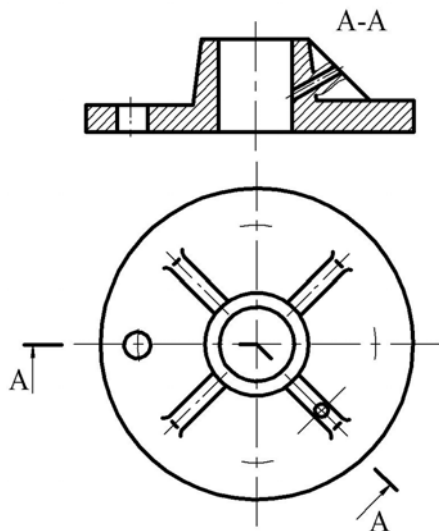


Рис. 4.28. Побудова ламаного розрізу

*Позначення складних розрізів.* Положення січних площин при побудові складних розрізів позначається розімкнутою лінією з початковим, у місцях перегинів і кінцевим штрихами (рис. 4.28). До того ж, як і при побудові простих розрізів, на початковому й кінцевому штрихах ставлять стрілки, що показують напрямок погляду. На початку і в кінці лінії перерізу ставиться та сама велика буква алфавіту. Над розрізом робиться напис типу «А – А» (тільки двома буквами). Таким чином, у складних розрізах тип лінії для позначення положення січних площин, напрямок і форму стрілок, букви для напису над розрізами вибирають так само, як і при оформленні простих розрізів і перерізів. Різниця в позначенні простих і складних розрізів полягає тільки в тому, що розімкнута лінія на зображенні останніх має перегини.

*Позначення складних розрізів.* Положення січних площин при побудові складних розрізів позначається розімкнутою лінією з початковим у місцях перегинів і кінцевим штрихами (рис. 4.28). При цьому, як і при простих розрізах, на початковому й кінцевому штрихах ставлять стрілки, що вказують напрямок погляду. На початку і в кінці лінії перерізу ставиться та сама велика буква алфавіту. Над розрізом робиться напис типу «А – А» (тільки двома буквами). Таким чином, у складних розрізах тип лінії для позначення положення січних площин, напрямок і форму стрілок, букви для напису над розрізами вибирають так само, як й у простих розрізах і перерізах. Різниця в позначенні простих і складних розрізів лише в тому, що розімкнута лінія при складних розмірах має перегини.

### Контрольні питання

1. Яке зображення називають перерізом?
2. З якою метою застосовують на креслениках перерізи?
3. Як можуть називатись перерізи залежно від їхнього розташування на креслениках?
4. Лініями якої товщини обводять накладені й винесені перерізи?
5. У яких випадках перерізи супроводжують написом? Які букви використовують для цих написів?
6. Для чого застосовують місцевий розріз? Як його оформляють?
7. У яких випадках рекомендується суміщати в зображенні деталі частину виду й частину розрізу?
8. Які правила використовують для креслення зображень, що містять половину виду й половину відповідного розрізу?
9. Чим відрізняється переріз від розрізу?
10. У чому полягає особливість зображення в розрізі деталей з тонкими ребрами жорсткості?
11. Яким чином зображують у розрізі колеса зі спицями?
12. У яких випадках при розрізах застосовують накладену проекцію?
13. Які розрізи називають складними?
14. У яких випадках застосовують складні розрізи?
15. Які види складних розрізів ви знаєте?

*Засвоєння правил і навичок виконання розрізів і перерізів на технічних креслениках покликане сформувати в студентів здатність правильно сприймати форму й розміри зображуваних технічних об'єктів.*

## РОЗДІЛ 5. РОБОЧІ МАШИНОБУДІВНІ КРЕСЛЕНИКИ

*Метою цього розділу є засвоєння правил створення робочих машинобудівних креслеників згідно з вимогами Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД), що являє собою нормативну базу цього важливого аспекту інженерної діяльності.*

### 5.1. Розташування деталей на робочих креслениках

У ЄСКД визначено певні місця для розташування різних елементів робочих креслеників деталей на аркуші обраного формату: зображень, таблиць, написів, тексту тощо. Це допомагає швидко знаходити потрібні дані при читанні кресленика, а також правильно оформляти кресленики та ескізи.

Перед виконанням кресленика потрібно спланувати площу аркуша, як це зроблено на рис. 5.1, де позначено не тільки місця розташування, але й розміри площі, що відводять для зображень та інших елементів робочих креслеників.

Три лінії рамки кресленика проводять, відступаючи від країв аркуша по 5 мм, а ліву лінію – на відстані 20 мм. Місце в правому нижньому куті рамки відводиться для основного напису кресленика (див. рис. 1.25). Зліва від основного напису залишають місце для таблиці змін.

Над основним написом розташовують текстову частину кресленика, де поміщують вказівки або роз'яснення, які неможливо виразити графічно, умовними позначками або короткими написами, зробленими біля зображення деталі. У більшості випадків текстова частина являє собою технічні вимоги, записувані в певному порядку відповідно до ГОСТ 2.316 – 68.

Спочатку записують відомості про матеріал заготовки (лиття, кування, прокат тощо), показники властивостей готової деталі, яких вона набуває в результаті термічного або іншого виду обробки, наприклад, твердість (HRC) або глибину обробки при цементації. Можуть бути також позначені види обробки, результати яких не піддають контролю, зокрема відпалювання, а також ті, що здатні забезпечити потрібні властивості деталі (азотування, обробка струмами високої частоти – СВЧ) та ін.

Далі подають вимоги до якості поверхонь деталі: покриття, обробка і т. д., потім дані про точність виготовлення: граничні відхилення від розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь, умови й методи контролю готової деталі, відомості про маркування.

У передостанньому пункті роблять посилання на інші документи, що містять технічні вимоги, які поширюються на дану деталь. В останньому пункті поміщують виноску «Розміри для довідок», якщо на зображеннях деталі вони проставлені.

Коли технічні вимоги складаються з одного пункту, то його записують без номера. У протилежному випадку кожен пункт нумерують, а назву «Технічні вимоги» не подають.

Рамка, поміщена в лівому верхньому куті кресленика, має включати інформацію, що міститься в основному написі. Цей напис розташовують під кутом 180° до тексту.

Середина аркуша відводиться під зображення деталі, розміри, граничні відхилення, умовні позначки й короткі написи, що відносяться безпосередньо до зображень.

Для позначення переважних величин шорсткості поверхонь деталі на кресленнику виділяється місце в правому верхньому куті, а нижче розташовують таблиці параметрів. Ці таблиці виконують за формами, що встановлені стандартами для креслеників таких деталей, як зубчасті колеса, зірочки, зубчасті рейки, зубчасті (шліцьові) вали, деталі, які мають отвори для з'єднання із зубчастим валом. Таблиці параметрів подають також і на креслениках

деталей, які мають зубчасті елементи, наприклад, шпинделя свердлильного верстата із зубчастою рейкою, вала з конічним зубчастим вінцем та ін.

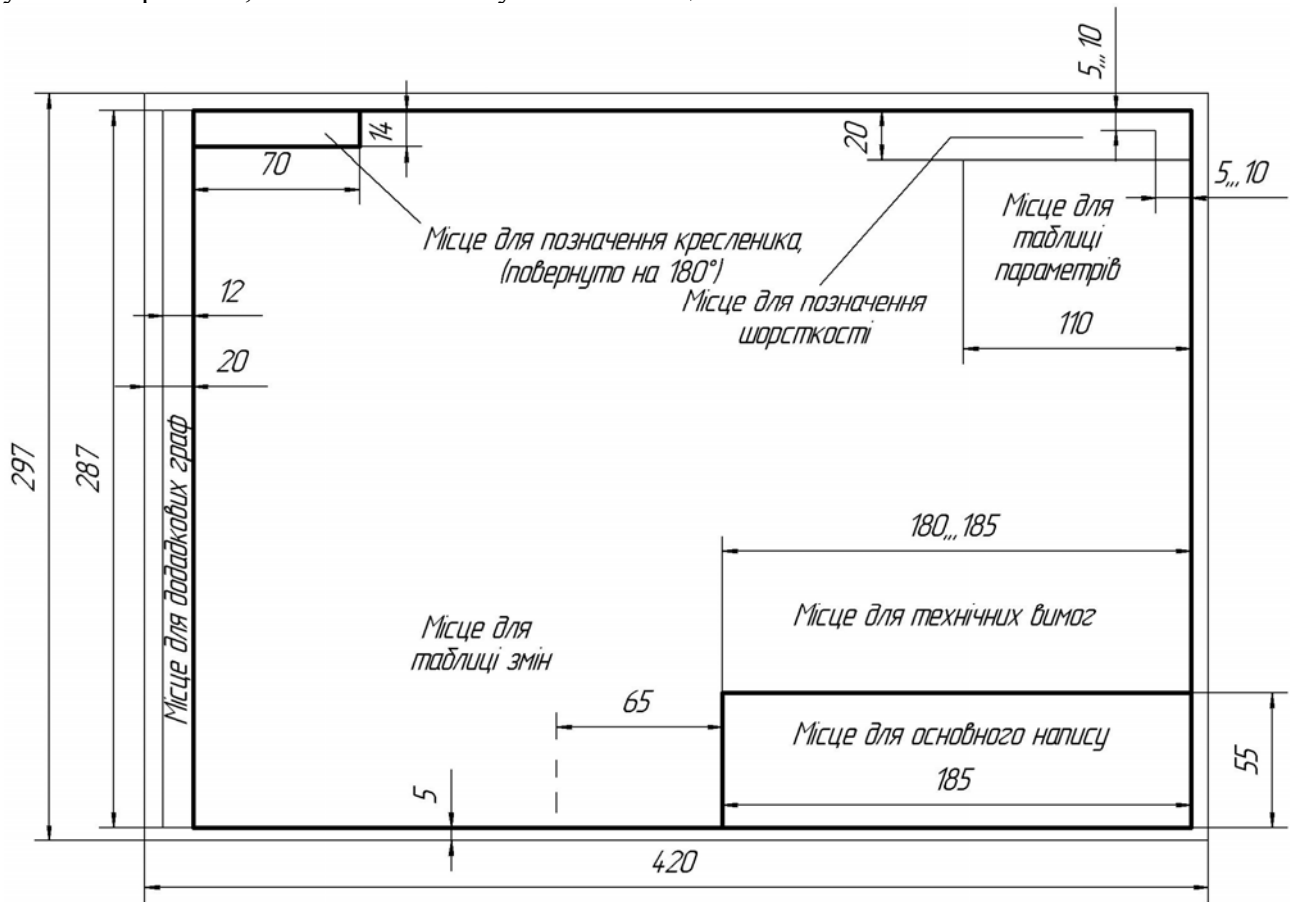


Рис. 5.1. Розташування зображень та інших даних на робочих креслениках деталей

## 5.2. Зображення деталей на машинобудівних креслениках

На рис. 5.2, а показано зображуваний предмет і шість основних площин проекцій, які з'єднуються між собою як шість граней куба.

Поєднання цих граней із площиною, яка визначає розташування шести основних видів на кресленику, зображено на рис. 5.2, б. Державний стандарт допускає переміщення грані, позначеної цифрою 6, у ліву частину розгортки й розташування її поруч із гранню 4.

Основні види, зображені на шести площинах проекцій, називаються: *вид спереду* або *головний* (грань 1), *вид зверху* (грань 2), *вид зліва* (грань 3), *вид справа* (грань 4), *вид знизу* (грань 5), *вид ззаду* (грань 6).

Якщо види розташовуються на кресленику в системі, показаній на рис. 5.2, б, то пояснювальні написи до них не роблять; місце, займане видом, визначає його повністю. Коли ж який-небудь із видів

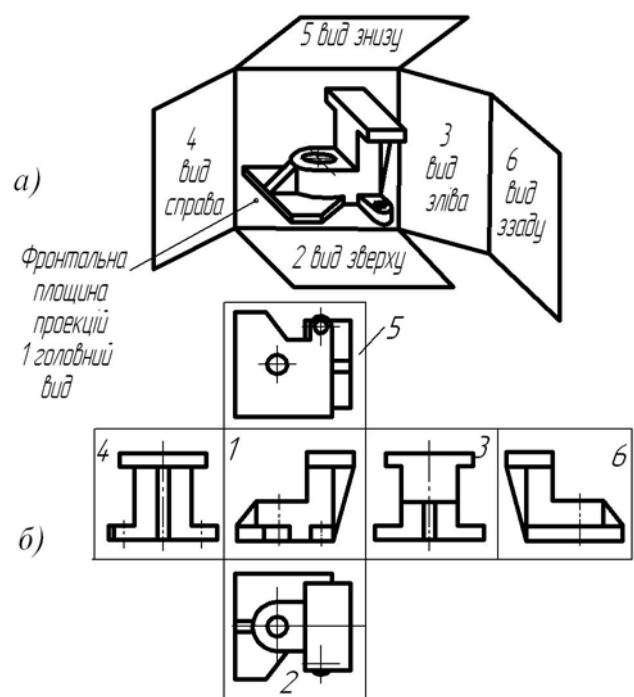


Рис. 5.2. Розташування основних видів на кресленику: а – наочне зображення площин проекцій; б – розгортка площин проекцій

зміщений щодо головного зображення, то він повинен мати напис типу «А». Напрямок погляду спостерігача має бути позначений стрілкою з буквою, яка поміщена в написі (рис. 5.6).

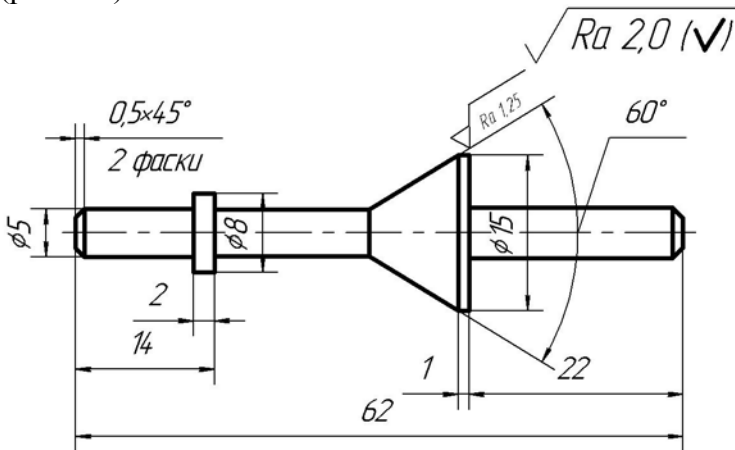


Рис. 5.3. Робочий кресленик з одним видом

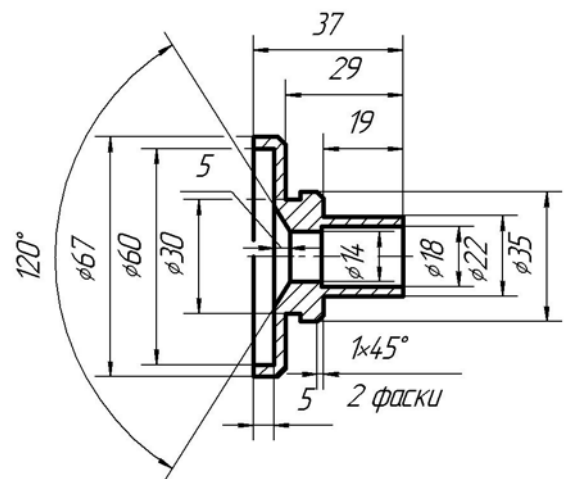


Рис. 5.4. Форма деталі, виявлена за допомогою розмірів

Перш ніж розпочати виконання робочого кресленика, потрібно з'ясувати, за допомогою яких зображень (видів, розрізів, перерізів) можна найбільш точно виявити форму деталі та її розміри.

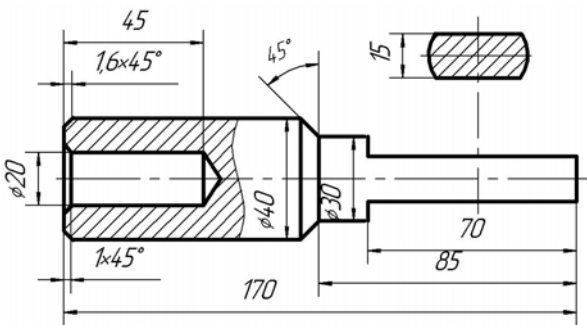


Рис. 5.5. Кресленик, який має вид і переріз

Створюючи кресленик певного елемента, необхідно подати якомога менше його зображень. Наприклад, якщо деталь складається із циліндричних, конічних або кульових елементів, то для її кресленика досить одного виду (рис. 5.3).

При кресленні деталі, що має циліндричні, конічні або кульові зовнішні й внутрішні поверхні, можна обмежитися одним розрізом (рис. 5.4). Для кресленика деталі навіть нескладної форми може знадобитися кілька зображень.

Щоб сформувати уявлення про деталь з рис. 5.5, було виконано місцевий розріз і переріз. Форму й розмір важеля можна з'ясувати за допомогою фронтального розрізу, виду А й перерізу (рис. 5.6). З цією метою кресленик наконечника (рис. 5.7) має чотири зображення: фронтальний і горизонтальний розрізи, вид зліва й вид справа.

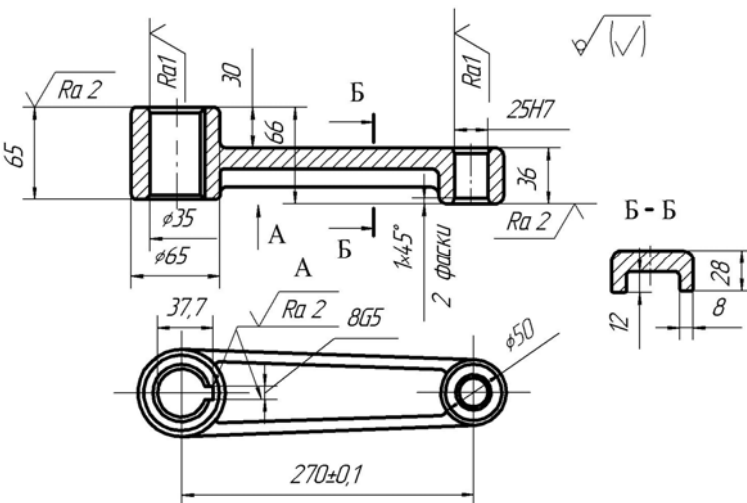


Рис. 5.6. Приклад кресленика деталі, форму якої виявляють за допомогою розрізу, виду й перерізу

Наведені приклади показують вибір зображень. Їх кількість залежить від форми деталі, але розташування видів і розрізів має відповідати схемі (рис. 5.2, б). Крім основних видів, при кресленні деталей засто-

совують *додаткові*, не паралельні основним площинам проєкцій. *Додаткові* види застосовують у тих випадках, коли яку-небудь частину деталі неможливо зобразити на основних видах без спотворення форми й розмірів. Наприклад, циліндричний фланець кронштейна вийшов би на виді зверху еліпсоподібним, так само, як і циліндричні отвори в ньому (рис. 5.8). Така зміна форми небажана. Тому на виді зверху зроблено обрив, а форму фланця без спотворення зображено на додатковому виді.

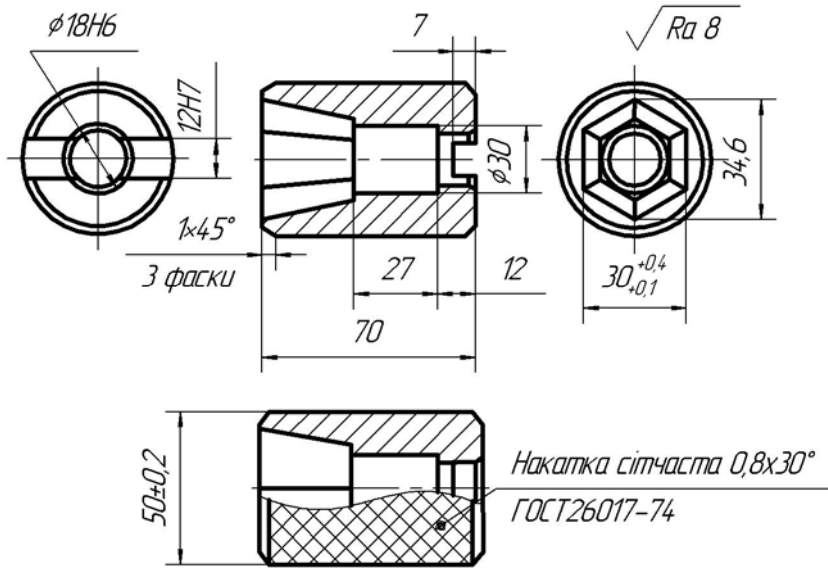


Рис. 5.7. Приклад креслення деталі, форма й розміри якої виявляються двома видами та двома розрізами

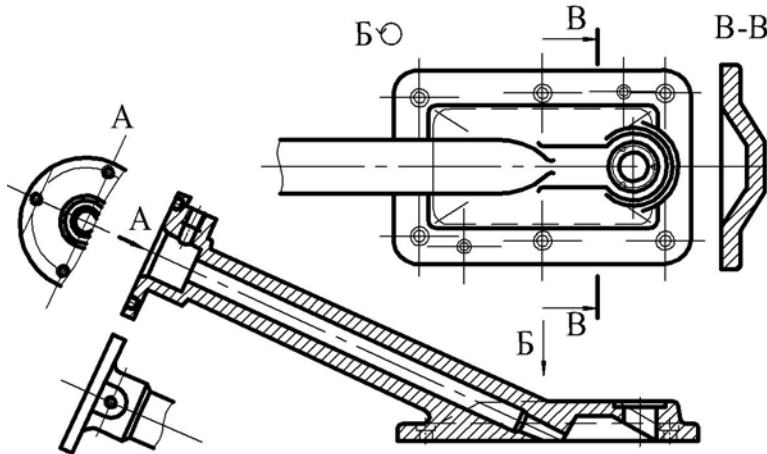


Рис. 5.8. Поєднання виду, двох розрізів та двох додаткових видів

### 5.3. Умовності й спрощення на робочих кресленнях деталей

Робочі креслення мають бути якомога доступнішими для читання, тому при їх виконанні користуються певними способами спрощення зображень видів, перерізів, розрізів.

Якщо зображення являє собою симетричну фігуру, то викреслюють його половину або трохи більше. В останньому випадку проводять лінію обриву, наприклад, вид А фланця на рис. 5.8.

Однакові елементи деталі повністю зображують на кресленку тільки один – два рази із зазначенням числа елементів та їхнього розташування (рис. 5.9).

Напрямок погляду на елемент деталі, яку пояснюють за допомогою додаткового виду, показують стрілкою з літерним позначенням. Додатковий вид супроводжують написом, у який входить літерне позначення стрілки, наприклад А (рис. 5.8). Якщо додатковий вид розташований у безпосередньому проєкційному зв'язку з основним зображенням, то стрілку й напис над ним не виконують. Наприклад, додатковий вид, що виявляє форму приливу, зображено на рис. 5.8.

З метою кращого розташування зображень на кресленку додатковий вид може бути повернутий. У цьому випадку до напису додають знак  $\odot$ , наприклад, Б  $\odot$ .

Якщо виникає потреба на кресленку показувати окреме обмежене місце поверхні деталі, то його зображення називають *місцевим видом*.

Місцеві види можуть бути обмежені лініями обриву, а на кресленнях вони позначаються такими самими написами, стрілками й літерами, що й додаткові види.



Якщо деталь має кілька однакових, рівномірно розташованих елементів, то повністю показують тільки один – два з них, а решту позначають спрощено або умовно, наприклад, отвори на рис. 5.10.

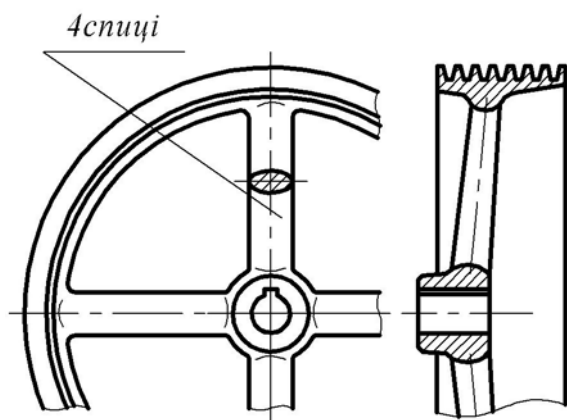


Рис. 5.9. Скорочення зображень однакових елементів

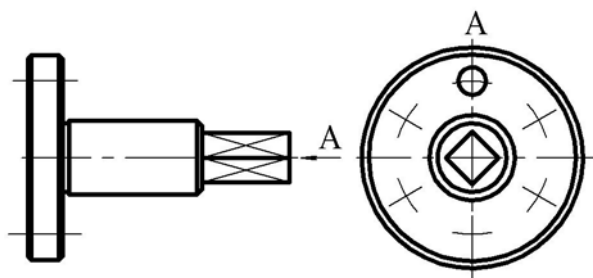


Рис. 5.10. Спрощення зображень однакових отворів

Місце, яке зображують за допомогою виносного елемента, обводять на виді (розрізі, перерізі) суцільною замкнутою тонкою лінією – колом, овалом або іншою фігурою. Ці фігури позначають буквами і розташовують їх на лініях-виносках. Якщо кресленик має кілька виносних елементів, то вони відзначаються буквами *A*, *B*, *B* і т. д. Біля виносного елемента проставляють відповідну букву й масштаб, у якому виконано зображення, наприклад, *B* (2:1) (рис. 5.11).

#### 5.4. Розміри на робочих креслениках

Усі правила нанесення розмірів, викладені в першому розділі цього посібника, застосовуються при виконанні робочих креслеників. Додатково розглянемо ще деякі способи проставлення розмірів, визначені ГОСТ 2.307 – 68.

Розміри нескладних за формою повторюваних елементів деталей (отвір, виступ, канавка і т. д.) варто наносити в одному місці, розташовуючи їх на тому зображенні, де цей елемент виглядає найбільш наочно. Наприклад, це розміри отворів, нанесених на розрізі *A – A* (рис. 5.11).

Перед розмірним числом діаметра сферичного (кульового) елемента деталі наносять знак  $\varnothing$ ; а якщо розмір такого елемента визначається радіусом, то наносять знак *R*. Коли на кресленику сферичну поверхню зображено недостатньо наочно, то допускається перед розмірним числом писати слово *сфера*. Наприклад, *сфера*  $\varnothing 20$  або *сфера* *R10*.

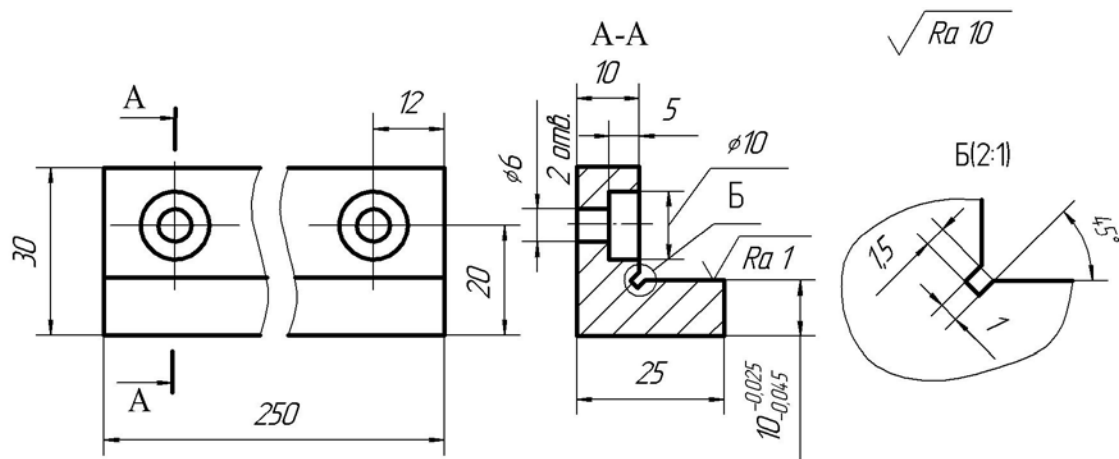


Рис. 5.11. Приклад кресленика деталі із застосуванням умовностей та спрощень

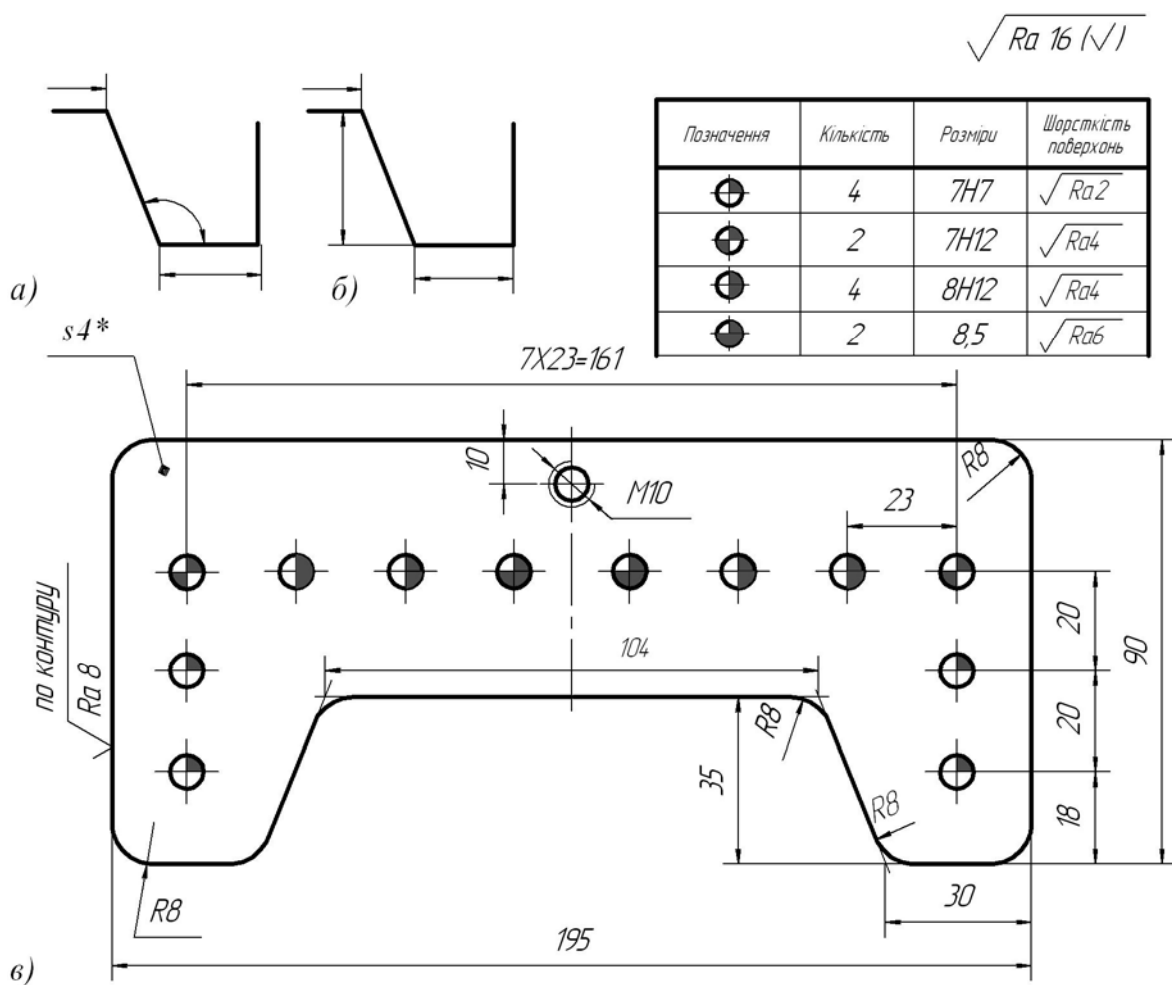


Рис. 5.12. Розміри на робочому кресленнику деталі: а, б – для визначення положень похилих поверхонь; в – для зображення груп однакових отворів

Положення похилої поверхні може бути задане на кресленнику величиною кута й двома лінійними розмірами (рис. 5.12, а) або трьома лінійними розмірами (рис. 5.12, б). Якщо похила поверхня не перетинається з іншою, а з'єднується криволінійною поверхнею, то прямолінійні ділянки контуру продовжують тонкими лініями до їхнього перетину. Від

точок перетину проводять виносні лінії для прославлення розмірів, наприклад розмір 104 на рис. 5.12, в.

Якщо деталь має кілька груп однакових отворів, близьких за своїми розмірами до інших груп, то інші зображення виходять майже однаковими, що ускладнює читання креслеників. У таких випадках зображення кожної групи однакових отворів показують умовними знаками, проставляючи розмір отворів, їх кількість.

Такими знаками у вигляді зачорнених секторів кіл (ГОСТ 2.307 – 68), наприклад позначено отвори на рис. 5.12, в. Стандарт допускає проставляти розміри й кількість отворів кожної групи не на зображенні деталі, а в таблиці.

Якщо викреслювана деталь має симетрично розташовані, однакові за конфігурацією й величиною елементи, то їхні розміри наносять один раз без зазначення кількості. При цьому, як правило, в одному місці зосереджують усі розміри. Виняток становлять однакові отвори, кількість яких завжди показують повністю, а їхні розміри – тільки один раз.

Коли ж у верхній частині деталі розташовано ряд отворів з однаковою відстанню між центрами, то замість розмірного ланцюжка, який повторює ту саму величину кілька разів, розмір проставляють один раз (див. розмір 23 на рис. 5.12, в). Потім проводять виносні лінії між центрами крайніх отворів ланцюжка, а розмір подають у вигляді добутку, де перший множник являє собою кількість відстаней між центрами сусідніх отворів, а другий – розмір кожної відстані. Наприклад, таким чином проставлено розмір:  $7 \times 23 = 161$ , на рис. 5.12, в.

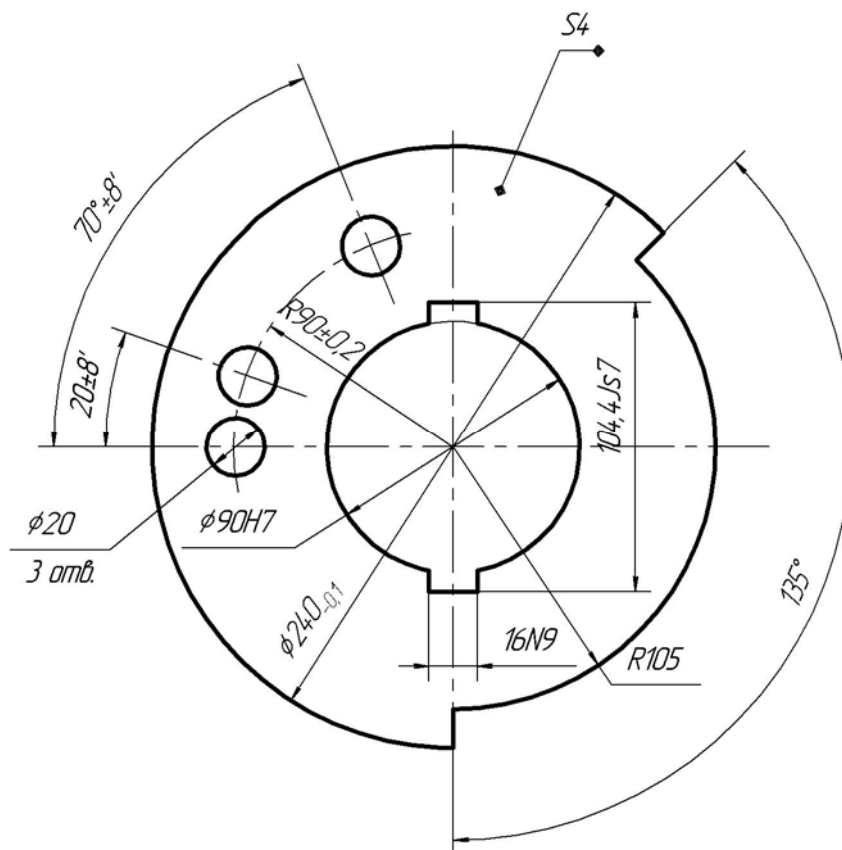


Рис. 5.13. Нанесення розмірів отворів, центри яких розташовані по дузі й по колу

Положення центрів отворів або інших однакових елементів, нерівномірно розташованих по колу, визначають кутковими розмірами (рис. 5.13). Якщо однакові елементи рівномірно поділені по колу, то куткових розмірів можна не проставляти, а обмежитись лише зазначенням кількості цих елементів. Граничні відхилення від номінального розташування отворів або інших елементів записують у технічні вимоги.

У ГОСТ 2.307 – 68 визначено спосіб подання розмірів, який дозволяє зменшити число розрізів на кресленку. Якщо на виді проставлено тільки розмір діаметра глухого циліндричного отвору, то до цього розміру потрібно додати позначення його глибини  $h$  та її величину. При цьому необхідність у розрізі відпадає. Наприклад, у лівій колонці рис. 5.14 показано зображення отворів з нанесеними розмірами, а в правій – розрізи, які можна замінити системою нанесення розмірів. Упровадження передової технології обробки отворів на координатно-розточувальних верстатах зумовило використання нового координатного способу нанесення розмірів, за яким встановлюють положення центрів отворів відносно бази із проведеними на ній осями координат. До того ж координати центрів отворів заносяться у зведену таблицю (рис. 5.15).

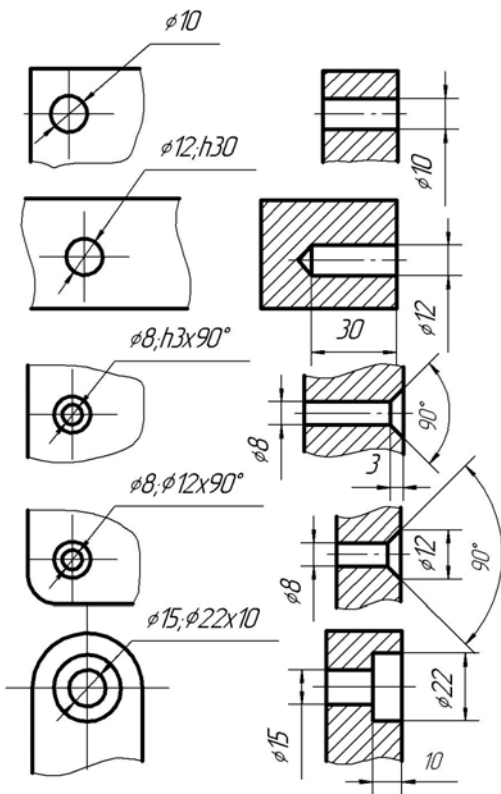


Рис 5.14. Приклади нанесення розміру різних отворів

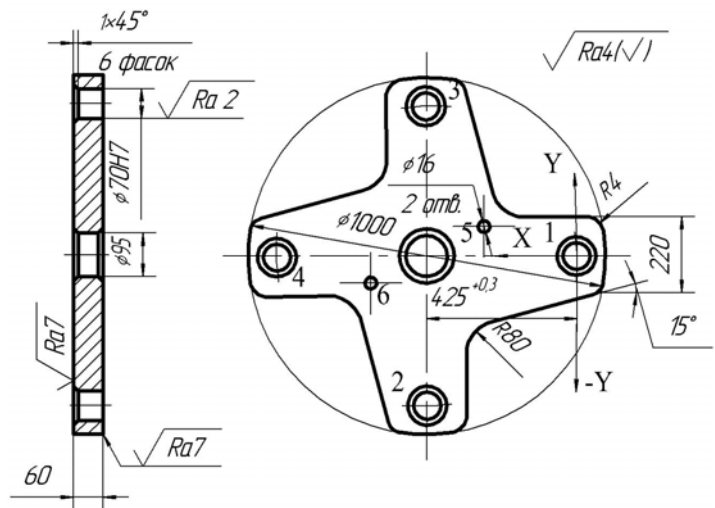


Рис. 5.15. Особливості нанесення розмірів для розточування отворів на координатно-розточувальному верстаті

Таблиця 5.1 – Координати розточування

№ п/п	X	Y
1	0,000	0,000
2	425,000	- 425,000
3	425,000	425,000
4	850,000	0,000
5	260,665	80,636
6	589,335	- 80,636

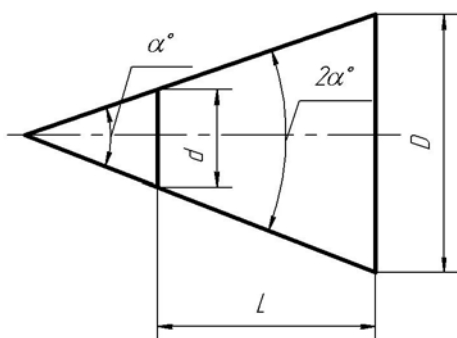


Рис. 5.16. Визначення конусності

**Нанесення конусності й уклонів.** На зображеннях конічних елементів деталей розміри можуть бути нанесені по-різному, це, наприклад, діаметри більшої та меншої основ зрізаного конуса і його довжина; кут нахилу твірної конуса, кут конуса разом з іншими розмірами або величина конусності.

Відношення різниці двох діаметрів у поперечному перерізі конуса ( $D - d$ ) до відстані  $l$  між ними називається **конусністю  $K$**  (рис. 5.16), тобто

$$K = \frac{D - d}{l}$$

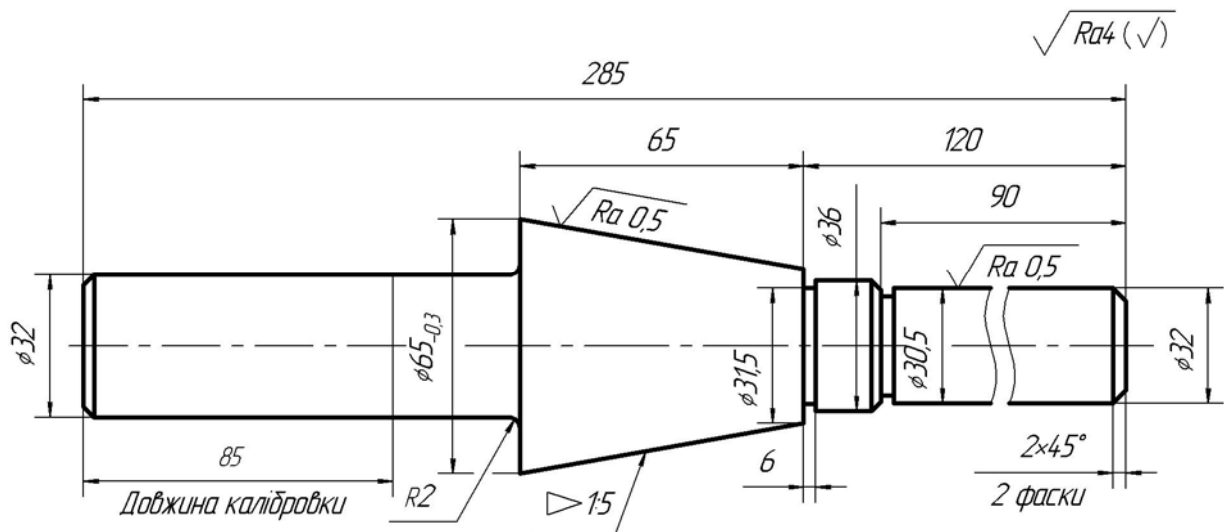
Наприклад, конусність елемента деталі з діаметром більшої основи 25 мм, діаметром меншої основи 15 мм, довжиною 50 мм можна визначити таким чином:

$$K = \frac{D - d}{l} = \frac{25 - 15}{50} = \frac{1}{5} = (1 : 5).$$

Проектуючи нові вироби, застосовують величини конусності, встановлені ГОСТ 8593 – 57: 1 : 3; 1 : 5; 1 : 7; 1 : 8; 1 : 10; 1 : 12; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 30. Стандартизовано також відповідність величини конусності й кута між твірними конуса. Зокрема, куту 30° відповідає конусність 1 : 1,866; 45° – 1 : 1,207; 60° – 1 : 0,866; 75° – 1:0,652, куту 90° – 1 : 0,5. У кресленнях металорізальних інструментів дуже часто величина конусності відповідає напису, який містить номер конуса Морзе, тоді розміри конічних елементів установлюють за ГОСТ 2847 – 67.

На кресленнях конусність позначають відповідно до правил ГОСТ 2.307 – 68. Зокрема, перед розмірним числом, яке відповідає її величині, проставляють умовний знак у вигляді рівнобедреного трикутника, вістря якого спрямоване у бік вершини конуса (рис. 5.17).

Знак і цифри, які відображають величину конусності, розташовують на кресленнях паралельно геометричній осі конічного елемента.



1. Гартувати HRC 35...42.
2. Конус шліфувати конусним калібром.
3. Гострі краї закруглити R1.

Рис. 5.17. Нанесення конусності на робочий кресленник

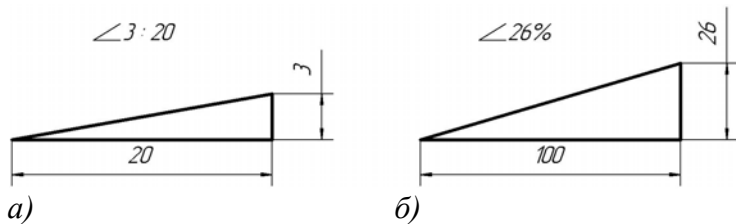


Рис. 5.18. Приклади побудови уклонів 3 : 20 і 26 %

Якщо на кресленіку поверхня має певний уклон, наприклад 3 : 20, то креслять прямокутний трикутник, один з катетів якого дорівнює трьом одиницям довжини, а другий – 20 таких самих одиниць (рис. 5.18, а).

У тому випадку, коли уклон, задано у відсотках, наприклад, 26 %, то один катет повинен мати довжину, яка дорівнює 26 одиниць; другий – 100 одиниць (рис. 5.18, б).

Під час креслення деталі, щоб побудувати лінію із заданим уклоном, доводиться користуватись допоміжними лініями або точками. Наприклад, треба провести лінію, уклон якої дорівнює 1: 4 (рис. 5.19). Тоді відрізок прямої довжиною 10 мм варто прийняти за одиницю довжини й відкласти на продовженні горизонтальної лінії чотири такі одиниці (тобто 40 мм). Потім належить побудувати лінію уклону, як це зображено на рис. 5.19.

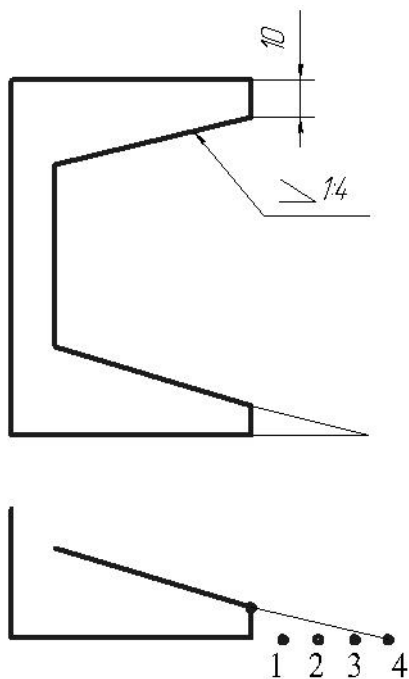


Рис. 5.19. Побудова лінії із заданим уклоном

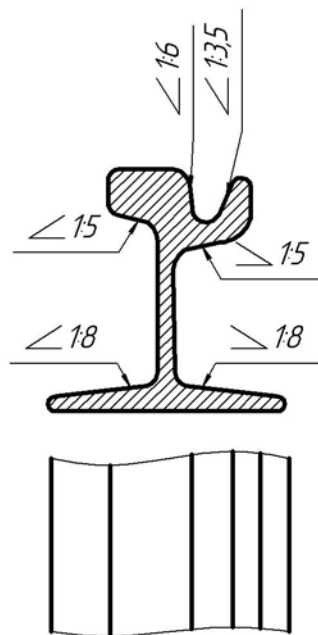


Рис. 5.20. Зображення деталі з уклонами

Уклон на кресленіках проставляють за допомогою знака, утвореного із двох ліній, які розташовані під гострим кутом, і розмірного числа, що відповідає величині цього уклону. Вершина знака має бути спрямована у бік нахилу поверхні деталі. Знак і розмірне число розташовують паралельно напрямку, стосовно якого задано уклон на кресленіку. Наприклад, на кресленіку трамвайної рейки (рис. 5.20) уклони чотирьох поверхонь мають горизонтальний напрямок, а уклони бічних поверхонь жолоба – вертикальний.

*Нанесення розмірів.* Розміри на робочих кресленіках проставляють так, щоб ними зручно було користуватися в процесі виготовлення деталей і перевірки їхньої правильності після виготовлення. З цією метою беруть до уваги способи вимірювання деталей та особливості технологічного процесу їхнього виготовлення.

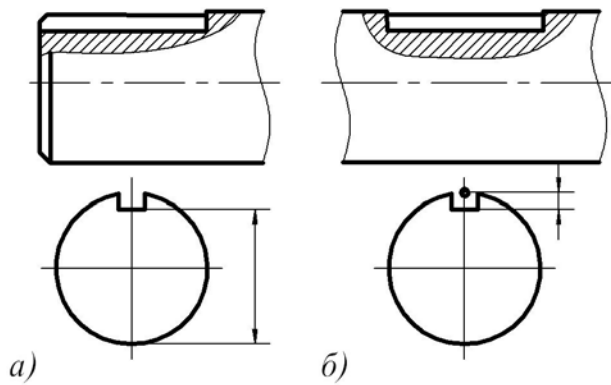


Рис. 5.21. Нанесення розміру шпонкового паза: *a* – відкритого; *б* – закритого

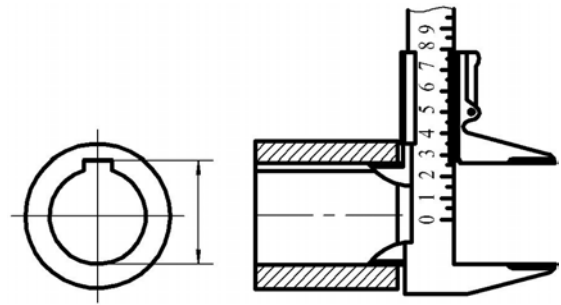


Рис. 5.22. Нанесення розміру в отворі зі шпонковим пазом та вимірювання глибини шпонкового паза штангенциркулем

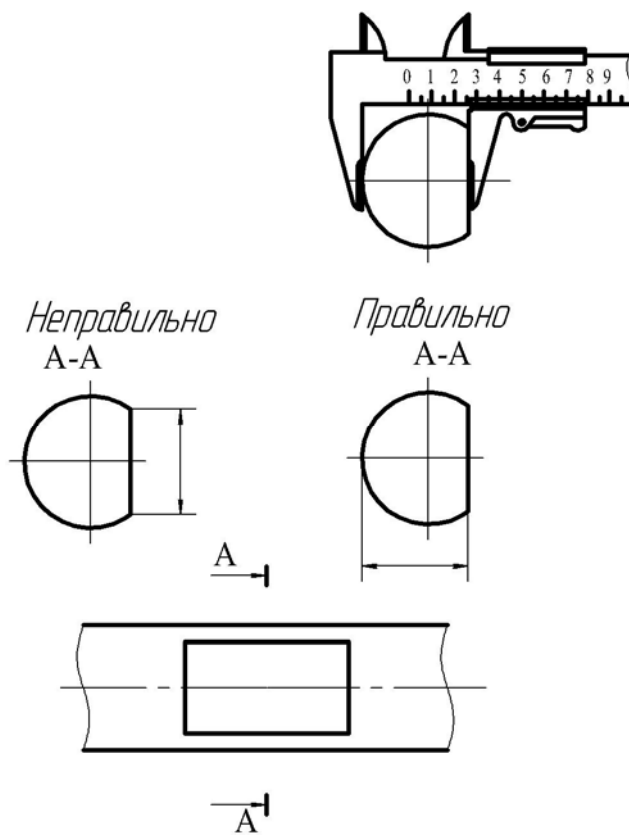


Рис. 5.23. Варіанти нанесення розмірів на валу з лискою

Наприклад, глибину відкритого шпонкового паза на зовнішній циліндричній поверхні зручно вимірювати з торця, а на кресленку варто наносити розмір, показаний на рис. 5.21, *a*. Такий самий розмір закритого паза легше перевірити, якщо нанесено розмір, проставлений на рис. 5.21, *б*. Глибину шпонкового паза на внутрішній циліндричній поверхні зручніше контролювати за розміром, нанесеним на рис. 5.22. Розміри мають бути подані таким чином, щоб при виготовленні деталі не доводилося з'ясовувати їх шляхом підрахунків. Тому розмір, проставлений на перерізі вала по ширині лиски (рис. 5.23), можна вважати невдалим, у той час як розмір, що відображає величину лиски, правильно показано в правій частині рис. 5.23.

На рис. 5.24 подано приклади проставлення розмірів ланцюговим, координатним і комбінованим методами.

*Ланцюговий метод* передбачає розташування розмірів між розміщеними одна за одною розмірними лініями, як це показано на рис. 5.24, *a*. Якщо проставляють загальний (габаритний) розмір, то ланцюг вважається замкнутим. Як правило такий тип розмірного ланцюга буде доречним, коли один з його розмірів є довідковим, наприклад, габаритний (рис. 5.24, *a*), або входить до складу розмірного ланцюга (рис. 5.24, *б*).

*Довідковими* називаються *розміри*, яких потрібно дотримуватись у заданому кресленку, вони полегшують його читання. Цей тип розмірів на кресленку позначають зірочкою, яка ставиться справа зверху від числа, а в технічних вимогах повторюють цей знак і записують: «розміри для довідок».

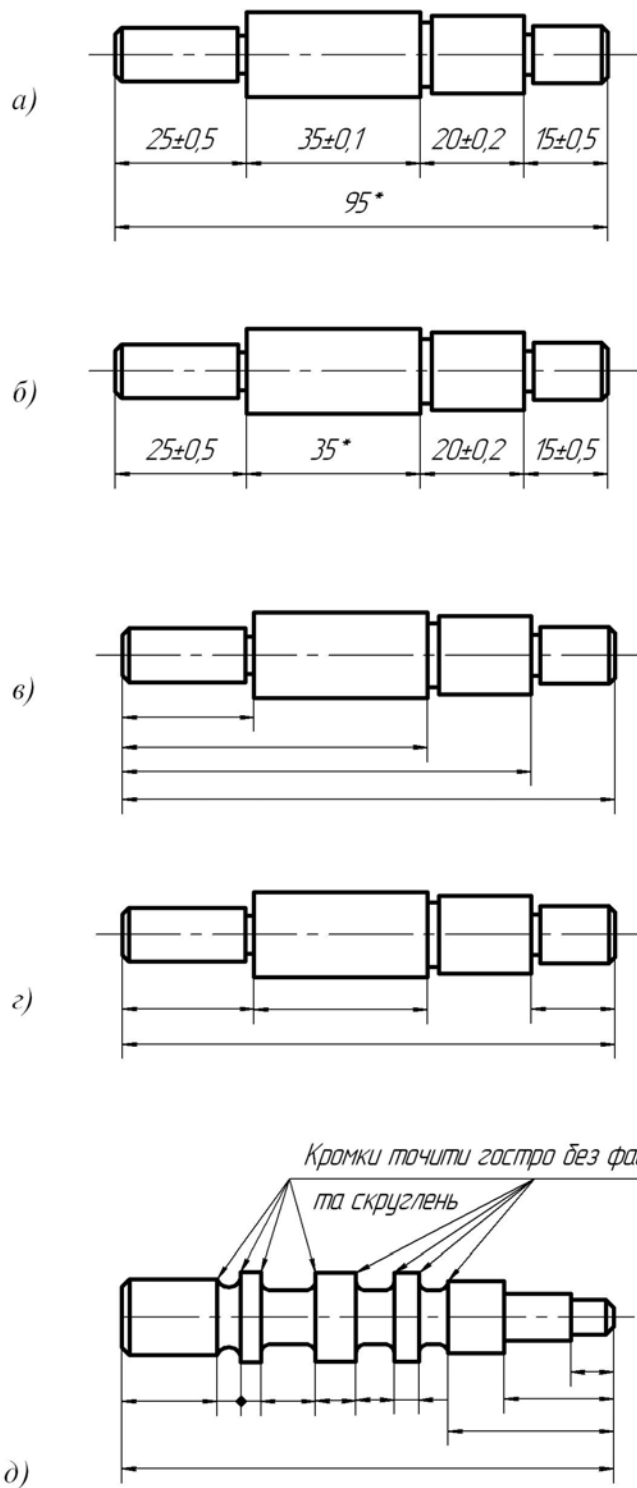


Рис. 5.24. Нанесення розмірів довжини вала:  
 а, б – ланцюговим; в – координатним;  
 г, д – комбінованим методами

У довідковому розмірі, який входить до складу замкнутого ланцюга, граничних відхилень не подають. Але найчастіше використовують незамкнуті розмірні ланцюги. Тоді один із розмірів, для досягнення якого припустима найменша точність, не вводять у розмірний ланцюг або не проставляють габаритний розмір.

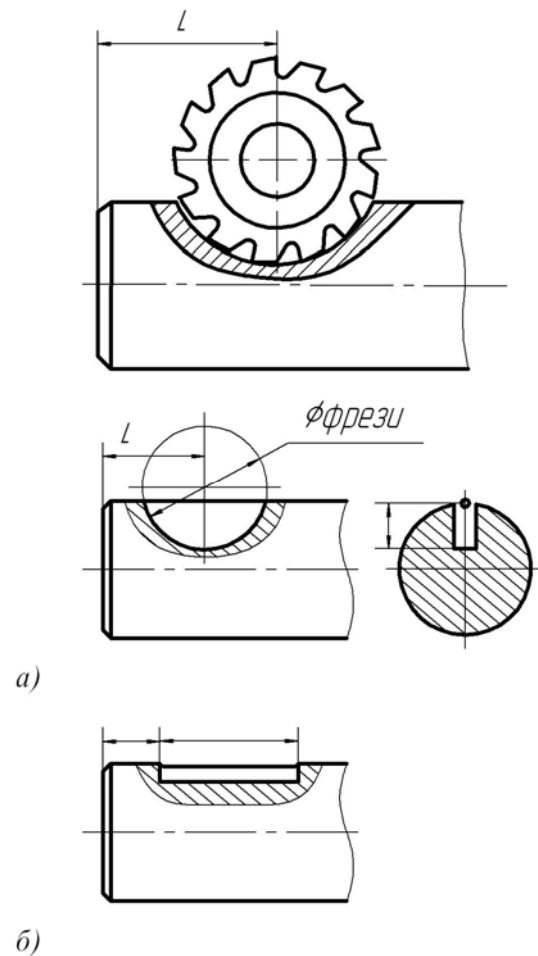


Рис. 5.25. Нанесення розміру шпонкового паза: а – сегментної шпонки; б – призматичної

Проставлення розмірів *координатним методом* виконують з огляду на заздалегідь обрану базу. Наприклад, на рис. 5.24, в такою базою служить лівий торець вала.

У практиці найчастіше застосовують *комбінований метод* проставлення розмірів, що являє собою поєднання ланцюгового й координатного (5.24, г, д).

На робочих креслениках механічно оброблених деталей, у яких гострі кромки або ребра мають бути скруглені, зазначають величину радіуса скруглення (про це повідомляє пункт технічних вимог до креслеників), (рис. 5.17). Якщо краї потрібно залишити гострими,



то на зображенні деталі або в технічних вимогах поміщають відповідні письмові позначки (рис. 5.24, д). У тих випадках, коли на креслениках відсутні вказівки про край або ребра, то вони мають бути притуплені.

Розміри, що визначають положення шпонкових пазів, також проставляють із урахуванням особливостей технологічного процесу. На зображенні паза для сегментної шпонки (рис. 5.25, а) враховують розмір до центра дискової фрези. Положення паза для призматичної шпонки встановлюють за розміром до його краю, тому що для його виконання користуються пальцевою фрезою (рис. 5.25, б).

Деякі елементи деталей залежать від форми різального інструмента. Наприклад, дно циліндричного отвору виходить конічним, оскільки воно повторює форму кінця свердла. Розмір глибини таких отворів найчастіше проставляють з урахуванням глибини його циліндричної частини (рис. 5.26, а). Приклад позначення розміру фаски наведено на рис. 5.26, б. Кут прохідного токарського різця дорівнює  $45^\circ$ ; а якщо торець уступу вала не повинен бути підрізаний після обточування елемента, що має менший діаметр, то на кресленику подають розмір кута (рис. 5.26, в).

Характерним розміром для вальниць (підшипників) або для посадкового місця під кулькові вальниці є висота осі отвору, в який вставляють вал. Цей розмір проставляють з урахуванням площі привалкової поверхні вальниці (рис. 5.27).

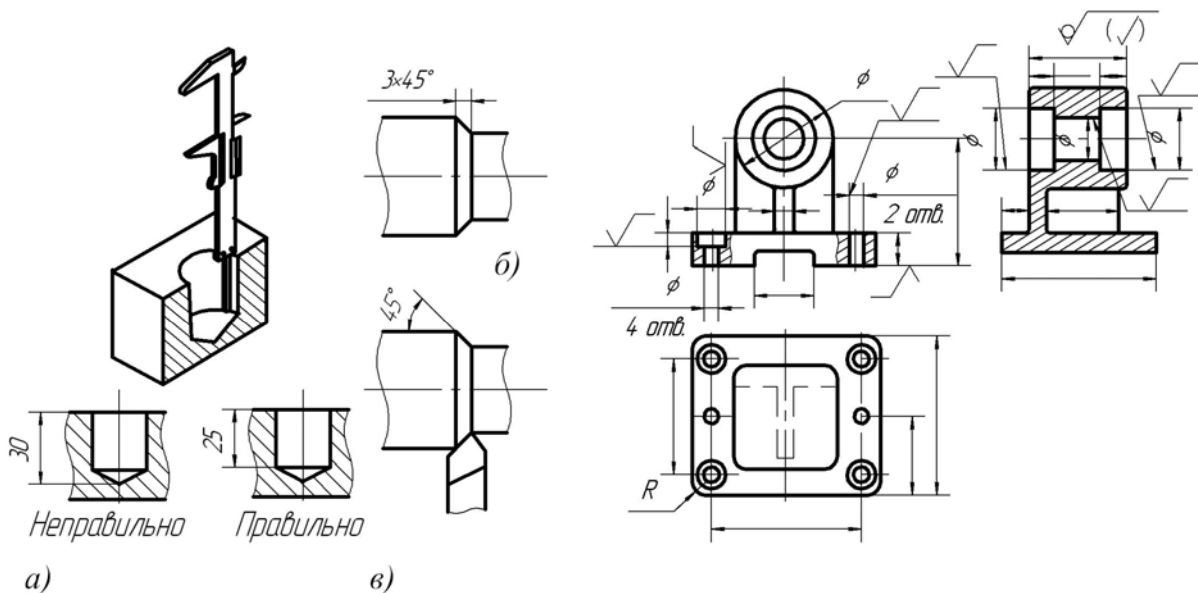


Рис. 5.26. Нанесення розмірів:  
а – глухого отвору; б – фаски,  
в – уступу вала

Рис. 5.27. Нанесення розмірів на  
зображення вальниці

Положення осей отворів, призначених для кріплення при монтуванні деталі, встановлюється за розмірами, поданими на виді зверху. Габаритний розмір по вертикалі звичайно не наводять, оскільки він являє собою суму розмірів, зокрема, висоти отвору для вала й радіуса зовнішньої поверхні циліндричного елемента вальниці. Розміри діаметрів східчастих отворів проставляють переважно на розрізах, де можна подати довжину (глибину) отворів (рис. 5.27).

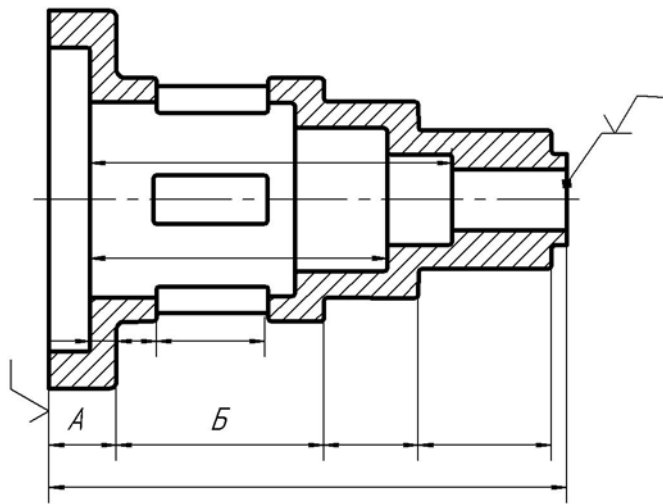


Рис. 5.28. Нанесення внутрішніх і зовнішніх розмірів на зображенні корпуса

На креслениках деталей, які мають порожнини, окремо проставляють внутрішні розміри, що відображають довжину (або висоту) деталі, й зовнішні. Наприклад, на кресленику корпуса (рис. 5.28) групу розмірів, зовнішніх поверхонь, розміщено нижче від зображення. Внутрішні поверхні деталі характеризує група розмірів, яка розташована всередині зображення. Згідно з цим креслеником тільки дві поверхні корпуса підлягають механічній обробці. При цьому, якщо належить обробляти тільки частину поверхні деталі, то решту поверхонь зображують чорними, тобто такими, як вони вийшли при литті, куванні, штампуванні і т. д.

Група розмірів, що характеризують оброблені поверхні, мають бути пов'язані із групою розмірів чорних поверхонь не більше ніж одним розміром у кожному координатному напрямку. На кресленику корпуса такий розмір буде позначено буквою *A*. Якби розміри порожнини корпуса були проставлені з урахуванням поверхні лівого торця деталі, то при його обробці виникла б необхідність витримувати граничні відхилення відразу кількох розмірів.

### 5.5. Позначення на креслениках граничних відхилень від форми й розташування поверхонь

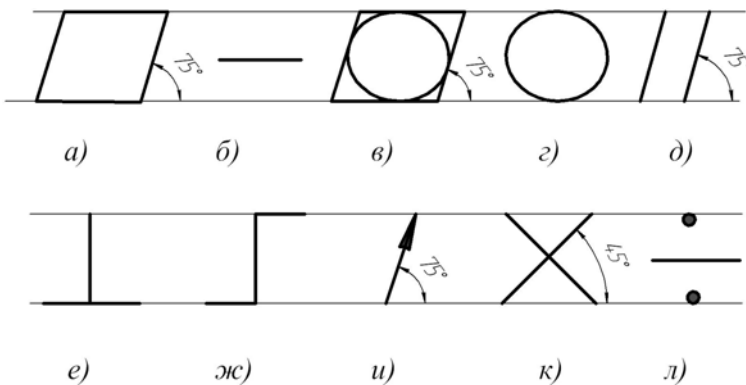


Рис. 5.29. Умовні позначення граничних відхилень від форми і розташування поверхонь

Умовні позначення складаються з символів і цифр, які відображають величину відхилення в міліметрах. Наприклад, на рис. 5.29 показано умовні позначення граничних відхилень: *a* – від площини, *б* – від прямолінійності, *в* – від циліндричності, *г* – від круглості, *д* – від паралельності, *е* – від перпендикулярності, *ж* – від співвісності, *и* – торцеве, радіальне биття, *к* – при перетині осей, *л* – від симетричності.

Позначення обводять прямокутною рамкою, яку поділяють на дві частини: першу – для символу, другу – для величини граничного відхилення, вираженого в міліметрах. У тих випадках, коли позначення має бути доповнене буквою, якою на кресленику позначено базу, або кількома буквами – позначенням баз, рамку відповідно збільшують. Висота символів, цифр і букв, вписаних у рамки, має дорівнювати висоті розмірних чисел на кресленику. Висота рамки, як правило перевищує висоту шрифту на 2 – 3 мм. Рамку й стрілки, що відводять від неї, викреслюють суцільними тонкими лініями (рис. 5.30, *a*).

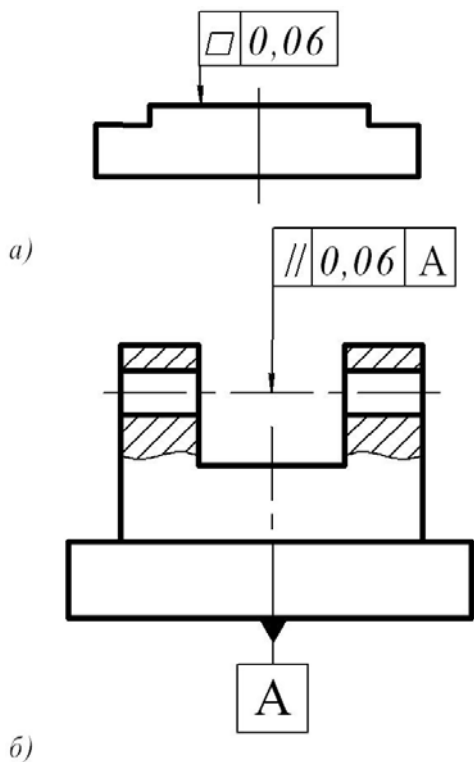


Рис. 5.30. Приклади нанесення позначень граничних відхилень:  
 а – від площини;  
 б – від паралельності

Поміж рамкою й елементом деталі, до якого належать проставлені граничні відхилення, проводять пряму або ламану лінію, що закінчується стрілкою. Напрямок її відрізка, який закінчується стрілкою, повинен відповідати напрямку лінії вимірювання.

Цю рамку також з'єднують з базою прямою або ламаною лінією, що закінчується зачорненим трикутником. Трикутник має бути рівностороннім, а його висота приблизно дорівнює розміру шрифту розмірних чисел.

На рис. 5.30, б зачорнений трикутник показує, що базою для встановлення паралельності служить поверхня, розташована в основі деталі. Написи в рамці та з'єднувальні лінії свідчать про необхідність контролю паралельності загальної осі отворів і базової поверхні, позначеної буквою А. Буква А увійшла в третю частину рамки, а в другу частину – величина граничного відхилення від паралельності, яка дорівнює 0,06 мм.

## 5.6. Ескізи

*Ескізами* називаються кресленики тимчасового характеру, виконані, як правило, без застосування креслярських інструментів і без точного дотримання масштабу зображуваного об'єкта.

Отже, пропорційність між окремими елементами деталі на ескізі витримують приблизно.

До зображення на ескізі існують такі самі вимоги, як і до кресленника. В окремих випадках можна користуватись ескізами виготовлюючи деталі на заміну однієї або кількох зношених, під час ремонту та коли робити кресленики недоцільно.

Ескіз – це найбільш швидкий й одночасно точний засіб вираження технічної думки, ідеї конструктора, винахідника, раціоналізатора. Тому ескізи незамінні під час створення нових конструкцій виробів, пристроїв, інструментів.

У виробничій практиці цінується вміння виконувати ескізи з натури, тобто грамотно зображати реальні технічні об'єкти.

Перед початком роботи над ескізом потрібно ретельно оглянути форму деталі й відповісти на такі питання:

1) Яке положення надати деталі для викреслювання головного зображення?

2) Які види (розрізи, перерізи, розміри і т. д.) повністю виявляють форму зображеної деталі при якнайменшому їх числі?

Для відповіді на перше питання беруть до уваги робоче положення деталі (у машині або в іншому виробі). Наприклад, корпусні деталі: вальниці, кронштейни, передні й задні бабки верстатів, крани й вентилі, трубопроводи, редуктори тощо зображають на кресленику в робочому положенні.

Прикладом може служити кресленик нижньої частині корпуса вальниці, при зображенні якого враховувалося положення деталі в складеному виробі (рис. 5.31).

Робоче положення рухомих деталей на кресленику зображують відповідно до їхньої переважної позиції в процесі виготовлення.

Наприклад, деталі циліндричної, конічної форми або ті, що складаються з подібних елементів і виготовляють на токарних верстатах: вали, осі, токарні центри, піанолі, шпинделі, пальці, штифти, штоки, втулки, гільзи, стакани, шківни, поршні, золотники та ін. викреслюють у

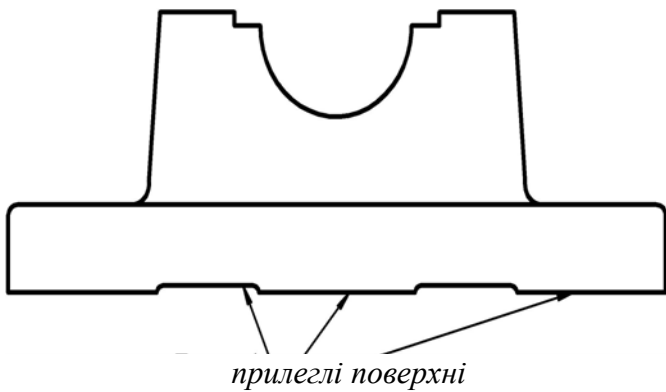


Рис. 5.31. Робоче положення деталі, прийняте для зображення головного виду кресленника

положенні, яке вони займають під час обробки точінням (рис. 5.32), тобто їхня геометрична вісь має бути горизонтальною.

При виборі положення деталі прагнуть до того, щоб головний вид (головне зображення) формував найточніше уявлення про форму деталі, маючи при цьому найбільшу кількість видимих контурів.

Як зазначалось вище, число зображень повинне бути щонайменшим, але достатнім для повного виявлення форми й розмірів усіх елементів деталі.

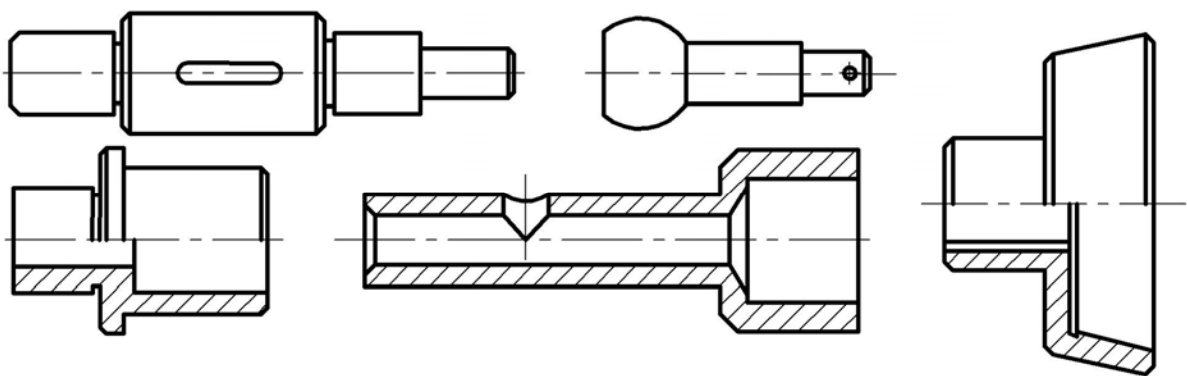


Рис. 5.32. Положення деталей для зображення їх на кресленниках

Ескізи належить виконувати на папері в клітинку, що значно полегшує роботу. По лініях сітки на цьому папері спочатку проводять осьові, центрові лінії, більшу частину ліній контуру, виносні й розмірні лінії, а центри кіл поміщають у точках перетину ліній сітки.

Перед початком виконання ескізу потрібно правильно спланувати площу аркуша, визначивши місце для кожного зображення, написів, штампів, користуючись при цьому схемою, поданою на рис. 5.1.

Особливу увагу потрібно приділити ділянкам ескізу, на яких будуть проведені розмірні лінії, залишивши достатньо місця біля зображень і між ними. На рис. 5.34, б зону, де буде виконане зображення, відзначено кутами в середині аркуша, а також проведено вісь і центрові лінії. Нижче від цих відміток і з боків залишено місця для нанесення розмірів. У правому нижньому кутку – рамка для основного напису, у верхньому кутку залишено місце для нанесення позначень переважної шорсткості поверхні.

Ескіз деталі, що має два зображення, потрібно виконувати поелементно, але в цьому випадку кожний елемент слід зображати, викреслюючи послідовно головний вид і вид зліва або головний вид у поєднанні з іншим зображенням. Наприклад, деталь (рис. 5.33, а), що складається з п'яти елементів: двох циліндричних, призматичного, конічного, шестигранного, потрібно зобразити в такій послідовності: призматичний елемент у вигляді головного виду й виду зліва (рис. 5.33, б), конічний елемент – головного виду й виду зліва (рис. 5.3, в); потім циліндричний, шестигранний і другий циліндричний у такій самій послідовності (рис. 5.33, г – е). На рис. 5.33, ж показано передостанній етап виконання ескізу – проведення розмірних ліній. На останньому етапі деталь вимірюють, постановляють розміри, визначають шорсткість поверхонь, наносять позначення й виконують основний напис.

Ескізи деталей складнішої форми, для зображення яких потрібні розрізи та інші засоби зображення, треба виконувати в такій послідовності:

вибрати положення деталі для подання головного зображення (воно може бути видом, розрізом, поєднанням виду й розрізу), спланувати площу аркуша, нанести осьові й центрові лінії;

визначити число решти зображень і виконати їх, нанести розмірні лінії;

обміряти деталь, проставити розміри; визначити шорсткість поверхонь деталі, нанести її позначення;

заповнити основний напис.

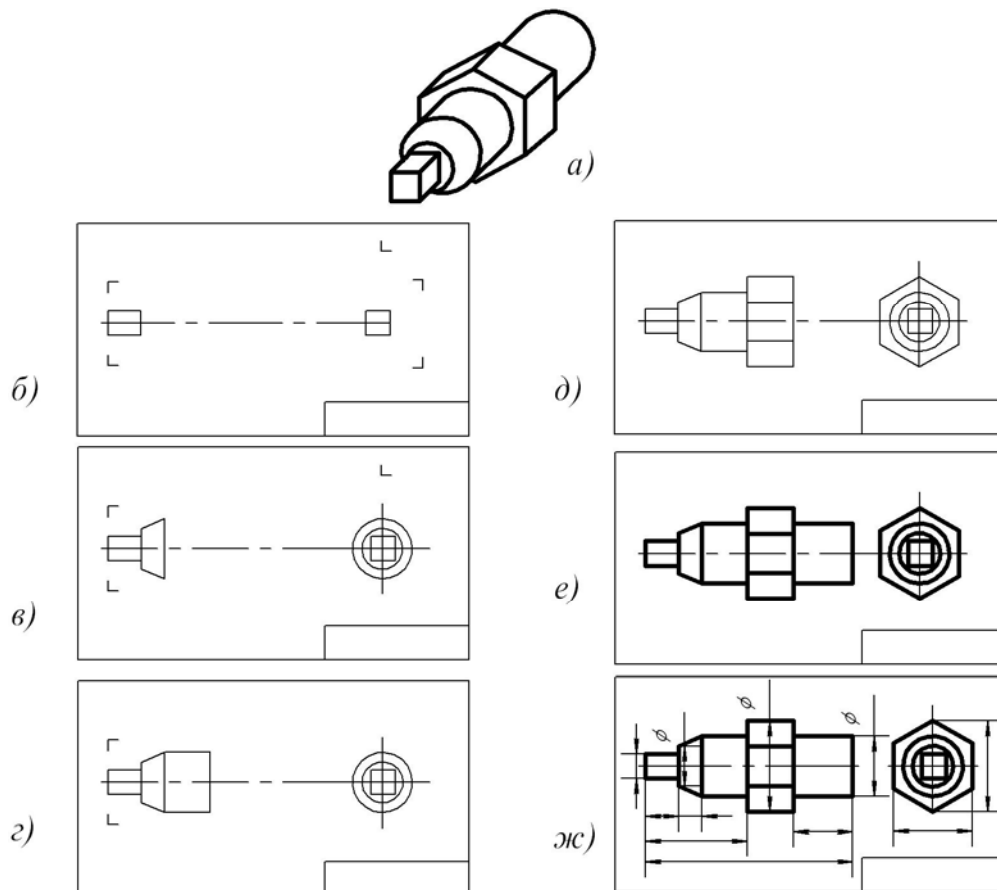


Рис. 5.33. Послідовність виконання ескізу деталі

### Контрольні питання

1. Як називають основні види зображення об'єкта?
2. Яким чином розташовують шість основних видів на кресленику?
3. Що являє собою місцевий вид, і з якою метою його зображують?
4. Чим відрізняється додатковий вид від місцевого?
5. Як подають на кресленику технічні вимоги до виготовлення деталей?
6. Як позначають на креслениках уклони?
7. За якою методикою підраховують величину конусності?
8. Що називається допуском?

9. Як вибирають положення деталі для креслення головного виду?
10. Чим ескіз відрізняється від кресленника?
11. У якому порядку потрібно виконувати ескіз деталі?

*На базі засвоєних при вивченні даного розділу знань студенти матимуть змогу правильно вибрати положення деталі на головному виді, встановити кількість необхідних зображень; наносити розміри, позначення граничних відхилень, виконуючи при цьому технічні вимоги стандартів ЄСКД, а також застосовувати на робочих кресленниках умовності й спрощення.*

## РОЗДІЛ 6. КРЕСЛЕННЯ НАРІЗЕЙ, РОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ ТА СТАНДАРТИЗОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС І ПРУЖИН

*Метою цього розділу є вивчення стандартизованих рознімних з'єднань, що передбачає всебічний розгляд усіх складових елементів (основних і допоможних) системи формування виробів із деталей.*

### 6.1. Нарізі та рознімні з'єднання деталей

#### 6.1.1. Види нарізі й зображення її на креслениках

У машинобудуванні, приладобудуванні та в інших галузях виробництва досить поширені рознімні з'єднання деталей машин, функція яких забезпечується шляхом виконання нарізі різного профілю (трикутного, трапецеїдального, прямокутного, круглого тощо).

Нарізь трикутного профілю звичайно виконують на деталях, призначених для скріплення, а тому її називають кріпильною. Нарізі інших профілів, переважно трапецеїдального й прямокутного, застосовують у ходових частинах виробів, наприклад, на валу для руху супорта токарного верстата, на гвинті машинних лещат, домкратів тощо.

*Гвинтова нарізь* – це поверхня виступу, утворена внаслідок поступально-обертального руху, вона має плоский контур і розміщується на бічній поверхні циліндра чи конуса.

Розрізняють такі види нарізей:

1) за формою поверхні:

циліндрична – нарізь, що утворена на поверхні циліндра; конічна – та, що утворена на поверхні конуса;

2) за характером поверхні:

зовнішня – виконана на зовнішній поверхні циліндра чи конуса; внутрішня – утворена на внутрішній поверхні циліндра чи конуса;

3) за напрямком:

права – це нарізь, що утворена контуром, який обертається за рухом годинникової стрілки і переміщується вздовж осі у напрямку від спостерігача;

ліва – контур обертається у напрямку до спостерігача;

4) за числом заходів (виступів і канавок):

однозахідна – це нарізь, утворена однією гвинтовою ниткою;

багатозахідна утворена двома, трьома і більше гвинтовими нитками.

Гвинтова нитка – це виступ гвинтової нарізі, утворений одним профілем.

Основні параметри профілю нарізей встановлені ДСТУ 2497 – 94.

*Крок нарізі*  $P$  являє собою відстань між відповідними точками двох сусідніх витків, яку вимірюють паралельно осі нарізі.

*Хід нарізі*  $t$  – відстань між відповідними точками на поверхні гвинтової нитки за одне обертання контуру, яку вимірюють паралельно осі нарізі;  $t = n \times P$ , де  $n$  – число заходів нарізі.

*Число заходів нарізі* – кількість ниток, що її утворюють.

Кожний вид нарізі характеризують такими параметрами: зовнішнім  $d$ , внутрішнім  $d_1$  та середнім  $d_2$  діаметрами, кутом і висотою профілю.

Збіг нарізі – це ділянка неповного профілю в зоні переходу нарізаної чістини деталі.

*Зображення й позначення нарізей на креслениках.*

На креслениках прийнято зображати й позначати нарізь умовно відповідно до ГОСТ 2.311 – 68. Характер умовного зображення однаковий для всіх видів стандартизованих нарізей, а саме:

а) На стержні – суцільними основними лініями по її зовнішньому діаметру й суцільними тонкими – по внутрішньому.

На зображеннях, утворених проєціюванням на площину, що паралельна осі стержня, суцільну тонку лінію по внутрішньому діаметру нарізі проводять по всій довжині без збігу.

На зображеннях, утворених проєціюванням на площину, перпендикулярну до осі стержня, по внутрішньому діаметру нарізі проводять дугу, що приблизно дорівнює 3/4 кола й розмикається в будь-якому місці (рис. 6.1, 6.2).

б) В отворі – суцільними основними лініями по внутрішньому діаметру нарізі й суцільними тонкими – по зовнішньому (рис. 6.3).

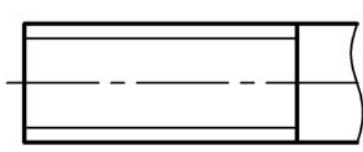


Рис. 6.1. Зображення нарізі на циліндричних стержнях

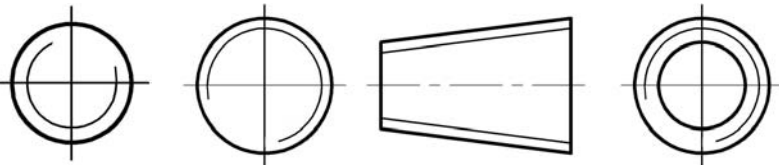


Рис. 6.2. Зображення нарізі на конічних стержнях

Невидиму нарізь слід зображувати штриховими лініями однакової товщини і по зовнішньому, і по внутрішньому діаметрах (рис. 6.4).

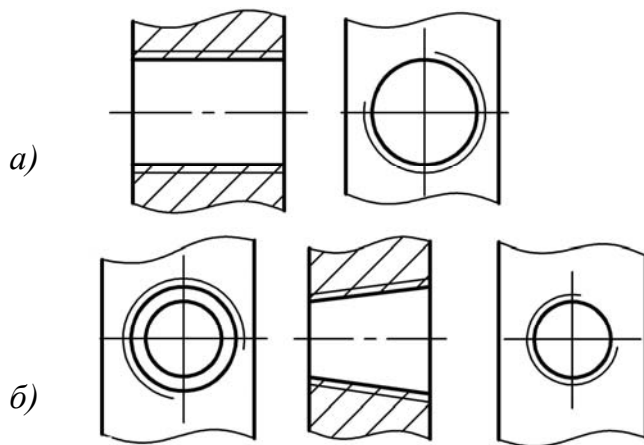


Рис. 6.3. Зображення нарізі в отворах:  
а – циліндричних; б – конічних

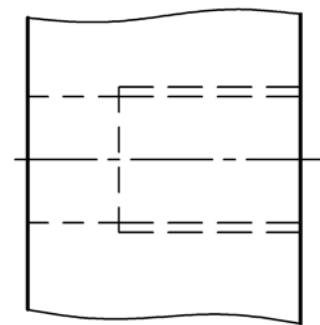


Рис. 6.4. Зображення невидимої нарізі в отворі

Межа повного профілю нарізі без урахування збігу на стержні та в отворі проводиться до лінії зовнішнього її діаметра й зображається суцільною основною лінією, перпендикулярною до осі нарізі.

Штрихування в розрізах і перерізах треба доводити до лінії зовнішнього діаметра нарізі на стержні та до лінії внутрішнього діаметра в отворі, тобто в обох випадках до суцільної основної лінії (рис. 6.3 і 6.5).

Розмір довжини нарізі слід позначати таким чином:

– зображення довжини нарізі повного профілю без збігу – відповідно до рис. 6.6, а;

– зображення всієї нарізаної частини зі збігом, як на рис. 6.6, б;

– для показу величини збігу нарізі користуємось зразком на рис. 6.6, в.

Розміри довжини нарізі в отворах слід відобразити відповідно до рис. 6.7 а, б.



Збіг нарізі зображують суцільною тонкою прямою лінією (рис. 6.6, б, в; рис. 6.7, б).

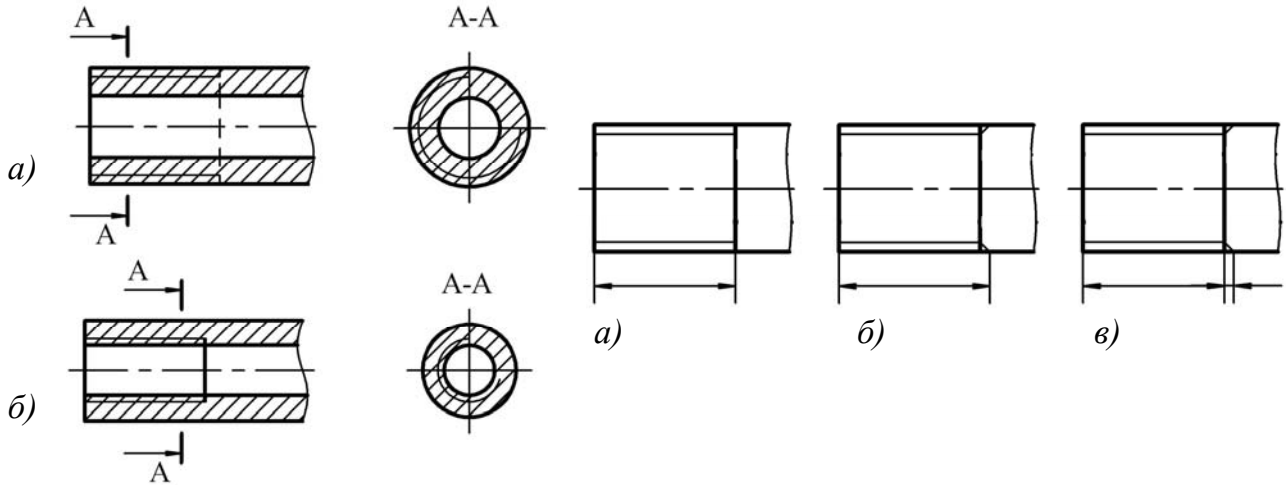


Рис. 6.5. Зображення нарізі в розрізах і перерізах: *а* – на стержні; *б* – в отворі

Рис. 6.6. Розмір довжини нарізі на стержні: *а* – повний профіль без збігу; *б* – зі збігом; *в* – із позначенням величини збігу

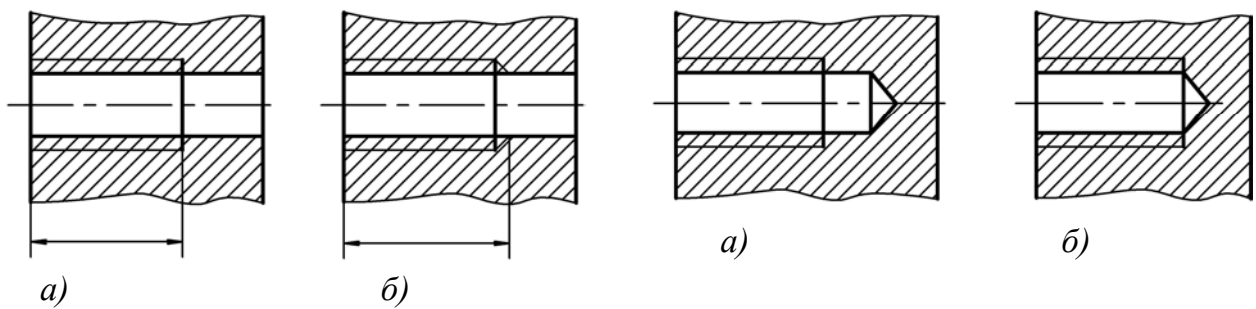


Рис. 6.7. Розмір довжини нарізі в отворі: *а* – повний профіль; *б* – із збігом

Рис. 6.8. Глухий отвір із наріззю

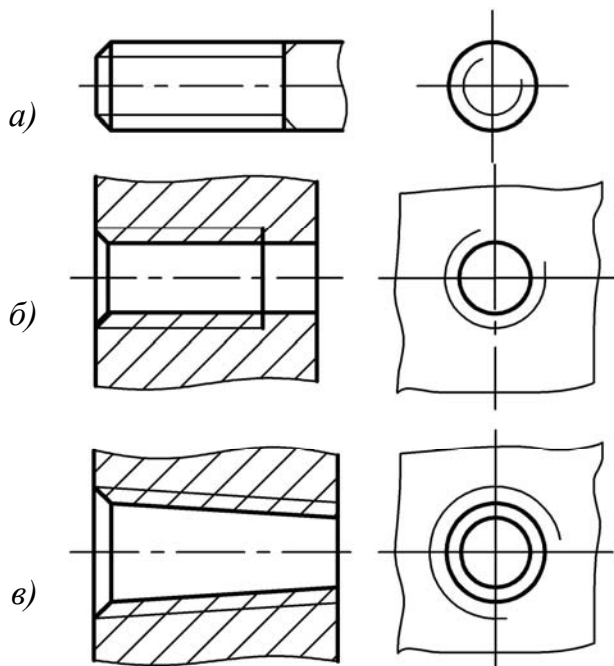


Рис. 6.9. Фаски: *а* – на стержні; *б, в* – в отворах

Глухий отвір із наріззю називають гніздом. Кінцева частина висвердленого гнізда звичайно має конічну форму (кут при його вершині дорівнює  $120^\circ$ ), як це показано на рис. 6.8, *а, б*. Якщо зображення нарізі не призначене для її виготовлення, то кінець глухого отвору допускається зображати, як це показано на рис. 6.8, *б*.

Якщо фаски на стержні чи в отворі з наріззю не мають спеціального конструктивного призначення, то їх не зображують у проекції на площині, перпендикулярній до осі стержня чи осі отвору (рис. 6.9). Суцільна тонка лінія зображення нарізі на стержні має перетинати лінію межі фаски (рис. 6.9, *а*).

Основну площину нарізі на конічному стержні, коли це необхідно, показують тонкою суцільною лінією (рис. 6.10).

Коли на кресленіку потрібно показати наріз, що має нестандартний профіль, належить застосувати місцевий розріз (рис. 6.11, а), виконати профіль нарізі на розрізі (рис. 6.11, б) або зобразити ділянку профілю у збільшеному масштабі як виносний елемент (рис. 6.11, в).

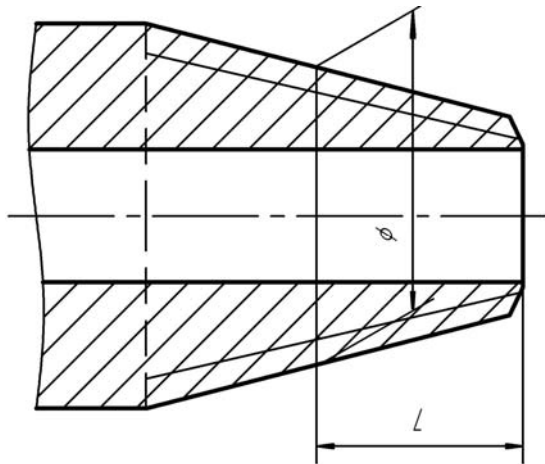


Рис. 6.10. Зображення основної площини нарізі на конічному стержні

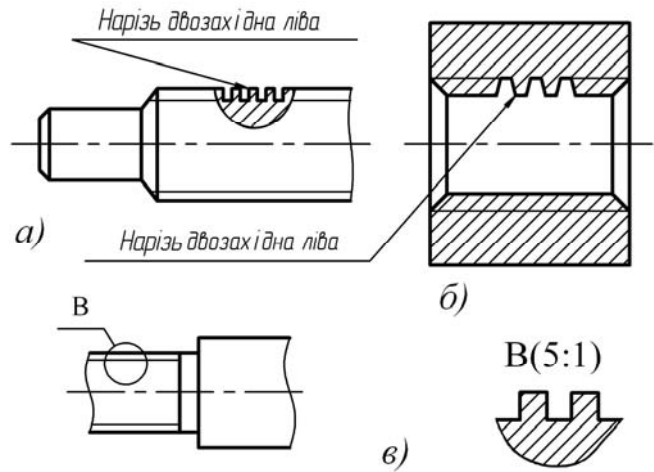


Рис. 6.11. Зображення нарізі нестандартного профілю: а – на місцевому розрізі; б – на повному розрізі; в – на виносному елементі

#### Зображення нарізного з'єднання

Зображення розрізів нарізного з'єднання на площині, паралельній до його осі, повинні містити лише ту частину нарізі, що не закрита вкрученим в отвір стержнем (рис. 6.12).

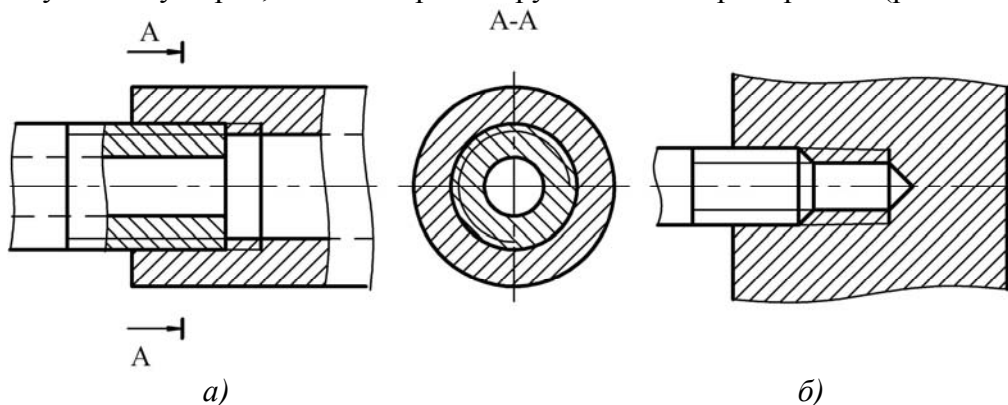


Рис. 6.12. Зображення нарізних з'єднань: а – на місцевому розрізі з перерізом; б – на повному розрізі

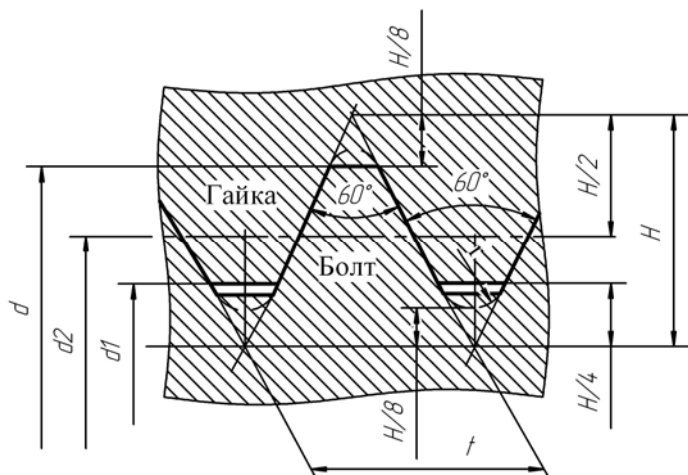


Рис. 6.13. Профіль метричної нарізі

#### Позначення нарізей

**Нарізь метрична.** Профіль метричної нарізі визначається кутом, що дорівнює  $60^\circ$  (рис. 6.13); форма западини нарізі може бути як плоско зрізаною, так і скругленою. Розміри метричної нарізі на стержнях і в отворах діаметром від 0,25 до 600 мм встановлено ГОСТ 9150 – 81, а діаметри нарізі й кроки – ГОСТ 8724 – 81.

Метрична нарізь буває двох видів: з великим і з малим кроком.

Метрична нарізь з великим кроком позначається літерою  $M$  з додаванням величини зовнішнього діаметра і символів, наприклад:  $M24$ ,  $M64LH$  ( $LH$  – позначення лівої нарізі), як це показано на рис. 6.14.

Позначення метричної нарізі з малим кроком являє собою літеру  $M$ , величину зовнішнього діаметра й кроку, наприклад  $M24 \times 2$ ,  $M64 \times 2$  (рис. 6.15).

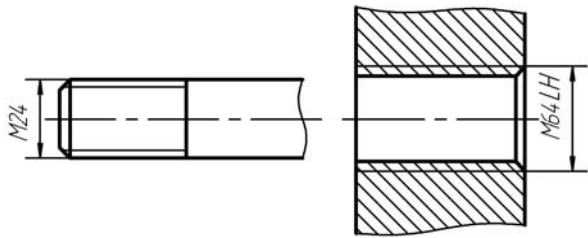


Рис. 6.14. Позначення нарізі з великим кроком на стержні та в отворі

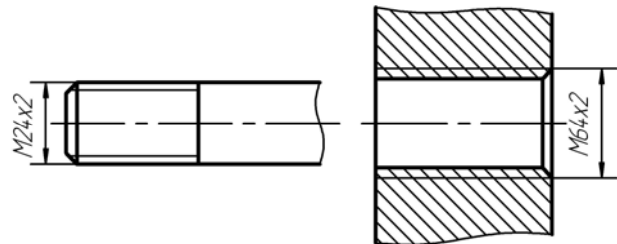


Рис. 6.15. Позначення нарізі з малим кроком на стержні та в отворі

*Нарізь труба циліндрична* застосовується для з'єднання труб, арматури трубопроводів та інших тонкостінних деталей (пробки, заглушки тощо). Кут її профілю дорівнює  $55^\circ$ . Профіль нарізі виконують із заокругленням (рис. 6.16). Згідно з ГОСТ 6357 – 81 її діаметр становить від  $1/8''$  до  $6''$ , а число ниток, що припадає на 1 дюйм (1 дюйм  $\approx 25,4$  мм), дорівнює від 28 до 11.

Номинальний розмір трубної нарізі дорівнює умовному проходу труби  $D_y$  в дюймах. Умовне позначення трубної нарізі  $G2$  показує, що діаметр умовного проходу труби, який приблизно відповідає внутрішньому діаметру труби, дорівнює двом дюймам або  $D_y = 50$  мм (рис. 6.17).

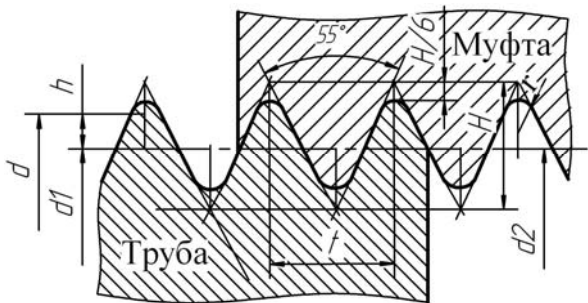


Рис. 6.16. Профіль трубної циліндричної нарізі

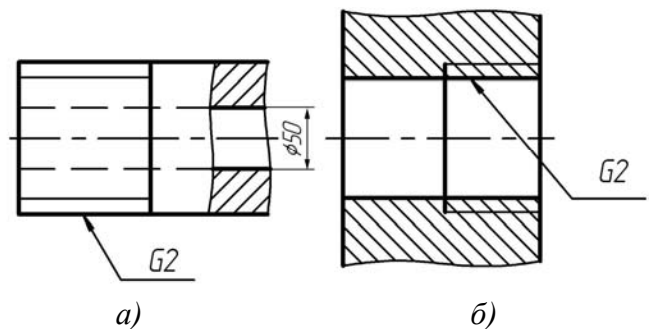


Рис. 6.17. Позначення трубної циліндричної нарізі: а – на стержні; б – в отворі

*Нарізь труба конічна.* Виконується на поверхнях з конусністю 1 : 16. Розміри нарізі встановлено ГОСТ 6211 – 81 для її діаметрів від  $1/8''$  до  $6''$ . Умовні позначення трубної конічної нарізі: в отворах –  $R_c 1/2$  (рис. 6.18), на стержнях –  $R 1/2$  (рис. 6.19).

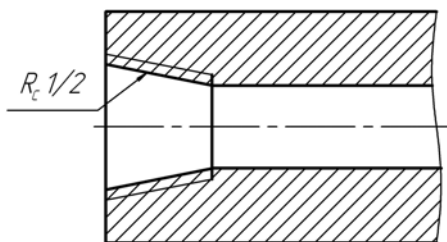


Рис. 6.18. Позначення трубної конічної нарізі в отворі

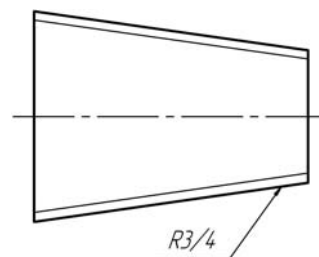
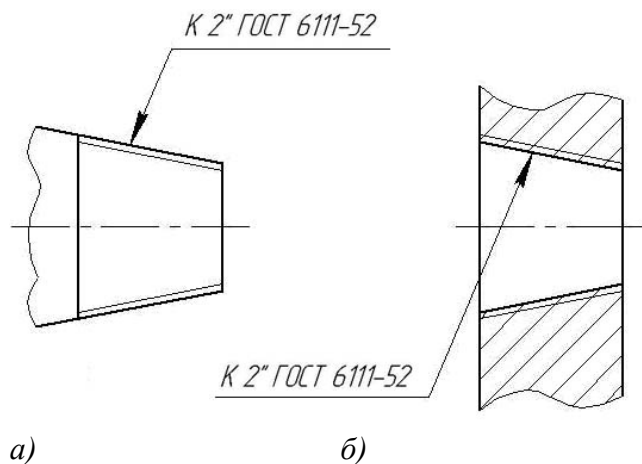


Рис. 6.19. Умовне позначення трубної конічної нарізі на стержні



Нарізь конічна дюймова має трикутний профіль, кут при вершині якого дорівнює  $60^\circ$  (ГОСТ 6111 – 52). Застосовується для нарізних з'єднань у паливних, масляних, водяних і повітряних трубопроводах, у машинах та верстатах. На креслениках її позначення має число зовнішнього діаметра, вираженого в дюймах, та номером стандарту, наприклад: *K 2" ГОСТ 6111 – 52* (рис. 6.20).

Рис. 6.20. Позначення конічної дюймової нарізі: *a* – на стержні; *б* – в отворі

Нарізь трапецеїдальна виконує функцію передачі руху (у ходових гвинтах верстатів, супортів, штурвалів, вантажних гвинтах тощо). Профілем нарізі є рівнобічна трапеція, кут при вершині якої дорівнює  $30^\circ$  (рис. 6.21). ГОСТ 9484 – 81 передбачає, що її діаметр може бути від 10 до 640 мм. Трапецеїдальна нарізь належить до ходових і може бути багатозахідною. Умовне позначення однозахідної трапецеїдальної нарізі наведено на рис. 6.22. Приклад позначення багатозахідної трапецеїдальної нарізі: *Tr 24 × 4 (P2)*, де *Tr* – позначення нарізі, 24 мм – її зовнішній діаметр, 4 мм – довжина ходу, *P* – позначення кроку, 2 мм – величина кроку нарізі.

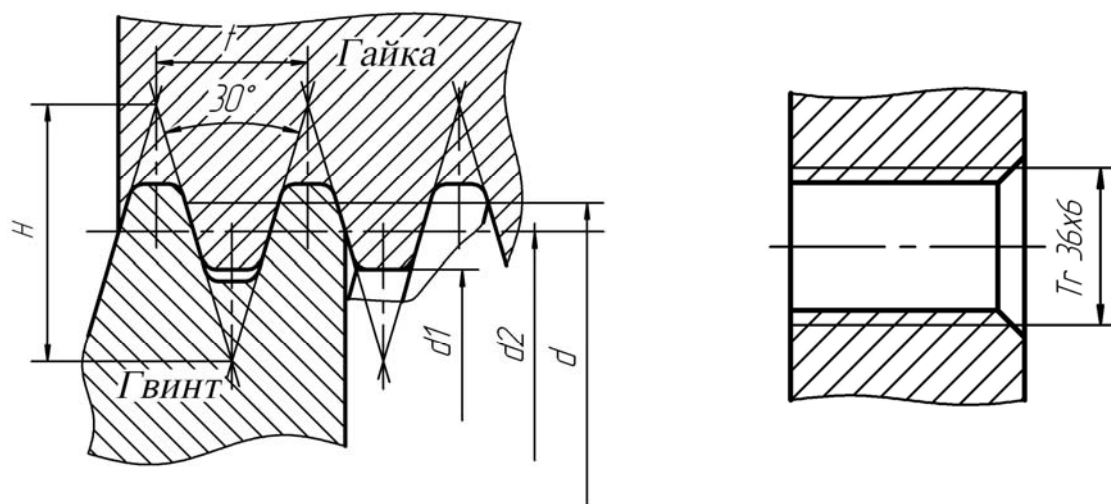


Рис. 6.21. Профіль трапецеїдальної нарізі

Рис. 6.22. Позначення трапецеїдальної нарізі в отворі

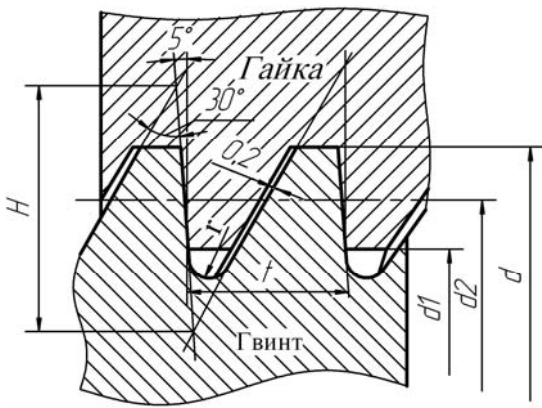


Рис. 6.23 Профіль упорної нарізі

*Нарізь упорна* застосовується в механізмах, де мають місце великі осьові зусилля (у гвинтових пресах, натискних гвинтах прокатних станів тощо). Нарізь має профіль трапеції, одна із сторін якої нахилена під кутом  $30^\circ$ , а друга – під кутом  $3^\circ$  до нормалі, проведеної до осі нарізі (рис. 6.23). Упорну нарізь діаметром від 10 до 600 мм виконують з огляду на вимоги ГОСТ 10177–82. Умовне позначення упорної нарізі:  $S70 \times 10$ , де 70 мм – зовнішній діаметр, 10 мм – величина кроку нарізі.

## 6.2 . Кріпильні деталі

Деталі для нерухомого з'єднання частин машин і конструкцій, як правило, являють собою елементи нарізних з'єднань: болти, гвинти, шпильки, гайки, шурупи, шайби, шплінти, штифти тощо. Кріпильні деталі креслять за стандартними розмірами. Охарактеризуємо кожен з таких елементів.

*Болт* – кріпильний елемент для рознімного з'єднання деталей машин і споруд, що має вигляд стержня з нарізю на одному кінці та шести- або чотиригранною головкою на іншому. За своєю конструкцією, ступнем точності обробки болти бувають різними, і це залежить від їхнього призначення. Найчастіше виконують болти з шестигранною головкою нормальної точності (ГОСТ 7798 – 70). Такі болти бувають трьох типів: без отвору в головці та в стержні; з отвором для шплінта на нарізній частині; з двома отворами в головці для стопоріння дротом.

Наприклад, умовне позначення болта першого типу з шестигранною головкою, нормальної точності, діаметр нарізі якого  $d = 12$  мм, довжина великого кроку  $l = 60$  мм, клас міцності 5,8, без покриття має такий вигляд:

*Болт M12 x 60.58 ГОСТ 7798 – 70.*

*Гвинт* – це циліндричний або конічний стержень з нарізю. За призначенням гвинти поділяють таким чином:

- 1) кріпильні – застосовуються для рознімного з'єднання деталей;
- 2) установлювальні – запобігають відносному переміщенню деталей;
- 3) ходові – пересувають столи, супорти верстатів тощо;
- 4) вантажні – використовуються для піднімання важких предметів на невелику висоту, приміром, у домкратах.

Приклад умовного позначення гвинта з циліндричною головкою, класу точності А, діаметр нарізі якого  $d = 12$  мм, а довжина великого її кроку  $l = 50$  мм, класу міцності 5,8, без покриття:

*Гвинт А.M12 x 50.58 ГОСТ 1491 – 80.*

*Шпилька* – це кріпильний елемент для рознімного з'єднання, що являє собою циліндричний стержень з виконаною на обох кінцях нарізю. Один кінець шпильки загвинчується в деталь, а на інший нагвинчується гайка. З огляду на зовнішній вигляд шпильки поділяють на два типи:

А – з однаковим номінальним діаметром нарізі й ненарізаної частини;

Б – номінальний діаметр нарізі, більший від номінального діаметра ненарізаної частини.

Форми й розміри шпильок загального застосування подано в ГОСТ 22032–76 – ГОСТ 22043–76.

Наприклад, умовне позначення шпильки, діаметр нарізі якої  $d = 16$  мм, довжина великого кроку  $l = 120$  мм, клас міцності становить 5,8, без покриття, має такий вигляд: *Шпилька М16 х 120.58 ГОСТ 22032 – 76*.

*Гайка*, являє собою виріб, що має нарізаний отвір для нагвинчування на болт або шпильку, це замикаючий елемент у силовому вузлі: болт – скріпна деталь – гайка.

Стандартні гайки бувають шестигранні, круглі й так звані гайки-баранчики. У свою чергу шестигранні гайки поділяються на звичайні, прорізні, коронкові, нормальні, низькі, високі, особливо високі з однією або двома фасками.

Вибір типу гайки залежить від її призначення та умов, у яких вона буде використовуватись. У машинобудуванні це найчастіше звичайні шестигранні гайки. Високі й особливо високі гайки застосовуються, коли мають місце великі осьові зусилля, а також тоді, коли в процесі експлуатації доводиться часто розбирати нарізні з'єднання. Низькі гайки підходять для механізмів, де мають місце невеликі осьові зусилля.

У з'єднаннях, що підлягають змінним навантаженням та вібраціям, застосовуються прорізні й коронкові гайки з шплінтами. Гайки-баранчики застосовуються тоді, коли їх треба закручувати вручну без допомоги ключа.

Розглянемо умовне позначення гайки шестигранної, нормальної точності обробки, діаметр нарізі, в якій  $d = 12$  мм, клас міцності 5, без покриття: *Гайка М12.5 ГОСТ 5915 – 70*.

*Шайба* – це деталь, яку встановлюють під гайку або головку болта (гвинта). Вона призначена для передачі й розподілу зусиль на з'єднувані деталі, а також для їх стопоріння. Залежно від призначення шайби бувають різної конструкції. Круглі шайби ГОСТ 11371 – 78 можуть бути без фасок і з фаскою.

Приклад умовного позначення шайби круглої, що має фаску для болта, а її діаметр для стержня дорівнює 12 мм, покриття 09 (цинкове) товщиною 9 мкм: *Шайба 2.12.099 ГОСТ 11371 – 78*.

*Шплінт* являє собою пруток або шматок дроту, який пропускають крізь радіальний отвір деталі (гайки, болта, вала тощо) і який призначений для їх взаємного фіксування. Кінці шплінта після встановлення в деталь розводять.

Приклад позначення шплінта, довжина якого  $l = 40$  мм, а умовний діаметр становить 5 мм: *Шплінт 5×40 ГОСТ 397 – 79*.

*Штифт*. Штифти – це сталеві оброблені циліндричні, конічні або фасонні стержні круглого перерізу, призначені для точного встановлення з'єднаних деталей у певному положенні одна відносно одної.

Штифти циліндричні гладенькі суцільного перерізу утримуються в отворах за рахунок сил тертя, які виникають під час монтажу з натягом, або за допомогою розклепування їхніх кінців, яким надають різноманітної форми залежно від виду посадки.

Штифти циліндричні виготовляють згідно з ГОСТ 3128 – 70, конічні – ГОСТ 9464 – 70.

Приклад позначення циліндричного штифта, діаметр якого становить 8 мм, а довжина  $l = 50$  мм: *Штифт 8×50 ГОСТ 3128 – 70*.

*Шпонкою* називають деталь, що з'єднує вал з розташованим на ньому зубчастим колесом для передавання крутного моменту. Найчастіше застосовуються шпонки призматичні (ГОСТ 23360 – 78), клинові (ГОСТ 24068 – 80) та сегментні (ГОСТ 24071 – 80).

Приклад позначення призматичної шпонки: *Шпонка 2 – 12 × 8 × 45 ГОСТ 23360 – 78*, де 2 – вид шпонки (один торець скруглений, другий – прямий); 12 × 8 – розміри в перерізі; 45 – довжина в мм.

### 6.3. Болтове з'єднання

У машинобудуванні, а також у навчальній практиці під час виконання складальних креслеників болти, гайки і шайби інколи зображують, користуючись розмірами, які визначають з огляду на величину зовнішнього діаметра болта  $d$ .

Болтове з'єднання – це вузол, який складається з болта, гайки, шайби та з'єднаних деталей (рис. 6.24, *а, б*). У деталях 1 і 2, які треба з'єднати, просвердлюють отвір, діаметр якого  $d_2 = (1,05 \div 1,1)d$ . У цей отвір вставляють болт 5, на нього насаджують шайбу 3 та нагвинчують гайку 4. Діаметр болта визначають шляхом конструктивного розрахунку.

Довжину 1 болта розраховують за такою формулою:

$$l = H_1 + H_2 + s_{III} + H_2 + a + c,$$

де  $H_1 + H_2$  – товщина з'єднаних деталей 1 і 2 (при виконанні навчального завдання величини  $H_1$  і  $H_2$  можуть вибирати самі студенти);  $s_{III}$  – товщина шайби;  $H_2$  – висота гайки;  $a$  – запас нарізі на вихід із гайки;  $c$  – висота фаски на стержні болта.

Послідовність виконання кресленника така:

1. Будують на горизонтальній проекції допоміжне коло, радіус якого  $D/2$  ( $D = 2d$ ) і вписують у нього правильний шестикутник.

Вписують коло, діаметр якого  $D_1 = S = 1,73d$ , дотичне до сторін шестикутника.

2. Проводять на горизонтальній проекції коло заданого діаметра  $d$  і дугу кола, що відповідає такому внутрішньому діаметру нарізі болта:  $d_1 = 0,85d$ .

3. Проводять на горизонтальній проекції коло, що відповідає зовнішньому діаметру шайби:  $D_{III} = 2,2d$ .

4. Будують головний і боковий вид фігури, маючи на увазі, що висота головки болта  $H_1 = 0,7d$ , висота гайки  $H_2 = 0,8d$ , а радіус дуг для середньої грані гайки й головки болта  $R = 1,5d$ .

Щоб визначити радіус  $r$  дуг бічних граней, треба продовжити дуги середньої грані до їх перетину з крайніми ребрами бічних граней і провести лінію, перпендикулярну до осі болта, щоб вона перетнула лінію, яка ділить бічну грань навпіл.

5. Будують фаску на кінці стержня болта. Якщо кінець стержня болта має конічну форму, то  $c = 0,12d$ . Радіус скруглення гайки і головки болта на боковому виді  $R_A = d$ .

Радіус  $r_a$  скруглення стержня в місці переходу до головки болта приймають у таких межах: 1,5 – 2 мм. Передбачають, що товщина шайби  $s_{III} = 0,15d$ ; діаметр отвору під болт  $d_2 = (1,05 \div 1,1)d$ . Довжину нарізаної частини болта розраховують за формулою:  $l_0 \approx 2d + 6$  мм – для болтів, довжина стержня яких  $l \leq 150$  мм і  $l_0 \approx 2d + 12$  мм, якщо  $l > 150$  мм.

Запас нарізі на вихід із гайки  $a = (0,25 \div 0,5)d$ .

Наводимо приклад визначення довжини  $l$  болта M24 для з'єднання деталей, товщина яких  $H_1 = 30$  мм і  $H_2 = 30$  мм.

Тоді довжину болта обчислюють таким чином:

$$l = H_1 + H_2 + s_{III} + H_2 + a + c = 30 + 30 + 3,6 + 19,2 + 6,0 + 2,9 = 91,7 \text{ мм.}$$

Знайдену величину порівнюють із стандартними значеннями і округляють до найближчого стандартного розміру. У цьому прикладі приймаємо, що  $l = 95$  мм.

Стандартні розміри довжини  $l$  від 20 до 120 мм закінчуються цифрами 0 і 5, а від 120 мм і вище – нулем.

На рис 6.32 болтове з'єднання виконано в трьох видах (проекціях): на головному виконано фронтальний розріз, на виді зліва – розріз профільною площиною; вид зверху виконано без розрізу. При цьому болти, гайки, шайби на кресленнику зображують без розрізу.

На складальних кресленниках позначають три розміри: діаметр нарізі болта  $d$ , довжину болта  $l$  та довжину нарізаної частини  $l_0$ .

На складальних і на креслениках загальних видів шестигранні гайки, головки болтів і кінці їх стержнів рекомендується зображати без фасок. Допускається на загальних видах не показувати зазор між стержнем і отвором, коли для цього немає особливих причин (рис. 6.24, в).

*Примітка.* У завданнях, що передбачають зображення болтового з'єднання, з навчальною метою гайки викреслюють із фасками.

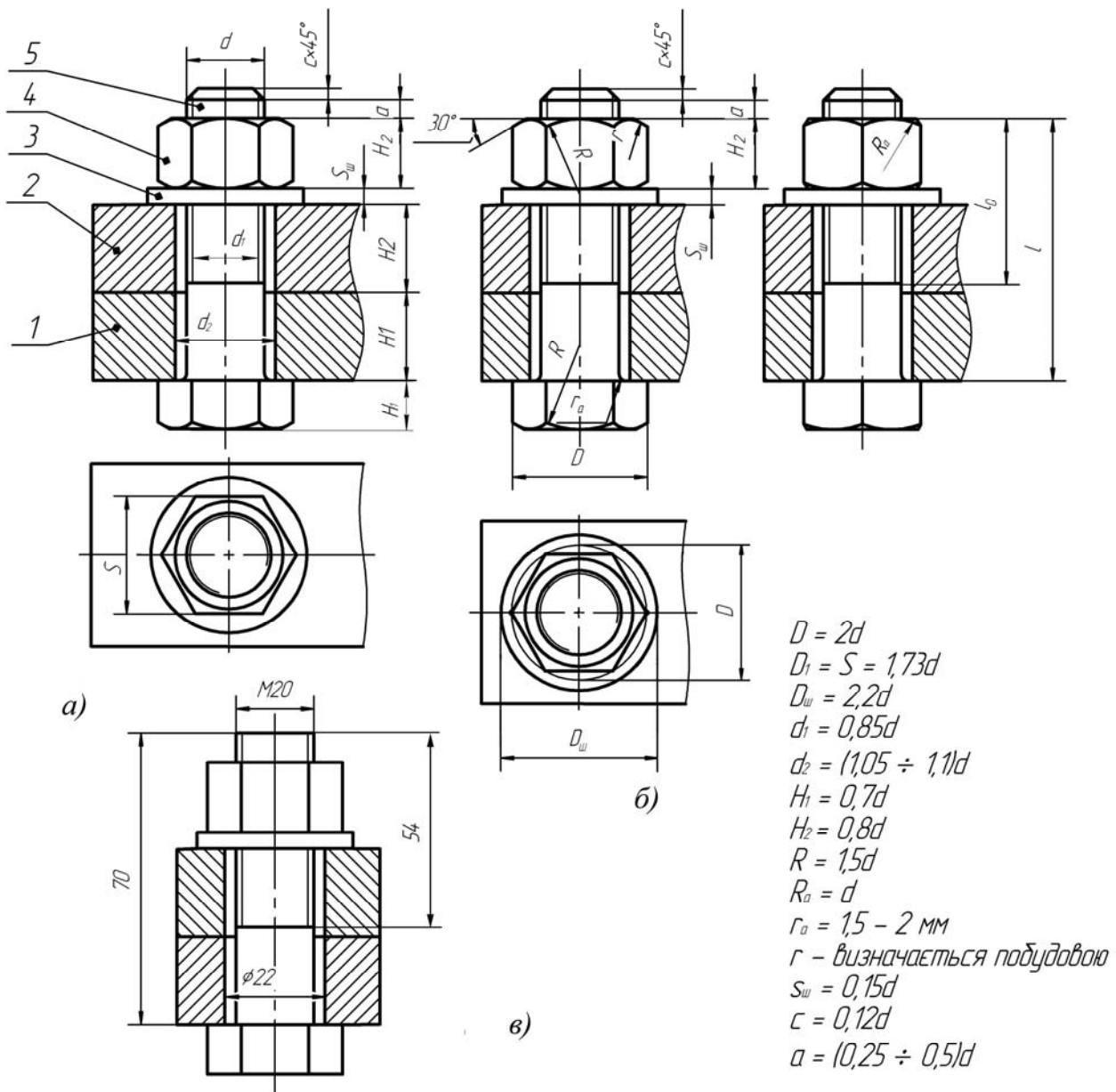


Рис. 6.24. Болтове з'єднання

#### 6.4. З'єднання шпилькою

Шпилькові з'єднання застосовують тоді, коли в конструкції немає місця для головок болтів або одна із з'єднуваних деталей має велику товщину, а тому недоцільно свердлити наскрізний отвір для встановлення довгих болтів. Крім економії в габаритах, використання шпилькових з'єднань сприяє зменшенню ваги конструкції.



Шпилькове з'єднання – це вузол, який складається з шпильки, гайки, шайби та скріплюваних деталей. В одній із з'єднуваних деталей 1 свердлять глухий отвір – гніздо (рис. 6.25, а), у якому проточують нарізь (рис. 6.25, б). У другій скріплюваній деталі 2 свердлять наскрізний отвір діаметром, який трохи більший від діаметра шпильки (рис. 6.25, в). Шпильку одним кінцем із нарізною закручують у нарізаний отвір, а на інший її кінець вільно насаджують скріплювану деталь 2 (рис. 6.25, г). На виступаючий кінець шпильки нагвинчують гайку 4 (рис. 6.25, д).

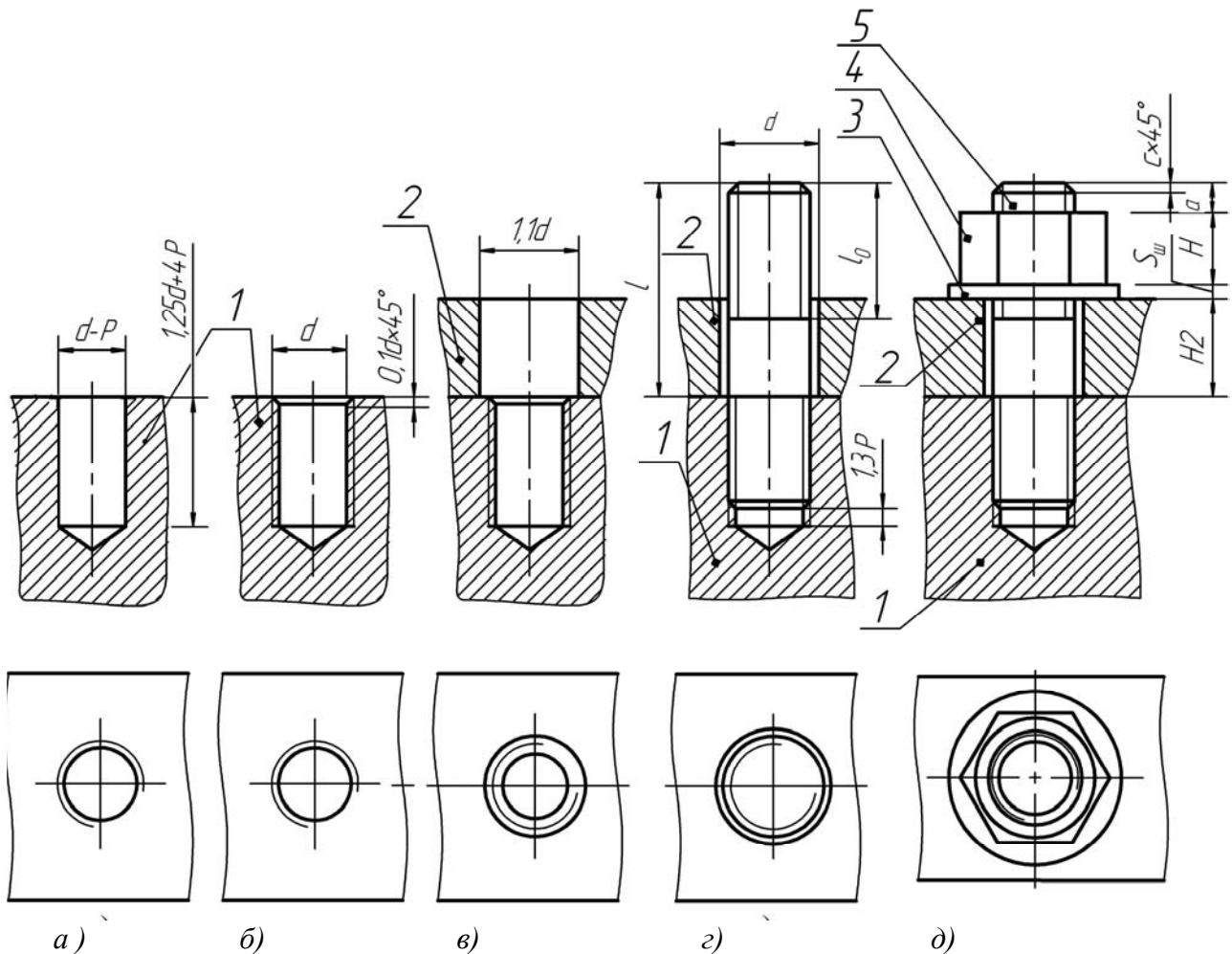


Рис. 6.25. Зображення шпилькових з'єднань деталей

Шпилькове з'єднання та окремі його елементи можна креслити за розмірами, взятими із відповідних стандартів, або за умовним співвідношенням. На складальних рисунках рекомендується креслити шпилькове з'єднання за умовним співвідношенням, тобто його розміри залежать від діаметра нарізі шпильки  $d$  і кроку нарізі  $P$ .

Приклад шпилькового з'єднання подано на рис. 6.32. На головному зображенні виконано фронтальний розріз, причому шпилька, гайка і шайба умовно зображені нерозрізаними. Види зверху й зліва виконано без розрізу. На кресленку позначають лише три розміри: діаметр  $d$ , довжину шпильки  $l$  і діаметр отвору у верхній скріплюваній деталі. Зображення гайки виконано спрощено без фасок.

### 6.5. З'єднувальні частини із нарізною для трубопроводів

Величину умовного проходу  $D_v$  з'єднувальних частин арматури і трубопроводів знаходять у позначенні трубної циліндричної нарізі цих елементів з'єднання (рис. 6.26).

З'єднувальними фасонними частинами служать *фітинги* – кутики (рис. 6.27), трійники (рис. 6.28), муфти (рис. 6.29), хрестовини, ніпелі тощо.

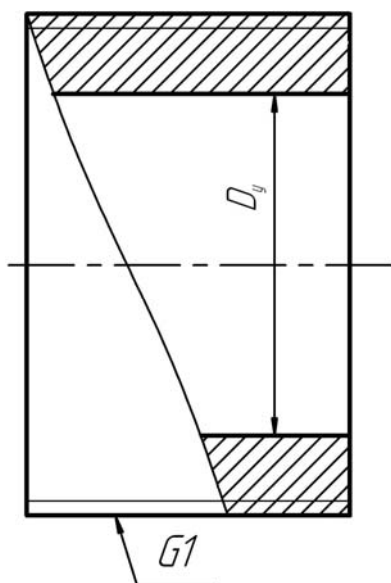


Рис. 6.26. Позначення умовного проходу трубопроводу

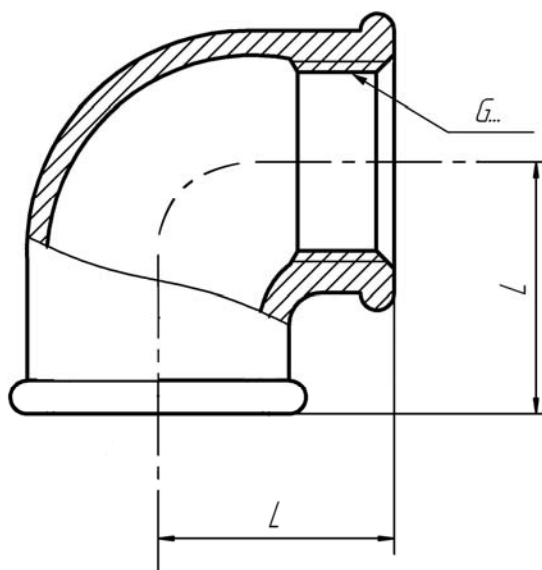


Рис. 6.27. Кресленик кутика

З'єднувальні нарізні частини для труб виливають з ковкого чавуну або виготовляють із сталі. Вони можуть бути оцинкованими і не оцинкованими, з циліндричною або конічною нарізною.

Умовне позначення з'єднувальних частин містить: скорочену назву частини; знак покриття; умовні проходи  $D_y$ , починаючи з найбільшого отвору в наскрізному проході (попередньо). Коли вершина прогону  $D_y$  однакова на всій з'єднувальній частині, то її зазначають один раз. Приклад позначення муфти прямої з діаметром умовного проходу 40 мм: *Муфта пряма 40 ГОСТ 8955 – 75*.

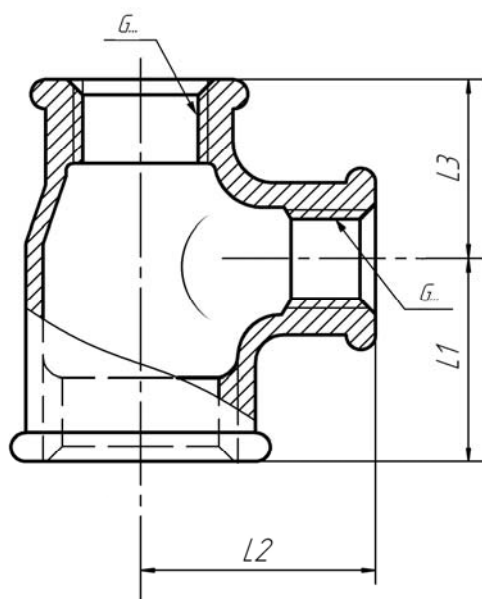


Рис. 6.28. Кресленик трійника

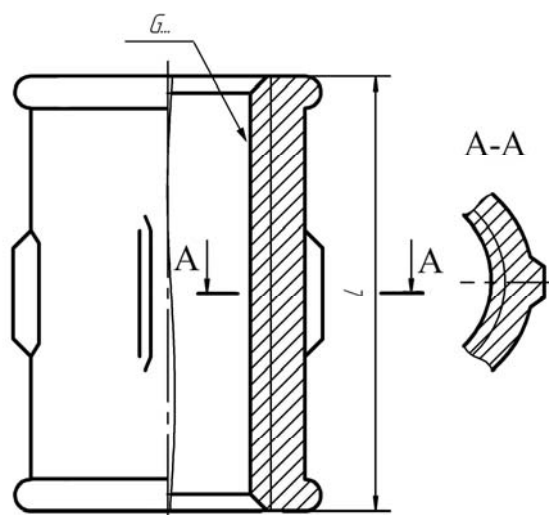


Рис. 6.29. Кресленик муфти

Розглянемо, яким чином здійснюють з'єднання труби за допомогою муфти. На кінцях труби виконують наріз різної довжини (рис. 6.30). Спочатку на кінець труби 1, яка має

більшу нарізну частину  $l$ , нагвинчують контргайку 2, а потім муфту 4 (рис. 6.31). Оскільки на праву трубу нагвинчується контргайка, насаджується прокладка і нагвинчується частина муфти, а на ліву – лише друга частина муфти, то довжина нарізного кінця на правій трубі буде більшою від довжини муфти й товщини контргайки, а на лівій – дорівнюватиме приблизно половині довжини муфти. Для з'єднання труб муфту згвинчують з правого кінця труби і нагвинчують на лівий 5 до кінця. Після цього нагвинчують контргайку до положення, при якому між нею та муфтою може розміститись прокладка 3, і затягують контргайку до кінця.

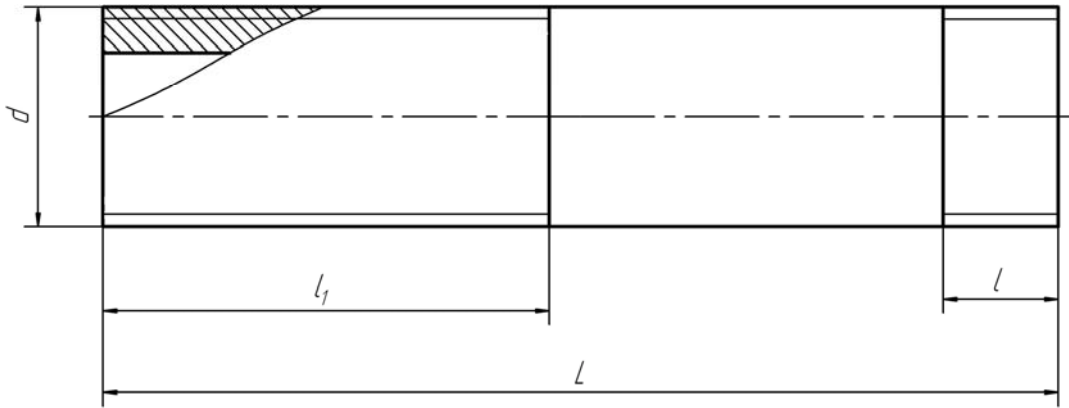


Рис. 6.30. Нарізь на кінцях труби

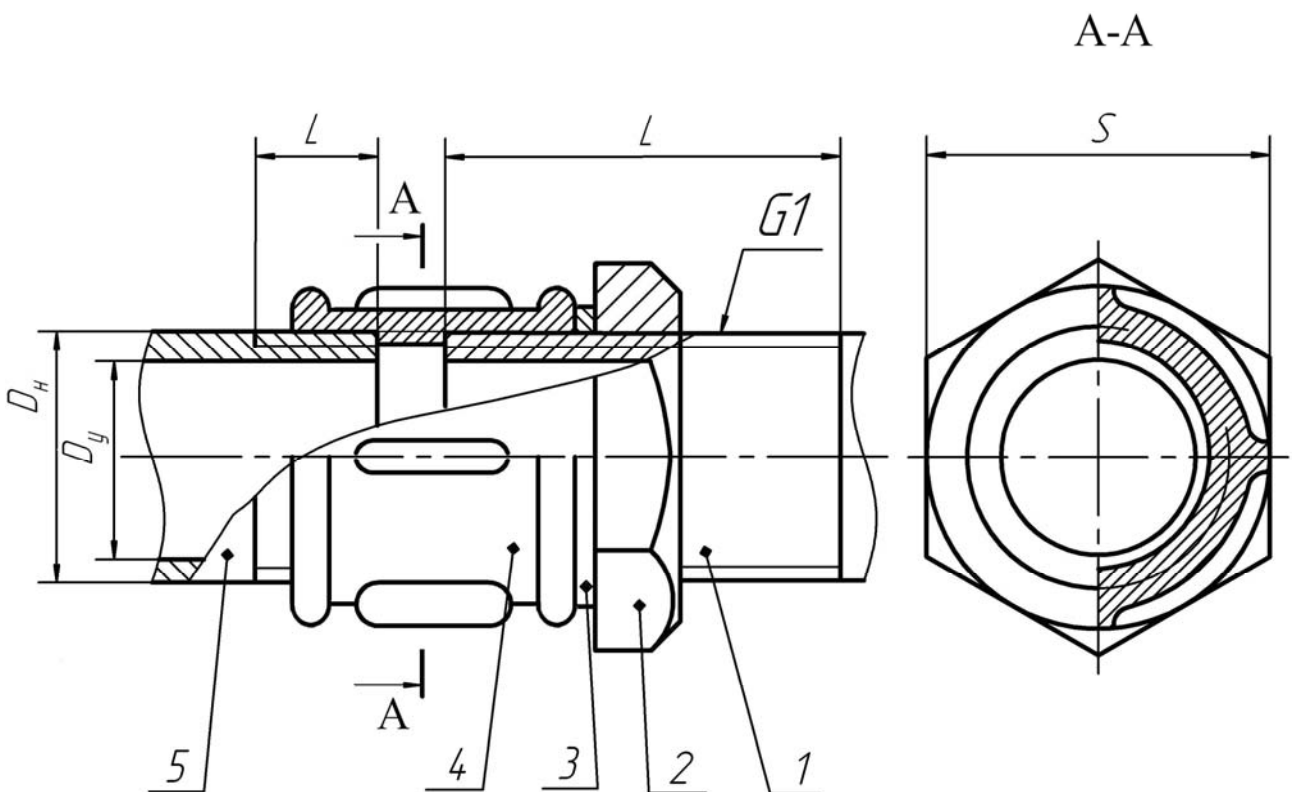


Рис. 6.31. З'єднання труб муфтою

При цьому зовнішній діаметр труби буде більшим від товщини її стінки на подвійну величину.

Приклад зображення трубного з'єднання наведено на рис. 6.32.

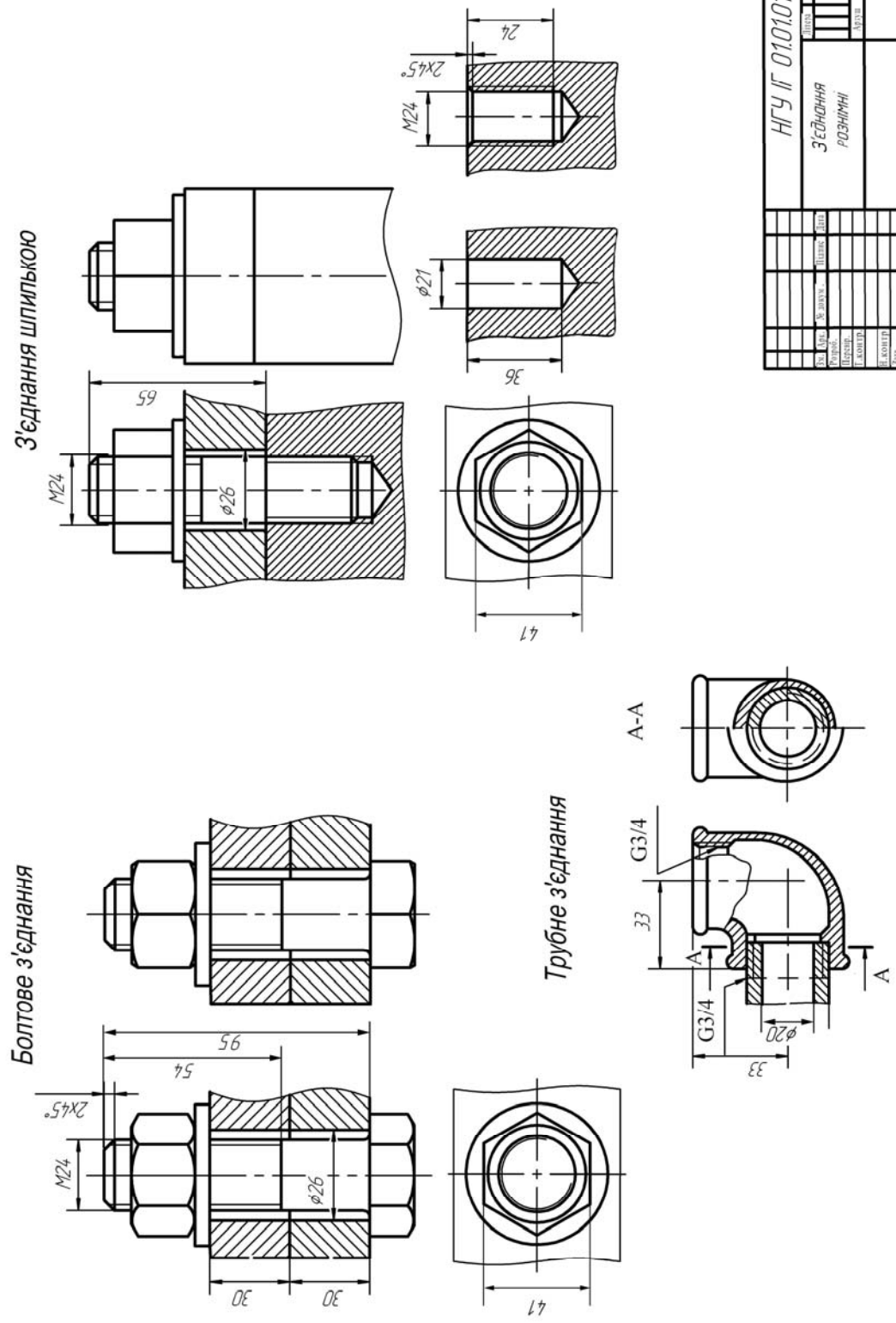


Рис. 6.32. Приклад зображення з'єднання болтом, шпилькою й трубне з'єднання на аркуші формату А3

## 6.6. Зображення деталей, що мають зубчасті (шліцьові) поверхні

Зубчастий вал є деталлю циліндричної форми, по зовнішній поверхні якої рівномірно розташовані западини, (шліці) (рис. 6.33, *а*). Елементи, утворені між западинами, називаються зубцями. На рис. 6.33, *б* показано деталь (муфту) з отвором і западинами в ньому такої самої форми, як зубці вала. Зубці входять у западини насаджуваної деталі, утворюючи зубчасте (шліцьове) рознімне з'єднання.

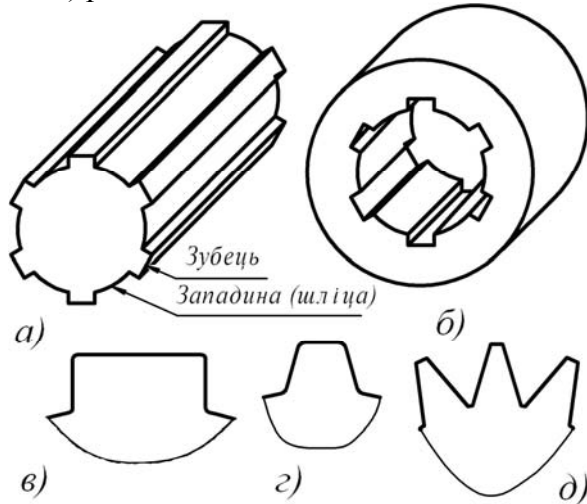


Рис. 6.33. Шліцьові поверхні:  
*а* – зовнішня (вал); *б* – внутрішня (муфта);  
*в* – прямокутний зубець; *г* – евольвентний  
 зубець; *д* – трикутний зубець

При зображенні вала в повздовжньому розрізі твірні западини викреслюють суцільною товстою лінією, а зубці умовно суміщають з площиною кресленника і показують нерозімкнутими.

На зображенні торця зубчастої частини вала показують профіль тільки одного зубця й двох западин. Коло, що обмежує виступи, проводять суцільною товстою лінією. Дугу кола, яка обмежує западини, викреслюють суцільною тонкою лінією (рис. 6.34, *б*), фаску на цьому виді не показують. При потребі допускається зображати більше число зубців і западин.

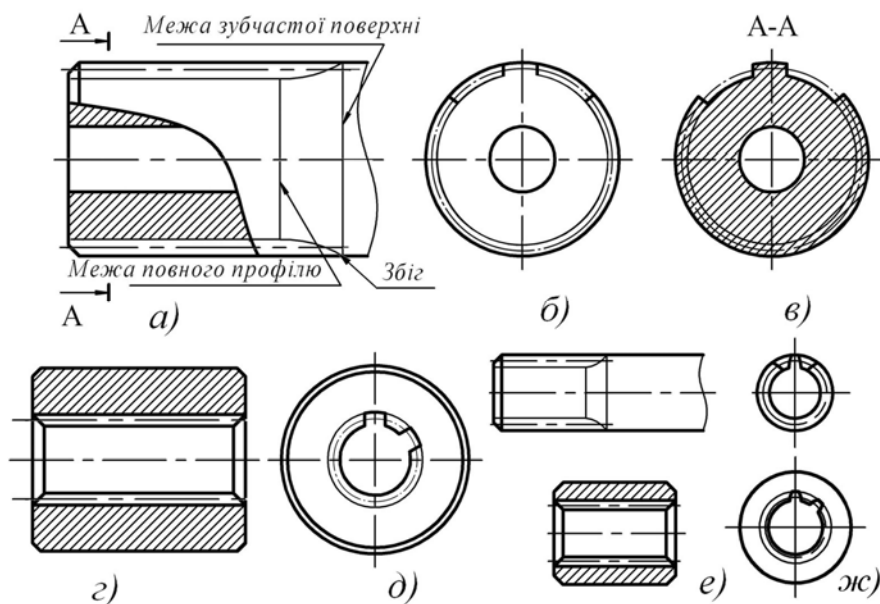


Рис. 6.34. Зображення прямокутних шліцьових поверхонь: *а, б* – на стержні; *в* – у вигляді перерізу; *г, д* – в отворі; *е, ж* – евольвентні шліці

Профілі зубців і западин можуть бути прямокутними (рис. 6.33, *в*), евольвентними, коли бічні сторони профілю зубця окреслені евольвентою (рис. 6.33, *г*) і трикутними (рис. 6.33, *д*).

Згідно з ГОСТ 2.409 – 68 з'єднані зубчасті поверхні вала й отвору, викреслюють спрощено.

На рис. 6.34, *а* показано спрощене зображення вала із зубчастою ділянкою. Якщо зубчаста поверхня займає обмежену частину вала, то западини закінчуються збігом, що має профіль дуги, радіус якої дорівнює радіусу фрези.

Твірні циліндра западин повинні перерізати лінію межі фаски й проходити по її зображенню.

У перерізах, перпендикулярних осі зубчастої частини вала (рис. 6.34, в), викреслюють один зубець і дві западини, а також проводять дугу кола западин.

Коли деталі, що мають зубчасті отвори, зображують у поздовжньому розрізі, то западини умовно суміщають з площиною кресленика (рис. 6.34, з). На зображенні торця зубчастого отвору показують профіль одного зубця і двох западин, дугу кола западин проводять суцільною тонкою лінією (рис. 6.34, д).

Усі розглянуті вище умовні позначення застосовують також при зображенні деталей зубчастих з'єднань евольвентного й трикутного профілів. Кресленик цих деталей доповнюють зображеннями твірних ділительних циліндрів (рис. 6.34, е) і ділительних кіл (рис. 6.34, ж), які проводять тонкими штрихпунктирними лініями.

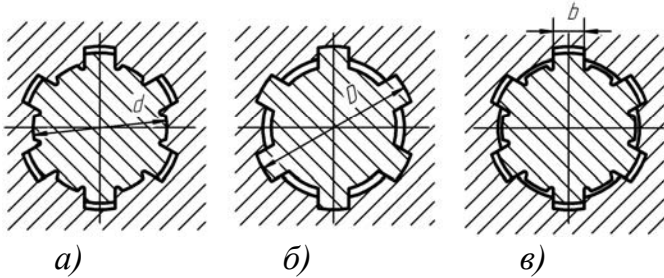


Рис. 6.35. Способи центрування прямокутних шліцьових поверхонь: *a* – по внутрішньому діаметру; *б* – по зовнішньому діаметру; *в* – по бічних сторонах зубців

діаметру, то першим знаком буде буква *D*, по внутрішньому – *d*, по бічних сторонах зубців – *b*; – число зубців (для вала) або число западин (для отвору) – *z*; – номінальний розмір внутрішнього діаметра – *d*; – номінальний розмір зовнішнього діаметра – *D*; – допуски (посадки) на розмір центруючого діаметра (*D* або *d*) й на розмір *b*; при центруванні по бічних сторонах зубців позначають допуск тільки на розмір *b*.

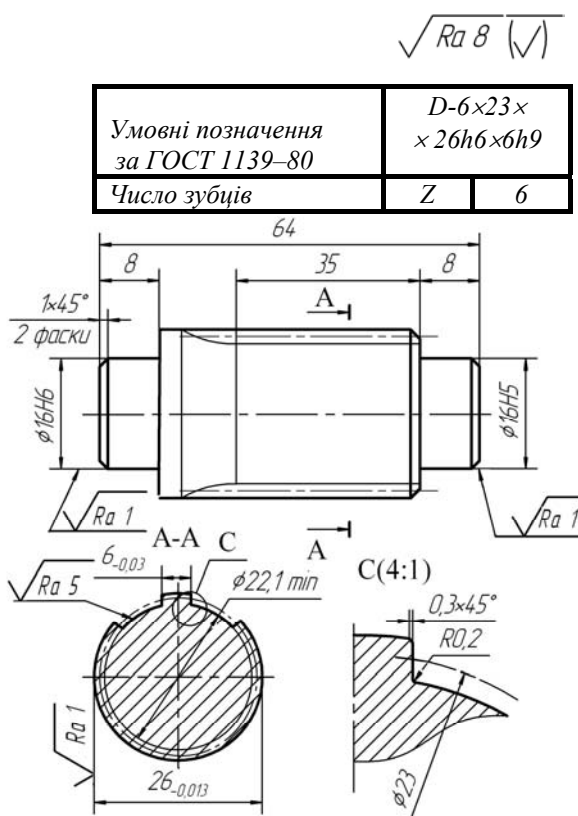


Рис. 6.36. Приклад оформлення робочих креслеників шліцьових валів

Застосовують три способи центрування отвору деталі на валу при зубчастому з'єднанні прямокутного профілю: по внутрішньому діаметру (рис. 6.35, *a*), по зовнішньому діаметру (рис. 6.35, *б*) і по бічних сторонах зубців (рис. 6.35, *в*).

На креслениках деталей прямокутних зубчастих з'єднань подають позначення, в які входять такі дані:

– про поверхні центрування – коли з'єднання центрується по зовнішньому

ГОСТ 2.409 – 74 передбачає зміст й оформлення робочих креслеників деталей, призначених для зубчастого (шліцьового) з'єднання. У правому верхньому кутку кресленика на відстані 20 мм від верхньої лінії рамки розташовується таблиця параметрів. У верхній рядок таблиці вписують умовне позначення за ГОСТ 1139 – 80, якщо зображуються деталі прямокутного зубчастого з'єднання. У другому рядку зазначають число зубців вала або число западин в отворі муфти (рис. 6.36).

На зображеннях зубчастих валів проставляють розмір довжини зубців повного профілю (до збігу). За необхідності може бути проставлена повна довжина зубців (включаючи збіг), найбільший радіус інструмента або довжина збігу.

Розміри профілю зубчастої частини вала наносять на перерізі або виносному елементі, решту розмірів і відхилень проставляють за ГОСТ 1139 – 80.



Приклад позначення прямозубих шліців:

$$D - 6 \times 28 \times 34 \times 7,$$

де  $D$  – позначення поверхні центрування; кількість шліців  $z = 6$ ; внутрішній діаметр  $d = 28$  мм; зовнішній діаметр  $D = 34$  мм; ширина шліца  $b = 7$  мм.

$$\sqrt{Ra\ 8} \quad (\checkmark)$$

Умовні позначення за ГОСТ 1139–80	$D-6 \times 23 \times 26H7 \times 6E8$
Число зубців	$Z \quad 6$

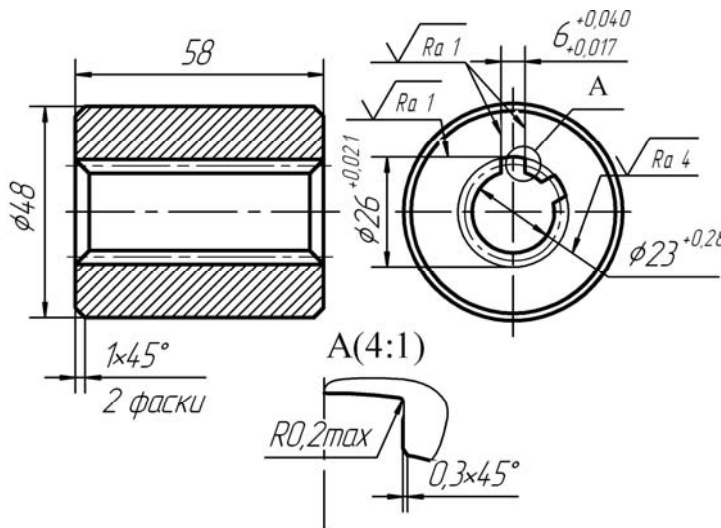


Рис. 6.37. Приклад оформлення робочого кресленника шліцьової муфти

На робочих креслениках деталей із зубчастими отворами (муфт) прямокутного профілю проставляють розміри зовнішнього й внутрішнього діаметрів, ширину западин та інші розміри (рис. 6.37).

### 6.7. Робочі кресленики циліндричних і конічних зубчастих коліс

Визначення понять і позначення розрахункових величин, що відносяться до зубчастих передач, мають відповідати ГОСТ 16530 – 70 і 16531 – 70. Керуючись цими стандартами, циліндричні зубчасті колеса, що є основними деталями передач з паралельними валами (рис. 6.38, а), поділяють на дві частини: *зубчастий вінець* і *тіло колеса* (рис. 6.38, б).

Вінець складається із зубців, розділених западинами, нижні частини яких розташовуються на циліндричній поверхні, яку називають *поверхнею западин*. Ця поверхня служить уявною межею між зубчастим вінцем і тілом колеса (рис. 6.38, б). Циліндричну поверхню, що обмежує зубці з боку, протилежного тілу колеса, називають *поверхнею вершин*, оскільки на ній розташовуються вершини зубців.

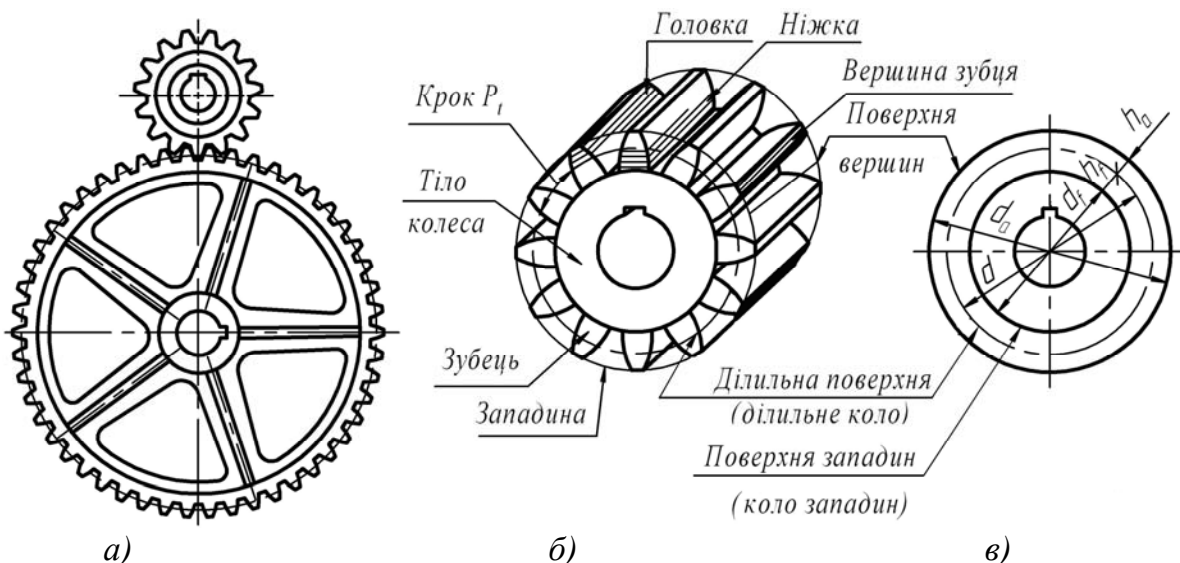


Рис. 6.38. Зображення циліндричних зубчастих коліс: а – з'єднання коліс; б – позначення елементів; в – спрощене зображення

Третя уявна циліндрична поверхня, яку називають *ділильною*, розміщується між першими двома. Вона поділяє зубці на два елементи: *головку* (частина зубця між поверхнею вершин і ділильною поверхнею), *ніжку* (частина зубця між ділильною поверхнею та поверхнею западин). На рис. 6.38, б головку й ніжку виділено штрихуванням.

Як видно з рис. 6.38, а, виконання натурального зображення зубчастих коліс вимагає багато часу, тому на креслениках їх зображають спрощено, як на рис. 6.38, в. Зубчастий вінець креслять у вигляді трьох кіл – проекцій поверхонь вершин, ділильної поверхні й поверхні западин.

Коло вершин, діаметр якого позначають  $d_a$ , проводять суцільною товстою лінією, ділильне коло окреслюють штрихпунктирною тонкою лінією, діаметр цього кола позначають літерою  $d$ . Коло западин зображують суцільною тонкою лінією, позначення діаметра цього кола –  $d_f$ .

Розмірною лінією на ділильному колі (рис. 6.38, б) показано ділянку, яка визначає *крок зубців*, – відстань між однойменними точками профілю двох сусідніх зубців. Вимірюють величину кроку по дузі ділильного кола (це довжина розпрямленої дуги), звідси назва – *коловий ділильний крок*, його позначення –  $P_t$ .

При підрахунку розмірів зубчастого вінця крок виражають через величину, звану модулем. *Модуль* – це лінійна величина, в  $\pi$  раз менша від кроку зубців, тобто  $m = \frac{P_t}{\pi}$ . У розрахунках застосовують стандартні модулі, виражені в міліметрах, їх числові значення наведено в табл. 6.1.

За допомогою модуля підраховують загальну висоту зубця  $h$  й висоту кожного з його елементів: головки  $h_a$ , ніжки  $h_f$ . Якщо застосовують модулі, значення яких перевищують 1 мм, то висоту зубця для циліндричних коліс беруть відповідною величині  $2,25 m$ , при цьому висота ніжки  $h_f = 1,25 m$ , висота головки  $h_a = m$ .

Висота зубця дрібномодульного колеса  $h = 2,3 m$ , ніжки  $h_f = 1,3 m$ , головки  $h_a = m$ .

**Таблиця 6.1 – Значення модулів циліндричних, конічних і черв'ячних зубчастих коліс (ГОСТ 9563 – 60)**

Модулі, мм					
1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
0,5	0,55	3	3,5	20	22
0,6	0,7	4	4,5	25	28
0,8	0,9	5	5,5	32	36
1	1,125	6	7	40	45
1,25	1,375	8	9	50	55
1,5	1,75	10	11	60	70
2	2,25	12	14	80	90
2,5	2,75	16	18	100	

*Примітка.* Призначаючи величини модулів, слід надавати перевагу першому ряду.

Відстань між серединами двох сусідніх западин також дорівнює *коловому кроку зубців*. Отже, в кожному відрізьку ділильного кола, який дорівнює кроку, розташовується один зубець, а розмір кроку вміститься на ділильному колі стільки раз, скільки на колесі зубців. Користуючись цим положенням, можна визначити довжину ділильного кола, помноживши розмір кроку на число зубців колеса, яке в розрахунках позначають буквою  $z$ . Але величину ділильного кола можна визначити і шляхом множення його діаметра на число  $\pi$ , тобто:

$$\pi d = P_t z,$$

звідси



$$d = \frac{P_t z}{\pi},$$

але оскільки  $\frac{P_t}{\pi}$  дорівнює модулю, то  $d = mz$ .

На основі цієї величини можна одержати формулу для визначення розміру діаметра кола вершин, який складається з трьох відрізків (див. рис. 6.38, в): діаметра ділильного кола і подвійної висоти головок зубців, тобто  $d_a = d + 2 h_a$ ; висота кожної ніжки зубця дорівнює модулю, тоді  $d_a = d + 2 m$ .

Розмір діаметра кола западин менший від діаметра ділильного кола на величину, яка дорівнює подвійній висоті ніжки зубця, отже,  $d_f = d - 2 h_f$ ; при цьому  $h_f = 1,25 m$ , тоді після підстановки  $d_f = d - 2 \times 1,25 m$ ; остаточно  $d_f = d - 2,5 m$ .

Для дрібномодульних циліндричних зубчастих коліс ( $m = 1$  мм і менше) змінюється тільки остання формула, оскільки висота ніжки зубців у них велика, тоді:  $h_f = 1,3 m$ ;  $d_f = d - 2,6 m$ .

Початковими даними для підрахунку розмірів зубчастого вінця є число зубців і модуль. Для прикладу підраховуємо основні розміри зубчастого вінця циліндричного колеса, що має 18 зубців і модуль, який дорівнює 6 мм. Починають з визначення розміру діаметра ділильного кола:  $d = mz = 6 \times 18 = 108$  мм; далі обчислюють діаметр кола вершин  $d_a = d + 2m = 108 + 2 \times 6 = 120$  мм; діаметр кола западин  $d_f = d - 2,5 m = 108 - 2,5 \times 6 = 93$  мм.

*Робочі кресленики циліндричних зубчастих коліс.* Три кола, про які говорилось вище, являють собою основи трьох циліндрів зубчастого колеса, що мають загальну вісь, зокрема циліндра вершин, ділильного циліндра й циліндра западин. Викреслюючи зубчастий вінець колеса в розрізі, проводять прямі твірні лінії для зображення перелічених циліндрів. Найбільш віддалені від осі твірної кожного циліндра вершини проводять суцільною основною лінією, твірні ділильного циліндра – штрихпунктирною лінією, твірну циліндра западин виконують суцільною тонкою лінією (рис. 6.39).

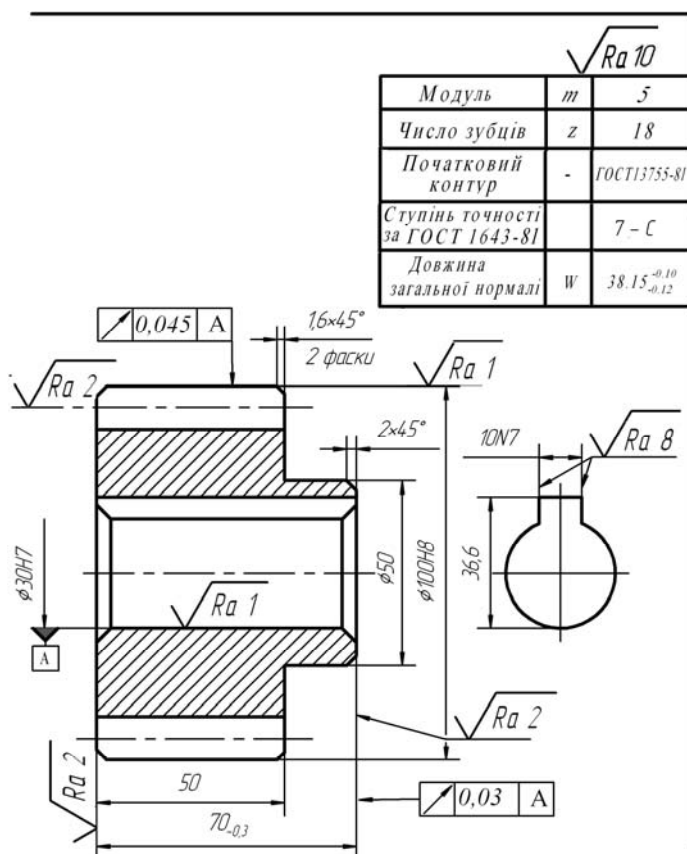


Рис. 6.39. Приклад робочого кресленика циліндричного зубчастого колеса з прямими зубцями

Фігура, обмежена твірними циліндра вершин і циліндра западин – це зображення зубця, яке в розрізі не заштриховують. Вид зліва в більшості випадків повністю не викреслюють, а зображують тільки профіль отвору для вала.

Прочитаємо робочий кресленик циліндричного зубчастого колеса (рис. 6.39). У таблиці параметрів немає рядка для величини кута нахилу зубця. Отже, на кресленику зображено колесо з прямими зубцями. З перших двох рядків таблиці дізнаємося про величину модуля й число зубців. У третьому рядку зроблено посилання на номер стандарту для початкового контуру. Це означає, що зубці повинні мати евольвентний профіль і нормальну висоту, а нарізування зубчастого вінця виконують стандартним зубонарізним інструментом. У четвертому рядку поміщено відомості про точність виготовлення зубців. Тут зроблено

посилання на ГОСТ 1643 – 81, що встановлює ступінь точності для виготовлення циліндричних зубчастих коліс.

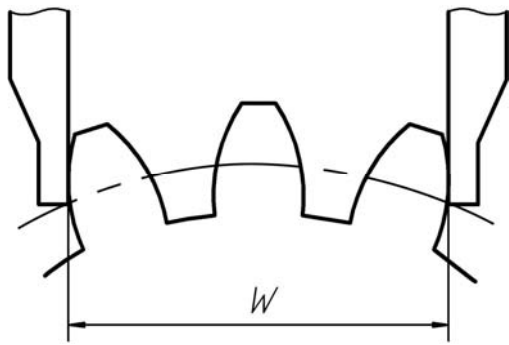


Рис. 6.40. Схема контролю розміру загальної нормалі

Виготовляти дане колесо будуть за допускми 7-го ступеня точності. У п'ятому рядку подано розмір, по-трібний для перевірки точності виготовлення зубців, – довжина загальної нормалі  $W$ .

Схему контролю загальної нормалі зубчастого колеса показано на рис. 6.40.

Виконання ескізу циліндричного зубчастого колеса з натури. З цією метою визначають модуль зубчастого колеса за такою формулою:

$$m = \frac{d_a}{z + 2}.$$

Ця формула одержана шляхом підстановки у відомий вираз ( $d_a = d + 2m$ ). Оскільки  $d = mz$ , то

$$d_a = mz + 2m = m(z + 2).$$

Розв'язуючи це рівняння з метою визначення модуля  $m$ , одержали наведену вище формулу.

Послідовність виконання ескізу з натури повинна бути такою:

Визначити модуль  $m$ . Для цього потрібно порахувати число зубців на колесі та зміряти діаметр кола вершин, потім зробити підрахунок, користуючись поданою вище формулою.

Результати підрахунку звірити з таблицею модулів  $i$ , якщо вийшла величина, близька до стандартної, то взяти стандартний модуль.

Підрахувати розмір діаметра ділального кола  $d$ .

Визначити розмір діаметра кола западин, користуючись таким виразом:

$$d_f = d - 2,5m.$$

Якщо результати підрахунку модуля мають розбіжності із стандартною величиною, то потрібно уточнити величину діаметра кола вершин, одержану при обмірюванні колеса, з огляду на стандартний модуль, скориставшись такою формулою:

$$d_a = d + 2m.$$

Далі належить:

- визначити число зображень, виконати їх, нанести розмірні лінії;
- зміряти колесо в місцях, розміри яких не можна визначити розрахунками, і нанести їх на ескізі, з розрахункових розмірів проставити тільки діаметр кола вершин;
- нанести позначення шорсткості поверхонь;
- заповнити таблицю параметрів.

Описаним вище способом виконують ескізи циліндричних зубчастих коліс, що мають нормальні величини висоти зубців і модуля. Існують зубчасті колеса, в яких розміри зубців кориговані, а висота субнормальна. На креслениках таких коліс у таблиці параметрів подають параметри зрізу головки зубця.

Робочі кресленики циліндричних коліс з косими зубцями. Крок косих зубців може бути зміряний на торці колеса (як і крок прямих зубців), у цьому випадку він називається *торцевим кроком* і позначається в таблиці параметрів  $P_t$ . Інше вимірювання кроку проводиться під прямим кутом до напрямку зубця (вимірювання за нормаллю). На відміну від першого, цей крок називають *нормальним* і позначають  $P_n$ .

На рис. 6.41, а поміщено кресленик колеса з косими зубцями.

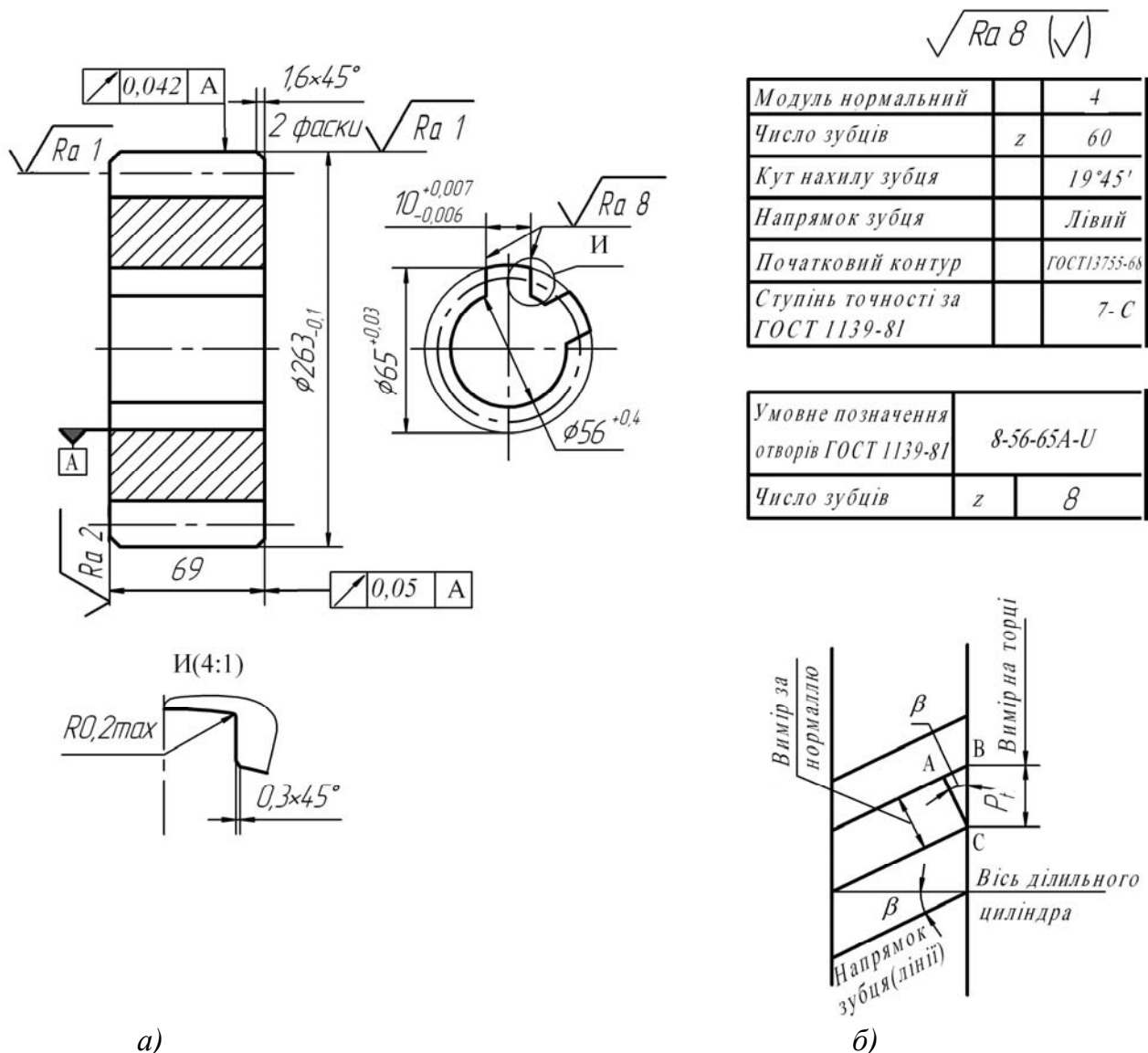


Рис. 6.41. Зображення косозубих циліндричних коліс: а – приклад робочого кресленика, б – геометричні елементи косих зубців

На рисунку 6.41, б зображено геометричні елементи косих зубців. Похилі лінії показують напрямок нахилу зубців, а розміри  $P_t$  і  $P_n$  – результати вимірювання торцевого й нормального кроків. Розглядаючи прямокутний трикутник  $ABC$  з гіпотенузою, що дорівнює торцевому кроку, і катетом, довжина якого відповідає нормальному кроку, з'ясуємо залежність між цими величинами з урахуванням кута нахилу зубців:  $P_n = P_t \cos \beta$ . Поділивши обидві частини рівності на число  $\pi$ , одержимо формулу для визначення *нормального модуля* через торцевий:  $m_n = m_t \cos \beta$ , де  $m_t$  – *торцевий модуль*. Ці позначення модулів застосовують і

в таблицях параметрів кресленика, куди вносять такі величини: нормальний модуль для коліс, характерних його стандартною величиною, торцевий модуль для коліс, що мають стандартну величину, а якщо передбачено певні види обробки зубців, то можуть бути внесені величини обох модулів.

Діаметр ділильного кола підраховують за формулою:  $d = z m_t$ , а якщо використано торцевий модуль, то за формулою:  $d = \frac{z m_n}{\beta}$ . Діаметр кола вершин зубців  $d_a = d + 2 m_n$ , діаметр кола западин  $d_f = d - 2,5 m_n$ .

Величину кута нахилу зубця визначають і вносять у таблицю по відношенню до геометричної осі колеса (рис. 6.41, б). Якщо в таблиці записано довжину загальної нормалі, то контрольний замір зубців належить виконувати в тому самому напрямку, в якому вимірюють нормальний крок.

*Робочі кресленики конічних зубчастих коліс.* На рис. 6.42, а показано конічне зубчасте колесо з прямими зубцями, призначене для передачі обертального руху між валами, геометричні осі яких перетинаються. На рис. 6.42, б, в зображено косі й кругові конічні колеса відповідно.

Згідно з ГОСТ 19325 – 73, основою для визначення розмірів цих коліс служить *ділильний конус*. Вершини й западини колеса окреслюються відповідними конусами (рис. 6.43, а). Під прямим кутом до твірних ділильного конуса будують два додаткових конуси: зовнішній і внутрішній.

Частина твірного ділильного конуса, розташована між його вершиною і точкою перетину із твірною зовнішнього додаткового конуса, називається *конусною відстанню R* (рис. 6.43, б).

Ділильний конус, перетинаючись із зовнішнім додатковим конусом, утворює зовнішнє коло вершин зубців. Площина, в якій воно розташоване, називається *площиною зовнішнього кола зубців* (рис. 6.43, б).

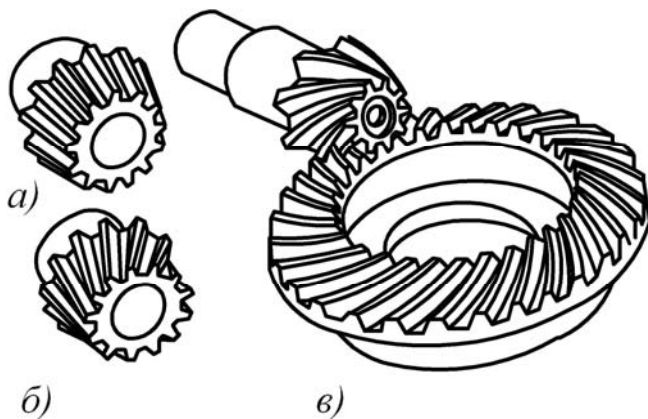


Рис. 6.42. Конічні колеса з різними видами зубців: а – прямі; б – косі; в – кругові

*Базовою площиною* конічного зубчастого колеса називають площину, перпендикулярну його осі. Саме на неї орієнтуються при обробці, монтажі й контролі коліс. Розмір між вершиною ділильного конуса і базовою площиною, який визначається за геометричною віссю колеса, називається *базовою відстанню A* (рис. 6.43, б).

У міру віддалення від зовнішнього додаткового конуса розміри зубців і западин, у тому числі й крок, скорочуються, найбільшими вони будуть на зовнішньому додатковому конусі й найменшими – на внутрішньому.

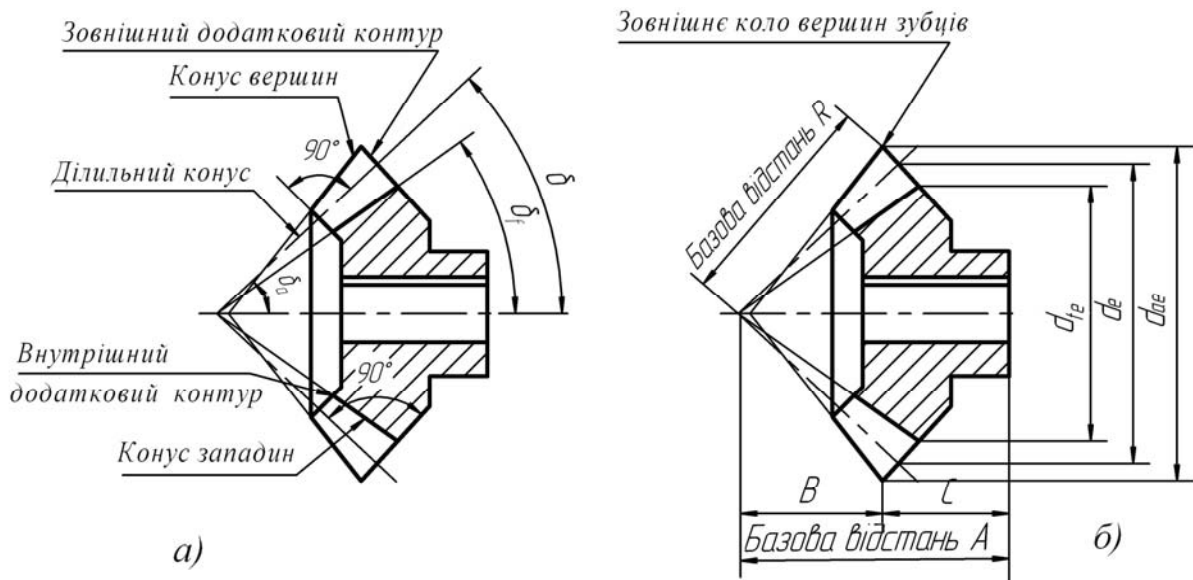


Рис. 6.43. Елементи конічних зубчастих коліс : а – побудова додаткових конусів; б – визначення параметрів для обробки коліс

При цьому зменшення кроку зумовлює також зміну величини модуля. Найбільший модуль називають *зовнішнім* і позначають індексом  $e$  ( $m_e$ ). Цей індекс присвоюють усім розрахунковим величинам, що відносяться до зовнішнього торцевого перерізу.

Розмір зовнішнього ділільного діаметра  $d_e$  (діаметр основи ділільного конуса) обчислюють, використовуючи величину зовнішнього модуля:  $d_e = m_e z$ . Діаметр зовнішнього кола вершин зубців конічного колеса (діаметр основи конуса вершин) обчислюють за такою формулою:

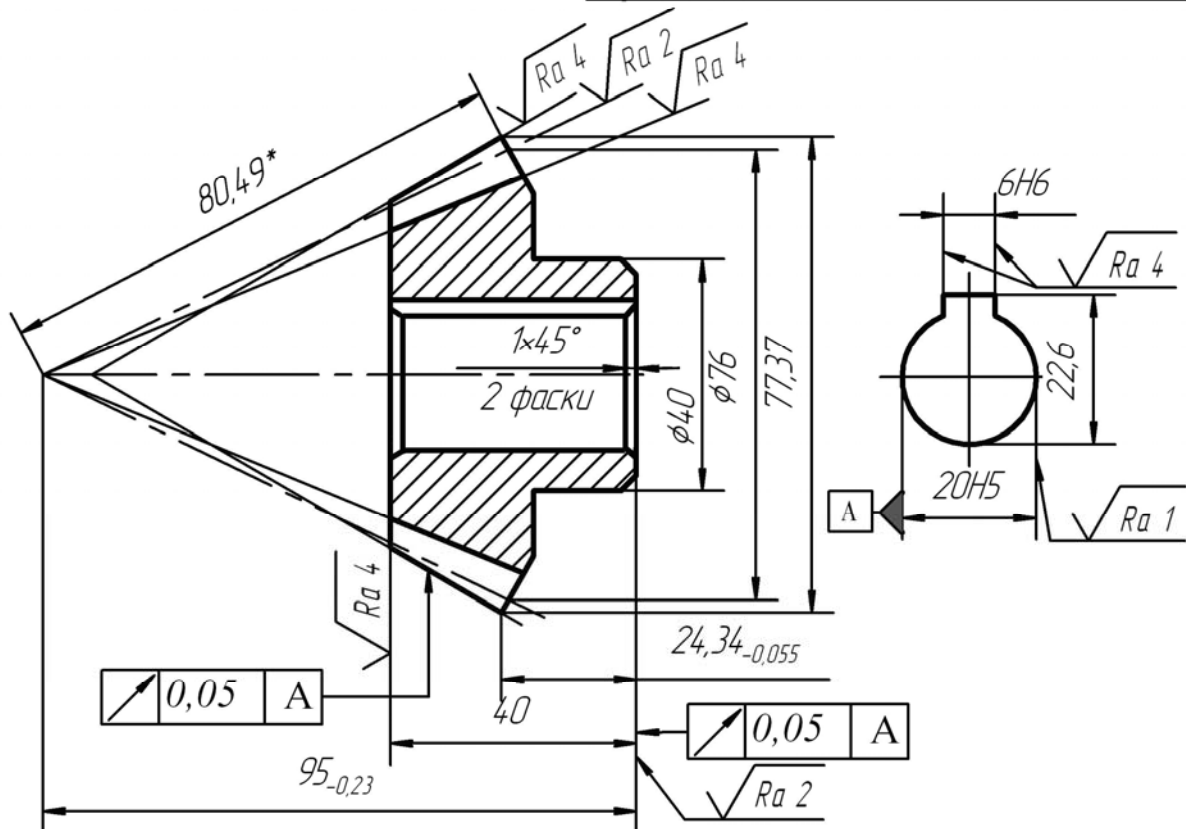
$$d_{ae} = d_e + 2m_e \cos \delta_a.$$

Ширину зубчастого вінця, визначену з урахуванням твірної ділільного конуса, пропоставляють тільки в тому випадку, коли зубчасте колесо має внутрішній додатковий конус, якщо ж торець колеса зрізаний плоскою, то цей розмір не подають. У всіх випадках пропоставляють розмір базової відстані  $A$  (рис. 6.44).

Зовнішню конусну відстань  $R$  зазначають як довідковий розмір. Розміри кутів нахилу твірних ділільного конуса і конуса западин поміщають у таблицю параметрів. Тип зубців записують у таблицю з тієї причини, що крім прямих, можуть зубці бути косими, круглими, мати евольвентну, циклоїдну форму тощо. У таблиці параметрів розміщують також дані, які потрібні для контролю коліс після виготовлення, та довідкові відомості.

$\sqrt{Ra\ 8}$  ( $\checkmark$ )

Модуль нормальний	<i>m</i>	3
Число зубців	<i>z</i>	24
Тип зубця	-	Прямий
Початковий контур	-	ГОСТ13755-81
Кут ділительного конуса	-	26°14'
Кут конуса западин	-	24°
Ступінь точності за ГОСТ 1139-81		7-С
Діаметр ділительного кола	<i>d</i>	
Товщина зубця по дузі ділительного кола	<i>S<sub>д</sub></i>	5,21
Кут конусності зубця		2°37'
Позначення на кресленні спряження колеса	-	



1. Кромку зубчастого вінця обробити за розміром  $\phi 76$  для нарізання і виміру зубців.
2. Гострі кромки скруглити R2.

Рис. 6.44. Приклад робочого кресленника конічного зубчастого колеса з прямими зубцями

## 6.8. Креслення черв'ячного колеса, черв'ячного гвинта й зубчастої рейки

Черв'ячна передача приводить у рух вали, геометричні осі яких схрещуються (рис. 6.45, а). Роль шестірні в цій передачі виконує черв'як, на якому виконано трапецеїдальну нарізь. Гвинтові виступи черв'яка входять у зачеплення із зубцями колеса, утворюючи зубчато-гвинтову передачу. З'ясування понять, що відносяться до черв'ячних передач, а також позначення їхніх параметрів і розмірів подано в ГОСТ 18498 – 73.

Циліндричні черв'яки поділяються на кілька типів. Кожен тип характеризується певною формою гвинтової поверхні, що обмежує бічні сторони витків. В основі назви кожного типу найменування кривої лінії, яку отримують у перерізі, перпендикулярному до осі черв'яка, тобто в торцевому перерізі.

*Конволютними* називаються черв'яки, торцеві профілі витків яких описуються подовженою евольвентою (рис. 6.45, б). Для циліндричних черв'яків стандарт встановив буквено-цифрові позначення.

Ці позначення характеризують гвинтові поверхні черв'яків на робочих креслениках.

Наприклад, якщо потрібно нарізувати конволютний черв'як з прямолінійним профілем витка, то в нормальному перерізі його позначають на кресленіку як *ZN1*, а черв'як з прямолінійним профілем западини – *ZN2*.

*Евольвентними* називаються черв'яки з торцевими профілями витків, описаними евольвентою кола (рис. 6.45, в).

Третій тип черв'яка називають *архімедовим*, торцеві профілі його витків описані спіраллю Архімеда (рис. 6.45, г).

Назвою типу черв'яка або літерно-цифровими позначеннями, проставленими робочих кресленнях, керуються при налагоджуванні верстата для нарізування витків.

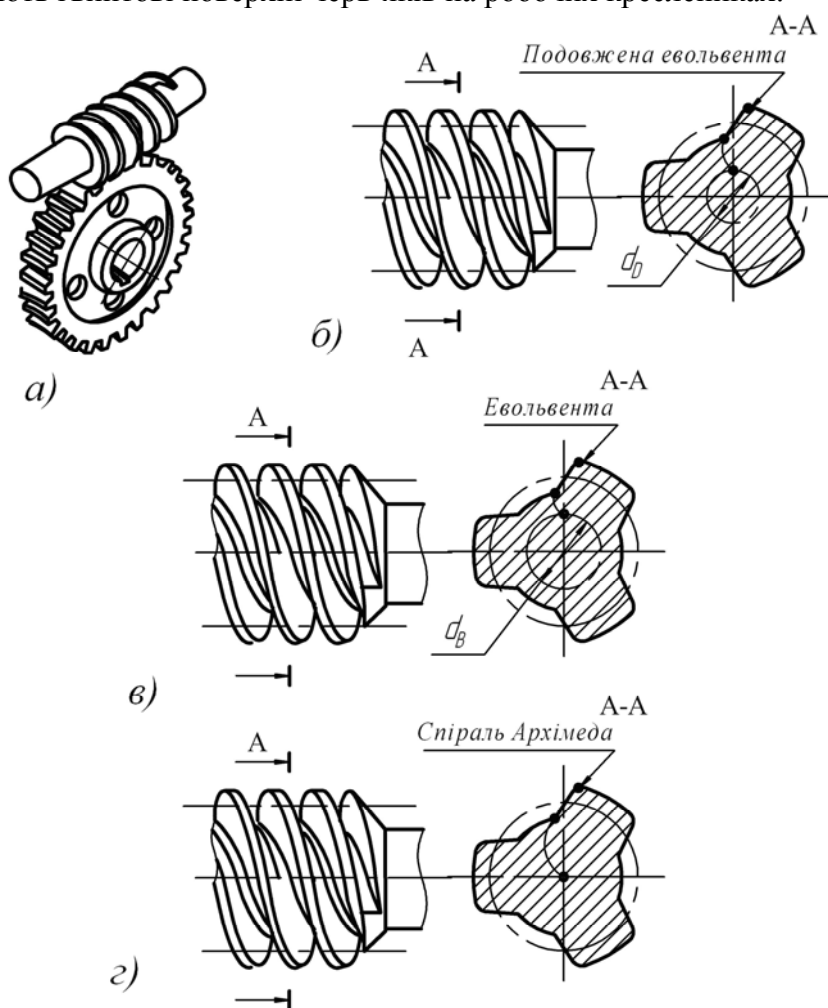


Рис. 6.45. Зображення черв'ячної передачі, типів циліндричних черв'яків

Наприклад, при нарізуванні конволютних черв'яків різцем різальні кромки повинні бути розташовані по дотичній до їхнього напрямного циліндра. Діаметр цього циліндра позначають  $d_D$  (рис. 6.45, б).

Обробку евольвентного черв'яка теж виконують за допомогою різальної кромки, дотичної до основного циліндра, позначеного  $d_b$  (рис. 6.45, в). Розмір діаметра основного циліндра проставляють на кресленіку. Напрямний й основний циліндри – це уявні об'єкти,

так само, як і ділительний циліндр у циліндричних зубчастих колесах. При обробці архімедового черв'яка різальна кромка має бути спрямована на вісь черв'яка (тобто лежати в осьовій площині).

Хід гвинтової поверхні (гвинтової лінії), розмір якої поміщують у таблиці параметрів кресленника, називають *осьовим*, оскільки вимірювання його проводять уздовж геометричної осі черв'яка на поверхні ділительного циліндра. Хід однозахідного черв'яка дорівнює кроку, в інших випадках він дорівнює добутку осьового кроку й кількості ходів.

Розрахунковий *модуль* черв'ячних передач теж називають *осьовим*  $m_x$ , оскільки він є частиною осьового кроку. Розмір діаметра ділительного циліндра черв'ячка  $d_l$  – величина стандартизована, після розрахунку його вибирають за таблицями ГОСТ 2144 – 76.

Діаметр циліндра вершин обчислюють за такою формулою:  $d_a = d_l + 2 m_x$ ; діаметр циліндра западин для архімедових і конволютних черв'яків  $d_f = d_{lx} - 2,4 m_x$ , висота витка цих черв'яків  $h = 2,2 m_x$ .

*Робочий кресленник черв'яка.* Кут профілю витків (профіль показаний у місцевому розрізі на рис. 6.46) однаковий для всіх типів черв'яків і дорівнює  $20^\circ$ . Вимірюють кут профілю архімедових черв'яків у площині осьового перерізу, а конволютних та евольвентних – у площині нормального перерізу.

З розрахункових розмірів на кресленнику черв'яка проставляють: діаметр циліндра виступів; довжину нарізаної частини за твірною циліндра западин; радіуси скруглень і головки витків.

У таблиці параметрів наводять основні дані для виготовлення нарізаної частини черв'яка, з метою контролю правильності його виготовлення, а також довідкові дані. При читанні кресленника з таблиці параметрів ми дізнаємося, що зображений архімедів двозахідний черв'як має правий напрямок витків. Величини, які записані в рядках «*кут підйому витка*» і «*хід гвинтової лінії*», потрібно відносити до ділительного циліндра черв'яка.

У рядку «*ступінь точності*» поміщено вимоги ГОСТ 3675 – 81 до перевірки правильності виготовлення нарізаної частини черв'яка. У даному випадку маємо 7-й ступінь точності, що визначає величину граничних відхилень на розміри кроку, профілю тощо.

*Кресленник черв'ячних зубчастих коліс.* На ободі черв'ячного колеса виточується кільцева канавка дугового профілю (рис. 6.47). Дуга канавки описується з центра черв'яка, який зв'язаний з даним зубчастим колесом.

Зубці в розрізі викреслюють умовно: у верхній частині показують контур канавки і твірні циліндра обода, в нижній частині проводять дугу, яка умовно зображує основу зубця. На його умовному зображенні проводять штрихпунктирну дугу радіусом, який дорівнює радіусу ділительного кола черв'яка.

Формули для визначення розрахункових розмірів черв'ячних коліс аналогічні тим, які застосовувалися при обчисленні параметрів циліндричних і конічних зубчастих коліс. У розрахунках застосовують величину *осьового модуля*  $m_x$ .

Розмір діаметра ділительного кола  $d_2 = m_x z_2$ , де  $z_2$  – кількість зубців колеса. Висота головки зубця  $h_a$  дорівнює величині модуля  $m_x$ , а висота ніжки  $h_f = 1,2 m_x$ . Розмір діаметра кола вершин  $d_{a2} = d_2 + 2 m_x$ , діаметра кола западин  $d_{f2} = d_2 - 2,4 m_x$ .

На робочих кресленнях черв'ячних зубчастих коліс зазначається міжосьова відстань з граничними відхиленнями, яку використовують при нарізанні зубців. Цей розмір називають *міжосьовою відстанню в обробці* й поміщують у таблицю параметрів.

У таблицю параметрів також вносять дані про величину осьового модуля, числа зубців, типу черв'яка, число заходів і напрямок витка, міжосьову відстань при обробці, ступінь точності (за ГОСТ 3675 – 81), а також параметри для контролю й довідкові.

*Робочі кресленники зубчастих рейок.* Призначення рейкових передач (рис. 6.48, а) – перетворення обертального руху в поступальний. Рейка, що перебуває в зачепленні із зубчастим колесом, має однакові розрахункові розміри (модуль, висоту головки й ніжки зубця) з відповідними розмірами колеса. Стандартна рейка має трапецеїдальний профіль, кут нахилу її робочих поверхонь дорівнює  $20^\circ$ .



При викреслюванні рейок застосовують умовні позначення, прийняті для зображення зубчастих коліс. Поверхні вершин викреслюють основною лінією, ділильні поверхні – штрихпунктирною, поверхні западин – тонкою суцільною лінією. У розрізі зубці показують незаштрихованими (рис. 6.48, б).

Довжину нарізаної частини визначають з огляду на розмір ділильної поверхні, цей параметр обчислюють за такою формулою:  $l = (z - 0,5) p$ , де  $z$  – число зубців рейки,  $p$  – крок. У прикладі робочого креслення  $l = 119,32$ . Параметри, що характеризують нарізану частину рейки, поміщують у таблицю.

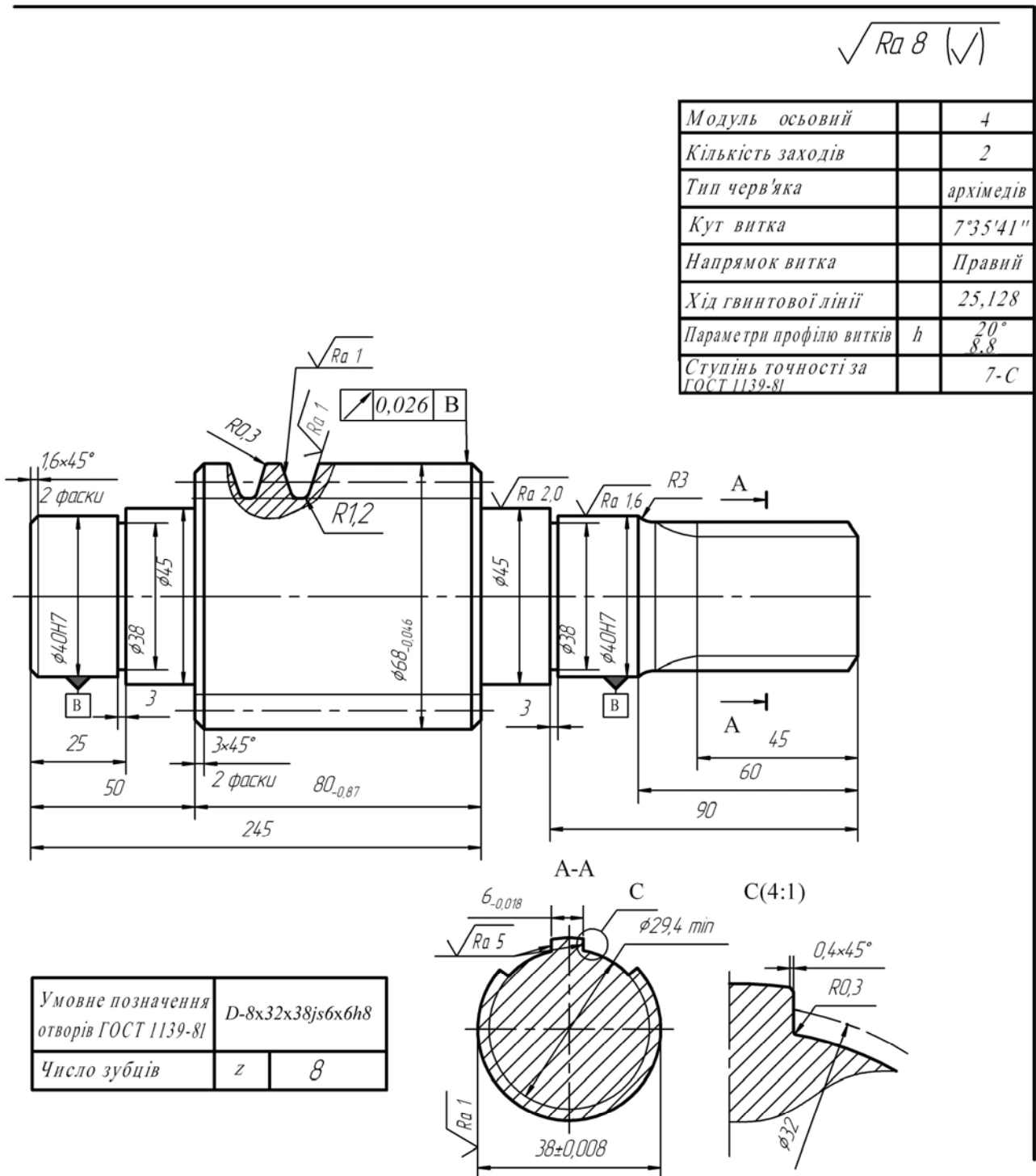


Рис. 6.46. Приклад робочого креслення архімедового черв'яка

$\sqrt{Ra 8}$  (✓)

Модуль осевий	<i>m</i>	4
Число зубців	$Z_2$	36
Спряжний черв'як	Тип черв'яка	архімедів
	Кількість заходів	$Z_1$ 2
	Напрямок витка	Правий
Міжосьова відстань в обробці		107±0,3
Ступінь точності за ГОСТ 3675-81		7-С

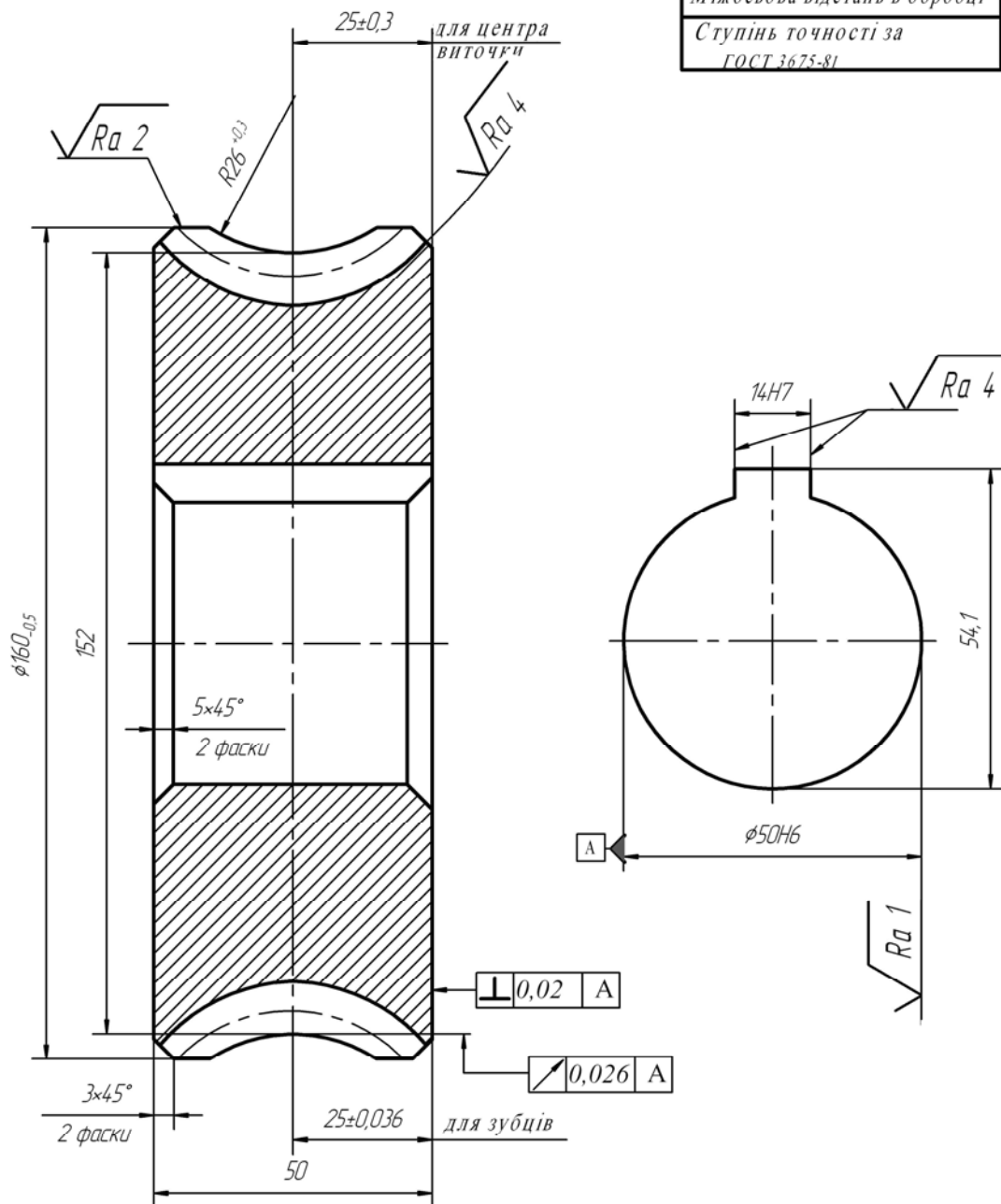


Рис. 6.47. Приклад робочого кресленика черв'ячного колеса

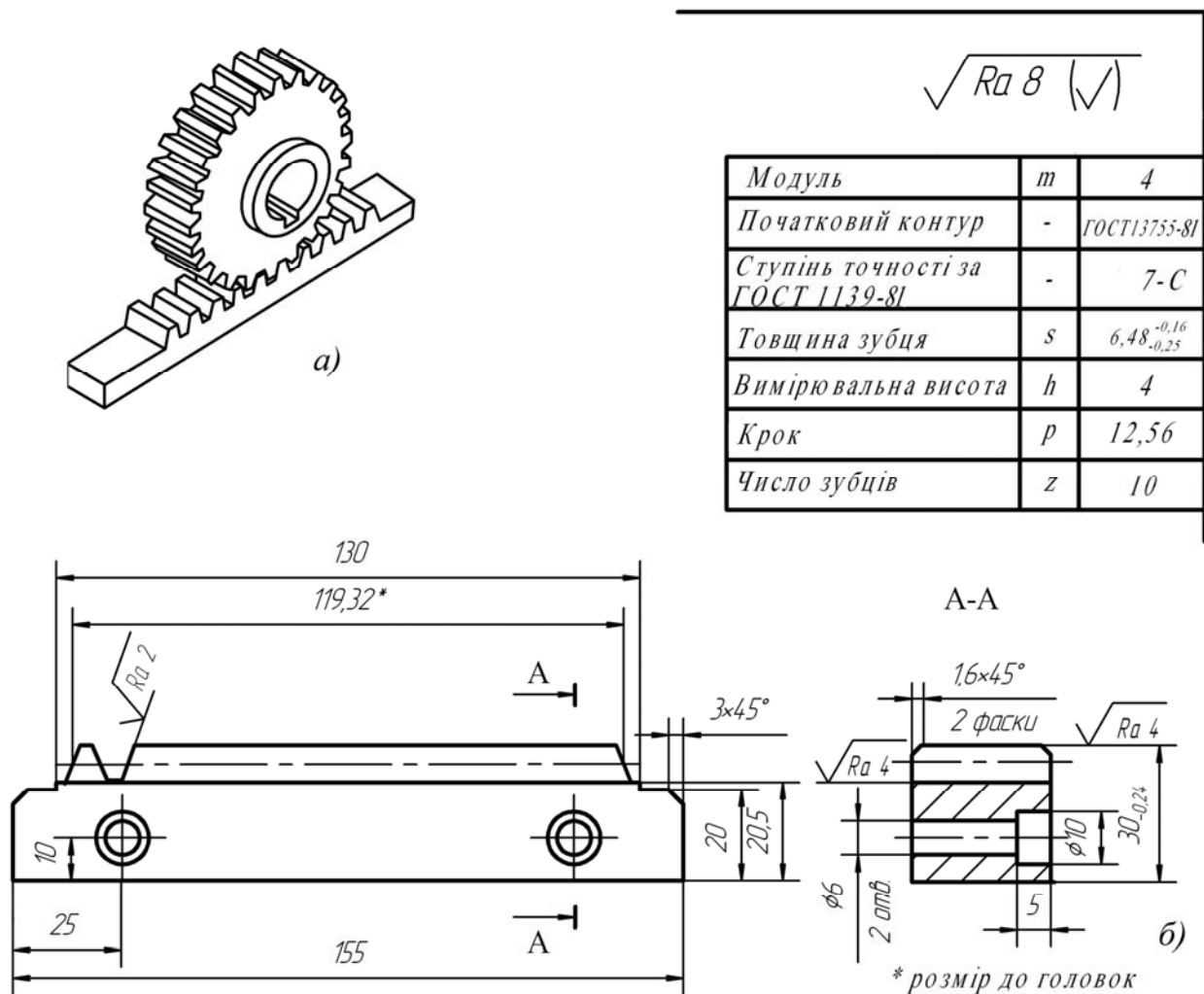


Рис. 6.48. Зображення рейкової передачі: *a* – наочний вигляд; *б* – приклад робочого кресленника зубчастої рейки

### 6.9. Зображення пружин на робочих кресленниках

Найчастіше в практиці використовують гвинтові пружини, які працюють на стиснення. Зміст і правила виконання робочих кресленників цих пружин подано в ГОСТ 2.401 – 68.

Відповідно до цього стандарту робочий кресленник пружини має складатися з таких частин: зображення, розміри, технічні вимоги й діаграми випробувань.

**Зображення й розміри.** Гвинтові пружини викреслюються в горизонтальному положенні (геометрична вісь розміщується паралельна основному напису). У всіх випадках зображують пружину тільки з правою навивкою, а напрямок навивки (правий чи лівий) встановлюється при читанні технічних вимог, поданих у кресленнику.

На рис. 6.49 показано зображення циліндричної гвинтової пружини стиснення. Кресленник будують на двох штрихпунктирних лініях, проведених по обидва боки від осі на відстані, яка дорівнює середньому радіусу пружини.

На верхній лінії двічі відкладають розмір кроку, а на нижній лінії першу зарубку ставлять на відстані половини кроку, а другу – на відстані кроку. Ці зарубки виступають як центри скруглень контуру пружини й центри перерізу дроту.

Важливо зазначити, що названі центри розташовані в шаховому порядку з таким розрахунком, щоб кожен центр на одній лінії перебував точно проти середини кроку на іншій.

Витки пружин зображують прямими лініями, що з'єднують відповідні ділянки контуру (скруглення або перерізи). Пружини, що мають більше чотирьох витків зображують з розривом, коли через центри перерізів витків проводяться осеві лінії по всій довжині зображення.

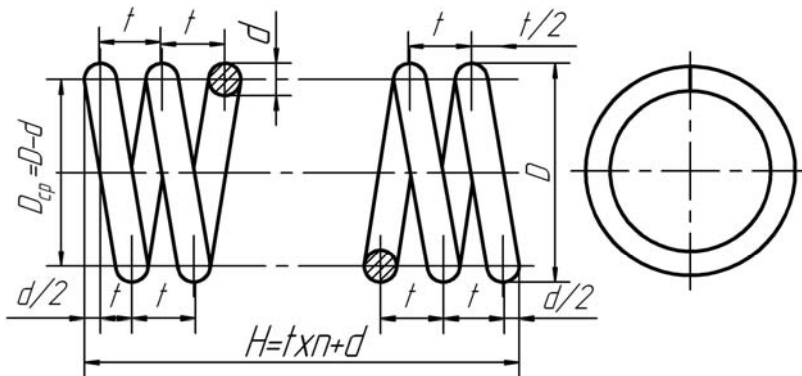


Рис. 6.49. Викреслювання циліндричної пружини

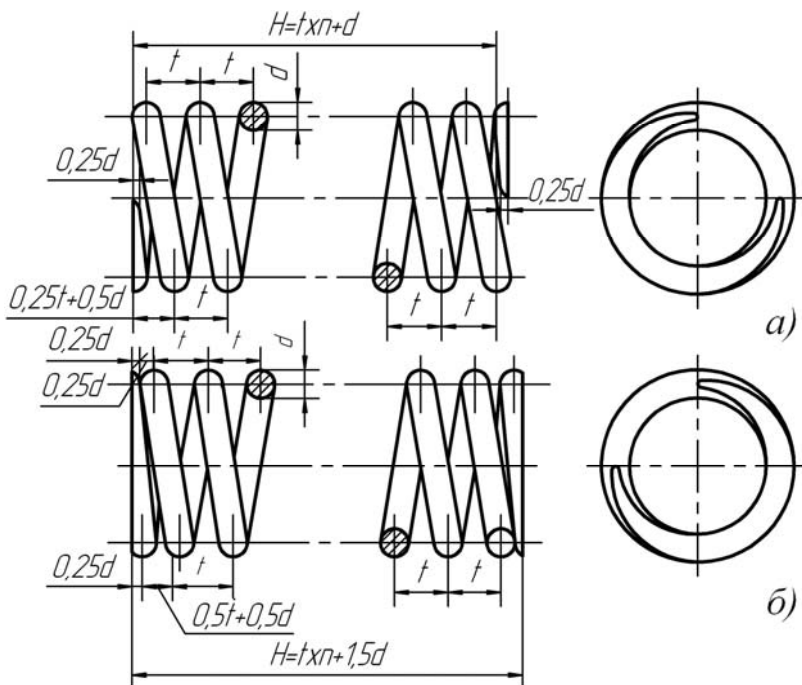


Рис. 6.50. Зображення пружин зі стисненими витками:  
а – стиснено  $\frac{3}{4}$  витка; б – стиснено повний виток

На зображенні циліндричної гвинтової пружини стиснення наносять такі розміри: висоту (довжину) у вільному стані, діаметр (зовнішній або внутрішній), крок (подається як довідковий розмір), товщину кінця опорного витка і розмір зазору між кінцем опорного витка і сусіднім робочим витком (стосується пружин з підібганими опорними витками).

Коли пружину виготовляють з матеріалу, сортамент якого повністю визначає розміри й граничні відхилення поперечного перерізу, то на зображенні розміри перерізу не наносять, а дані про матеріал записують у відповідну графу основного напису.

**Технічні вимоги.** Розміри й параметри витків циліндричних гвинтових пружин стандартизовані, тому на їх креслениках показники властивостей матеріалу дроту або прутка не наводяться. У технічних вимогах до нестандартних пружин можуть бути подані величини модуля зрушення, модуля пружності або інші параметри, що характеризують метал.

У першому пункті технічних вимог до стандартної пружини роблять посилання на порядковий номер пружини за розмірним стандартом і на номер цього стандарту. У другому

На рис. 6.50, а зображено пружину, в якій з кожного кінця підібгано по  $\frac{3}{4}$  витка для створення опорних поверхонь, перпендикулярних до осі (див. вид зліва на рис. 6.50).

Вид зліва на робочих креслениках циліндричних гвинтових пружин, що працюють на стиснення, як правило, не показують. На даному кресленику цей вид показано тільки для того, щоб створити уявлення про опорну поверхню, одержану обробкою на верстаті. Розміри, потрібні для викреслювання, проставлено на головному виді кресленика.

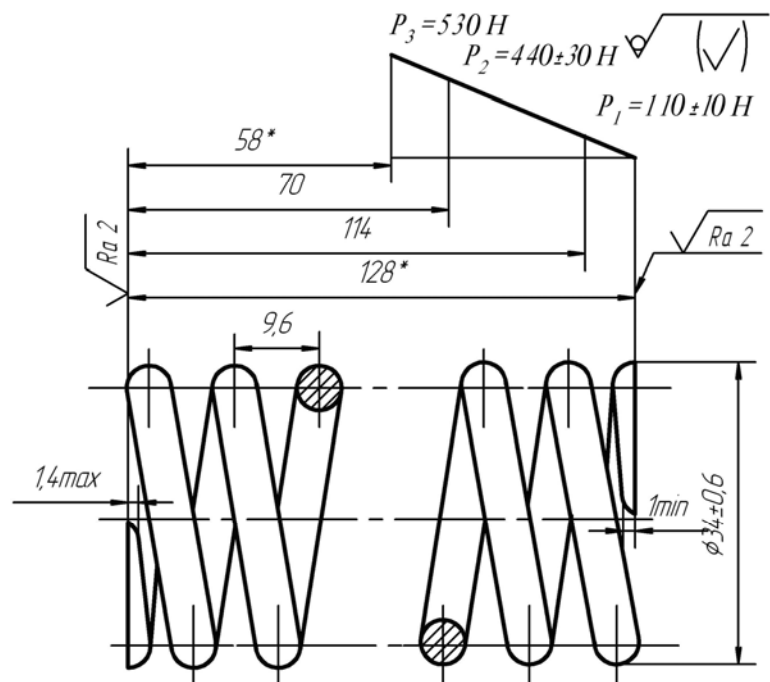
По-іншому зображуються опорні витки пружини, якщо в них підібгано по одному повному витку з кожного кінця. При викреслюванні таких пружин керуються розмірами, проставленими на рис. 6.50 й передбаченими ГОСТ 2.401 – 68.

пункті показують напрямок навивання пружини (правий або лівий). Далі проставляють число робочих витків і повне число витків.

У тому випадку, коли пружина має бути піддана термічній обробці, технічні вимоги включають показники твердості. Точність розміру діаметра пружини, зовнішнього або внутрішнього, визначають простановкою граничних відхилень на зображенні пружини або зазначають у технічних вимогах.

У решті випадків проставляють розмір діаметра контрольної гільзи  $D_r$ , якщо потрібно перевірити зовнішній діаметр або діаметр контрольного стержня  $D_c$  для перевірки внутрішнього діаметра пружини.

У передостанньому пункті технічних вимог роблять запис про розміри для довідок або розміри й параметри для довідок. У завершальному пункті дано посилання на керівний документ, яким потрібно користуватися, контролюючи правильність виготовлення пружини.



1. Пружина 1458 ГОСТ 13771-68.
2. Напрямок навивки – правий.
3. Кількість робочих витків  $n = 12,5$ .
4. Кількість витків повна  $n = 14$ .
5. \* Розміри й параметри для довідок.
6. Решта технічних вимог за ГОСТ 8578-70.

Рис. 6.51. Робочий кресленик пружини стиснення з дроту  $\varnothing 8$  мм, що має підібгані шліфувальні кінці

### Контрольні питання

1. Як можна визначити поняття профілю нарізі?
2. Які профілі стандартизованої нарізі ви знаєте?
3. Яка методика зображення фасок на креслениках нарізних деталей?
4. Чим відрізняються позначення метричної нарізі з великим кроком і малим?
5. Яким чином виконують кресленик нарізного з'єднання?
6. У яких випадках на креслениках зображують профіль нарізі в збільшеному масштабі?
7. Що означає скорочений напис  $LH$  у позначенні нарізі?
8. Як прийнято позначати багатозахідну нарізь?
9. Яка особливість позначення конічної нарізі з кутом профілю  $60^\circ$ ?
10. З яких деталей складається болтове з'єднання?
11. Яка методика підрахунку довжини болта для з'єднання деталей?
12. Які розміри показують на зображенні болтового з'єднання?
13. Назвіть умовні співвідношення, за якими креслять болт на складальному кресленіку.
14. Назвіть умовні співвідношення, за якими креслять гайку на складальному

кресленнику.

15. Назвіть умовні співвідношення, за якими креслять шайбу на складальному кресленнику.

16. З яких деталей складається з'єднання шпилькою?

17. За якими умовними співвідношеннями креслять шпильку й гніздо для неї?

18. За якою формулою обчислюють довжину шпильки?

19. Який вираз використовують для розрахунку діаметра отвору в скріплюваній деталі?

20. Чому дорівнює відстань від кінця шпильки до дна гнізда, а також до кінця нарізи в гнізді?

21. Які з'єднувальні частини для трубопроводів ви знаєте?

22. Яким чином позначають умовний прохід нарізи?

23. У якій послідовності з'єднують дві труби за допомогою муфти й контргайки.

24. Яка методика розрахунку зовнішнього діаметра труб?

25. Який кресленик називають груповим і як його належить використовувати?

26. Яким чином зображають на кресленнику зубчастого колеса коло вершин, коло западин і ділильне коло?

27. Який розмір називається кроком зубчастого колеса і по якій лінії він розташовується?

28. Що таке модуль зубчастого колеса і як його виразити через крок?

29. У якій послідовності потрібно виконувати ескіз циліндричного зубчастого колеса з натури?

30. Які розміри циліндричного зубчастого колеса проставляють на робочому кресленнику ?

31. Чим відрізняється кресленик прямозубого циліндричного колеса від косозубого?

32. Яке число зубців має бути на робочих креслениках зубчастих секторів?

33. У якій послідовності викреслюють кінчні зубчасті колеса?

34. Яким чином наносять позначення шорсткості робочих поверхонь зубців?

35. Які умовні позначення застосовують при зображенні зубчастих рейок на робочих креслениках ?

36. У якій послідовності потрібно викреслювати циліндричну гвинтову пружину, що працює на стиснення?

*Вивчення матеріалу цього розділу формує уявлення студентів про способи з'єднання деталей. Вони мають навчитися правильно виконувати зображення нарізних з'єднань, робочих креслеників зубчастих коліс, черв'яків, рейок пружин з прийнятими умовностями та спрощеннями.*

## РОЗДІЛ 7. СКЛАДАЛЬНІ КРЕСЛЕНИКИ

*У даному розділі описано методи виконання машинобудівних креслеників як основного виду конструкторської документації. При цьому враховано вимоги чинних державних стандартів, розглянуто класифікацію та особливості виробів, що виступають об'єктами зображення й опису в технічних документах.*

### 7.1. Вироби та їхні складові частини

Розробка проектів у всіх галузях машинобудування зводиться до виконання креслеників предметів виробництва. Предмет виробництва, який виготовляється на підприємстві, зветься *виробом*. Розрізняють вироби *основного* й *допоміжного виробництва*.

До *виробів основного виробництва* відносяться предмети, що включаються, як правило, в номенклатуру продукції підприємства й призначені для постачання (реалізації). Наприклад, виробом основного виробництва на автозаводі є автомобіль, на заводі автомобільних двигунів – двигун автомобіля, на заводі кріпильних виробів – гайки, болти, шпильки тощо.

До *виробів допоміжного виробництва*, належать предмети, які підприємство виготовляє тільки для власних потреб. Вироби допоміжного виробництва являють собою конструктивно закінчені предмети, а призначені вони для технологічного оснащення, як правило, власного виробництва. Це, наприклад, різні пристосування, штампи, інструменти тощо.

Виготовляючи вироби основного виробництва підприємство, може купувати вироби інших підприємств у готовому вигляді. У такому разі придбаний виріб, що входить у продукт основного виробництва, називається *купованим* (до таких належать отримані на кооперативних засадах). Таким чином, автомобільний двигун, виготовлений на заводі, є для нього виробом основного виробництва, а для авторемонтного заводу, що одержує готові двигуни без кооперації виробництва, – *купованим*.

Відповідно до ГОСТ 2.101 – 68 «Види виробів» встановлено таку класифікацію предметів виробництва: *деталі, складальні одиниці, комплекси й комплекти*.

Крім того, вироби, залежно від наявності або відсутності в них складових частин, поділяють на *неспецифіковані* (деталі), які не мають складових частин, та *специфіковані* (складальні одиниці, комплекси, комплекти), що містять дві й більше складових частин.

Специфіковані вироби залежно від способу з'єднання їх складових частин поділяють на *рознімні та нерознімні*.

*Деталлю* називається виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням і маркою матеріалу без застосування складальних операцій.

*Складальною одиницею* називається виріб, складові частини якого з'єднують між собою на підприємстві шляхом виконання складальних операцій. Наприклад: автомобіль, верстат, телефонний апарат, редуктор тощо.

*Комплексом* називаються два або більше виробів, не з'єднаних між собою на підприємстві складальними операціями, але призначених для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій. Кожний з цих виробів, що входить у комплекс, служить для виконання однієї або кількох основних функцій, встановлених для всього комплексу. Наприклад: потокова лінія верстатів, автоматична телефонна станція тощо.

*Комплектом* називається два й більше виробів, не з'єднаних на підприємстві складальними операціями. Такій набір, як правило, має загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру. Наприклад: комплект запасних частин, комплект інструментів і приладдя, комплект виміральної апаратури та ін.

Структурну схему видів виробів подано на рис. 7.1.

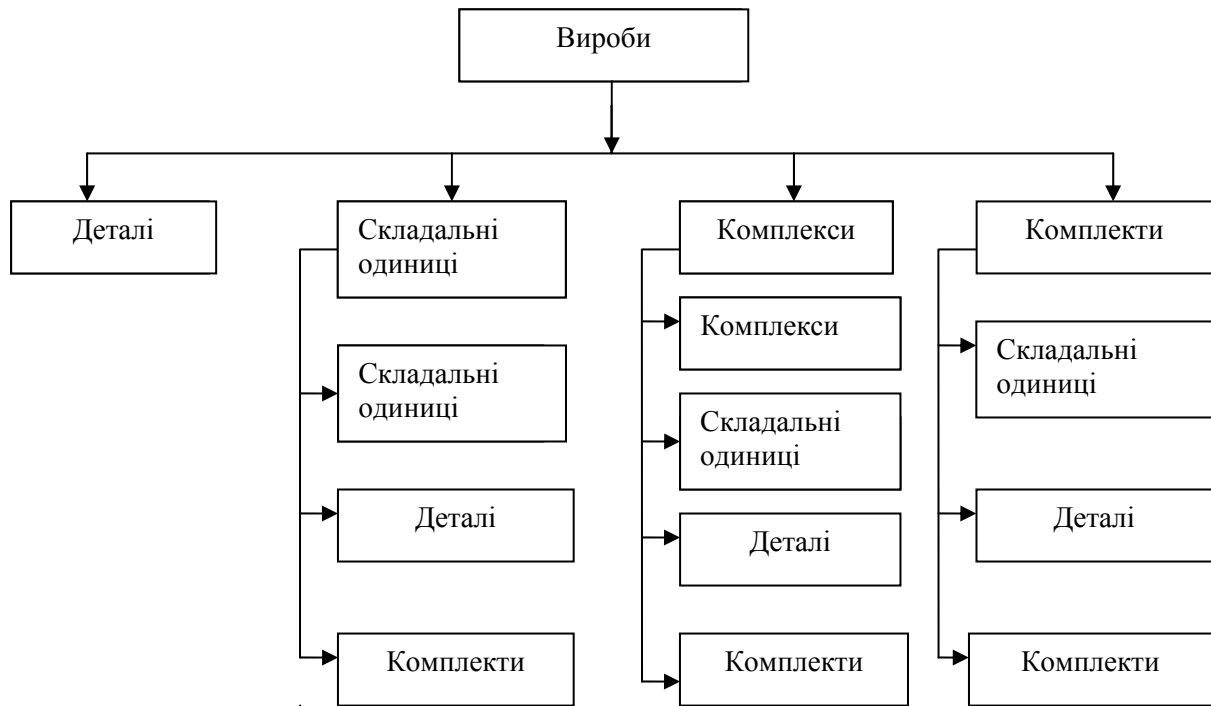


Рис. 7.1. Структурна схема видів виробів

## 7.2. Види конструкторських документів і стадії проектування

До конструкторських документів згідно з ГОСТ 2.102 – 68 належать графічні кресленики, текстові документи, які визначають склад, будову виробу та включають усі дані про його розробку, виготовлення, контроль, експлуатацію та ремонт.

Залежно від змісту розрізняють такі конструкторські документи:

*Кресленики деталі*, що містить її зображення, необхідні дані для виготовлення й контролю.

*Складальні кресленики* подають зображення виробу, інші необхідні дані для його виготовлення й контролю.

*Кресленики загального виду* відображають конструкцію виробу, взаємодію його основних складових частин і пояснення принципу роботи.

*Теоретичні кресленики* визначають геометричну форму (контури) виробу та містять координати розташування складових частин.

*Габаритні кресленики* містять спрощене зображення виробу з габаритними, встановлюваними і приєднувальними розмірами.

*Електромонтажні кресленики* включають дані, необхідні для виконання електричного монтажу.

*Монтажні кресленики* являють собою спрощене зображення виробу, подаючи при цьому необхідні параметри для його встановлення під час монтажу.

*Пакувальні кресленики* включають дані, потрібні для виконання упаковки виробів.

*Схеми* у вигляді умовних позначень відображають складові частини виробу, зв'язок між ними.

*Специфікація* – документ, який визначає будову складальної одиниці, комплексу або комплекту.

*Пояснювальна записка* – документ, у якому описано будову, принцип дії виробу, подано обґрунтування прийнятого технічного й техніко-економічного рішення.

*Технічні умови* – документ, який відображає експлуатаційні показники виробу, методи контролю його якості.



Крім того, до конструкторських документів відносяться різні відомості, таблиці, розрахунки, інструкції стосовно ремонту й експлуатації виробів.

За способом виконання, характером використання конструкторські документи і, зокрема, кресленики поділяються на такі види: *оригінали* – кресленики для виготовлення дублікатів; *зразки* – кресленики, призначені для багатократного зняття з них копій, та засвідчені справжніми підписами посадовців; *дублікати* – кресленики-копії оригіналів, призначені для зняття з них копій; *копії* – кресленики, ідентичні оригіналу або дублікату, які використовують у виробництві, під час проектування або експлуатації виробів.

У разі одноразового використання будь-якого з перерахованих документів (креслеників), допускається виконувати його ескізний варіант.

Залежно від стадії розробки відповідно до ГОСТ 2.103 – 68 конструкторська документація поділяється на проектну і робочу. До проектною документації відносяться:

*технічна пропозиція*, яка повинна містити технічне й техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки документації на виріб з урахуванням результатів аналізу наданого замовником технічного завдання;

*ескізний проект*, що відображає принципові конструктивні рішення, а також дані про призначення, основні параметри, габаритні розміри проектного виробу;

*технічний проект* має включати остаточні технічні рішення, вихідні дані для розробки робочою документації.

Робоча документація поділяється на кресленики окремих деталей, складальних одиниць, комплекси та комплекти.

У комплекті конструкторських документів розрізняють:

основний конструкторський документ;

основний комплект конструкторських документів;

повний комплект конструкторських документів.

Основним конструкторським документом деталі виступає її кресленик, тоді як для складальних одиниць, комплексів, комплектів – це специфікація. Основний комплект включає конструкторські документи, які характеризують виріб у цілому. Повний комплект об'єднує основний комплект конструкторських документів на виріб у цілому й основний комплект конструкторських документів на всі його складові частини.

### **7.3. Позначення виробів та їхніх конструкторських документів**

У процесі проектування, виробництва та експлуатації кожному виробу згідно з ГОСТ 2.201 – 80 присвоюють оригінальне позначення, яке вже не може бути використане для іншого об'єкта.

Виробам і конструкторським документам присвоюють позначення централізовано (організації, яким це доручено) і децентралізовано (організації-розробники).

В основу позначення виробів і конструкторських документів покладено класифікаційну систему, структуру якої зображено на рис. 7.2.

Код організації-розробника призначається за кодифікатором організацій-розробників.

Код класифікаційної характеристики власне відображає конкретний виріб, його беруть з класифікатора виробів конструкторських документів машинобудування і приладобудування (класифікатора ЄСКД). Відповідно до цього класифікатора продукція, яку виготовляють підприємства країни, за виробничими ознаками (з огляду на галузі техніки) поділяється на класи. Шляхом послідовної конкретизації ознак характеру виробництва й експлуатації, природних властивостей, економічного призначення продукції класи виробів поділяються на підкласи, групи, підгрупи, види.

Для позначення класу виробів у документах передбачено два розряди цифр, а для позначення підкласів, груп, підгруп і видів – по одному розряду.

XXXX	XXXXXX	XXX
<i>код організації- виробника</i>	<i>код класифікаційної характеристики</i>	<i>порядковий реєстраційний номер</i>

Рис. 7.2. Структура класифікаційної системи

Таким чином, код класифікаційної характеристики являє собою шестизначне число.

Порядковий реєстраційний номер складається з трьох цифр від 001 до 999.

Після кожного коду ставиться крапка. Наприклад, АБГВ.85 2128.012. При цьому позначення неосновного конструкторського документа має складатися з позначення виробу, коду документа, встановленого стандартами ЄСКД. Наприклад, АБГВ.85 2128.012 СБ.

#### 7.4. Вимоги, що висуваються до складальних креслеників

*Складальні кресленики використовують в процесі складання виробів із деталей, що виготовлені за окремими креслениками.*

Складальні кресленики повинні давати точне уявлення про конструкцію виробу, про взаємодію деталей, які до нього входять, бути наочним технічним документом, основою для виконання складальних операцій та приймання конструкцій.

Кресленики складальних одиниць розробляють на кожен виріб.

Складальні кресленики виробу або елементи його частини повинні в сукупності з технічними вимогами містити:

зображення складальної одиниці, що дає уявлення про розташування та взаємний зв'язок між її елементами, забезпечуючи можливість складання; допускається за необхідності на складальних креслениках подавати схему з'єднання або розташування складових частин виробу;

розміри, інші параметри й вимоги, які мають бути виконані або проконтрольовані за цим креслеником;

відомості про необхідну обробку деталей у процесі складання або після нього;

параметри з'єднання, якщо його точність забезпечується не заданими відхиленнями розмірів, а підбором або припасовуванням;

дані про способи виконання нерознімних з'єднань (зварних, паяних та ін.);

виноска з номерами позицій складових частин, які входять у виріб відповідно до номерів, проставлених у специфікації;

габаритні розміри виробу;

установлювальні й приєднувальні розміри, а також необхідні довідкові розміри;

основний напис, графи якого заповнені відповідно до вимог ГОСТ 2.104 – 68 «Основні написи».

Кожний складальний кресленик виробу або його складової частини слід виконувати на окремому аркуші стандартного формату.

Формат складального кресленика вибирають залежно від габаритних розмірів виробу й прийнятого масштабу.

Кількість видів, розрізів і перерізів на складальному кресленнику має бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про конструкцію, взаємодію її частин і про виконання операцій складання.

У складальних креслениках виробів або їх елементів належить користуватись додатковими видами, розрізами й перерізами, розташованими поза проєкційним зв'язком з основними видами.

На складальному кресленнику розташування виробу має відповідати положенню, яке він займає в процесі складання.

## 7.5. Зображення на складальному кресленнику

Згідно з ГОСТ 2.109 – 73 складальні одиниці зображуються на кресленниках за допомогою видів, розрізів, перерізів. Найчастіше на складальних кресленниках подаються розрізи. Це зумовлено тим, що саме розріз дає можливість з'ясувати внутрішню будову складальної одиниці. До того ж і деталі складальних одиниць також в основному зображують з використанням розрізів. Побудову розрізів на складальних кресленниках можна пояснити конструктивними особливостями форми деталей, які входять у складальну одиницю.

Якщо будують симетричне зображення деталі, то зазвичай поєднують половину виду з половиною розрізу.

Як бачимо, характер зображень на складальному кресленнику залежить від особливостей форми елементів складальної одиниці. З огляду на форму всі деталі можна умовно поділити на три групи:

до *першої* належать ті, для з'ясування форми яких немає потреби застосовувати розрізи; ця група об'єднує монолітні деталі, що не мають внутрішніх порожнин (вісь, шток, болт тощо);

*другу групу* утворюють деталі, для з'ясування форми яких потрібно застосувати розріз; вона об'єднує вироби, що мають внутрішні порожнини;

*третьою групою* – це деталі, у яких для з'ясування форми однієї частини їхньої поверхні немає потреби застосовувати розріз, а для іншої – є, тому можна обійтись виконанням місцевого розрізу, а вироби цієї групи можна назвати комбінованими, бо вони поєднують монолітну частину з частиною, яка має внутрішні порожнини.

Кількість зображень і їх вигляд на складальному кресленнику залежать від потреби в з'ясуванні форми деталей і взаємного розміщення їх у складальній одиниці.

Зображення на складальних кресленниках виконують згідно з ГОСТ 2.305 – 68.

Види на складальних кресленниках, що розміщені у проєкційному зв'язку, не позначаються й не підписуються. Додаткові види й ті, що перебувають поза проєкційним зв'язком, позначають стрілкою та буквою «А».

Прості й складні розрізи позначають розімкненою лінією із стрілками та буквами *A – A*, *B – B*, *V – V* тощо. Прості розрізи з січною площиною (що проходить через вісь симетрії виробу), коли їхні зображення розташовуються на місці відповідних видів, не позначають. Місцеві розрізи обмежують суцільною хвилястою лінією.

Штрихування однієї деталі (чи однакових деталей) на всіх її зображеннях виконується з нахилом  $45^\circ$  в один бік, а відстань між штрихувальними лініями має бути однаковою. На зображеннях суміжних деталей штрихування урізноманітнюють, змінюючи напрям його нахилу та відстань між лініями або зсуваючи лінії однієї деталі відносно іншої. Елементи, товщина яких на кресленниках становить 2 мм і менше, у розрізах і перерізах зачорнюють незалежно від виду матеріалу.

## 7.6. Умовності й спрощення при виконанні зображень на складальних кресленниках

Зображення на складальних кресленниках виконують із спрощеннями, передбаченими стандартами ЄСКД для всіх видів кресленників, а також з додатковими умовами й спрощеннями, визначеними в ГОСТ 2.109 – 73.

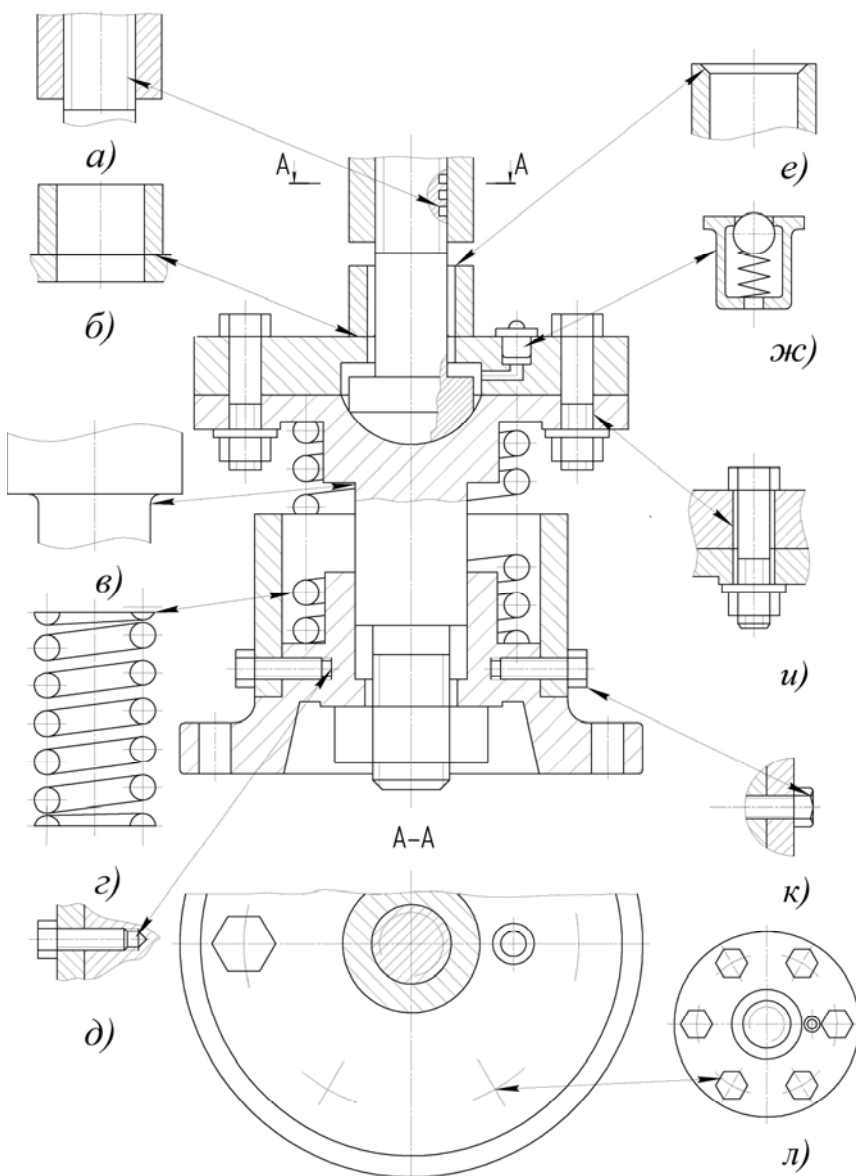
На складальних кресленниках рухомі частини виробу зображують у робочому положенні. Під робочим положенням розуміють таке розміщення робочих органів, що забезпечує виконання ними основних функцій. Наприклад, робочим положенням крана є таке розташування отвору в його пробці, яке забезпечить рух рідини, газу чи повітря по трубах.

Щоб з'ясувати принципи роботи або особливості монтажу виробу, його рухомі частини на складальному кресленнику зображують у крайньому або проміжному положеннях.

Але при цьому наносять відповідні розміри, а зображення крайнього проміжного положення виконують штрихпунктирною з двома крапками тонкою лінією.

Дозволяється не зображувати на будь-якому виді складального кресленника окремі деталі, що заважають розумінню конструктивних особливостей інших деталей (кришки, кожухи, маховички, рукоятки тощо).

Якщо на складальному кресленнику є розріз і перерізи та якщо січні площини проходять уздовж осей гвинтів, болтів, шпильок, заклепок, непорожнистих валів, шпинделів, шатунів, важелів тощо, то згідно з ГОСТ 2.305 – 68 їх зображують нерозсіченими. Нерозсіченими на складальних кресленниках показують також гайки, шайби та кульки.



При зображенні пружин на складальних кресленниках дотримуються умовностей і спрощень, передбачених ГОСТ 2.401 – 68. З огляду на це вироби, які розміщуються за гвинтовою пружиною, зображують до зони, що умовно їх закриває, й позначаються осевими лініями перерізів витків (рис. 7.3, з).

Пружину дозволяється зображувати нерозсіченою або в розрізі, показуючи перерізи витків. Умовно вважають, що пружина закриває розміщені за нею елементи деталей до контуру перерізів чи до їхніх осевих ліній. Якщо діаметр дроту пружини не перевищує 2 мм, то перерізи зачорнюють.

При зображенні витків пружини круглого перерізу або якщо товщина пружини іншого профілю менша від 2 мм, то пружину дозволяється зображувати лише похилими до осі прямими лініями завтовшки 0,6 – 1,5 мм (рис. 7.3, ж).

Рис. 7.3. Умовності й спрощення на складальних кресленниках

Профіль ходової нестандартної нарізи зображують на місцевому розрізі (рис.7.3, а).

Кріпильні нарізні з'єднання креслять із прийнятими для них спрощеннями (рис. 7.3, д, и, к, ). Більш детально ці спрощення буде розглянуто нижче.

На складальному кресленнику дозволяється не зображувати фаски, скруглення, галтели (рис. 7.3 е, в), але тільки в тому випадку, коли вони не мають конструктивного призначення. Дозволяється також не зображати проточування, заглиблення, виступи, насічки та інші дрібні елементи, а також зазори між стержнем і отвором (рис. 7.3, и).

Зварний, паяний і клеєний виріб у складеному вигляді з іншими виробами в розрізах та перерізах штрихують як монолітний предмет в один бік, проводячи межу між деталями

цілого виробу суцільними товстими основними лініями (рис. 7.3, б). Якщо складальна одиниця має кілька однакових рівномірно розміщених деталей (чи їхніх комплектів), то зображають тільки одну – дві деталі (один – два комплекти), а решту показують умовно чи спрощено (рис. 7.3, л), записавши в специфікацію їхню кількість.

### 7.7. Розміри на складальних креслениках

Розміри, які наносять на складальні кресленики, поділяють на дві групи:

1. Розміри, яких належить дотримуватись і які потрібно перевіряти при виготовленні деталей, керуючись даним складальним креслеником. Їх називають *виконавчими*.

2. Розміри, яких не потрібно дотримуватись, керуючись даним складальним креслеником, наносяться вони для більшої зручності його використання. Ці розміри називають *довідковими*.

До першої групи розмірів належать такі:

*монтажні*, які визначають взаємне розміщення деталей у виробі, також до них належать монтажні зазори;

*розміри елементів деталей*, які реалізують у процесі складання чи після нього, наприклад, пов'язані з механічною обробкою після зварювання, клепа́ння, пая́ння, пресування;

*розміри спряжених елементів деталей*, що зумовлюють характер з'єднання (посадки), наприклад, спряжений розмір із граничними відхиленнями діаметра циліндра і поршня;

*розміри, які характеризують експлуатаційні параметри виробу і положення окремих елементів конструкції*, до них відносять хід поршня, клапана двигуна, важеля.

До другої групи розмірів належать такі:

*габаритні*, що визначають граничні зовнішні обриси виробу, наприклад, його висоту, довжину й ширину чи найбільший діаметр;

*установчі й приєднувальні*, вони визначають параметри елементів, дотримання яких дозволяє встановити даний виріб на місці монтажу, це, наприклад, розміри центрових кіл на фланцях, де розміщено отвори, діаметри отворів під болти, відстані між отворами кріплення, приєднувальні розміри нарізей тощо;

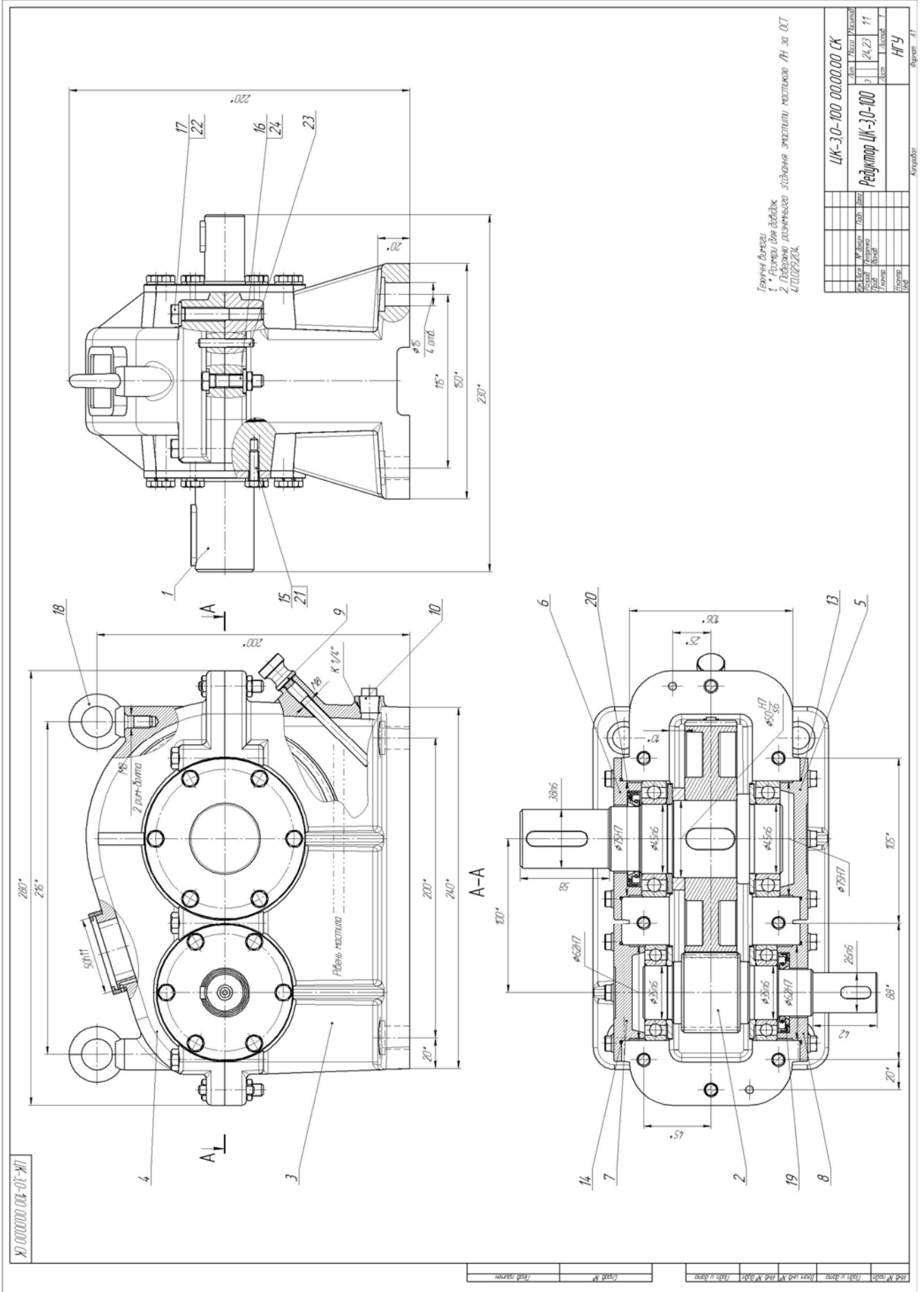
*характерні*, які конструктор вважає за потрібне показати на кресленику, наприклад, розміри плечей важелів і рукояток, діаметри штурвалів, розміри профілю спеціальної нарізи, діаметри отворів і трубопроводів, по яких переміщується робоче тіло тощо.

На креслениках складальних одиниць проставляють розміри, першої групи, тобто всі виконавчі, включаючи розміри, потрібні для виготовлення нерознімних з'єднань (клепа́ння, зварювання, пая́ння, пресування). Із групи довідкових розмірів зазначають установлювальні, приєднувальні, габаритні, а з характерних – деякі розміри, що відображають технічні характеристики складальної одиниці, наприклад, плечей важелів та їхнього ходу.

На складальних креслениках виробу, проставляючи всі розміри спряжених елементів деталей, рухомих і нерухомих, як правило, позначають характер з'єднання (посадку). Для цього наносять номінальний розмір, що належить як до отвору, так і до вала, а праворуч у вигляді простого дробу позначають посадку з'єднання; зокрема в чисельнику – поле допуску й квалітет точності для отвору, а в знаменнику – поле допуску й квалітет точності для вала. Ці відомості потрібні робітникам для ретельного виконання з'єднання, а також при ремонті виробів.

Щоб краще зрозуміти суть кожного виду розміру, що наноситься на складальний кресленик, розглянемо зображення редуктора (див. рис. 7.4).

Граничні зовнішні обриси редуктора відображають його габаритні розміри: 280 (довжина) × 150 (ширина) × 220 (висота) мм. Установлювальні та приєднувальні розміри на кресленику – це відстань між осями отворів (20, 115 та 200 мм) і діаметри отворів під болти (4 отв. Ø 15); відстані між отворами болтового кріплення корпусу й кришки редуктора (45, 88, 105 мм) та розміри положення центрувальних штифтів (25, 20 мм). До них належать також розміри, які будуть використані для з'єднання редуктора з іншими механізмами: діаметри



ЦК-3,0-100

- Темати выходи  
1. Рисунок для сборки  
2. Подобрать размерные значения элементов системы АН за ГОСТ 47029.2/А.

ЦК-3,0-100 00.00.00 СК					
№ п/п	Изм.	Исполн.	Дата	Знак	Листы
Редуктор ЦК-3,0-100			24.23		11
Контракт					ИТУ

Рис. 7.4. Пример выполнения складального кресления редутора

валів ( $\varnothing 26\ n6$  і  $\varnothing 38\ n6$ ) та довжина їхнього вильоту (42 і 58 мм). На кресленнику також проставляють розміри спряжених елементів деталей, що визначають характер основних, найвідповідальніших з'єднань у редукторі, наприклад:  $\varnothing 50H7/s6$  – посадка зубчастого колеса на валу. До цієї групи належать розміри окремих поверхонь, які забезпечують взаємозамінність деталей редуктора: це посадкові отвори в корпусі для вальниць ( $\varnothing 62\ H7$  і  $\varnothing 75\ H7$ ), діаметри валів, на які насаджуються вальниці ( $\varnothing 35\ n6$  і  $\varnothing 45\ n6$ ).

### 7.8. Номери позицій на складальних кресленниках

На складальному кресленнику всі елементи виробу нумерують відповідно до номерів позицій, які зазначені в специфікації зображуваної складальної одиниці. Номери позицій наносять на поличках ліній-виносок, які проводять від зображень складових частин виробу. Один кінець ліній-виносок, які перетинають лінію контуру, закінчується крапкою, інший – поличкою. У тих випадках, коли зображення складової частини невелике, зачорнене у перерізі чи зображується лінією (наприклад, пружина з тонкого дроту), лінію-виноску закінчують стрілкою.

Номери позицій подають на тих зображеннях, де відповідні складові частини проєціюються як видимі, тобто найчастіше, на основних видах чи розрізах. Номер позиції наносять на кресленнику один раз, допускається робити це вдруге для однакових складових частин.

Виноску та поличку виконують суцільною тонкою лінією. Лінії-виноски проводять так, щоб вони не були паралельними до ліній штрихування, а також не перетинались між собою і з розмірними лініями.

Номери позицій розміщують паралельно до основного напису кресленника поза контуром зображення й групують у стовпчик чи рядок на одній лінії. Розмір шрифту для них беруть на один – два порядки більшим, ніж прийнятий на кресленнику для розмірних чисел.

У разі потреби виконують спільну лінію-виноску з вертикальним розміщенням номерів позицій для групи кріпильних деталей, які належать до одного й того самого місця кріплення (рис. 7.5), коли відсутня можливість підвести лінію-виноску до кожної складової частини виробу (рис. 7.5, а). Виноску проводять від зображення закріплюваної складової частини (рис. 7.5, б), номер позиції цієї частини проставляють першим.

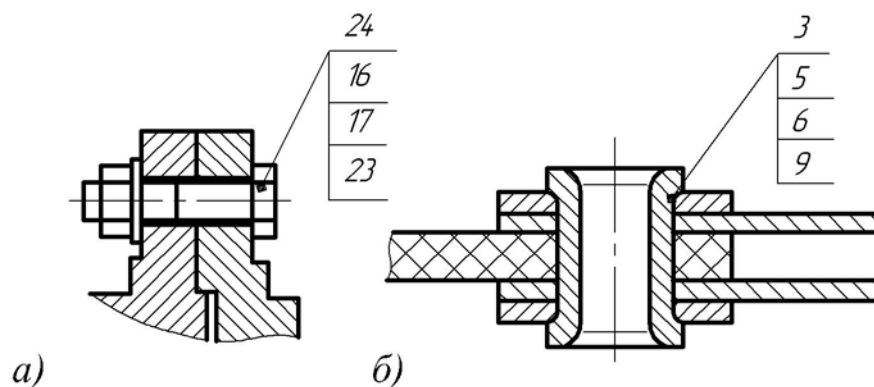


Рис. 7.5. Розміщення номерів позицій у групі з'єднаних деталей

### 7.9. Специфікація

Кожний складальний кресленник супроводжують специфікацією. *Специфікація* – це документ, який визначає будову складальної одиниці. Ним користуються при оформленні й комплектуванні конструкторської документації та в процесі планування запуску у виробництво елементів складальної одиниці.

Специфікацію виконують у вигляді таблиці, до якої заносять номери позицій, позначення робочих креслеників деталей, що входять у складальну одиницю. Згідно з ГОСТ 2.108 – 68 специфікацію виконують на окремих аркушах формату А4, форму й розмір цього документа, показано на рис. 7.6.

У загальному випадку специфікація складається з таких розділів: а) документація; б) комплекси; в) складальні одиниці; г) деталі; д) стандартні вироби; е) інші вироби.

Залежно від складу виробу в специфікації можуть бути не всі розділи, а тільки деякі з них. Специфікація навчальних креслеників здебільшого має такі розділи: «Документація», «Деталі», «Стандартні вироби», «Матеріали». Назви розділів записують у вигляді заголовка в графі «Найменування» і підкреслюють суцільною тонкою лінією. Нижче кожного заголовка залишають вільний рядок, а в кінці кожного розділу – не менше одного рядка для можливих додаткових записів.

Розглянемо зміст кожного розділу в специфікації навчальних креслеників (на прикладі складального кресленика виробу «Редуктор ЦК – 3,0 – 100», зображеного на рис. 7.4).

До розділу «Документація» записують позиції, які формують основний комплект конструкторських документів специфікованого виробу. Всередині цього розділу документи розміщують у такій послідовності: спочатку документи на специфікований виріб, а потім – на неспецифіковані складові частини. Документи, складені на специфікований виріб, що входять в основний комплект, подаються тільки у вигляді назви. Наприклад: «Складальний кресленик», «Технічні умови» тощо. Документи на неспецифіковані складові додатково містять назву виробу. У навчальних креслениках, як видно з рис. 7.6, до розділу «Документація» заносять назву документа «Складальний кресленик». До розділу «Деталі» записують назви деталей, які безпосередньо входять до складу специфікованого виробу і на які виконано кресленики. Запис деталей усередині розділу виконують у порядку зростання цифр, що входять до їх позначення.

До розділу «Стандартні вироби» записують назви предметів виробництва, виготовлених за державними, галузевими стандартами і стандартами підприємств (стосується виробів допоміжного виробництва).

У межах кожної категорії стандартів запис виконують відповідно до виробів, об'єднаних за їхнім функціональним призначенням (вальниці, кріпильні вироби, арматура, електротехнічні вироби тощо). У межах кожної групи запис формують в алфавітному порядку назв (болти, гайки, гвинти, шпильки, шплінти). Розшифровуючи кожну назву, запис ведуть у порядку збільшення чисел у позначеннях елементів, написи до кожного позначення розміщують у порядку збільшення основних параметрів чи розмірів виробу (діаметра, довжини).

До розділу «Матеріали» заносять назви всіх матеріалів, з яких виготовлено прутки, дроти, листи, стрічки, труби і под., що безпосередньо входять до складу специфікованого виробу. Матеріали записують з огляду на їхні види в такій послідовності: метали чорні, метали кольорові, пластмаси, прес-матеріали паперові, текстильні тощо. У межах кожного виду матеріали подають в алфавітному порядку назв; у межах кожної назви – в порядку зростання розмірів чи інших технічних параметрів.

Як видно із наведених вище прикладів, усі графи специфікації заповнюють зверху вниз.

Щоб надалі швидко знаходити в специфікації потрібну інформацію, треба знати, які відомості містяться в усіх її графах.

Графа «Формат» включає позначення форматів, на яких виконано кресленик складових частин виробу. Цю графу не заповнюють у розділах «Стандартні вироби» й «Матеріали».

Графа «Зона» містить позначення площин, на яких розміщено певні складові частини виробу, її заповнюють лише в креслениках, поле яких розділено на зони.

Графи «Формат» і «Зона» у специфікаціях до навчальних креслеників не заповнюють.

Графа «Позиція» містить порядкові номери частин виробу, що безпосередньо входять до його складу, а послідовність їх запису відповідає специфікації. У розділі «Документація» цю графу не заповнюють.



20		185										
		6	6	8	70					63	10	22
15	8	Формат	Зона	Кільк.	Позначення	Найменування				Кіл.	Прим.	
						<u>Документація</u>						
		A1			ЦК-3,0-100 00.00.00 СК	Складальний кресленик						
		A4			ЦК-3,0-100 00.00.00 ПЗ	Пояснювальна записка						
						<u>Складальні одиниці</u>						
		A3	1		ЦК-3,0-100 01.00.00 СК	Вал				1		
		A3	2		PM24.K4.0506.003	Вал-шестірня				1		
						<u>Деталі</u>						
		A1	3		ЦК-3,0-100 00.00.01	Корпус				1		
		A1	4		ЦК-3,0-100 00.00.02	Кришка				1		
		A4	5		ЦК-3,0-100 00.00.03	Кришка глуха				1		
		A4	6		ЦК-3,0-100 00.00.04	Кришка прохідна				1		
		A4	7		ЦК-3,0-100 00.00.05	Кришка глуха				1		
		A4	8		ЦК-3,0-100 00.00.06	Кришка прохідна				1		
		A4	9		ЦК-3,0-100 00.00.07	Покажчик мастила				1		
		A4	10		ЦК-3,0-100 00.00.08	Пробка				1		
		A4	11		ЦК-3,0-100 00.00.09	Скло				1		
		A4	12		ЦК-3,0-100 00.00.10	Хомут						
		A4	13		ЦК-3,0-100 00.00.11	Кільце для ущільнення						
		A4	14		ЦК-3,0-100 00.00.12	Кільце для ущільнення						
						<u>Стандартні вироби</u>						
			15			Болт М6-8д x 20.109.30ХГСА ГОСТ 15589-70				24		
			16			Болт М6-8д x 25.109.30ХГСА ГОСТ 15589-70				2		
			17			Болт М8 x 1-8д x 55.109.30ХГСА ГОСТ 15590-70				6		
			18			Гайка М8x1-6Н.04 ГОСТ 15522-70				2		
			19			Манжета 11-30 x52-1 / 4 ГОСТ 8752-79				1		
			20			Манжета 11-42 x62-1 / 4 ГОСТ 8752-79				1		
40	<b>ЦК-3,0-100 00.00.00</b>											
	Зм.	Арк.	№ докum.	Підп.	Дата	Редуктор ЦК-3,0-100				Літера	Аркуш	Аркульо
	Розроб.										7	2
	Перевір.									НГУ		
	Нконтр.											
Затв.												

Рис. 7.6. Приклад оформлення специфікації складального кресленика



У графі «Позначення» перелічено назви конструкторських документів на деталі, що входять до складу виробу. Позначення виконуються згідно з ГОСТ 2.201 – 80. Не заповнюють цю графу в розділах «Стандартні вироби» й «Матеріали».

У межах усього кресленика перші дві групи символів прийнятого для нього позначення залишаються незмінними. Остання група символів повинна мати такий вигляд: 000 СК – позначення складального кресленика у відповідній графі основного напису; 000. – позначення специфікації у відповідній графі основного напису; 001 – позначення креслеників деталей.

Графа «Кількість» включає відомості про число складових частин, які входять до однієї складальної одиниці виробу, або про кількість матеріалу, що йде на виготовлення одного виробу (обов'язково подають одиниці фізичних величин). Допускається одиниці фізичних величин записувати у графі «Примітка».

Графа «Примітка» містить додаткові відомості про записані в специфікацію вироби, документи й матеріали.

### 7.10. Основний напис

Форму основного напису специфікації та його розміри встановлено ГОСТ 2.104 – 68. Якщо кількість складових частин виробу значна, то специфікація може розміщатися на кількох аркушах. У цьому випадку на першому її аркуші виконується основний напис за формою, що зображена на рис. 7.7, а. На всіх наступних аркушах – за формою з рис. 7.7, б. Зміст граф основного напису специфікації відповідає розглянутим вище вимогам, які містяться в графах основного напису складального кресленика.

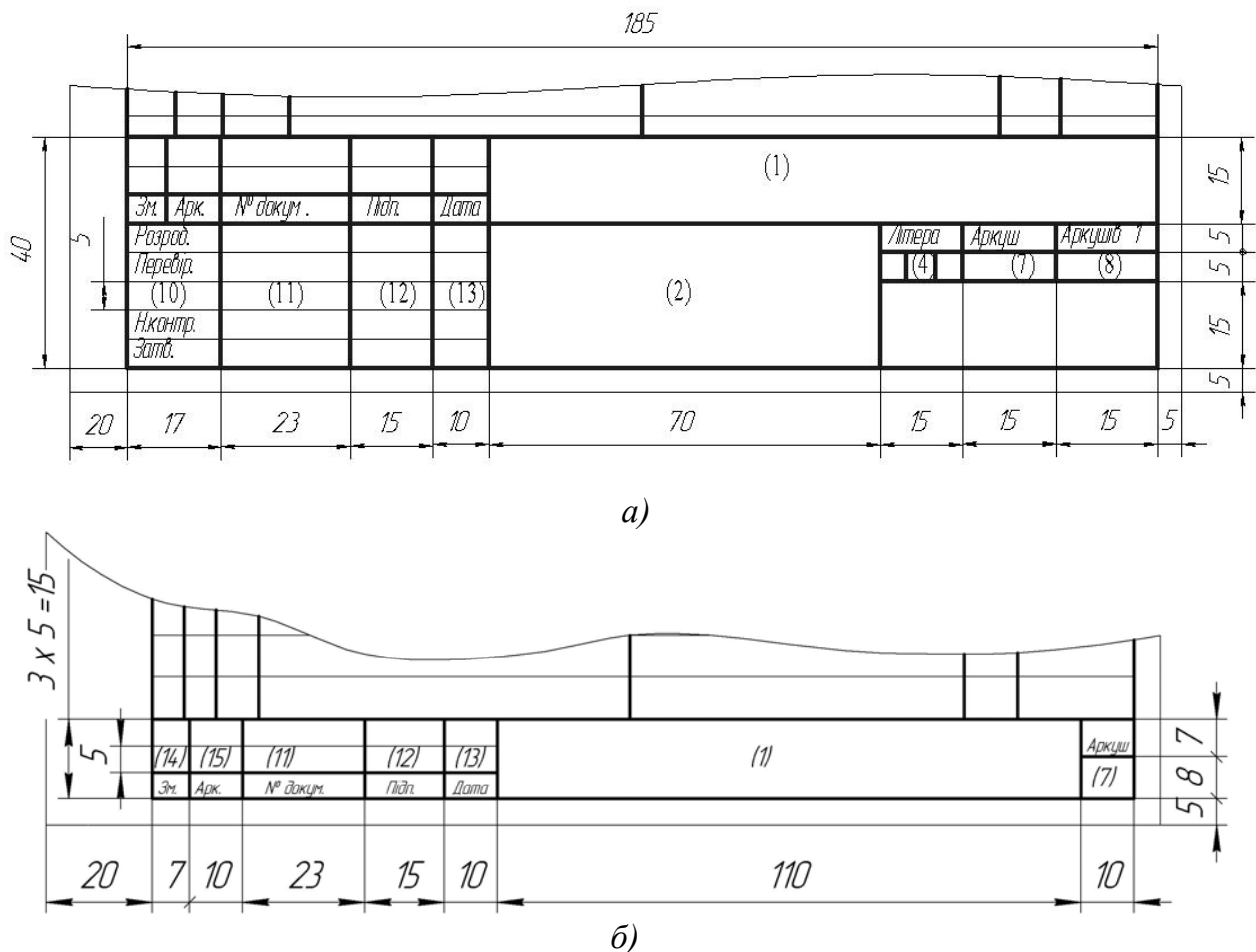


Рис. 7.7. Приклад оформлення основного напису специфікації: а – першого аркуша; б – наступних аркушів

## 7.11. Деталювання складальних креслеників

*Деталюванням* називають виконання робочих креслеників деталей виробу за складальним креслеником. Деталювання кресленика – це сукупність взаємопов'язаних розумових і графічних дій, характер та послідовність яких може бути виражена у вигляді схеми (рис. 7.8). Процес деталювання складального кресленика можна поділити на такі етапи:

1. Вивчають складальну одиницю, прочитавши її кресленик у розглянутій послідовності.

2. Визначають деталі, кресленики яких треба виконати, намічають послідовність деталювання. Деталювання починають із простих за формою деталей.

3. На кресленнику знаходять й аналізують форму вибраної для зображення деталі, визначають її головний вид, кількість і склад потрібних видів. Їхня кількість має бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про форму й розміри деталі.

4. Вибирають масштаб зображень. При цьому не обов'язково дотримуватися одного й того самого масштабу для всіх деталей. Дрібні деталі, особливо складної форми, зображують у більшому масштабі.

5. Вибирають потрібний формат аркуша паперу для виконання кресленика, наносять рамку й основний напис.

6. Компонують і послідовно виконують зображення деталі, викреслюючи ті її елементи, які на складальному кресленнику відсутні або показані спрощено: фаски, галтелі, проточування тощо. Розміри цих конструктивних елементів визначають не за складальним кресленником, а беруть їх з відповідних стандартів.

7. Наносять на кресленик розміри, позначення шорсткості поверхонь та інші дані.

8. Перевіряють кресленик та остаточно його оформлюють: заповнюють основний напис, подають у разі потреби технічні вимоги.

У процесі деталювання складальних креслеників виникають певні труднощі при визначенні справжніх розмірів елементів деталей, а також при переведенні розмірів зображень із одного масштабу в інший. Розглянемо деякі випадки.

*Перший випадок.* Складальний кресленик виконано в масштабі  $M 1 : 1$ , тоді справжні розміри всіх елементів деталі вимірюють на цьому кресленнику і використовують у деталюванні.

*Другий випадок.* Складальний кресленик має масштаб  $M 1 : 1$ , а кресленик деталі виконується в іншому масштабі, тоді справжні розміри деталі вимірюють за складальним кресленником, а зображення деталі креслять відповідно до прийнятого масштабу, проставляючи при цьому справжні розміри.

*Третій випадок.* Складальний кресленик виконано в масштабі, який відрізняється від  $M 1 : 1$ , а кресленик деталі будується в масштабі, який відрізняється від масштабу першого й від  $M 1 : 1$ , у цьому разі справжні розміри елементів деталі знаходять як результат ділення розмірів цих елементів, виміряних на складальному кресленнику, на його масштаб. Далі ці справжні розміри множать на масштаб робочого кресленика деталі й отримують розміри для виконання зображень на ньому.

Проставляючи розміри на робочих креслениках треба враховувати, що для багатьох елементів деталей вони стандартні. Наприклад, діаметри деталей циліндричної форми (валів, осей, пальців, штирів) визначають із ряду величин нормальних діаметрів загального призначення, виражених у міліметрах: 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 35; 36; 38; 40; 42; 44; 45; 46; 48; 50; 52; 55; 58; 60; 62; 65; 68; 70; 72; 75; 78; 80; 82; 85; 88; 90; 92; 95; 98; 100.

Розглянемо характерні особливості складального кресленика на прикладі редуктора ЦК – 3,0 – 100 (рис. 7.4). Такий виріб досить поширений, наприклад, у приводі робочого руху багатьох машин і механізмів (конвеєрів, підйомників, насосів, кранів тощо).

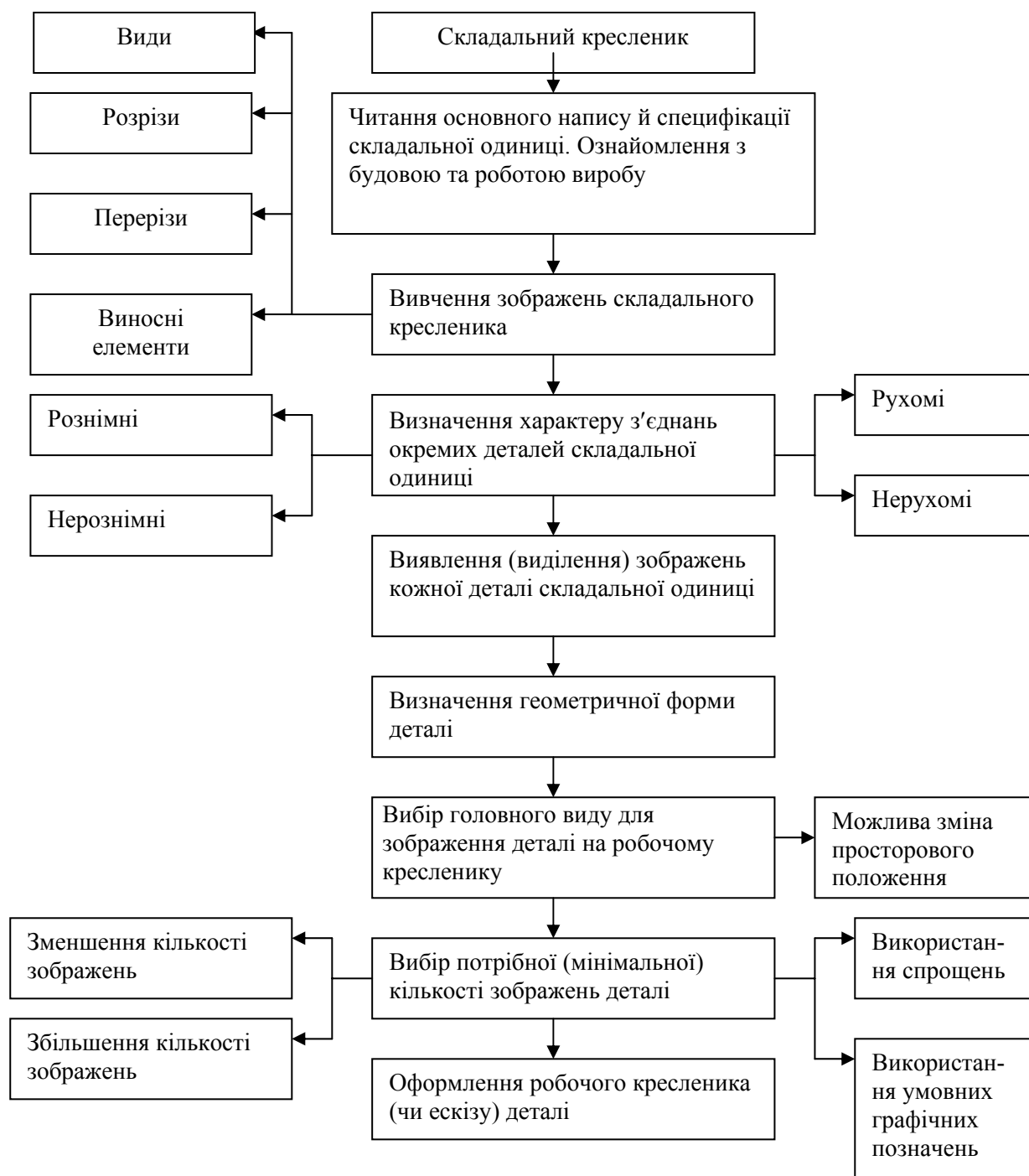


Рис. 7.8. Схема послідовності деталювання складального кресленика

Зображення редуктора включає вид спереду, зліва, а також горизонтальний розріз, січна площина якого одночасно проходить через вісь кожного з валів і площину рознімання корпуса й кришки цієї складальної одиниці. Ці зображення дають повне уявлення про зовнішній вигляд редуктора (вид спереду і зліва) та про його внутрішню будову (горизонтальний розріз), про розміщення й взаємозв'язок деталей усередині редуктора, а також про форму самих деталей, що входять до його складу (корпус, кришка, вали, зубчасте колесо, підшипники, кріпильні деталі). Як видно з наведеного прикладу, на розрізі редуктора суміжні деталі заштриховано в різних напрямках. Це зроблено для того, щоб краще відрізнити контури зображень окремих деталей.

Для складання редуктора використовують раніше виготовлені деталі. Тому розміри їх на складальному кресленнику не наносяться. Кресленик редуктора має невелику їх кількість, вони

пов'язані тільки зі складанням виробу та контролем за цим процесом. Це також характерна особливість складального кресленика.

Складальний кресленик, на відміну від робочого, містить зображення деякої кількості взаємопов'язаних деталей. Зображений на рис. 7.4 редуктор складається більш як із 30 деталей. Усі вони зображені на кресленику.

Основні відомості про кожну деталь (її назва, деякі основні параметри, а якщо деталь стандартна, то й кількість деталей у виробі) заносять у специфікацію, яка додається до кожного складального кресленика (рис. 7.6). Щоб скласти специфікацію, кожній деталі присвоюють порядковий номер, який проставляють на полочках ліній-виносок. Лінію-виноску проводять від зображення деталі.

*Вправа.* Прочитайте складальний кресленик домкрата й виконайте робочі кресленики таких деталей з рис. 7.9 (позиції 1, 2, 3, 4, 5). Специфікацію цих деталей подано на рис. 7.9.

*Домкрат* використовують для піднімання різних предметів на висоту в межах 0 – 500 мм, його встановлюють під виступаючу частину предмета, який слід підняти. При цьому опорна поверхня корпусу 3 домкрата має розміщуватись горизонтально.

Щоб трохи підняти призначений для цього предмет або засіб, вигвинчують коронку 4 домкрата, яка незначним натискуванням повинна притулятись у потрібному місці до предмета. Далі в кожний із отворів гвинта підйому по черзі вставляється металевий стержень дещо меншого діаметра, а гвинт підйому з деяким зусиллям вигвинчується. Оскільки корпус 3 домкрата залишається нерухомим, то гвинт 1 за рахунок обертання переміщується в напрямку своєї осі, тим самим забезпечуючи піднімання предмета. Щоб обмежити осьове переміщення гвинта 1, на його нижньому торці закріплено гвинтом 6 круглу шайбу 5. Гвинт 1 загвинчується в циліндричну втулку 2 з упорною нарізю. Втулка стопориться в корпусі двома гвинтами 8.

## 7.12. Послідовність виконання складальних креслеників

Складальні кресленики створюють у процесі проектування нового, ще не існуючого виробу або коли виникає потреба виконати геометричне зображення виробу з природи.

Складальні кресленики виконують у два етапи: спочатку зображують ескізи деталей, а потім роблять за ескізами робочі кресленики.

Щоб створити складальний кресленик виробу з природи, рекомендується дотримуватись такої послідовності виконання операцій:

1. Уважно оглянути виріб, що являє собою об'єкт складального кресленика. Встановити призначення цього виробу й принцип його роботи. З'ясувати, які складові частини має виріб, як у ньому з'єднано деталі (шляхом нарізи, зварювання тощо).

2. Ознайомитись з порядком складання виробу, для чого спочатку розібрати його на окремі елементи, а потім в зворотному порядку скласти.

3. Скласти схему поділу виробу на складові елементи.

4. Присвоїти виробу та його складовим частинам позначення, керуючись ГОСТ 2.201 – 80, внести їх у схему виробу.

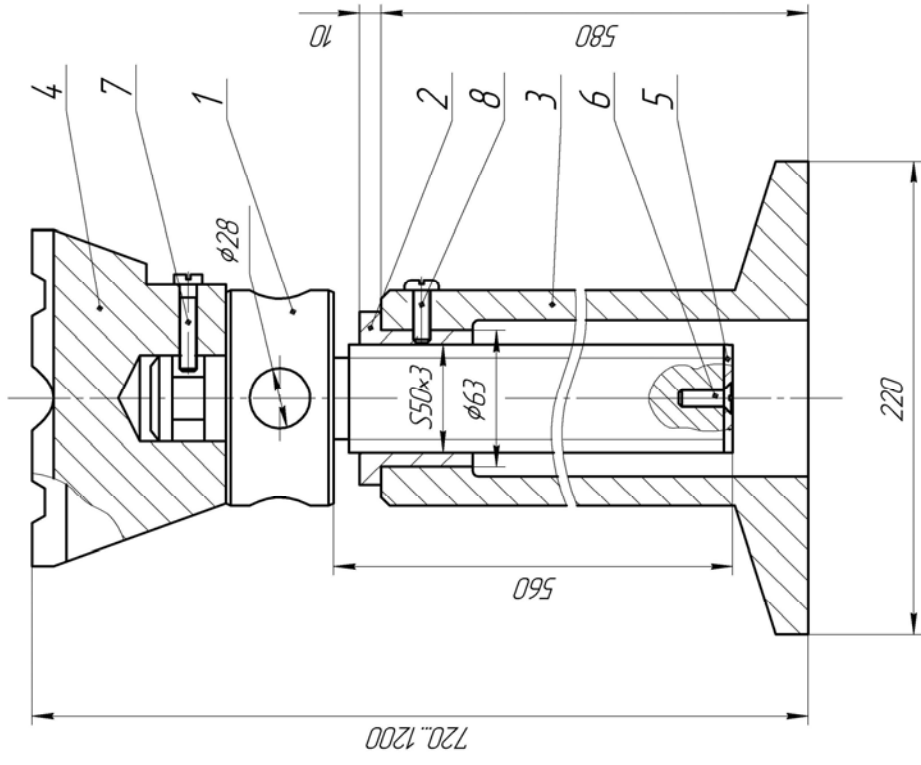
5. Виконати ескізи всіх деталей виробу (окрім стандартних) відповідно до правил їхнього оформлення. Готові ескізи ретельно перевірити, переконавшись у наявності всіх необхідних розмірів з'єднаних деталей.

6. Визначити необхідну кількість зображень (видів, розрізів, перерізів, місцевих видів) на складальному кресленику, його масштаб, віддаючи перевагу  $M 1 : 1$ .

7. З урахуванням масштабу зображення вибрати формат аркуша. Виконати рамку кресленика, основний напис і специфікацію.

ДМ.007.0000 СК

1. Вантажопідйомність F=36000 Н.
2. Висота підйому 0,5 м.



Формат	Зона	Код	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
A3			ДМ.007.0000 СК	Складальний кресленок	1	
A4			ДМ.007.0000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Деталі		
		1	ДМ.007.0001	Гвинт	1	
		2	ДМ.007.0002	Втулка	1	
		3	ДМ.007.0003	Корпус	1	
		4	ДМ.007.0004	Коронка	1	
		5	ДМ.007.0005	Шайба	1	
				Стандартні вироби		
		6		Гвинт А.М8-6gx25 109.30XГСА	1	
		7		ГОСТ 1491-80		
				Гвинт А.М8-6gx40-34	1	
		8		ГОСТ 17475-80		
				Гвинт М16-6gx25	1	
				ГОСТ 1491-80		
				ДМ.007.0000 СК		
				Домкрат	Лит.	Машт.
					3	2-1
					Аркш.	Аркш.
					1	1
				НГУ		
				Формат А3		

Рис. 7.9. Приклад оформлення складального кресленка домкрата

8. Розпочати виконання складального кресленника, для чого перш за все, викреслити у всіх проекціях тонкими лініями контури деталей, починаючи з найбільш великих і переходячи до дрібніших. Потім проставити необхідні розміри (нанести розмірні лінії та числа), виконати штрихування розрізів і перерізів, стежачи за тим, щоб нахил ліній штрихування на зображенні всіх проекцій однієї і тієї самої деталі був однаковим. Ретельно перевіривши кресленник, обвести на ньому всі лінії.

9. Заповнити специфікацію відповідно до вимог ГОСТ 2.108 – 68.

10. Нанести номери позицій деталей на складальний кресленник відповідно до номерів позицій у специфікації.

11. Заповнити основний напис і виконати інші необхідні написи (технічні вимоги та ін.).

### **Контрольні питання**

1. Які предмети називають у машинобудуванні виробами?
2. Як можна визначити виробни основного й допоміжного виробництва?
3. Які предмети прийнято називати деталями, складальними одиницями, комплектами, комплексами?
4. Які існують стадії розробки креслеників?
5. Які основні вимоги пред'являють до складальних креслеників?
6. У чому полягає процес деталювання складальних одиниць?
7. Як рекомендується вибирати формат кресленника деталі?
8. З якою метою проводять деталювання виробу?
9. Як можна виявити на складальному кресленнику потрібну деталь за розмірами?
10. Яку роботу належить виконати перед деталюванням складального кресленника?

*Після опанування матеріалу цього розділу студенти мають набути навичок виконання складальних креслеників, застосовуючи при цьому передбачені стандартом спрощення й умовності, методи нанесення розмірів і позицій, складання специфікацій; розвинути вміння читати й деталювати складальні кресленники.*



## РОЗДІЛ 8. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

У розділі висвітлено методи наочного об'ємного зображення просторових фігур на площині. Розглядаються різні види аксонометричних проєкцій і правила, за якими вони будуються.

### 8.1. Поняття про аксонометричні проєкції

Аксонометричні проєкції застосовують для пояснення креслеників машин, механізмів та інших деталей. Вони дозволяють легко уявити форму предмета. Це видно при порівнянні креслеників зрізаного паралелепіпеда в трьох видах (рис. 8.1, а) з його аксонометричною проєкцією (рис. 8.1, б). Без аксонометричної проєкції важко уявити форму зображеного об'єкта.

Аксонометричні проєкції утворюються, якщо зображуваний предмет разом з осями координат, до яких він віднесений, за допомогою паралельних променів проєкують на окрему площину (див. рис. 8.2). Площину проєкцій у цьому випадку називають картинною.

Слово «аксонометрія» – грецьке. Воно складається із двох слів: “*axson*” – вісь і “*metreo*” – вимірюю. Переклад цього слова означає вимір по осях або вимір паралельно осі.

Розміри зображуваного предмета на кресленнику відкладають уздовж осей  $x$ ,  $y$  і  $z$ .

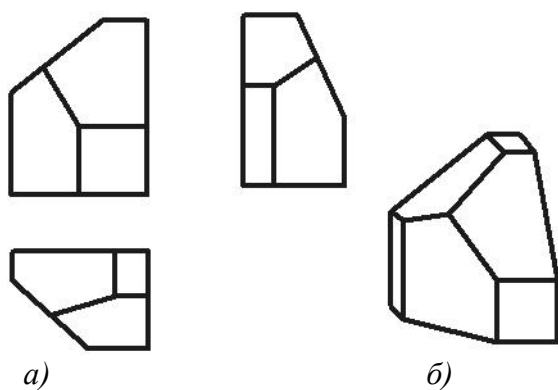


Рис. 8.1. Кресленик зрізаного паралелепіпеда: а – три види; б – аксонометрична проєкція

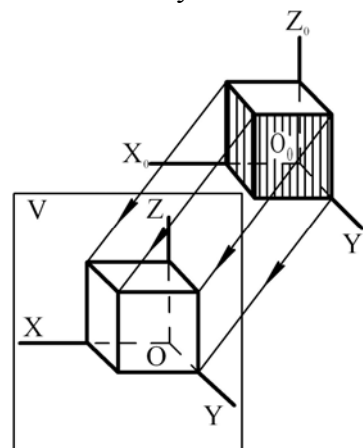


Рис. 8.2. Утворення прямокутної диметричної проєкції

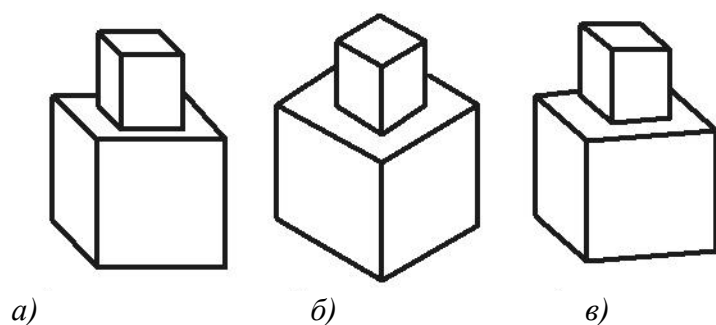


Рис. 8.3. Аксонометричні проєкції  
а – прямокутна диметрична; б – ізометрична;  
в – косокутна диметрична

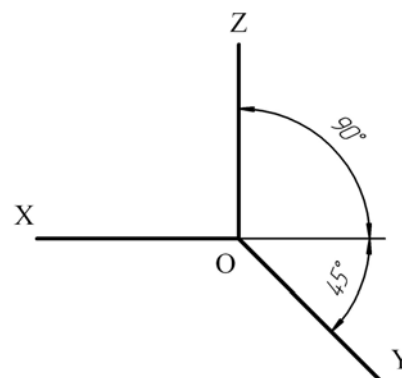


Рис. 8.4. Розташування й позначення осей прямокутної диметричної проєкції

На основі аксонометричних проєкцій виконують технічні рисунки.

Залежно від нахилу осей координат, до яких віднесено зображуваний предмет по відношенню до картинної площини, й величини кута утворюються різні аксонометричні проєкції. Якщо проєціюючі промені перпендикулярні до картинної площини, то проєкція називається прямокутною. Коли вони нахилені до неї, то проєкція називається косокутною. Розглянемо найбільш поширені в практиці види аксонометричних проєкцій (ГОСТ 2.317 – 69), а саме: прямокутну диметричну (рис. 8.3, а) ізометричну (рис. 8.3, б) та косокутну диметричну (рис. 8.3, в).

## 8.2. Фронтальна диметрична проєкція

Побудова прямокутної диметричної проєкції починається із креслення осей, що розташовуються, як показано на рис. 8.4, під певними кутами і виходять із однієї точки  $O$ . Одна з осей розміщується горизонтально й позначається латинською буквою  $x$ , друга спрямована вертикально вгору – вісь  $z$ , третя проходить під кутом  $45^\circ$  до горизонтальної осі – вісь  $y$ . Осі будують так: спочатку викреслюють розташовані під прямим кутом горизонтальну й вертикальну  $x$  і  $z$ . А в їхньому напрямку відкладають дійсні величини розмірів предмета. Розміри по осі  $y$  і в напрямках, їй паралельних, скорочуються вдвічі.

*Порядок побудови прямокутних диметричних проєкцій.* Розглянемо послідовність побудови призми, три види якої подано на рис. 8.5, а.

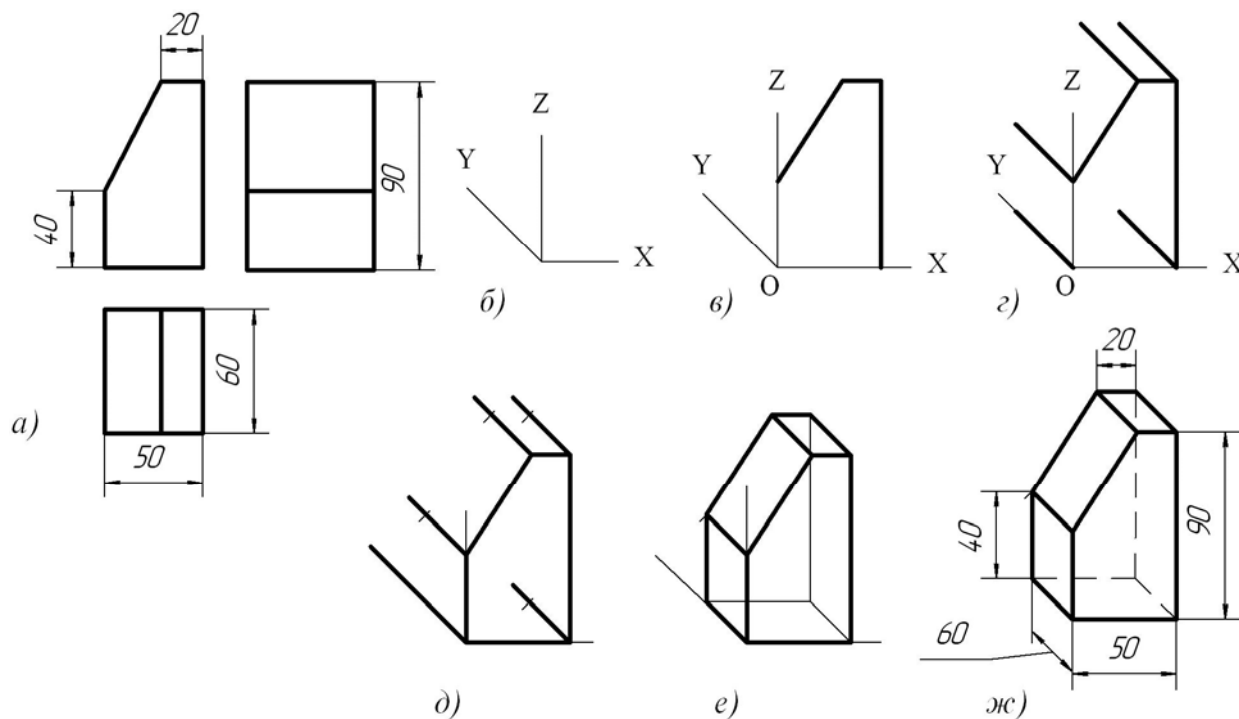


Рис. 8.5. Побудова фронтальної диметричної проєкції зрізаної чотирикутної призми

Спочатку проводять осі (рис. 8.5, б), потім у площині  $xOz$  будують передню грань (рис. 8.5, в). При цьому всі відрізки вертикальних прямих ліній проводять паралельно осі  $z$ , а відрізки горизонтальних прямих – паралельно осі  $x$ . Щоб виконати побудову, від точки  $O$  по осі  $x$  відкладають ширину предмета – розмір 50 мм. Потім з кінця відкладеного відрізка проводять перпендикуляр і відкладають на ньому розмір висотою 90 мм, паралельний осі  $z$ . Верхня сторона фігури паралельна нижній, тому з кінця отриманого відрізка креслять пряму, паралельну до осі  $x$ , відкладають на ній відповідний розмір 20 мм. Від точки  $O$  по осі  $z$  відкладають висоту предмета до зрізу 40 мм. Отримані дві точки з'єднують прямою.

Продовжуючи побудову, проводять лінії, що відповідають ребрам деталі, які йдуть від нас у простір (рис. 8.5, з). Оскільки ці ребра перпендикулярні до передньої грані призми, їх викреслюють паралельними до осі  $y$ . Вісь  $y$  показує напрямок, перпендикулярний площині

$xOz$ . Довжину предмета відкладають на прямих, паралельних осі  $y$ , тобто під кутом  $45^\circ$ . Довжина всіх ребер однакова, тому що передня грань призми паралельна до задньої. На всіх прямих, розташованих під кутом  $45^\circ$ , потрібно було б відкласти однакові відрізки довжиною по 60 мм. Однак по осі  $y$  всі розміри скорочують удвічі, відкладаючи по 30 мм (рис. 8.5,  $\delta$ ). Отримані точки послідовно з'єднують прямими лініями (рис. 8.5,  $\epsilon$ ).

Побудову легко перевірити. Ребра, що обмежують задню грань, паралельні відповідним ребрам передньої грані. Отже, на кресленку вони повинні бути взаємно паралельними. Якщо цього не вийшло, проекція побудована неправильно.

Ребра, що обмежують задню грань, паралельні відповідним ребрам передньої грані, тому розмір 30 мм можна відкласти лише один раз, після чого провести лінії, які обмежують задню грань.

Штриховими лініями зображують невидимі ребра, обводять видимий контур і наносять розміри (рис. 8.5,  $\zeta$ ). Розмірні й виносні лінії в наочних зображеннях розташовують паралельно основним осям.

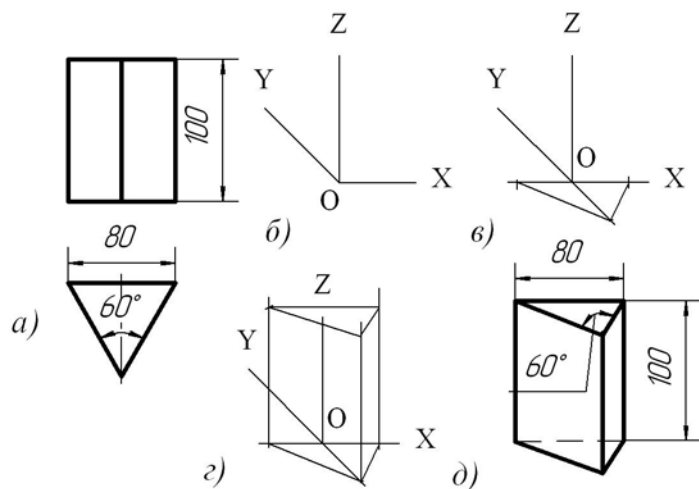


Рис. 8.6. Побудова прямокутної диметричної проекції трикутної призми

аксонометричне зображення рівностороннього трикутника. Потім з його вершин проводять лінії, що зображують вертикальні ребра призми (рис. 8.6,  $\epsilon$ ). На одному з них відкладено

висоту тіла 100 мм. Ребра верхньої основи мають бути проведені паралельно відповідним ребрам нижньої основи. Невидиме ребро зображують штриховою лінією, обводять видимий контур і проставляють розміри (рис. 8.6,  $\delta$ ).

Три отримані точки з'єднують прямими, які утворили

висоту тіла 100 мм. Ребра верхньої основи мають бути проведені паралельно відповідним ребрам нижньої основи. Невидиме ребро зображують штриховою лінією, обводять видимий контур і проставляють розміри (рис. 8.6,  $\delta$ ).

Побудову прямокутної диметричної проекції правильної шестикутної призми (рис. 8.7) виконано таким чином: у коло із центром у точці  $O$  і радіусом, який дорівнює 40 мм, вписують шести-

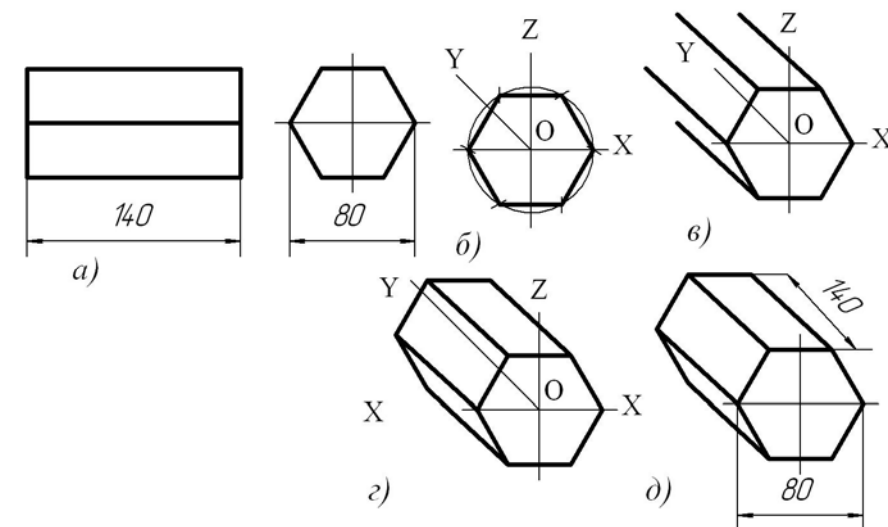


Рис. 8.7. Побудова прямокутної диметричної проекції шестикутної призми

кутник (рис. 8.7, б); ребра, що йдуть у перспективу, проводять паралельно осі  $y$  (рис. 8.7, в); на одному з ребер відкладають скорочений удвічі розмір висоти – 70 мм; на цій відстані креслять паралельні сторонам шестикутника прямі, що зображують видимі ребра основи призми (рис. 8.7, з); потім обводять видимий контур і поставляють розміри (рис. 8.7, д).

Прямокутну диметричну проекцію правильної чотирикутної піраміди, два види якої подаються, легше викреслювати, починаючи з фігури основи (рис. 8.8, а). Для цього відкладають по осі  $x$  повний розмір сторони основи піраміди, а по осі  $y$  – розмір, скорочений удвічі (рис. 8.8, б). Через отримані точки проводять відрізки прямих ліній, паралельних осям  $x$  та  $y$ , одержуючи прямокутну диметричну проекцію квадрата, що є основою піраміди.

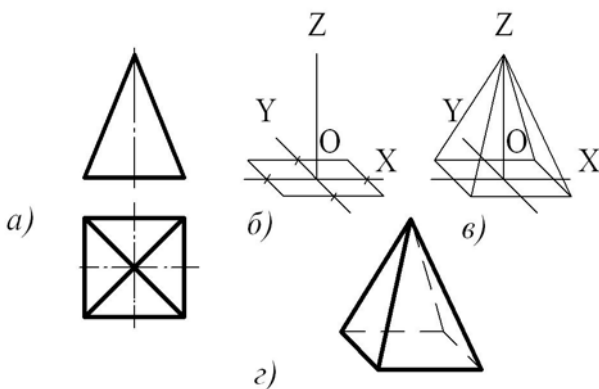


Рис. 8.8. Побудова прямокутної диметричної проекції чотирикутної правильної піраміди

Дані по осі  $z$  від точки  $O$  відкладають висоту піраміди й отриману точку з'єднують з вершинами основи (рис. 8.8, в). Потім обводять видимий і невидимий контури (рис. 8.8, з).

Як видно з побудови, висота піраміди збігається з віссю  $z$ . Таке положення зображуваного об'єкта, коли його висота, сторона основи, бічні ребра та інші елементи паралельні осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , виявляється зручним, бо полегшує побудову аксонометричних проекцій.

Кресленик наочного зображення деталі, яка має виступ (рис. 8.9), характеризується певними особливостями.

У цьому випадку важливо встановити правильний порядок виконання кресленика. Побудову не слід починати з виступу, краще спочатку викреслити тіло деталі, а потім прибудувати виступ, як це зроблено на рис. 8.9, б – е.

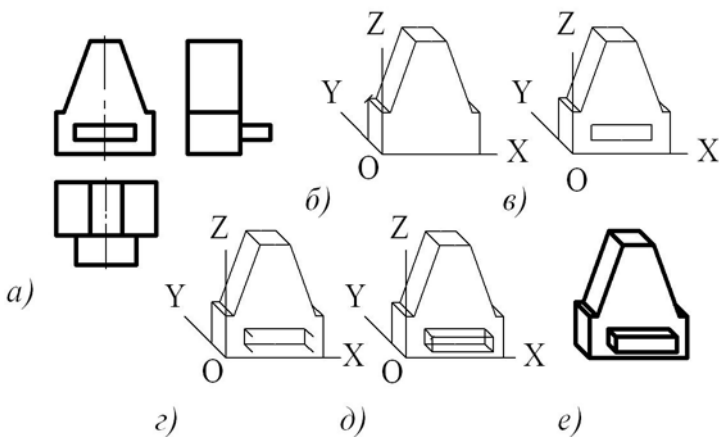


Рис. 8.9. Побудова прямокутної диметричної проекції деталі, яка має виступ

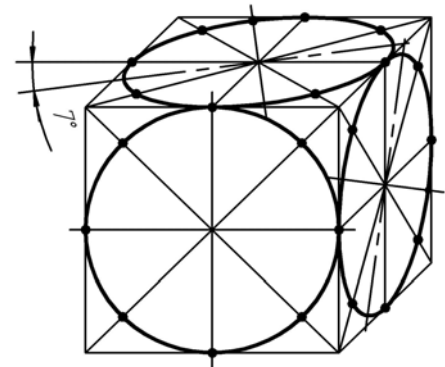


Рис. 8.10. Зображення у косокутній диметричній проекції кіл, вписаних у грані куба

Розглянувши кілька випадків побудови диметричних проекцій різних деталей, можна зробити висновок, що вибір способу побудови наочного зображення залежить від форми деталі. В одних випадках доцільно починати побудову з передньої грані, в інших – з основи предмета, іноді спочатку зображують задню грань. Але у всіх випадках необхідно дотримуватися таких правил:

- ребра, що йдуть углиб, креслять паралельно осі  $y$ ;
- паралельні елементи предметів зберігають такими і в аксонометричній проекції;

усі відрізки прямих ліній, які в натурі мали напрямок, паралельний до  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , залишають паралельними до цих осей і в наочному зображенні;

розташовують зображуваний об'єкт таким чином, щоб основні його елементи збігалися з осями проєкцій.

### 8.3. Зображення кола у фронтальній диметричній проєкції

У попередньому розділі розглядалися способи побудови фронтальних диметричних проєкцій предметів, що не мають елементів, обмежених поверхнями обертання. Розглянемо, як у фронтальній диметричній проєкції зображуються кола, площини яких відповідно перпендикулярні до осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

На рис. 8.10 подано наочне зображення куба з вписаними в його грані колами. Проекція передньої грані куба, паралельна до картинної площини, має вигляд квадрата, а коло, вписане в нього, зображується без спотворення, тобто описується циркулем. Верхня й бічна сторони куба проєціюються в паралелограми, а тому й кола, вписані в них, мають вигляд еліпсів. Звичайно, виконуючи наочні зображення, замість еліпсів, викреслюють *овали*, побудувати які простіше. Овали, про які йде мова, являють собою замкнуті криві, утворені з дуг кіл.

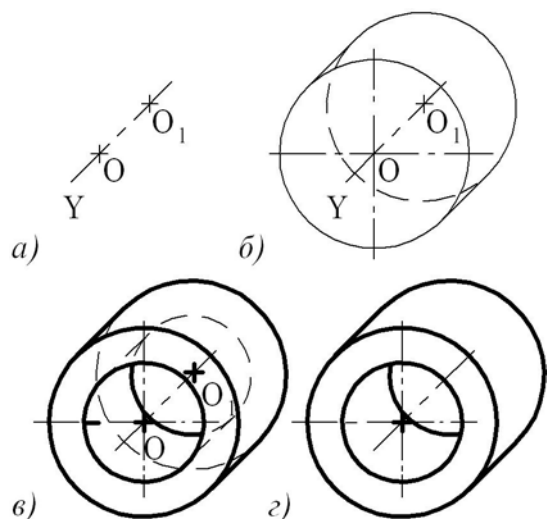


Рис. 8.11. Побудова фронтальної диметричної проєкції втулки

Зазначені обставини дозволяють зробити висновок, що фронтальну проєкцію тіл обертання доцільно використовувати в тих випадках, коли деталь можна розташувати так, щоб кола зображувалися без спотворення. На рис. 8.11 побудовано фронтальну проєкцію розташованої таким чином втулки.

По осі  $y$  від точки  $O$  відкладено скорочену вдвічі висоту втулки (рис. 8.11, *a*). З точок  $O$  і  $O_1$ , як із центрів, описано кола радіусами, що дорівнюють половині зовнішнього діаметра втулки. До кіл проведено дотичні (рис. 8.11, *б*). З тих самих точок  $O$  і  $O_1$  описано кола, радіуси яких дорівнюють половині розміру, що відповідає отвору у втулці (рис. 8.11, *в*), а потім обведено тільки видимий контур (рис. 8.11, *г*).

### 8.4. Ізометрична проєкція

*Утворення ізометричної проєкції.* Якщо куб розташувати так, щоб три грані його були нахилені під однаковим кутом до картинної площини, а потім проєціювати його на цю площину за допомогою променів, розташованих під прямим кутом до неї, то утвориться *ізометрична проєкція* (рис. 8.12).

«Ізометрія» по-грецькому – рівномірність. Виконуючи ізометричну проєкцію, розміри по трьох осях для простоти побудови відкладають без скорочень, тобто в натуральну величину.

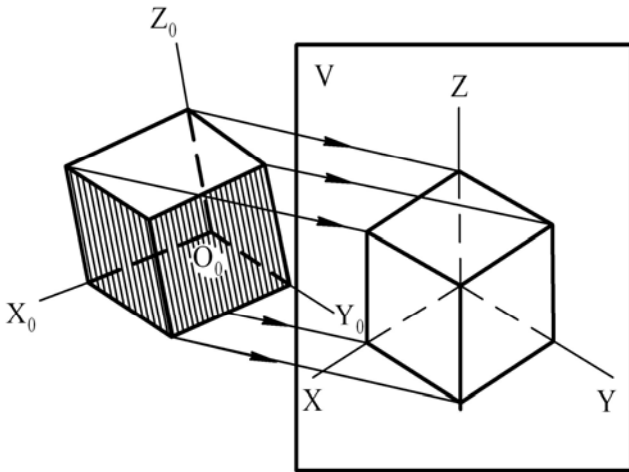


Рис. 8.12. Утворення ізометричної проєкції

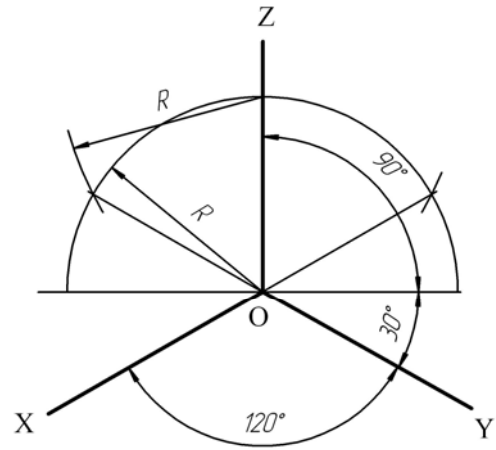


Рис. 8.13. Розташування осей в ізометричній проєкції та спосіб їх побудови за допомогою циркуля

Розташування осей  $x, y, z$  в ізометричній проєкції і спосіб їхньої побудови показано на рис. 8.13. Вісь  $z$  проводять вертикально, а осі  $x$  і  $y$  – під кутом  $30^\circ$  до горизонталі.

Щоб побудувати вісь за допомогою циркуля й лінійки, потрібно:

із точки  $O$ , як із центра, описати дугу будь-якого радіуса;

із точки перетину цієї дуги з віссю  $z$  зробити на дузі тим самим розхилом циркуля дві зарубки; точку  $O$  з'єднати прямими лініями з отриманими точками.

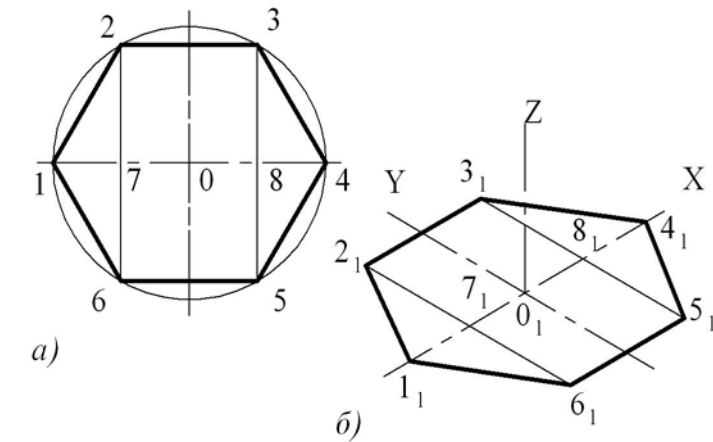


Рис. 8.14. Побудова ізометрії правильного шестикутника

*Порядок побудови ізометричних проєкцій.* На рис. 8.14 показано побудову ізометрії плоскої фігури. За дійсними розмірами правильного шестикутника зображено його ізометричну проєкцію (рис. 8.14, а, б). З цією метою викреслюють ізометричні осі  $x, y, z$ . Далі з точки  $O_1$  по осі  $x$  відкладають відрізки  $O_11_1$  і  $O_14_1$ , які дорівнюють розміру відрізків  $O1$  і  $O4$ . По цій самій осі відкладають відрізки  $O_17_1$  й  $O_18_1$ , які дорівнюють відрізкам  $O7$ ,  $O8$ . Через отримані точки  $7_1, 8_1$  проводять паралельно до осі  $y$  прямі лінії. На них відкладають відрізки, які дорівнюють відрізкам  $7-2, 8-3$  і т. д.,

одержуючи точки  $2_1, 3_1, 5_1, 6_1$ . Знайдені шість точок послідовно з'єднують прямими. Побудувавши ізометричну проєкцію плоскої фігури, неважко викреслити й наочне зображення призми, основою якої є така фігура. Для цього потрібно, так само, як при побудові фронтальної диметричної проєкції трикутної призми (рис. 8.6), провести перпендикуляри з вершин основи (у наведеному прикладі із точок  $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1$ ), паралельно ребрам нижньої основи ребра верхньої основи.

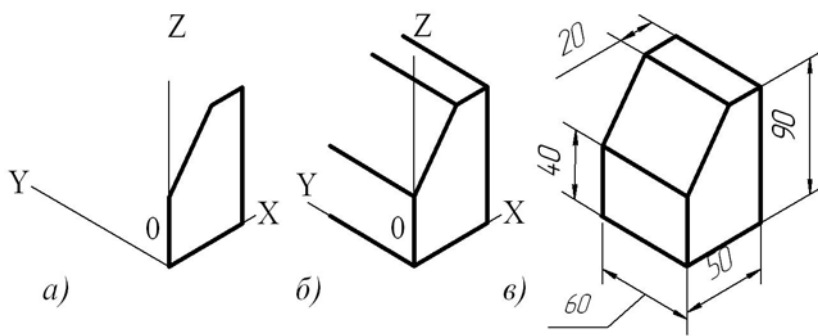


Рис. 8.15. Побудова ізометричної проєкції чотирикутної призми зі зрізом

вершин отриманої фігури проводять прямі, паралельні осі  $y$  (рис. 8.15, б), оскільки бічні ребра призми перпендикулярні до передньої грані. Далі по осі  $y$  відкладають відрізок 60 мм і проводять лінії, паралельні передній грані, після цього обводять видимий контур, проставляють розміри (рис. 8.15, в).

### 8.5. Зображення кіл в ізометричній проєкції

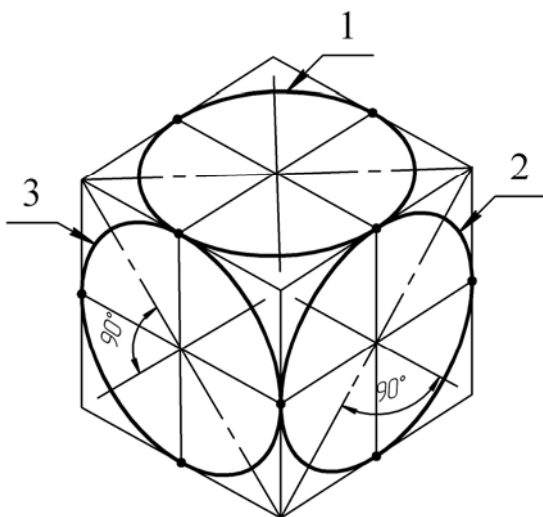


Рис. 8.16. Ізометричне зображення кіл, вписаних у грані куба

Розглянемо, яким чином в ізометричній проєкції зображуються кола. Для цього зобразимо куб із вписаними в його грані колами (рис. 8.16). Кола, розташовані відповідно перпендикулярно осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , зображуються в ізометрії, як три однакових еліпси.

Для спрощення роботи еліпси замінюють овалами, що окреслюють дугами кіл (рис. 8.16). З цією метою будують ромб, у який повинен вписуватися овал, що зображує дане коло в ізометрії. Для цього на осях відкладають від точки  $O$  в чотирьох напрямках відрізки, що дорівнюють радіусу зображуваного кола (рис. 8.17, а).

Через отримані точки  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  проводять прямі, які утворюють ромб, його сторони дорівнюють діаметру зображуваного кола.

З вершин тупих кутів (точок  $A$  і  $B$ ) описують між точками  $a$ ,  $b$  і  $c$ ,  $d$  дуги радіусом  $R$ , які дорівнюють довжині прямих  $Va$  або  $Vb$  (рис. 8.17, б).

Точки  $C$ ,  $D$ , що лежать на перетині діагоналі ромба із прямими  $Va$  і  $Vb$ , є центрами малих дуг, за допомогою яких спряжуться більші. Малі дуги описують радіусом  $R_1$ , що дорівнює відрізку  $Ca$  ( $Ob$ ).

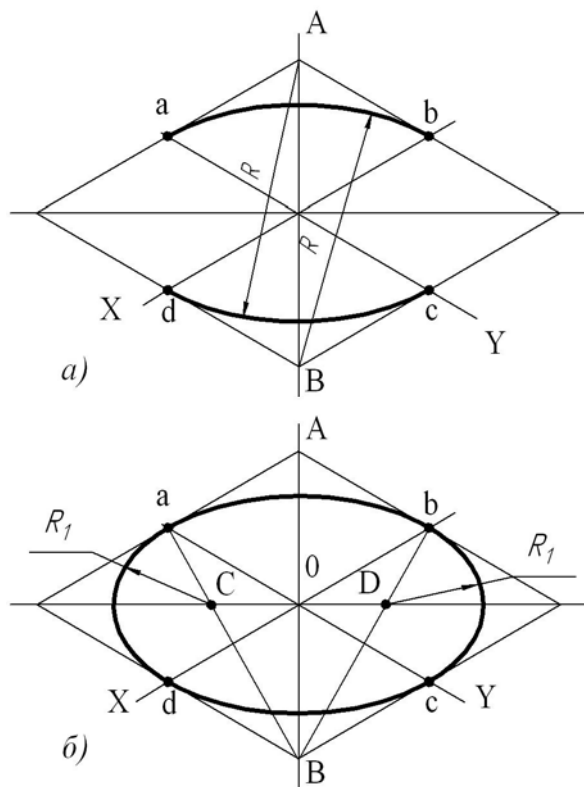


Рис. 8.17. Побудова овалу

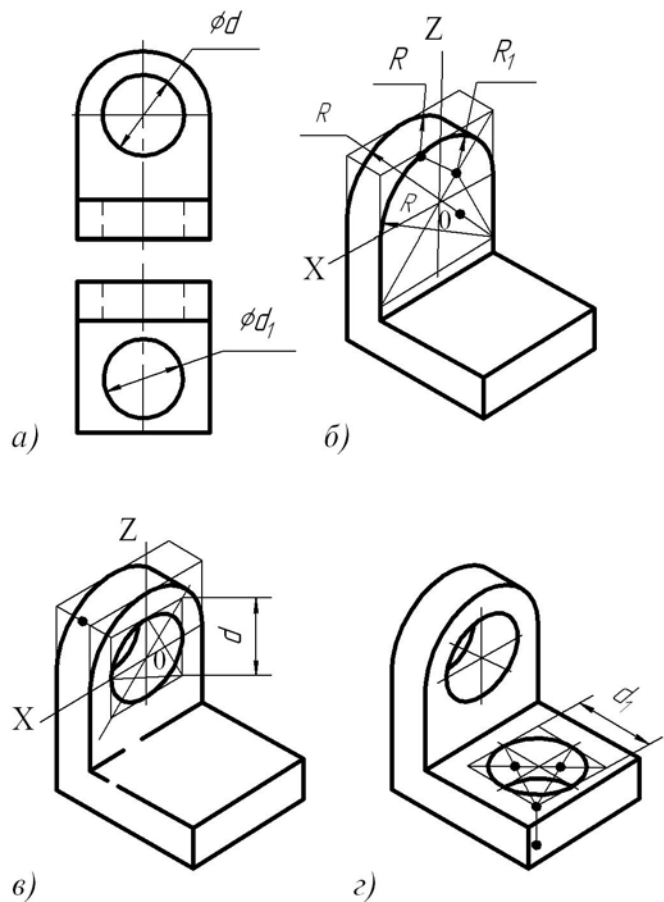


Рис. 8.18. Побудова ізометричної проєкції деталі

### 8.6. Побудова ізометричних проєкцій деталей

Для застосування розглянутих вище побудов зображено процес виконання ізометричної проєкції деталі, два види якої зображено на рис. 8.18, а.

Побудову здійснюють у такому порядку: спочатку викреслюють вихідну форму деталі – кутик. Потім викреслюють овали, що зображують половину кола радіусом  $R$  (рис. 8.18, б) і кола діаметром  $D$  (рис. 8.18, в). Для цього на вертикально розташованій площині знаходять точку  $O$  – центр кола й півкола, проводять ізометричні осі  $x$  і  $z$ . Результатом такої побудови виявляється ромб, у який вписано половину овалу (рис. 8.18, б). Овали на паралельно розташованих площинах будують шляхом перенесення центрів дуг на відрізок, який дорівнює відстані між даними площинами. На рис. 8.18, б, в кружечками показано центри цих дуг. На тих самих осях  $x$  і  $z$  будують ромб зі стороною, яка дорівнює діаметру кола. У цей ромб вписують овал.

Далі знаходять центр кола на горизонтально розташованій грані, проводять ізометричні осі, будують ромб, у який теж вписують овал (рис. 8.18, г).

### 8.7. Диметрична косокутна проєкція

Диметрична проєкція цього типу на вигляд схожа на прямокутну диметричну проєкцію геометричного об'єкта.

Розташування осей диметричної проєкції і спосіб їхньої побудови показано на рис. 8.19. Вісь  $z$  проводять вертикально, вісь  $x$  під кутом близько  $7^\circ$  до горизонталі, а вісь  $y$  утворить із горизонталлю кут приблизно  $41^\circ$  (рис. 8.19, а). Побудувати осі можна, користуючись лінійкою та циркулем. Для цього із точки  $O$  відкладають по горизонталі



вправо та вліво по вісім рівних відрізків (рис. 8.19, б). З кінцевих точок останніх відрізків проводять перпендикуляри.

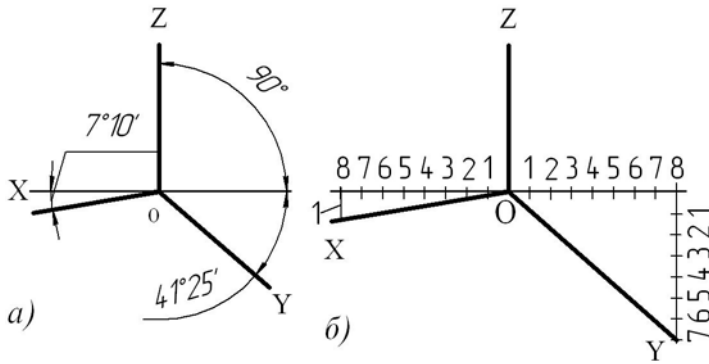


Рис. 8.19. Розташування осей диметричної проекції і спосіб їх побудови

При цьому висота для перпендикуляра до осі  $x$  дорівнює одному відрізку, а перпендикуляра до осі  $y$  – сімом відрізкам. Крайні точки перпендикулярів з'єднують із точкою  $O$ .

При кресленні диметричної проекції, як і при побудові фронтальної, розміри по осі  $y$  скорочують у два рази, а по осях  $x$  і  $z$  відкладають без скорочень.

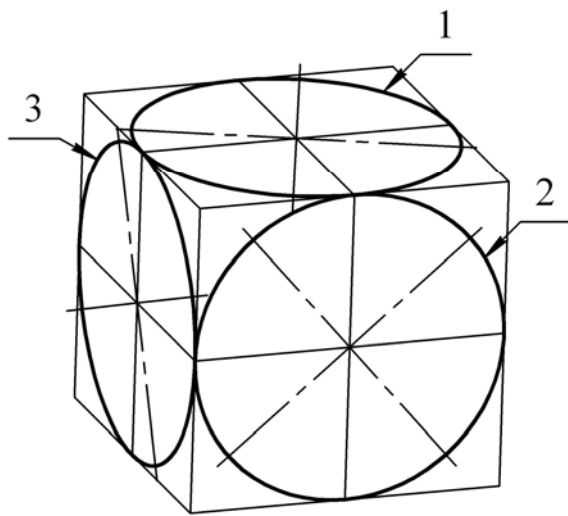


Рис. 8.20. Зображення в диметричній проекції кіл, вписаних у грані куба

На рис. 8.20 показано диметричну проекцію куба із вписаними в його грані колами. Як видно із цього рисунка, кола в диметричній проекції зображуються еліпсами.

Більша вісь еліпса, розташованого на верхній грані куба, проходить горизонтально, більша вісь еліпса, що перебуває на бічній грані, становить з вертикаллю кут  $7^\circ$ . Більша й менша осі третього еліпса проходять по діагоналях ромба.

### Контрольні питання

1. Як розташовуються осі фронтальної диметричної проекції? По якій осі проекції геометричного тіла скорочуються розміри?
2. Яка послідовність побудови фронтальної диметричної проекції?
3. Який вигляд має вписане в грань куба коло залежно від його положення?
4. Як розташовуються осі ізометричної проекції? Чи відбувається скорочення розмірів геометричного тіла по її осях?
5. Яка методика побудови овалів, що замінюють еліпси в ізометрії?

*Засвоєння розглянутого в розділі матеріалу сприяє формуванню в студентів навичок виконання наочного зображення деталей, яке на комплексних кресленнях виконує в основному ілюстративну функцію.*

## РОЗДІЛ 9. БУДІВЕЛЬНІ КРЕСЛЕНИКИ

*Мета розділу – ознайомлення студентів із стадіями проектування підприємств, з умовами та особливостями будівельного креслення, з правилами виконання генеральних планів і планів автотранспортних споруд.*

### 9.1. Порядок проектування автотранспортних підприємств (АТП)

Процес проектування підприємства починають з підготовки завдання, яке розробляють і затверджують у замовника та узгоджують із проектною організацією.

Проектування АТП може передбачати одну або дві стадії. Перший випадок стосується проектів підприємств, будівництво яких буде здійснюватися за типовими або повторно застосовуваними проектами, насамперед, це технічно нескладні об'єкти, а також одностадійним буде проектування реконструкції, розширення й технічного переозброєння підприємств. В інших випадках проектування має дві стадії.

Проектування в одну стадію включає створення робочого проекту (зі зведеними кошторисними розрахунками), до його складу входить загальна пояснювальна записка й кресленики.

Кресленики робочого проекту включають:

- ситуаційний план розміщення підприємства в районі забудови;
- генеральний план;
- принципову схему технологічного процесу;
- технологічне планування, де показано розташування основного стаціонарного устаткування (підйомників, канал та ін.);
- схеми електропостачання, тепlopостачання та інших комунікацій;
- будівельні кресленики (плани, розрізи, фасади);
- плани й схеми трас інженерних комунікацій.

Кожний комплект робочих креслеників, що входять у проектну документацію, має свою *марку*. Марка документа зберігається на всіх стадіях проектування, її утворюють від перших великих літер назви частини робочого проекту, наприклад:

- генеральний план і споруди транспорту – ГТ;
- генеральний план – ГП;
- споруди транспорту – ТР;
- архітектурні розв'язки – АР;
- електропостачання – ЕС тощо.

Під час проектування у дві стадії спочатку розробляють проект із зведеними кошторисними розрахунками, а потім (після його затвердження) – робочу документацію з кошторисами.

Кінцевим результатом технологічного проектування є розробка генерального плану та об'ємно-планувального рішення підприємства, що забезпечує виконання встановленої програми, обсягу робіт з ТО (технічного обслуговування) і ТР (технічного ремонту), а також зберігання рухомого складу АТП.

### 9.2. Графічне оформлення будівельних креслеників

При виконанні будівельних креслеників слід керуватися стандартами СПДБ (система проектної документації для будівництва), які доповнюють стандарти СКД (система конструкторської документації) з огляду на будівельну специфіку проектування.

Основний вид будівельних креслеників – це робочий кресленик будинку або споруди. Він містить у собі комплекс зображень, які дають повне уявлення про майбутнє підприємство.

### 9.2.1. Зображення на будівельних креслениках

*Види.* На будівельних креслениках вони розташовані відповідно до ГОСТ 2.305-68 (рис. 9.1). Однак найменування виду може відрізнитися від прийнятого в стандарті. Наприклад: замість «вид спереду», зображення має назву «фасад». Крім того, на будівельних креслениках назву виду, як правило, подають над його зображенням, наприклад, «Фасад 1 – 3». Вид може мати буквене, цифрове або яке-небудь інше найменування. За необхідності напрямок проєціювання може бути показаний однією або двома стрілками. Найменування виду може подаватись і без позначення напрямку погляду.

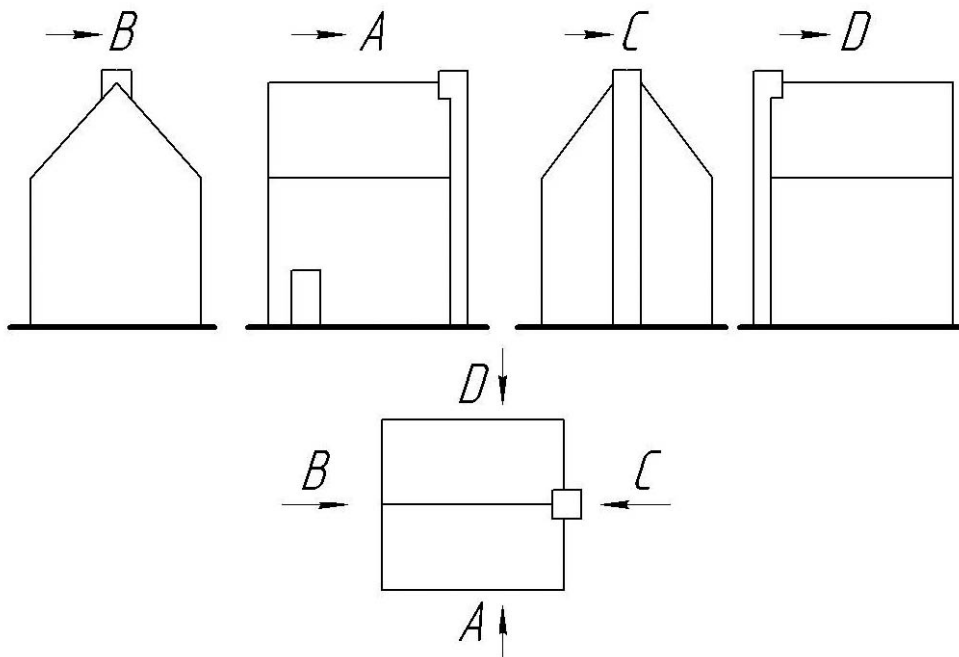


Рис. 9.1. Розташування зображень на будівельних креслениках

*Розрізи.* Розрізи будинків виконують за допомогою горизонтальних і вертикальних січних площин.

Горизонтальні розрізи називають *планами*. Горизонтальну січну площину проводять на рівні віконних і дверних прорізів і не позначають. У правому нижньому куті планів приміщень зазначають їхні площі у квадратних метрах із двома десятковими знаками, підкреслюючи написи суцільною тонкою лінією.

Вертикальні розрізи служать для виявлення висоти внутрішніх приміщень і визначення взаємного розташування окремих конструкцій. Січну площину проводять по віконних, дверних прорізах і сходових клітках.

У робочих креслениках основного комплексу напрямок погляду на розрізи визначають за планом знизу вгору і справа наліво.

У найменуваннях розрізів допускається застосовувати букви, цифри та інші позначення. При цьому допускається включати слово «розріз», наприклад: «Розріз 1 – 1». Штрихування різних матеріалів у розрізах виконується відповідно до ГОСТ 2.306 – 68.

*Перерізи.* У будівельних креслениках лінія, що вказує напрямок січної площини, може бути із стрілками або без них. Переріз позначають буквами або цифрами, його назва відображає позначення відповідної січної площини.

На робочих креслениках планів, розрізів і фасадів не допускається надмірна деталізація зображень. Усі необхідні подробиці конструювання подають у креслениках вузлів і фрагментів, а також на виносних елементах.

Виконуючи виносні елементи й вузли відповідне місце на фасаді, плані або розрізі позначають замкненою суцільною тонкою лінією (колом або овалом), а на поличці лінії-виноски записують порядковий номер або літеру позначення зображення, а під поличкою поміщають «адресу», за якою його можна знайти на кресленнику.

### 9.2.2. Формати, масштаби, лінії будівельних креслеників

*Формати.* Будівельні кресленики виконують на креслярських аркушах стандартних форматів, встановлених ГОСТ 2.301 – 68.

*Масштаби.* У будівельних креслениках переважно застосовують масштаби зменшення. Через великі розміри виключена можливість зображення будівель, споруд та їх елементів у натуральну величину або в масштабі збільшення. У табл. 9.1 наведено масштаби, рекомендовані для будівельних креслеників (ГОСТ 2.302 – 68).

Залежно від складності будівель, споруд, конструкцій та від виду кресленника приймають мінімальні масштаби зображень так, щоб вони були компактними, але достатньо чіткими й зручними для користування та розмноження сучасними способами.

**Таблиця 9.1 – Масштаби зображень на креслениках будинків**

Найменування	Масштаби зображень	
	Основний	Рекомендований при великій насиченості зображень
Плани поверхів (крім технічних), розрізи, фасади	1:200, 1:400, 1:100	1:50, 1:500
Плани покрівлі, підлог, технічних поверхів	1:500, 1:800	1:200, 1:1000
Фрагменти планів, фасадів, вузли.	1:100	1:50, 1:10, 1:20, 1:5

На будівельних креслениках, як правило, масштаб не проставляють. Однак, при необхідності, він може бути зазначений в основному написі таким чином: 1:10, 1:100, а над зображенням: 1-1/1:10, А / 1:20.

*Лінії креслення.* На будівельних креслениках використовують типи ліній, передбачених ГОСТ 2.303 – 68. Товщина ліній на всіх зображеннях, виконаних в одному масштабі, має бути однаковою.

Однак будівельні кресленики характерні певними особливостями при застосуванні окремих типів ліній. Так, на плані й розрізі будинку видимі контури обводять лініями різної товщини. Більш товстою лінією обводять контури ділянок стін, що потрапили в січну площину. Контури ділянок стін, що не потрапили в січну площину, обводять тонкою лінією.

Встановлюють такі значення товщини допоміжних ліній:

рамки аркушів, основні написи, таблиці, експлікації,

специфікації.....0,8 мм

кружки для нумераційного маркування вузлів:

внутрішні лінії.....0,8 мм

маркувальні кружки модульних

координатних осей.....0,3 – 0,4 мм

Стандартні значення товщини ліній, якими обводять основні будівельні кресленики, подано в табл. 9.2 і 9.3.

**Таблиця 9.2 – Значення товщини ліній, якими обводять кресленики планів, розрізів і фасадів, мм**

Найменування	Для масштабів			
	1:400	1:200	1:100	1:50
	<i>Плани й розрізи</i>			
Лінія землі	0,4	0,5 – 0,6	0,7 – 0,8	0,8
Кам'яні елементи, що потрапляють у переріз	0,4	0,4 – 0,5	0,6 – 0,7	0,8
Дерев'яні елементи, що потрапляють у переріз	0,4	0,4 – 0,5	0,6 – 0,7	0,6 – 0,7
Контури інших елементів	0,3	0,3	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4
Устаткування	0,3	0,2	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3
	<i>Фасади</i>			
Лінія землі	0,6	0,6	0,8	0,8
Контури будинків	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5 – 0,6
Лінії прорізів, воріт, дверей і вікон	0,3	0,3	0,4	0,4
Рисунки коробок, рам і полотен, воріт, дверей і вікон	0,2	0,2	0,2	0,2 – 0,3

**Таблиця 9.3 – Значення товщини ліній, якими обводять кресленики деталей, мм**

Найменування	Для масштабів				
	1:20	1:10	1:5	1:2	1:1
Переріз: кам'яних елементів (цегла, бетон і т. д.)	0,8	1	1	1	1
дерев'яних елементів	0,6	0,8	1	1	1
Контури перерізів, що не потрапляють у розріз	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

### **9.2.3. Оформлення основного напису в будівельних креслениках**

Основний напис у креслениках проектної та робочої документації на зведення будинків і споруд різного призначення встановлює стандарт Б А.2.4-4-99 (СПДБ). Графи основного напису (рис. 9.2) містять таку інформацію:

1 – позначення документа, в тому числі розділу проекту, основного комплекту робочих креслеників, наприклад, 1345-1-АР, де 1345 – шифр об'єкта будівництва, 1 – номер будинку за генеральним планом, АР – марка комплекту робочих креслеників;

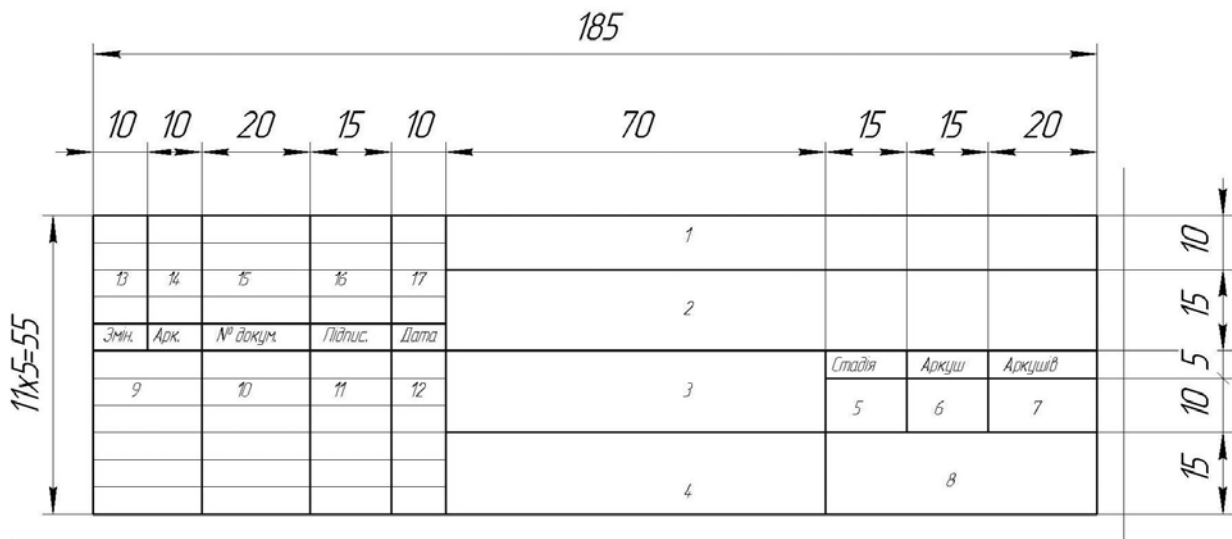


Рис. 9.2. Приклад оформлення основного напису в кресленику проектної та робочої документації

- 2 – найменування об'єкта, до складу якого входить будинок (споруда);
- 3 – найменування будинку (споруди);
- 4 – найменування зображень, що розміщені на даному аркуші;
- 5 – умовне позначення стадії проектування;
- П – позначення проектної документації,
- Р – позначення робочої документації;
- 6 – порядковий номер аркуша (на документах, які складаються з одного аркуша, цю графу не заповнюють);
- 7 – загальне число аркушів документа (графу заповнюють тільки на першому аркуші);
- 8 – найменування організації, яка розробила документ;
- 9 – характер виконаної роботи (розробив, перевірів...);
- 10 – 12 – прізвища та підписи осіб, внесених у графу 9, дата підписання;
- 13 – 17 – графи таблиці для внесення змін інформації.

#### 9.2.4. Порядок розташування координаційних осей та нанесення розмірів на будівельних креслениках

*Координаційні осі.* Будинок або споруди в плані розчленовують осьовими лініями на ряд елементів. Ці лінії, що визначають розташування основних несучих конструкцій (стін і колон), називають поздовжніми та поперечними координаційними осями.

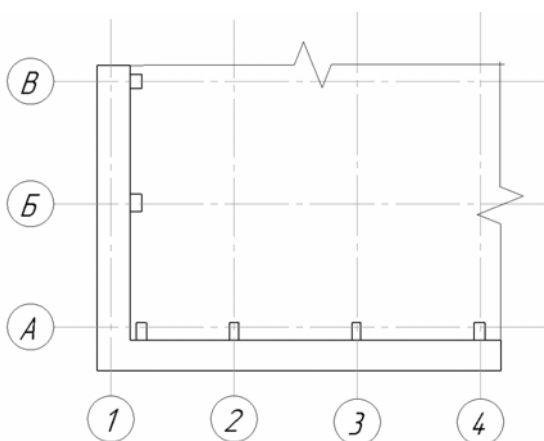


Рис. 9.3. Розташування координаційних осей на плані

Відстань між координаційними осями в плані будинку називають кроком. За переважним у плані напрямком крок може бути поздовжнім або поперечним. Відстань між поздовжніми координаційними осями будинку, яка відповідає довжині основної несучої конструкції перекриття або покриття, називають прогоном.

Для визначення взаємного розташування елементів будинку засто-

совують сітку координаційних осей його несучих конструкцій (рис. 9.3). Координаційні осі наносять штрихпунктирними лініями й позначають марками в кружках діаметром 6...12 мм.

Для маркування координаційних осей використовують арабські цифри й великі літери алфавіту, за винятком букв З, В, О, Х, Ї. Розмір шрифту для позначення координаційних осей повинен бути на один – два номери більшим, ніж розмір шрифту чисел на тому самому аркуші.

Цифрами маркують осі, які належать тій стороні будинку, де їх більше. Послідовність маркування осей встановлюють зліва направо і знизу вгору. Маркування осей, як правило, розташовують на лівій та нижній сторонах плану будинку.

*Нанесення розмірів.* Розміри на будівельних креслениках, так само як і на машинобудівних, наносять у міліметрах без позначення одиниці виміру.

Розміри на будівельних креслениках розташовують у вигляді замкненого ланцюга, їх допускається повторювати. Щоб обмежити розмірні лінії, на їхньому перетині з виносними лініями контуру або осьовими можна замість стрілок застосовувати зарубки у вигляді короткої суцільної основної лінії, проведеної під кутом  $45^\circ$  до розмірної; при цьому розмірні лінії мають виступати за крайні виносні на 1...4 мм. (рис. 9.4). Якщо бракує місця на розмірних лініях, розташованих ланцюжком, зарубки можна замінити крапками.

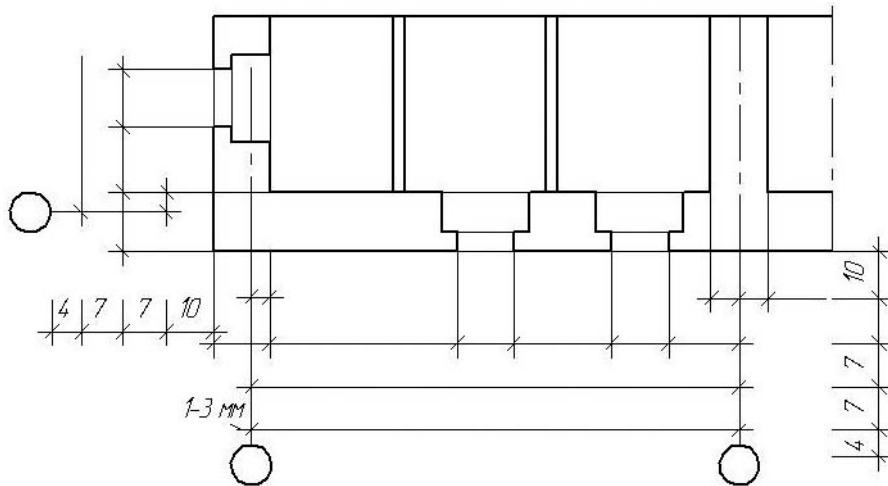


Рис. 9.4. Розташування розмірів на плані будівлі

У тому випадку, коли зображення має кілька однакових елементів, розташованих на однаковій відстані один від одного (наприклад, осі колон), то розміри між такими елементами проставляють тільки на початку й наприкінці ряду, або показують відстань між крайніми елементами, наприклад,  $6 \times 100 = 600$ .

Відповідно до ГОСТ 21.105 – 79 оцінки рівнів (висоти, глибини) елемента будинку або конструкції від якої-небудь відлікової точки, що прийнята за нульову, показують на виносних лініях і позначають відповідним символом. Знак оцінки рівня являє собою стрілку у вигляді прямого кута, який вершиною спирається на виносну лінію рівня саме відповідної поверхні (рис. 9.5). Вертикальний відрізок і горизонтальну полицю знака зображують тонкими лініями. На планах будинків оцінки рівнів наносять у прямокутнику або на полиці лінії-виноски. У цих випадках їх подають зі знаком плюс.

Оцінки рівнів виражають у метрах із трьома десятковими знаками. Позначення умовної нульової оцінки має такий вигляд: «0,000», оцінки нижчі від умовної нульової, записують зі знаком мінус (наприклад, – 4,800), оцінки, вищі від умовної, – без знака. Нульовою оцінкою рівня будинків, як правило, приймають рівень підлоги першого поверху.

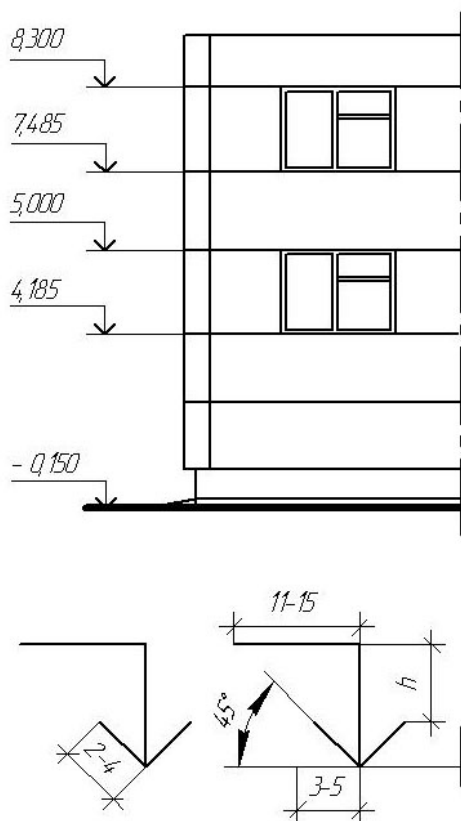


Рис. 9.5. Нанесення позначок рівня та їх зображення на кресленнику

**Уклони.** На будівельних креслениках уклон позначають за допомогою простого дробу, який проставляють безпосередньо над лінією контуру або на полиці лінії-виноски. На планах напрямок уклону показують стрілкою, над якою при необхідності ставлять його значення (рис. 9.6).

**Виносні написи,** які пояснюють будову багатошарових конструкцій, виконують у вигляді «прапорців». Послідовність написів до окремих шарів має відповідати послідовності їх розташування на кресленнику зверху вниз або справа наліво (рис. 9.7).

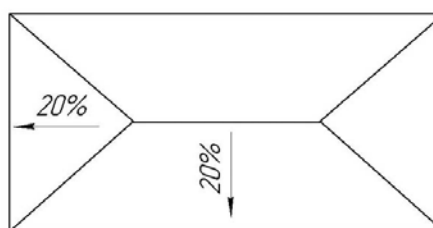


Рис. 9.6. Позначення уклону на плані

- |                       |     |
|-----------------------|-----|
| Захисний шар з гравію | (1) |
| Водозіляючий килим    | (2) |
| Вирівнювальний шар    | (3) |
| Утеплювач плитковий   | (4) |
| Залізобетонні плити   | (5) |

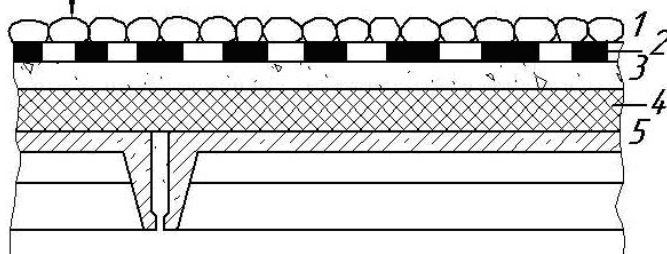


Рис. 9.7. Виносний напис до багатошарових конструкцій

### 9.3. Основні конструктивні елементи промислових споруд

**Фундамент** – це частина будинку, розміщена в землі, та на яку спираються стіни й колони. Фундамент служить для передачі й розподілу навантаження від будинку на ґрунт. Верхню частину фундаменту називають його поверхнею, а нижню – підшвою. Відстань від нижнього рівня поверхні землі до підшви фундаменту називають глибиною закладання.

**Стіни** захищають приміщення від зовнішніх температурних та атмосферних впливів. У більшості випадків стіни в промислових будівлях виконують із залізобетонних, бетонних плит або з цегли. За основну товщину стіни прийнято вважати товщину в дві цеглини, тобто вона дорівнює 510 мм. Зовнішні залізобетонні стінні панелі промислових будівель випускають завдовжки 6 і 12 м, завтовшки 380 – 510 мм.

Внутрішні стіни (перегородки) поділяють будівлю всередині на окремі приміщення. Усередині цих стін розміщують вентиляційні канали. Стінами, що зведені з вогнетривких матеріалів, ізолюють від інших приміщень виробничі дільниці, характерні високим ступенем



підривної та пожежної безпеки (наприклад, ковальсько-ресорну, зварювальну, мідярню АТП).

*Перекрыття* розділяють будинок по висоті на поверхи або відокремлюють верхній поверх від горища. У першому випадку перекрыття називають міжповерховими, у другому – горищними.

Кожне перекрыття складається з несучої частини і наповнювачів, що надають йому теплоізоляційних та протипожежних властивостей.

*Покриття* відокремлюють внутрішні приміщення споруди від впливу зовнішнього середовища (опадів і вітру). Розрізняють площинні й просторові покриття. Площинні покриття (застосовувані також і в будівлях АТП) найбільш універсальні, прості для спорудження та надійні в експлуатації.

*Колони* передають навантаження на фундаменти, утворене масою покриття, підйомно-транспортного устаткування та стінового заповнення. Для зведення одноповерхових будівель на автотранспортних підприємствах найбільшого поширення набули уніфіковані будівельні конструкції, що мають проліт 24 і 18 м, крок колон 12 м і висоту 4,8 й 6,0 м. Для багатоповерхових будинків сітка колон має розмір  $9 \times 8$  м, а висота поверху – 3,6 м.

Застосування конструкцій, прогін яких переважає 24 м, дає можливість покривати приміщення без колон, що створює кращі умови для розподілу в ньому зон стоянки, технічного обслуговування і маневрування великогабаритного рухомого складу.

*Вікна* служать для освітлення та провітрювання приміщення. Щоб досягти необхідної освітленості, розміри вікон у промислових будівлях роблять значно більших розмірів, ніж у цивільних будинках. Їхня площа має становити  $2/3 - 3/4$  площі підлоги, а розміри призначають кратними по ширині 0,5 м і по висоті 0,6 м. У будівельній практиці зараз досить часто використовують віконні блоки. Віконний блок складається із віконної коробки, зашкленних рам та підвіконня.

*Двері.* Для зв'язку між приміщеннями, що розташовані на одному поверсі, у стінах виконують дверні прорізи. За числом полотен двері бувають одностулкові, полуторні (з двома полотнами різної ширини) і двостулкові. За способом відчинення – в один бік, в обидва боки (хитні), складчасті, обертові й двері-штори. На планах у масштабі 1:400 і меншому відчинення дверей і воріт не показують. На планах у масштабі 1:200 та більшому двері й ворота позначають, показуючи напрямок відчинення. Зображення відчинення дверей і воріт на планах масштабу 1:100 й більше – обов'язкове.

Встановлено такі розміри дверних прорізів для промислових будівель: одностулкові – 780, 964 мм, двостулкові – 1490, 1890, 2290 мм.

*Ворота.* У стінах промислових будівель для пропуску транспорту влаштовують ворота: двійчасті, відкидні, підйомно-секційні й шторні. Проріз для воріт обладнують збірною залізобетонною рамою, зовнішні розміри якої дозволяють вмонтувати її в прийнятий отвір панельної стіни. Рекомендовано такі розміри воріт  $a \times b$ , м:

Для автомашин вантажопідйомністю до 1,5 т .....  $3,0 \times 3,0$

Те саме 2,5 – 5,0 т.....  $4,0 \times 3,0; 4,0 \times 4,2$

Число воріт у приміщеннях, розташованих на першому або на цокольному поверхах будівлі, залежить від кількості автомобілів, на яку вони розраховані: до 25 машин – обладнують одні ворота, від 25 до 100 – двоє воріт, а понад 100 – передбачено встановлювати додатково одні ворота на кожні 100 автомобілів.

#### **9.4. Генеральний план споруд транспортного підприємства**

*Генеральний план* підприємства (ГП) – це умовне зображення відведеної під забудову земельної ділянки території, орієнтованої на влаштування проїздів загального користування і на сусідні володіння, на яку нанесено габаритні обриси будівель і споруд,

майданчики для безгаражного зберігання рухомого складу, основні й допоміжні проїзди й шляхи переміщення транспортних засобів по території (рис. 9.8).

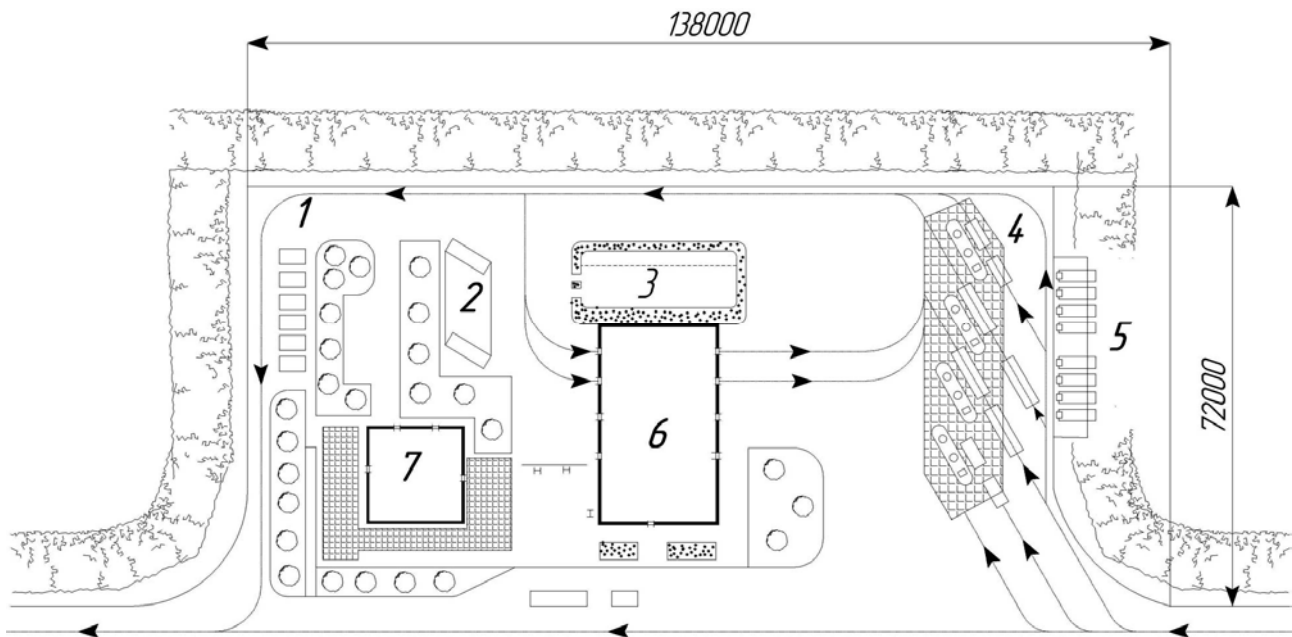


Рис. 9.8. Генеральний план станції техобслуговування на три пости в поєднанні з автозаправною станцією:

1 – стоянка легкових автомобілів; 2 – стоянка автомобілів, що чекають обслуговування; 3 – очисні споруди; 4 – заправні зони АЗС; 5 – резервуари палива; 6 – виробничий корпус станції; 7 – їдальня

Будівлі й споруди розташовують, орієнтуючись на сторони світу й переважні напрямки вітрів, при цьому ураховують забезпечення найбільш сприятливих умов природного освітлення, провітрювання майданчика та запобігання сніговим наметам.

Генеральні плани будівель і споруд, виробничі процеси в яких супроводжуються виділенням в атмосферу диму й пилу, а також тривають вибухонебезпечні процеси, необхідно розташовувати по відношенню до інших будівель і споруд з підвітряного боку.

На генеральних планах викреслюють діаграму, яка має назву «роза вітрів», і показує напрямки переважних вітрів. На зображенні «рози» (рис. 9.9) видно, що в районі будівництва переважають західні вітри: серед яких 11 % – західні, 23 % – північно-західні і 20 % – південно-західні. Сума всіх відрізків «рози» має дорівнювати 100 %.

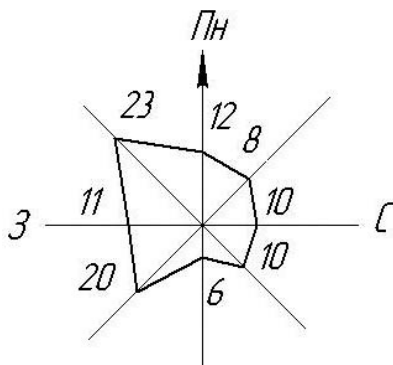


Рис. 9.9. Роза вітрів

Рекомендовано, щоб автомобілі на території підприємства рухались в одному напрямку по колу, що забезпечує відсутність зустрічних потоків і перехресть. Ширина зовнішніх проїздів має бути не меншою від 3 м при однібічному та не меншою 6 м при двобічному русі. Мінімальна відстань від краю проїзної частини дороги до огорожі території підприємства і відкритих майданчиків – 1,5 м.

Підприємства, де передбачено більше 10 постів обслуговування або зберігання понад 50 автомобілів, повинні мати не менше двох в'їздів (виїздів) на територію.

Ворота для в'їзду на підприємство або виїзду з нього необхідно розташовувати з певним відступом від червоної лінії. Він має бути не меншим від довжини основної моделі обслуговуваного автомобіля. Якщо відстань між

воротами менша 30 м, то в'їзд на підприємство повинен передувати виїзду в напрямку руху на проїзній частині дороги з боку підприємства.

Основні умовні позначки елементів генерального плану подано в таб. 9.4.

**Таблиця 9.4 – Умовні позначення елементів генеральних планів і планів промислових будівель**

Генеральних плани		Плани виробничих будівель	
	Проектована споруда		Залізобетонна колона
	Існуюча споруда в процесі зберігання		Металева колона
	Існуюча збірна споруда		Одностулкові двері
	Існуюча споруда, яка реконструюється		Двостулкові двері
	Огорожа ділянки		Ворота двійчасті
	Шосейна дорога		Ворота підйомні
	Газон		Ворота складчасті
	Ділянки зберігання автомобілів		Вікна з одинарними стулками
	Ділянки зберігання автопоїздів		Вікна з подвійними стулками
	Напрямок руху автомобілів		Капітальна стіна
	Дерево		Суцільна перегородка
	Трава		Рознімна щитова перегородка
	Квітник		Перегородка із прозорих матеріалів
	Машино-місце		Перегородка сітчаста
			Робоче місце
			Підведення холодної води
			Підведення електрики
			Відведення холодної води
			Вентиляція
			Робочий пост
			Місце очікування

Контури умовних позначень обводять лініями завтовшки 0,4–0,6 мм, решта контурів – лініями завтовшки 0,3 мм.

Із розмірів проставляють лише довжину й ширину (у метрах) земельної ділянки, ширину проїздів, спеціальних майданчиків.

Якщо масштаб плану становить 1:1000, 1:2000, 1:5000, то написи заміняють цифрами, а на кресленні поміщають експлікацію: перелік об'єктів, позначених цифрами (рис. 9.10).

### Експлікація будинків та споруд

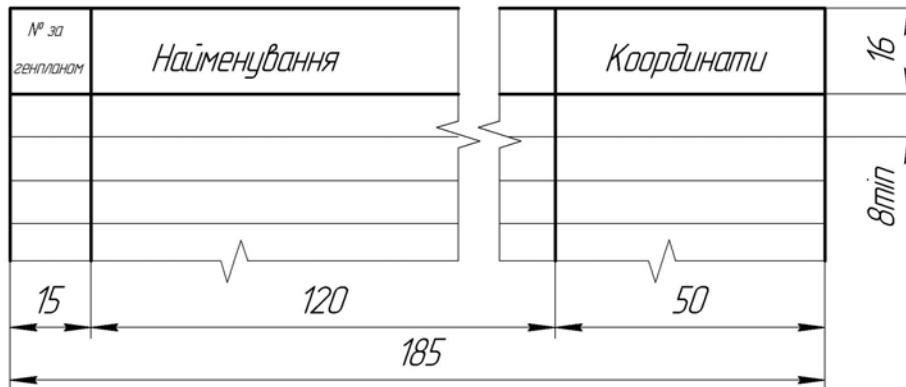


Рис. 9.10. Таблиця експлікації будівель до генеральних планів

## 9.5. Кресленик плану автотранспортного підприємства

Створюючи кресленик плану промислового приміщення, горизонтальну січну площину проводять на рівні характерних висотних відміток, за якими називають кожен отриманий при цьому план, наприклад: «план на відмітці 0,000» (рис. 9.11).

План дає уявлення про об'ємно-планувальну композицію будівлі, про розташування стін, колон та інших розмежувальних і несучих конструкцій, про їхню прив'язку до сітки координаційних розподільних осей; про розташування всіх приміщень поверху та їхнє призначення, розміри й форму; про розташування сходів, вікон, дверей, технологічних отворів та їхні розміри; про розміщення устаткування (наприклад, мостових кранів, підйомників), рейкових шляхів, санітарно-технічного обладнання. Основні умовні позначення об'єктів на планах промислових приміщень подано в табл. 9.4.

Етапи створення плану будівлі:

- компоновання кресленика плану й нанесення сітки модульних координаційних осей;
- прив'язка й зображення несучих і розмежувальних конструкцій на плані будівлі;
- викреслювання деталей плану;
- нанесення розмірів і написів;
- оформлення.

Компоновання кресленика плану й зображення сітки модульних розподільних осей полягає в тому, що плани промислових будівель і споруд розташовують довгим боком уздовж нижнього горизонтального боку аркуша так, щоб поздовжня розподільна вісь будівлі була до нього паралельна й розташовувалася ближче, ніж інші поздовжні осі.

Для прив'язки споруди до будівельної координатної сітки генерального плану і для визначення взаємного розташування елементів будівлі (споруди) креслять сітку розподільних осей її несучих конструкцій (стін, колон).

Прив'язка й зображення несучих та розмежувальних конструкцій на плані відбувається шляхом нанесення розмірів всіх несучих елементів будівлі відповідно до

модульних розподільних осей, тобто проводять їхню координацію. До поздовжніх розподільних осей прив'язують осі підкранових балок і рейок мостових та підвісних кранів.

Після цього креслять тонкими лініями контури всіх зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок, колон, осі підкранових балок тощо.

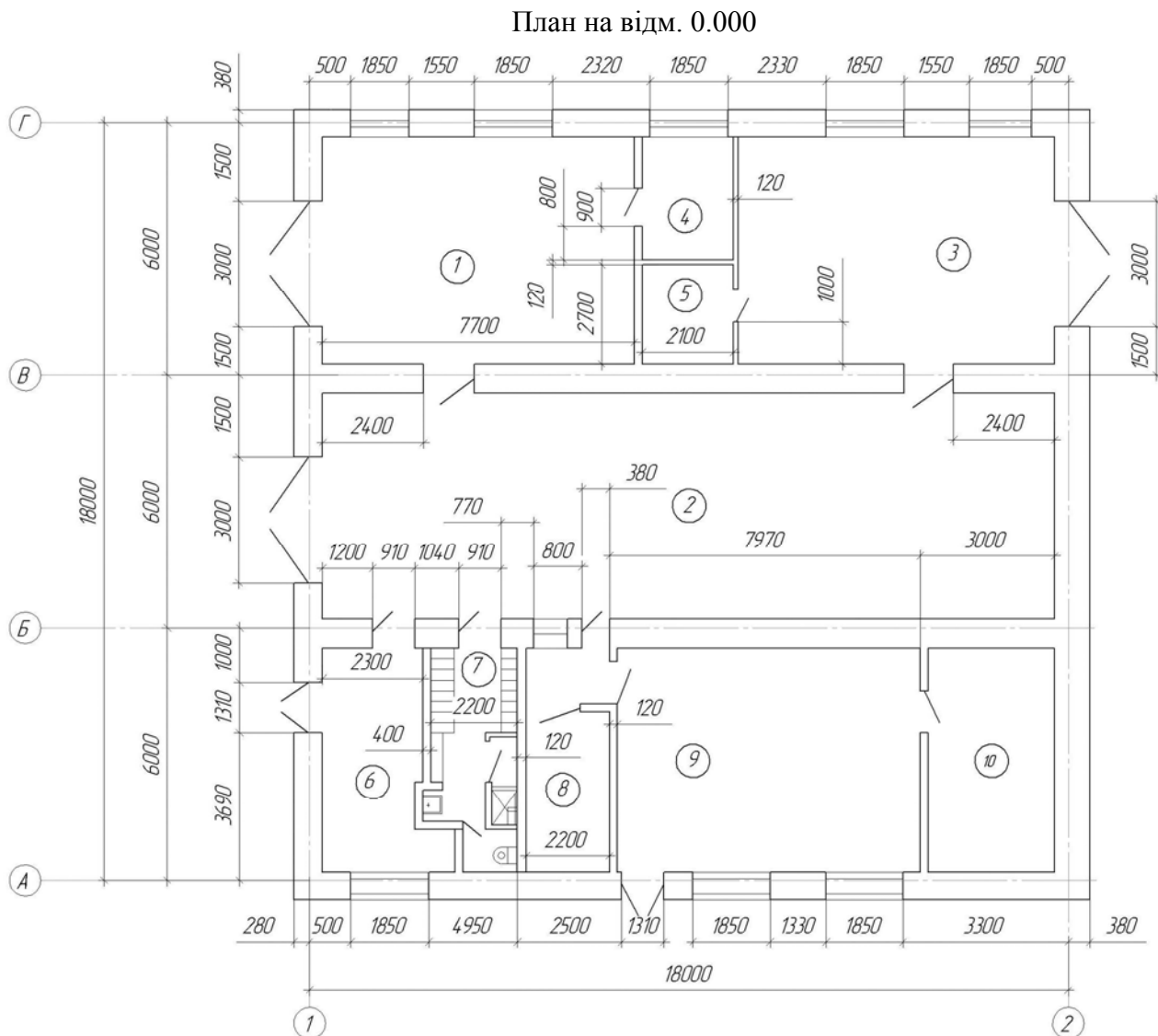


Рис. 9.11. План станції технічного обслуговування на чотири робочі місця з магазином: 1 – пост для регулювальних і шиномонтажних робіт; 2 – дільниця слюсарно-кузовних робіт; 3 – пост змащувальних робіт; 4 – вулканізаційна; 5 – комора; 6 – клієнтська; 7 – побутове приміщення; 8 – щитова; 9 – магазин з продажу дрібних запасних частин; 10 – склад

Розмір й розташування окремих елементів конструкцій, технологічних, санітарно-технічних та інших установок, інженерних мереж прив'язують до найближчих розподільних осей будівлі (споруди) або до поверхонь основних елементів конструкцій.

*Зображення деталей плану.* Деталі плану викреслюють тонкими лініями спрощено. При цьому визначають місця й викреслюють прорізи дверей, вікон, воріт у зовнішніх і внутрішніх стінах, показують напрямки відчинення дверей, умовно зображають сходи, санітарно-технічні прилади тощо.

Визначаючи, як буде розміщено устаткування між конструкційними елементами будівлі, витримують відстані, передбачені вимогами техніки безпеки, охорони праці з метою гарантування вільного руху працівників і транспортних засобів та забезпечення зручності при експлуатації й ремонті устаткування. Устаткування (верстати), обладнане

електроживленням, повинне бути розташовано на відстані 0,6 м від стіни, решту устаткування можна ставити впритул до стін, при цьому на кресленику роблять відступ 1 – 2 мм.

Форму устаткування показують спрощено, проставляючи розміри з урахуванням прив'язки.

Окрім перерахованих деталей, на планах промислових будівель викреслюють і обводять тонкою суцільною лінією відкриті приямки, канали, лотки, виступи на підлозі, майданчики заввишки до 2 м, меблі в побутових приміщеннях (шафи, вішалки, лави) тощо.

Далі викреслюють і обводять штриховою лінією підкранові шляхи й монорейки, мостові та підвісні крани, майданчики й антресолі, розташовані на висоті понад 2 м від підлоги. Так само обводять діагоналі, що перехрещують габаритні прямокутники, – позначення цих кранів, майданчиків та антресолей.

На основному плані допускається не показувати прибудови, при цьому обмежуються нанесенням лінії обриву.

Нанесення розмірів на плані має вигляд трьох – чотирьох ланцюжків, зокрема:

перший і другий відображають прив'язку простінків і зовнішніх граней стін до розподільних осей, розміри простінків і отворів.

третій – відстані між усіма розподільними осями, прив'язку осей крайніх колон;

четвертий показує габаритні розміри будівлі, тобто відстані між крайніми розподільними осями.

Розмірну лінію першого розмірного ланцюжка проводять на достатній відстані від контуру плану з тим, щоб мати місце для нанесення пояснювальних написів та маркування, не ускладнюючи при цьому його читання. Між суміжними розмірними лініями передбачають відстань 6 – 10 мм (рис. 9.4).

На зовнішній частині плану промислової будівлі проставляють у міліметрах габаритні розміри отворів воріт, їх подають над полицею лінії-виноски, яку проводять від отвору, наприклад, 4600 × 5700.

У середині плану проставляють розміри прив'язки стін до розподільних осей, а перегородок – до розподільних осей або до поверхні стін; товщину стін і перегородок; розміри приміщень (ширину й довжину); розміри прорізів у внутрішніх стінах і в стаціонарних перегородках; прив'язки граней отворів до розподільних осей або характерних вузлів стін; прив'язки осей підйомного устаткування до розподільних осей.

Найменування приміщень подають в експлікації (рис 9.12) згідно з їхньою нумерацією на плані. Номери приміщень і зон проставляють на плані в кружечках діаметром 6 – 8 мм.

### Експлікація приміщень

№ за планом	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>	Категорія приміщення

Рис. 9.12. Таблиця експлікації приміщень для планів будівель

*Оформлення кресленника.* На цьому етапі кресленник перевіряють, вносять необхідні виправлення, видаляють зайві лінії та остаточно обводять зображення. Зокрема, контури перерізів несучих стін і колон обводять суцільною основною лінією.

На перерізі наносять умовні графічні позначення матеріалів. При цьому переважний для даної будівлі стінний матеріал умовним позначенням не виділяють, а додатковий матеріал штрихують. Вузькі площі перерізів (до 2 мм), а також перерізи колон допускається зачорнювати суцільно із залишенням просвітів між суміжними площинами не менше 0,8 мм. Контури перерізів перегородок обводять тонкими суцільними лініями завтовшки  $s/2$  чи  $s/3$ , а штрихуванням не виділяють.

Розподільні осі оточують зовні план будівлі, при цьому їх побудову починають від маркувального кружечка і закінчують усередині плану на відстані 3 – 5 мм. У плані осі видаляють, за винятком місць прив'язки його елементів, розташування колон, устаткування тощо.

### **Контрольні питання**

1. У яких випадках проектування будинків здійснюють в одну стадію, а в яких – у дві?
2. Що називають маркою комплекту робочих креслеників?
3. Яким чином позначають на креслениках оцінки рівнів розміщення елементів будинків або конструкцій?
4. Як виконують виносні написи до багат шарових конструкцій?
5. Назвіть основні конструктивні елементи промислових будівель.
6. На якому рівні проводять січну площину для виконання плану будівлі?
7. Назвіть етапи креслення плану промислової споруди.

*Засвоєння матеріалу цього розділу дозволить студентові вільно читати й кваліфіковано виконувати кресленики генеральних планів і планів споруд автотранспортних підприємств, використовуючи при цьому прийняті умовні позначення.*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Боголюбов, С.К. Черчение [Текст]: Учеб. для машиностр. спец. ср. спец. учеб. заведений / С.К. Боголюбов, А.К. Воинов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с., ил.
2. Годик, Е.И. Техническое черчение [Текст]: учеб. для студ. высш. техн. заведений / Е.И. Годик, В.М. Лысянский, В.Е. Михайленко, А.М. Пономарев – 5-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк., 1983. – 440 с.
3. Додатко, О.І. Інженерна графіка [Текст] / навч. посібник / О.І. Додатко. – 5-те вид., доп. і виправл. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 200 с.
4. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение [Текст]: учеб. для студ. высш. техн. заведений / В.С. Левицкий. – М.: Высш. шк., 1988. – 351 с., ил.
5. Начертательная геометрия и черчение. Инженерная графика. Методические указания по курсу и контрольные задания для студентов инженерно-технических специальностей (кроме строительных) заочной формы обучения [Текст] / А.М. Прерис, Ю.В. Бубырь, А.В. Павленко и др. – Х.: УЗПИ, 1986. – 151 с.
6. Романычева, Э.Т., Инженерная и компьютерная графика [Текст] / Э.Т. Романычева, Т.Ю. Соколова, Г.Ф. Шандурина. – 2-е изд., перераб. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 592 с. (Серия «Проектирование»).
7. Крушевская, Д.П. Справочник по инженерной графике [Текст] / Д.П. Крушевская, А.В. Потышко; под ред. А.В. Потышко. – 2-е изд, перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1983. – 264 с.
8. Інформаційно-довідкова система "ЛЕОНОРМ-ІНФОРМ" : електронний каталог національних та міждержавних стандартів України. Оновлення на 2010 р. ЄСКД. Правила виконання креслень різного виду (стандарти електронні). ЄСКД. Позначки графічні у схемах (стандарти електронні) [Електронний ресурс] : версія 1.2.23. – К. : Леонорм, 2010. – 1 ел. опт. диск (CD-ROM). – (в кор.).
9. Федоренко, В.А. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / В.А. Федоренко, А.И. Шошин; под ред. Г.Н. Поповой. – 14-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – 416 с., ил.
10. Чалый, А.Т. Курс начертательной геометрии [Текст]. / А.Т. Чалый. – М.: Машиностроение, 1964. – 279 с.
11. Михайленко, В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: підруч. для студ. вищих закл. освіти [Текст] / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; за ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2003. – 344 с.
12. Напольский, Т.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст]: Учеб. для вузов / Т.М. Напольский. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
13. ДСТУ; Б А.2.4–4–99 (ГОСТ 21.101–97); СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації [Текст]. – Увед. 1999 – 11 – 05. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1999. – 79 с.
14. ДСТУ; Б А.2.4–7–95 (ГОСТ 21.501.–93); СПДБ. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень [Текст]. – Увед. 1995 – 04 – 06. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995. – 63 с.



## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

### А

АксонOMETричні проєкції 141  
– осі 148, 152, 155

### Б

Болт 96  
Болтове з'єднання 97

### В

Види 6  
– головний 87  
– на будівельних креслениках 150  
– основні (розташування) 74  
Види нарізи 93  
Виробів  
– складові частини 122  
– позначення 124  
Відхилення:  
– граничних розмірів 12, 73  
– дійсні 12  
Вікна 157  
Ворота 157

### Г

Гайка 96  
Гвинт 96  
Гвинтова нитка 90  
Графічні позначення  
– граничних відхилень від форми й розташування поверхонь 86  
– матеріалів 67

### Д

Двері 157  
Деталь 6  
Деталювання складальних креслеників 134  
Диметрія  
– прямокутна 142, 145  
– косокутна 149, 145  
Дуги  
– визначення центра та радіуса 29

### Е

Евольвентний профіль зубців 104  
Експлікація 160, 162  
Елементи  
– геометричного тіла 39  
– промислових споруд 156  
Еліпс 145, 149  
Ескіз 87

### З

Заміна площин проєкцій 49  
З'єднання  
– болтове 97  
– трубне 100  
– шліцьове 104  
– шпилькою 99  
Зображення  
– деталі (розміщення на кресленіку) 73  
– кількості видів 75  
– корпусних деталей 87  
– нарізи 90  
– однакових отворів, спрощене 77  
– рухомих деталей 87  
Зубчастої рейки 115  
– робочий кресленик 118

### І

Ізометрія 145, 146, 147

### К

Кількість видів 139  
Класифікація  
– нарізей 90  
– перерізів 60  
– розрізів 65  
Колесо зубчасте  
– конічне 111, 113  
– циліндричне косозубе 110, 113  
– циліндричне прямозубе 109, 106, 108  
Колони 157  
Комплекс 122  
Комплексний кресленик 10  
Конструкторські документи 123

Конусність 80  
Кресленики 7, 20  
– комплексні 41  
– робочі 6, 73  
– складальні 123, 125, 126, 128, 129, 134, 136, 140  
Кріпильні деталі 96  
Крок нарізі 90  
Кути 26

## Л

Лінії  
– зв'язку 7  
– креслеників 7, 152  
– розмірні й виносні 7, 8

## М

Марка комплекту робочих креслеників 150  
Масштаби 17, 152  
Матеріали 67  
Модуль зубчастого колеса 107  
– зовнішній 112  
– нормальний 110  
– торцевий 110

## Н

Нанесення розмірів 83  
– внутрішніх і зовнішніх 85  
– діаметра 10  
– квадрата 11  
– конусності 80  
– радіуса 10  
– сфери 77  
– уклону 81, 155  
– кутових 11, 79  
– лінійних 10  
– на будівельні кресленики 155  
– отворів 78  
– похилих поверхонь 11, 78  
– фасок 12  
Наочні зображення 44  
Напис виносний 156  
Напис основний 18, 73  
– будівельних креслеників 153  
– специфікації 133  
Нарізь 90, 91, 93  
– дюймова 94  
– метрична 93

– трубна конічна 95  
– трубна циліндрична 94  
– трапецеїдальна 94  
– упорна 95  
Натуральна величина  
– відрізка 49  
– плоскої фігури 50

## О

Обертання 51  
Овал 147, 149  
Осі  
– диметрії 142, 155  
– ізометрії 146  
– координаційні 154

## П

Передачі черв'ячні 114, 15, 117  
Перекриття 156  
Перерізи 60, 61, 62  
– на будівельних креслениках 150  
– накладені 60  
– винесені 61  
Перетин поверхонь 54  
План  
– генеральний 163  
– підприємства 160  
Площина січна 56, 60, 64  
Площини проєкції  
– горизонтальна 40  
– профільна 40  
– фронтальна 40  
Побудова  
– точок на поверхнях 55  
– третьої проєкції 48  
Побудови геометричні 25  
Поділ  
– ліній 26  
– кіл 27  
– кутів 26  
Позначення  
– кресленика 19, 73  
– нарізі 93  
– шорсткості 14  
Покриття 157  
Проєкції  
– відрізка прямої (ребра) 39  
– геометричних тіл 5  
– деталі 46  
– накладені 65

- паралельні 38
- плоскої фігури (грані) 39
- прямокутні, ортогональні 38
- точки ( вершини) 38
- Проеціювання тіл з отворами 58
- Проеціюючий промінь 38
- Профілі шліцьових поверхонь 104
- Пружини 118, 119
- Пряма
  - допоміжна 44
  - проєціююча 38

## **Р**

- Роза вітрів 158
- Розгортка поверхонь 53
- Розміри 10, 66, 70, 77
  - граничні 13
  - для довідок 83
  - складального кресленика 128
  - шпонкових пазів 84
- Розмічування заготовок 36
- Розрізи 64
  - місцеві 66
  - на будівельних креслениках 150
  - прості 65
  - складні 65, 71

## **С**

- Складальна одиниця 122
- Специфікація 131, 133
- Способи:
  - допоміжних січних площин 57
  - заміни площин проєкцій 49
  - нанесення розмірів 77
  - обертання 51
- Спряження 31
- Стіни 156
- Стрілка 62
- Сфера 20

## **Т**

- Таблиці
  - змін 73
  - параметрів 73

- хорд 29
- Технічні вимоги 73
- Точка на поверхні 44
- Трубні з'єднання 100

## **У**

- Уклон 81, 155
- Умовності й спрощення
  - робочих креслеників 76
  - складальних креслеників 126
- Умовні позначення елементів генпланів і планів 159

## **Ф**

- Фаска 12
- Фітинги 100
- Формати 18, 152
- Фронтальна диметрія 142
- Фундамент 156

## **Ц**

- Центр дуги, кола 29
- Циліндричні зубчасті колеса:
  - косозубі 110
  - прямозубі 106

## **Ч**

- Читання:
  - креслеників деталей 20
  - креслеників з перерізами 63

## **Ш**

- Шайба 97
- Шліцьові з'єднання 104
- Шорсткість поверхонь 13, 14, 17
  - переважна 73
- Шпилька 96
- Шпилькове з'єднання 99
- Шплінт 97
- Шпонка 97
- Штифт 97

Навчальне видання

**Ванжа** Геннадій Купріянович  
**Якушева** Олена Олександрівна  
**Тен** Ганна Семенівна  
**Вернер** Ілля Володимирович

**МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ**  
Навчальний посібник

Редактор О.Н. Ільченко

Підписано до друку 23.11.2009. Формат 30 x 42/2.  
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 19,5.  
Обл.-вид. арк. 21,8 Тираж 300 пр. Зам. №

Підготовлено до друку та видруковано  
в Державному ВНЗ «Національний гірничий університет».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004 р.

49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.