

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ 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 України
як навчальний посібник
для студентів напрямку підготовки 6.070106 Автомобільний транспорт**

Дніпропетровськ
НГУ
2010

УДК 744(075.8)
ББК 30.11.я 73
М 38

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.070106 Автомобільний транспорт (лист №)

Рецензенти:

М 38 Машинобудівне креслення: навч. посіб. / Г.К.Ванжа, О.О.Якушева, Г.С.Тен, І.В.Вернер – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – 168 с. Черновик рукопису

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

У посібнику висвітлюються відомості, необхідні для виконання та оформлення машинобудівних креслень у відповідності з Держстандартами України. Наводяться приклади геометричних побудов та методи побудови зображень предметів на основах нарисної геометрії. У дев'ятому розділі надані свідчення про стадії проектування автотранспортних підприємств, умовності і особливості будівельного креслення, правила виконання генеральних планів та планів автотранспортних споруд.

Мета посібника – дати студентам знання, уміння та навички, необхідні для викладення технічних ідей за допомогою креслення, для розуміння конструкції та принципу дії зображеного технічного механізму.

Посібник може бути корисним студентам денної та заочно-дистанційної форми 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, 2010

© Національний гірничий університет, 2010

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. Розподіл і побудова ліній кутів.....	26
2.3. Розподіл 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 розмітки.....	36
РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ 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 комплексного кресленика.....	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 і плоскої фігури.....	49
3.10. Побудова розгорток поверхонь тіл.....	53
3.11. Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл.....	54
РОЗДІЛ 4. ПЕРЕТИНИ Й РОЗРІЗИ.....	60
4.1. Перетини.....	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. З'єднання 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 кресленнях.....	74
5.3. Умовності та спрощення на робочих креслениках деталей.....	76
5.4. Розміри на робочих креслениках.....	77
5.5. Позначення на креслениках граничних відхилень від форми і розташування поверхонь.....	86
5.6. Ескізи.....	87

РОЗДІЛ 6. КРЕСЛЕННЯ НАРІЗІВ, РОЗНІМНИХ З'ЄДНАНЬ ТА СТАНДАРТИЗОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС І ПРУЖИН.....	91
6.1. Різьба й рознімні з'єднання деталей.....	91
6.1.1. Види різьби і 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 з різьбою 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 і зубчастої рейки.....	115
6.9. Зображення пружин на робочих кресленнях.....	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 і їх конструкторських документів.....	125
7.4. Вимоги, що пред'являються до складальних креслеників.....	126
7.5. Зображення складального кресленика.....	127
7.6. Умовності та спрощення при виконанні зображень на складальному кресленнику	127
7.7. Розміри на складальному кресленнику.....	129
7.8. Номери позицій на складальному кресленнику.....	130
7.9. Специфікація.....	132
7.10. Основний напис.....	134
7.11. Деталювання складальних креслеників.....	135
7.12. Виконання складальних креслеників. Послідовність виконання.....	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 прямокутна 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 кресленнях.....	151
9.2.2. Формати, масштаби, лінії будівельних креслеників.....	152
9.2.3. Основний напис будівельних креслеників	153
9.2.4. Координатні осі та нанесення розмірів на будівельних кресленнях.....	154
9.3. Основні конструктивні елементи промислових споруд.....	156
9.4. Генеральний план споруд транспорту.....	157
9.5. Кресленик плану автотранспортного підприємства.....	158
ЛІТЕРАТУРА.....	164
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	165

ВСТУП

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

Головна мета курсу – надання студентам знань щодо методів та прийомів креслення задля виконання і оформлення машинобудівних і будівельних креслеників, а також читання креслеників технічних конструкцій.

Розділи 1 – 4 мають допомогти отримати та систематизувати знання щодо створення та оформлення креслеників відповідно до стандартів ЕСКД (Єдиної системи конструкторської документації), що є необхідною умовою побудови складальних креслень.

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

У розділі 8 викладаються питання об'ємного зображення просторових фігур.

Розділ 9 містить свідчення про основи будівельного креслення, які є необхідними студентам напряму «Автомобільний транспорт» для виконання графічної частини завдання з дисципліни «Проектування АТП з використання ЕОМ». Засвоєння матеріалів розділу вчить читати та виконувати кресленики генеральних планів і планів автотранспортних споруд.

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

Основи нарисної геометрії, на яких базується курс інженерної графіки, розглядається в практичному застосуванні для розв'язування задач технічного характеру. Таке поєднання навчального матеріалу взаємозв'язує 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, надані наприкінці кожного розділу.

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

Умовні позначення, що 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 - надати студентам основні відомості про правила оформлення креслеників відповідно до стандартів ЄСКД («Єдиної системи конструкторської документації»). В розділі розглянуто: стандарти по використанню форматів, масштабів, ліній креслеників та оформленню основного напису; перелік свідчень, що мають міститися на робочих креслениках (види, розміри, позначення шорсткості поверхонь, граничних відхилень); способи визначення форми деталі по кресленку та послідовність читання креслеників.

1.1. Креслення деталей

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

Форма предметів визначається на креслениках за допомогою одного або декількох зображень – видів.

Видом називається зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

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

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

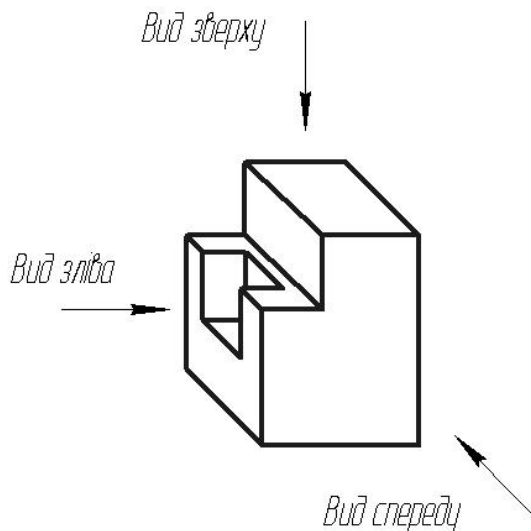


Рис. 1.1. Спосіб отримання видів на кресленку

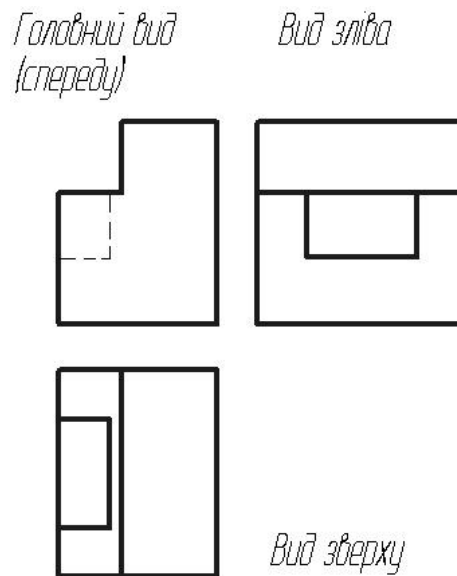


Рис. 1.2. Розміщення видів на кресленку

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

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

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

Робочим креслеником називають зображення якої-небудь окремої деталі з розмірами, які приймають участь у складанні.

Робочий кресленик деталі містить:

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

числові розміри, які потрібні для виготовлення деталі, її контролю, позначення точності виготовлення;

умовні знаки параметрів, які визначають ступінь шорсткості поверхонь деталі;

позначки про термічну обробку (якщо деталь підлягає термообробці);

позначки про антикорозійне або декоративне покриття (якщо деталь підлягає покриттю);

назву і марку матеріалу, з якого повинна 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 дані, що містяться в кресленіку.

1.2. Лінії креслеників

Зображення деталей викреслюють в основному за допомогою ліній трьох типів: суцільних (товстих і тонких), штрихових і штрих пунктирних тонких. На рис. 1.3 подано кресленик втулки, на якому відзначені лінії різних типів: суцільними товстими лініями креслять видимі контури деталі; штриховими – невидимі контури; штрих пунктирними тонкими – осьові й центрові лінії. На рис. 1.4 наведений приклад використання суцільних тонких ліній, які використовуються для проведення виносних і розмірних ліній.

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

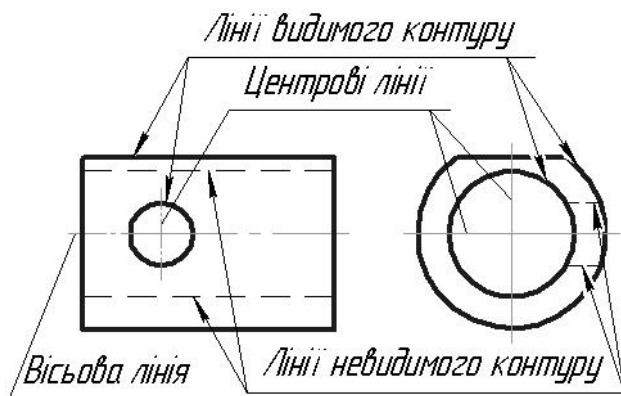


Рис. 1.3 .Основні лінії креслеників

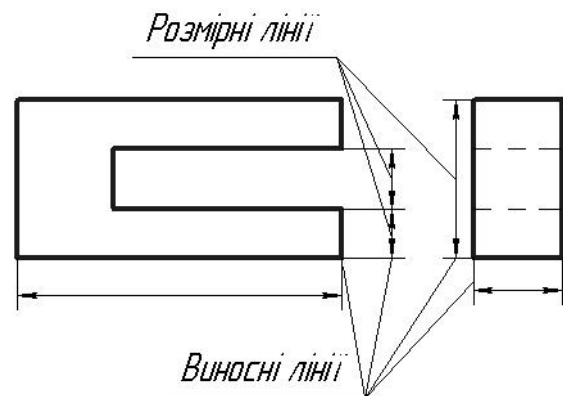


Рис. 1.4. Розмірні й виносні лінії

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 повинні бути вдвічі тоншими, ніж контурні, тобто $S/2$;

довжина штрихів повинна бути в межах від 2 до 8 мм;

всі штрихи в лініях невидимого контуру на даному кресленіку повинні бути однакової довжини;

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

Осьові й центрові лінії. Штрих пунктирні тонкі лінії необхідні для нанесення на кресленнику:

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 і ліву або верхню і нижню;

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

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

Часто від осей симетрії або від центрових ліній указують розміри. Осьовими і центровими лініями, разом із числовими розмірами, користуються на виробництві для розмітки заготівель деталей, а також при контролі правильності їх виготовлення деталей та ін.

Для проведення штрих пунктирних ліній ГОСТ 2.303 – 68 установлені такі правила:

товщина штрихів повинна бути вдвічі меншою від основної лінії;

довжина штрихів – від 5 до 30 мм;

довжина штрихів повинна бути однаковою протягом всієї лінії;

розмір проміжку між штрихами має дорівнювати рівним 3 – 4 мм. У середині кожного проміжку ставиться крапка.

Штрих пунктирні тонкі лінії, які застосовуються як осьові, виводяться за контур зображення на довжину приблизно 3 – 5 мм (рис. 1.6, а, б, в). Якщо елемент деталі, яка має геометричну вісь, примикає до елемента іншої форми, то крайній штрих осьової лінії повинен перетнути контур. Частина штриха, яка вийшла за контур осьової лінії, повинна мати також довжину 3 – 5 мм (рис. 1.6, в).

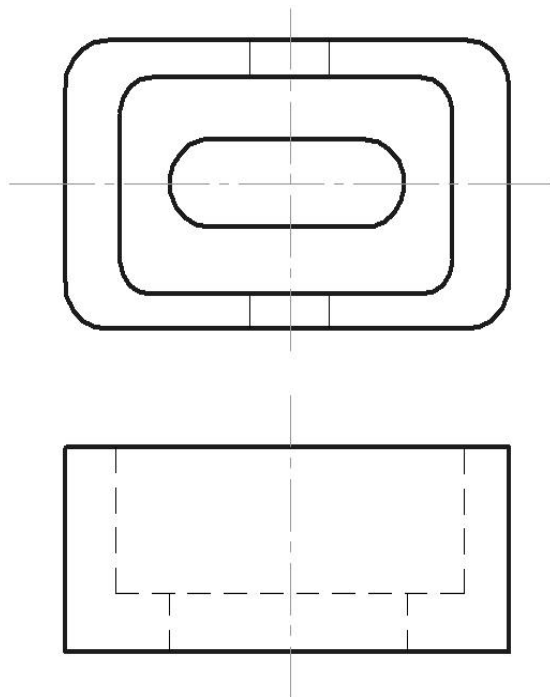


Рис. 1.5. Зображення на кресленнику ліній невидимого контуру

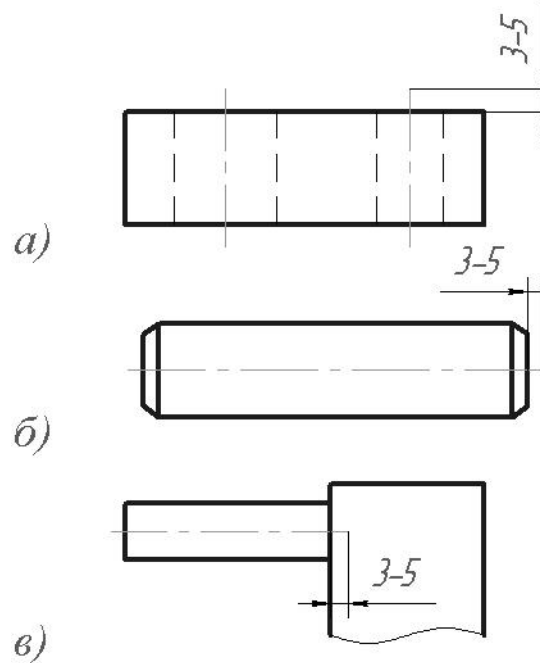


Рис. 1.6. Правила застосування осьових ліній

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 кресленнику елемента (рис. 1.7, а). Після проведення штрихів потрібно накреслити коло, прийнявши за центр точку перетину штрихів. Потім 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 кресленика коло, на якому розташовані центри цих елементів, викреслюється штрих пунктирною 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 розмітити центри отворів, накреслити малі кола і провести радіальні центрові лінії. Велике коло треба обвести штрих пунктирною лінією з таким розрахунком, щоб криволінійні штрихи проходили через малі кола, утворюючи дугові центрові лінії.

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

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

Виносні й розмірні лінії. Розмірні лінії потрібно розподіляти на кресленниках так, щоб більша частина їх була поза контуром зображення деталі (рис. 1.8, а). Зв'язком 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 повинна бути в межах від 6 до 10 мм. Така сама відстань повинна бути між паралельними розмірними лініями (рис. 1.8, в).

Розмірні лінії не повинні проводитися близько до будь-яких інших паралельних їм ліній кресленника (осьових, штрихових і ін.).

Товщина виносних і розмірних ліній приймається вдвічі меншою, ніж товщина ліній видимого контуру даного кресленника. Форма стрілки розмірної лінії і приблизні її розміри зазначені на рис. 1.8, б, г.

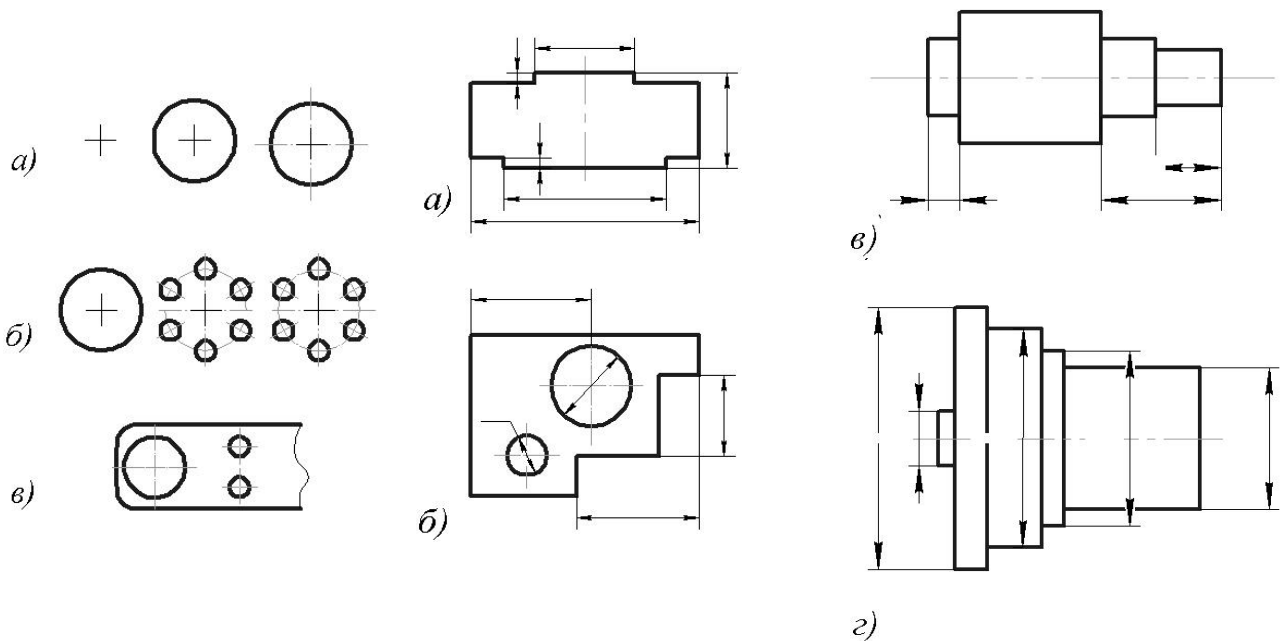


Рис. 1.7. Побудова центрових ліній

Рис. 1.8. Розташування розмірних ліній на кресленниках

1.3. Нанесення розмірів

Правила нанесення розмірів установлені ГОСТ 2.307 – 68.

Числа, нанесені на розмірних лініях машинобудівних креслеників, указують величини розмірів у міліметрах (рис. 1.9, *a*), але без позначення їх.

Дробову частину розмірного числа, що вказує лінійний розмір, виражають у десяткових дробах (рис. 1.9, *b*), звичайні дробі застосовуються тільки при позначенні дюймових нарізів.

Розмірне число має бути розташоване над *розмірною лінією*, написано паралельно їй і розміщене якнайближче до її середини (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, *a*. Порухення цього правила може привести до помилки при читанні кресленика: цифру 9 можна прийняти за 6, 68 прийняти за 89, 86 за 98 і т.д.

Якщо бракує місця для нанесення цифр над розмірними лініями, то можна їх розмістити на продовженні розмірної лінії праворуч або ліворуч, винести на полицю (рис. 1.10, *b*). Якщо розмірна лінія настільки коротка, що для стрілок немає місця, стрілки наносять на продовженні розмірних ліній. Для нанесення розміру в цьому випадку потрібно вибрати один із прикладів, наведених на рис. 1.10, *в*.

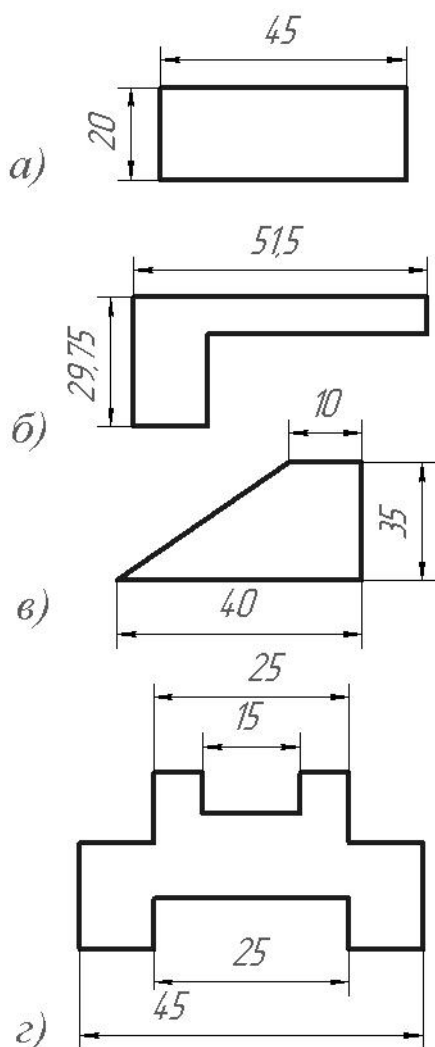


Рис. 1.9. Розташування розмірних чисел на креслениках

Перед розмірним числом, що вказує величину діаметра, наносять знак \varnothing , побудова якого показана на рис. 1.11, *a*. Якщо розмір діаметра наносять на розмірній лінії, яка знаходиться у середині кола, 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 наносять на продовженнях розмірних ліній і направляють до центра кола, розмірні числа розташовують 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, *е*). Перед розміром, що вказує величину радіуса дуги кола, проставляють букву *R* (рис. 1.10, *ж, з, і*).

Для нанесення розмірів радіусів зовнішніх округлень користуються прикладами, показаними на рис. 1.10, *з*, внутрішніх - див. на рис. 1.10, *і*.

Розміри квадратних елементів деталей можуть бути позначені написом, що встановлює величину сторони квадрата, наприклад 10×10, або знаком, побудову якого показано на рис. 1.11, *б, в*.

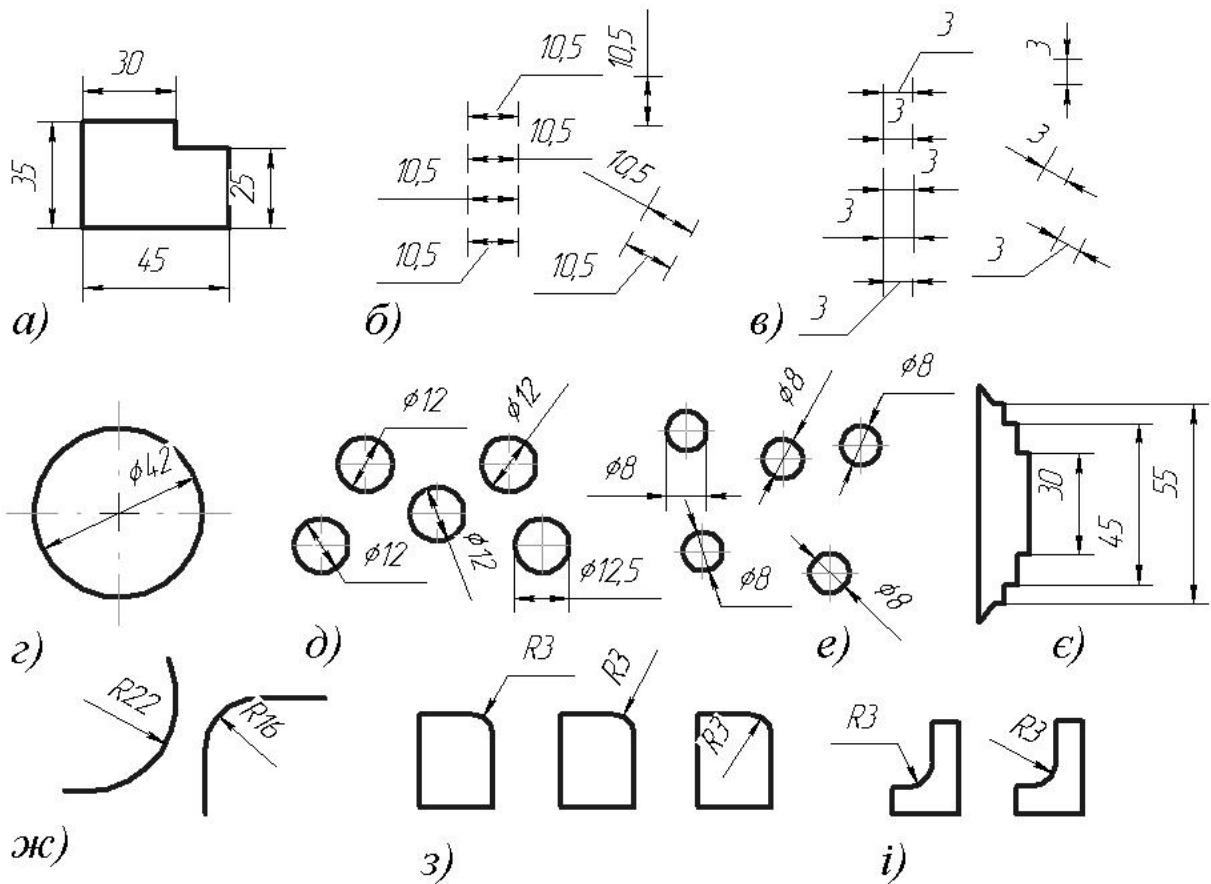


Рис. 1.10. Типові випадки нанесення розмірів за ГОСТ 2.307 – 68

На похилих розмірних лініях цифри розташовують відповідно до прикладів, наведених на рис. 1.12, *а*. Штрихуванням виділені зони, у яких розмірні лінії не наносяться тому що створюється незручність для постановки цифр. У випадку, якщо в заштрихованому секторі потрібно провести розмірну лінію, 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, що визначають величини кутів, розташовують згідно за вказівками ГОСТ 2.307 – 68 (рис. 1.13, *а*).

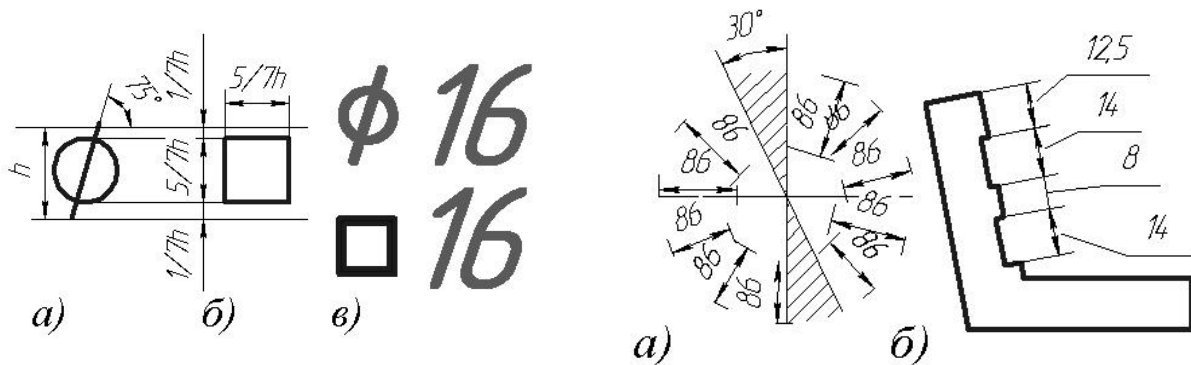


Рис. 1.11. Знаки, які проставляються біля розмірних чисел

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

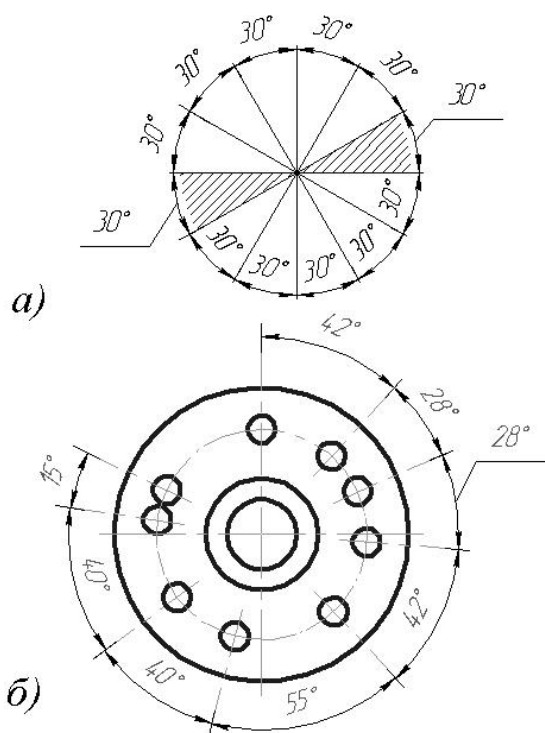


Рис. 1.13. Розміщення чисел, які вказують величини кутів: *a* – цифри розташовуються над розмірними лініями або на полицях; *б* – приклади нанесення розмірів кутів

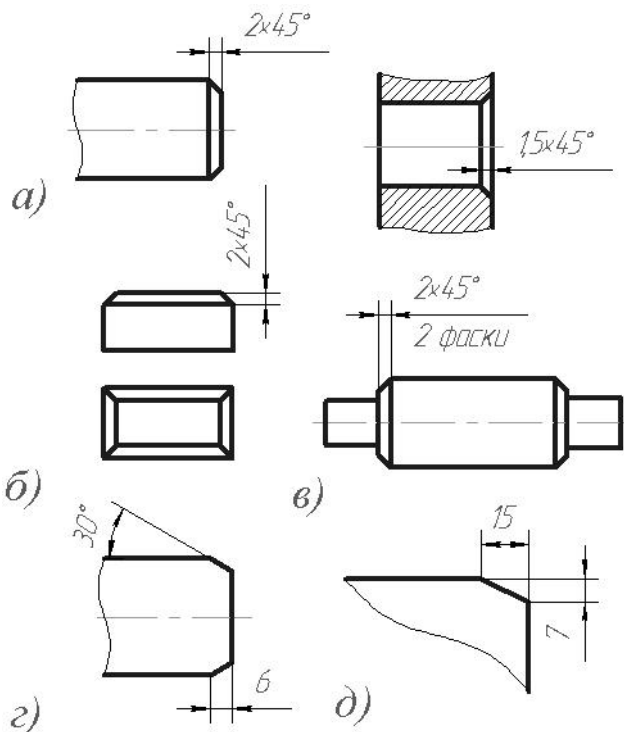


Рис. 1.14. Нанесення розмірів фасок

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

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

У деталей циліндричної форми як лінійний розмір вказують висоту 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 за ГОСТ 2.307 – 68 дозволяється замість ряду розмірів повторюваних однакових за величиною фасок наносити розмір один раз і вказувати число фасок (рис. 1.14, *в*).

Розміри фасок, у яких кути більші або менші від 45° , наносять за загальними правилами – лінійним і кутовим розмірами (рис. 1.14, *г*), або двома лінійними розмірами (рис. 1.14, *д*).

Розміри із граничними відхиленнями.

Висока точність розмірів при виготовленні деталей викликає додаткові виробничі затрати. Тому конструктори, розробляючи кресленики деталей, призначають різний ступінь точності для різних розмірів.

При конструюванні деталей визначають основні номінальні розміри, що залежать від призначення деталей. Дійсні розміри деталей будуть трохи відрізнятися від номінальних, тому що витримати 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, якщо дійсний розмір менший від номінального.

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

від номінального. Якби дійсний розмір виявився меншим 38 мм, наприклад 37,8 мм, то величина відхилення $38 - 37,8 = 0,2$ мм вважалась би від'ємною і писалась би зі знаком мінус.

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



Рис. 1.15. Розташування числових значень граничних відхилень стосовно номінального розміру

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

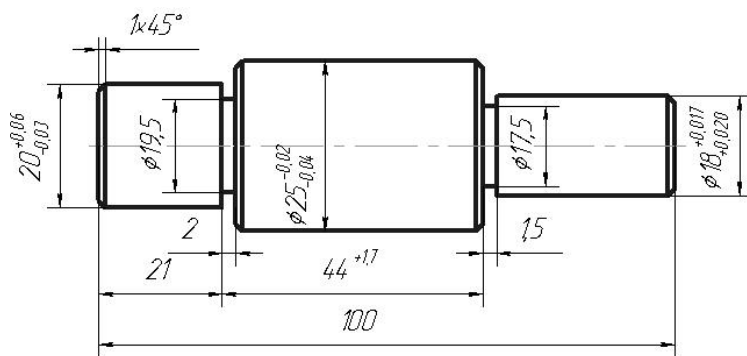


Рис. 1.16. Розміри з граничними відхиленнями на кресленіку вала

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 надають на креслениках відповідно до вказівок 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 нерівностей, що виходять при литті, штампуванні, прокаті тощо. При дослідженні поверхонь спеціальними приладами виявляють на них нерівності у вигляді западин, що чергуються з виступами різних розмірів. Який ступінь шорсткості допускається на тій або іншій поверхні деталі вирішує конструктор, що проектує виріб, у який входять деталі. При цьому враховують призначення деталі та особливості її роботи під час експлуатації виробу.

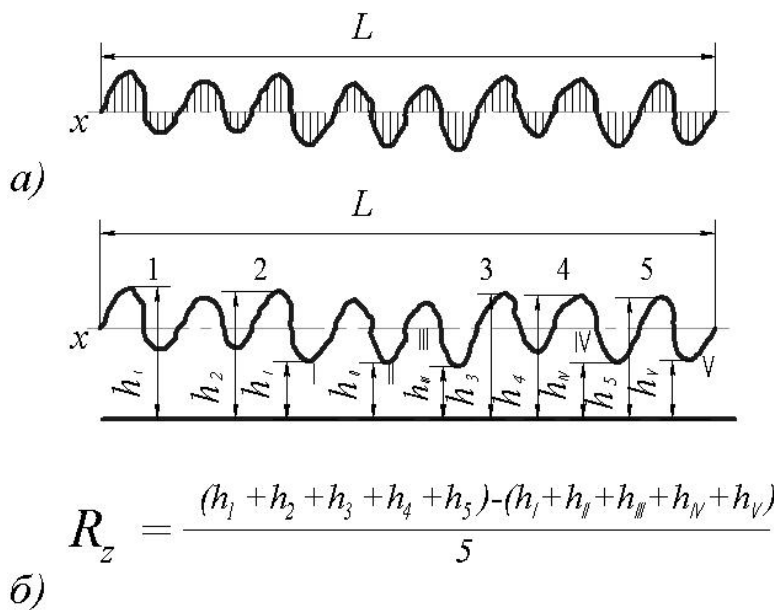
На рис. 1.17, а зображена збільшена профілографічна поверхня, яка розділена середньою лінією. Довжина ділянки профілю поверхні, яка установлена для виміру її шорсткості,

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

$$R_a = \frac{\sum_i^n |Y_i|}{n}$$

Існує також інший спосіб визначення величини шорсткості. При цьому проводять пряму лінію, яка паралельна до середньої лінії профілю (рис. 1.17, б). Вимірюють відстань між цією прямою п'ятьма найбільш високими точками профілю у межах базової довжини, підсумовують виміряні відстані. Потім 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 по десяти точках і позначається R_z .

Числові величини R_a і R_z виражені в мікрометрах, стандартизовані й подаються в таблицях (ГОСТ 2789 – 73). Їх проставляють на креслениках, коли треба позначити величину шорсткості поверхонь деталей і виробів. Цифри, що характеризують величину шорсткості, наносять разом зі знаками під полицею (рис. 1.18, а, б).



Шорсткість поверхонь, отриманих обробкою на металорізальних верстатах або іншими способами, при яких з деталі відділяють шар матеріалу, позначають знаком, показаним на рис. 1.18, в. Для позначення шорсткості поверхонь, утворених куванням, об'ємним штампуванням, литтям, прокатом і т.д., використовують знак, зображений на рис. 1.18, г. Таким самим знаком позначають поверхні, що не обробляють за даним креслеником.

Рис. 1.17. Способи визначення величини шорсткості поверхонь

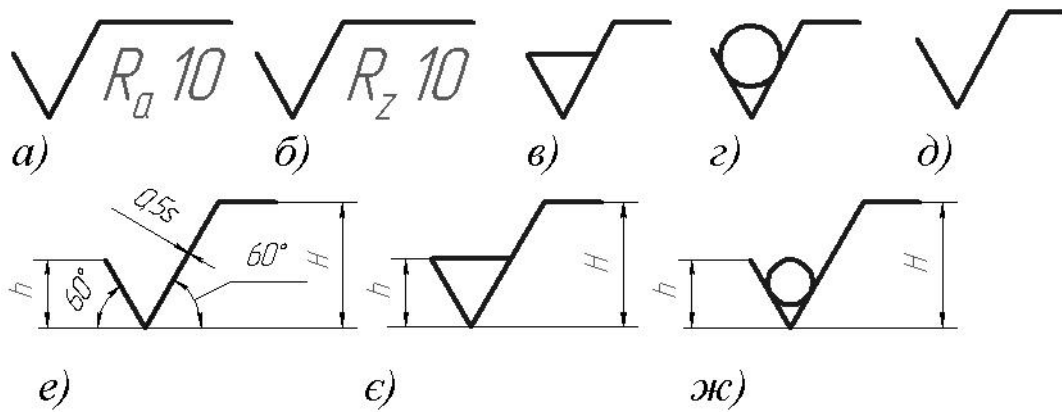


Рис. 1.18. Знаки шорсткості поверхонь та їх побудова

Знаки шорсткості можуть мати полиці, призначені для написів технологічного характеру (рис. 1.18, д). На полицях може бути зазначений вид обробки, що забезпечує задану шорсткість: *полірувати*, *шаврувати*, або які-небудь інші додаткові вказівки.

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

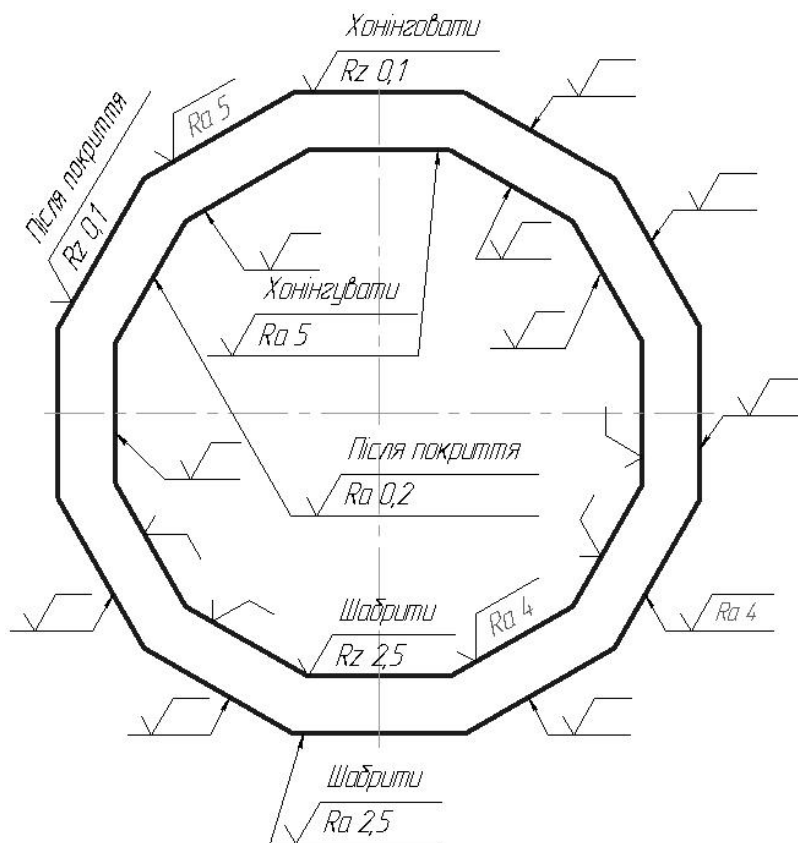


Рис. 1.19. Розташування знаків шорсткості на кресленниках

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

Наносять позначення шорсткості на зображеннях деталей, розташовуючи їх на лініях видимого контуру, виносних лініях або на полицях ліній-винесень. У цих випадках знак шорсткості повинен займати таке положення, щоб його вістря було спрямоване до лінії, яка зображує поверхню, шорсткість якої він позначає (щоб знак указував на цю поверхню). Своєю вершиною знак повинен торкатися контурної, виносної лінії або полиці ліній-винесення. При різних нахилах ліній, до яких наноситься позначення шорсткості, знаки повинні займати положення відповідно до прикладів, показаних на рис. 1.19.

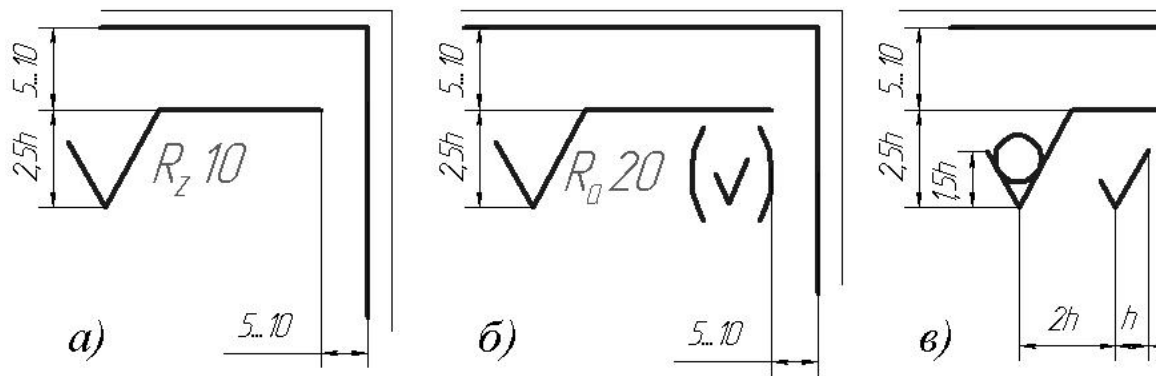


Рис. 1.20. Позначення шорсткості, що винесене у правий кут кресленика

Загальне позначення поміщують у правому верхньому куті кресленика, як показано на рис. 1.20, а і 1.21. Знак шорсткості збільшують приблизно в півтора рази, поміщують на однакових відстанях від верхньої і правої ліній 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 поміщують зліва від знака в дужках (рис. 1.20, б і 1.22). Шорсткість інших поверхонь позначають на зображенні. Розмір знака в дужках той самий, що і на зображенні. Знак за дужками в півтора рази більший. Приклад позначення переважної поверхні, що не оброблюють за даним креслеником, та побудова знаків показані на рис. 1.20, в.

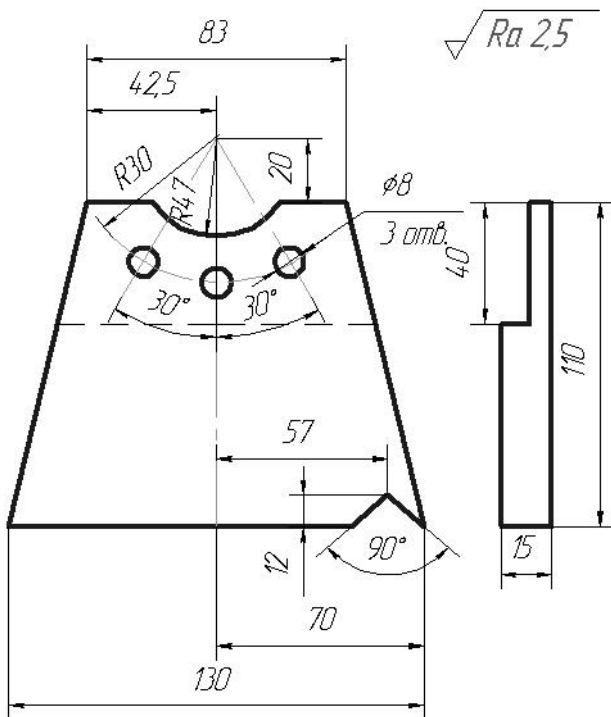


Рис. 1.21. Кресленик деталі з однаковою шорсткістю всіх поверхонь

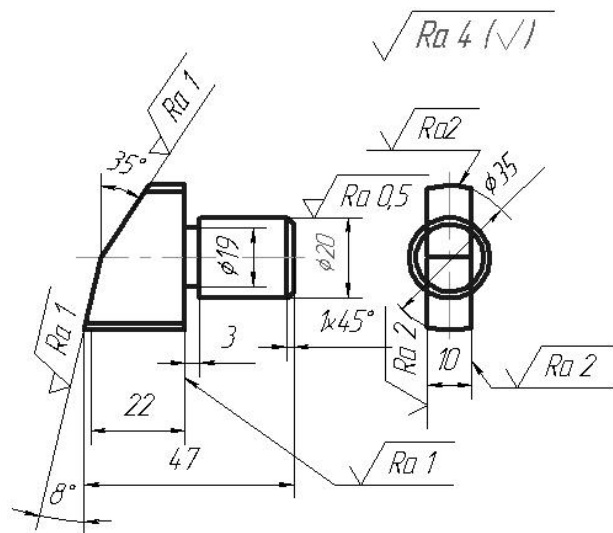


Рис. 1.22. Кресленик деталі, у якої поверхні не позначені окремим знаком і повинні мати шорсткість R_a 4 мкм

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

Таблиця 1.1 Класи чистоти

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

1.5. Масштаб

Якщо зображення деталей на креслениках мають такі самі розміри, як і деталь, вважається, що кресленик виконано в натуральну величину або в масштабі один до одного.

Масштабом називають відношення величини зображення на кресленнику до дійсної величини цього предмета (ГОСТ 2.302 – 68).

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

Кресленик в натуральну величину займає менше часу. Він виходить подібним до зображеного предмета не тільки за формою, але і за розмірами. Однак не кожен деталь можна накреслити в натуральну величину. Великі деталі зображують на креслениках у масштабі зменшення, дрібні – у масштабі збільшення.

Для виконання креслеників Державним стандартом установлені такі масштаби:

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

для збільшення зображень застосовують масштаби 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 показані 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 і не збільшені.

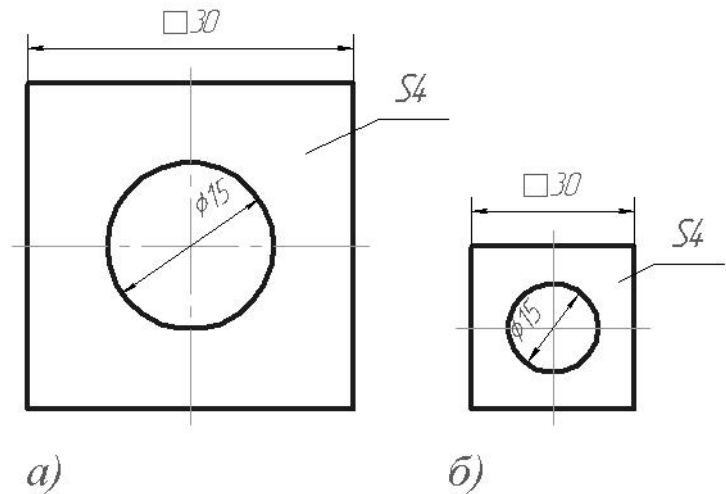


Рис. 1. 23. Кресленик пластини з листової сталі товщиною 4 мм
а – в натуральну величину; б – в масштабі 1 :2

1.6 . Формати креслеників

Кресленики виконують на аркушах листів 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 виходять шляхом послідовного поділу на 2, 4, 8, 16 рівних частин аркуша з розмірами сторін 1189×841 мм. Площа такого аркуша дорівнює 1 м². При цьому лінія, що ділить формат на рівні частини, повинна бути паралельна меншій стороні відповідного формату. Формат з розмірами сторін 1189×841 мм позначається А0. Формат, який дорівнює половині формату А0, з розмірами сторін 841×594 мм позначається А1.

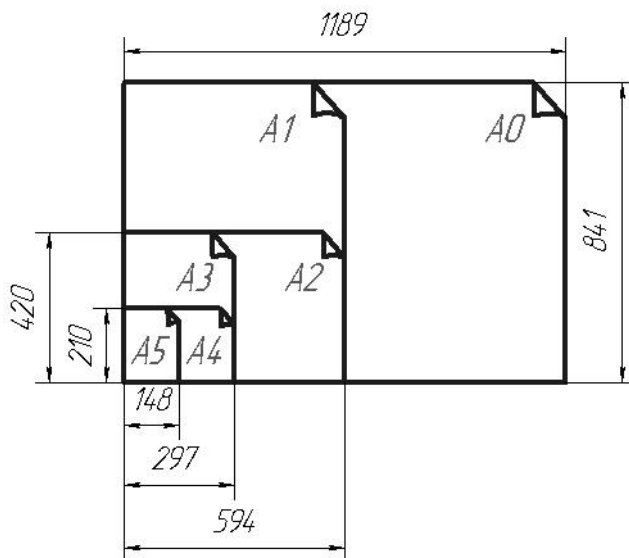


Рис. 1.24. Основні стандартні формати

Якщо розділити навпіл формат А1, отримаємо два формати А2 і т.д. Допускається 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 лівої сторони листа залишають місце для брошурування, внутрішню рамку проводять на відстані 20 мм від зовнішньої рамки.

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 довгої сторони.

Форма, зміст і розмір граф основного напису для машинобудівних креслеників повинні відповідати ГОСТ 2.104 – 68.

Графи основного напису складального кресленника містять такі відомості:

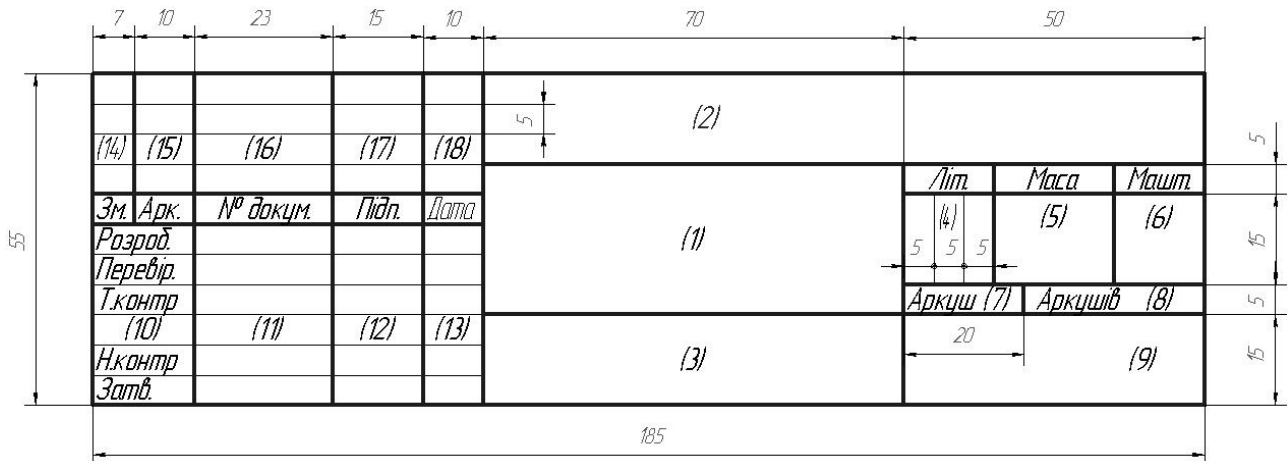


Рис. 1.25. Основний напис на кресленнику

граф 1 – назва складальної одиниці, зображеної на кресленнику. Запис роблять в 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*;

граф 2 – позначення кресленника за ГОСТ 2.201 – 80. У позначення можуть входити букви (індекс виробу), а також номери і буквені знаки, присвоєні окремим частинам виробу і деталям;

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

граф 4 – проставляють літеру кресленника (букву, що вказує, до якого виду належить дане кресленник). Кресленники, що призначені для установчої серії, позначають літерою *А*, яку вносять у першу клітинку. Під установчою серією розуміється партія виробів, виготовлена перед початком їх серійного або масового виробництва. Кресленникам серійного або масового виробництва присвоюють літеру *Б*. Цю літеру вписують у крайню клітинку.

граф 5 – вказують масу деталі, виражену в кілограмах, без подання одиниці виміру;

граф 6 – позначення масштабу кресленника (без букви *М*);

граф 7 – порядковий номер аркуша (на кресленнику, який складається з одного аркуша, графу не заповнюють);

граф 8 – загальна кількість аркушів кресленника (графу заповнюють тільки на першому аркуші);

граф 9 – назва або індекс підприємства, що випускає кресленники (на навчальних кресленниках – індекс навчального закладу, номер навчальної групи і в разі потреби варіант завдання);

граф 10 – характер роботи, яка виконується особою, що підписує кресленник;

граф 11 – прізвища осіб, які підписують кресленники – викладач і студент;

граф 12 – підписи тих осіб, які вказані у графі 11;

граф 13 – дата підпису кресленника.

Графи 14–18 являють собою таблицю змін, куди вносять дані про виправлення, що зроблено на даному кресленнику після його випуску.

1.8. Читання креслеників

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

Так визначають і описують форму простих деталей. Форму складніших деталей з'ясовують за окремими складовими її частинами. Наприклад, форму заготовки болта (рис. 1.26, *а*) можна поділити на такі частини: циліндричний стержень і шестигранна головка.

Упорний центр токарного верстата (рис. 1.26, *б*) складається з конуса, циліндра, зрізаного конуса та циліндра.

Для того, щоб опанувати вмінням вільно читати кресленики, потрібно насамперед визначати форму деталей за їхніми зображеннями та іншими даними, що містяться в креслениках. Існують три способи визначення форми деталей. *Перший спосіб* застосовують в тих випадках, коли деталь показана на кресленнику тільки одним зображенням. Тому що одне зображення може передати тільки частину відомостей про форму деталі - недостатні з'ясовують за допомогою умовних знаків і написів, які читають одночасно з розбором зображення. Знак \emptyset , нанесений перед розмірним числом, указує:

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

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

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

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

Напис *Сфера* перед розмірним числом радіуса вказує на кульову поверхню, наприклад, *Сфера* $R 60$ (слово *Сфера* може бути написано і під розмірним числом). За допомогою знака \square визначається квадратний елемент і т.п. На креслениках плоских деталей, що мають постійну товщину, часто робиться напис, що встановлює розмір деталі, наприклад, $S2$.

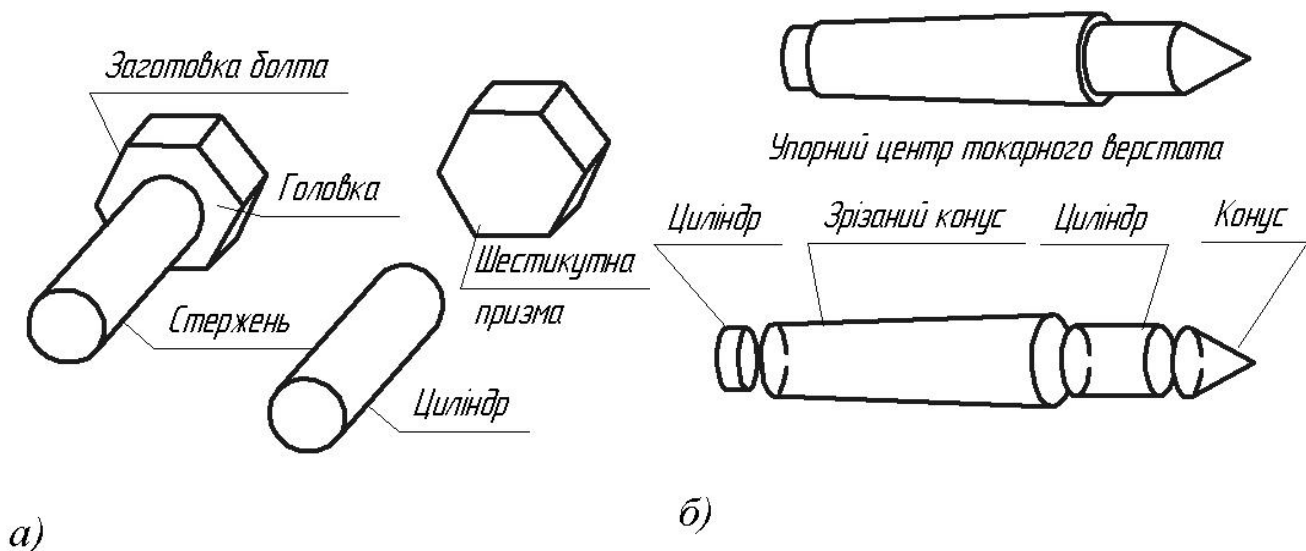


Рис. 1.26. Поділ деталі на окремі елементи: *а* – заготовка болта; *б* – упорний центр

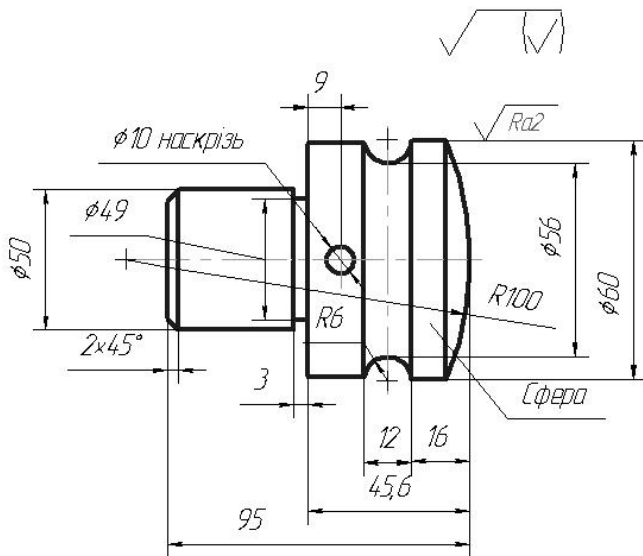


Рис. 1.27. Кресленик деталі, форма якої надається одним зображенням

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

Напис *Наскрізь* і знак \varnothing перед розміром 10 указують на те, що циліндричний отвір потрібно свердлити «на прохід», під прямим кутом до геометричної осі деталі.

Другий спосіб визначення форми деталей застосовують при читанні кресленика, що містить кілька зображень і не має знаків або написів, які пояснюють форму. Приступаючи до читання таких креслеників, потрібно насамперед з'ясувати, які види деталі показані на кресленіку. При цьому треба пам'ятати, що кожний вид має своє, строго визначене місце. Потім слід ознайомитися з усіма видами, щоб з'ясувати, яке геометричне тіло або поєднання яких геометричних тіл становить основу форми деталі. Далі визначати форму окремих елементів, починаючи з головного виду. Все, що не можна встановити за одним головним видом, потрібно шукати в інших видах. Так, комплексно розглядаючи зображення деталі, з'ясовують всі подробиці її форми.

Кресленик на рис. 1.28, а 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° . 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 і виді зліва, з'ясуємо, що виступ має форму трикутної призми. Таким чином визначаємо і форму елемента, який накреслений похилими лініями, що розташовані у верхній частині головного виду. Відповідне місце на виді зліва показує, що видимі та невидимі обриси цього елемента знаходяться усередині тіла паралелепіпеда. Отже, елемент є западиною, прорізаною під кутом 45° , і 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 повинна 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, яка проведена на головному виді.

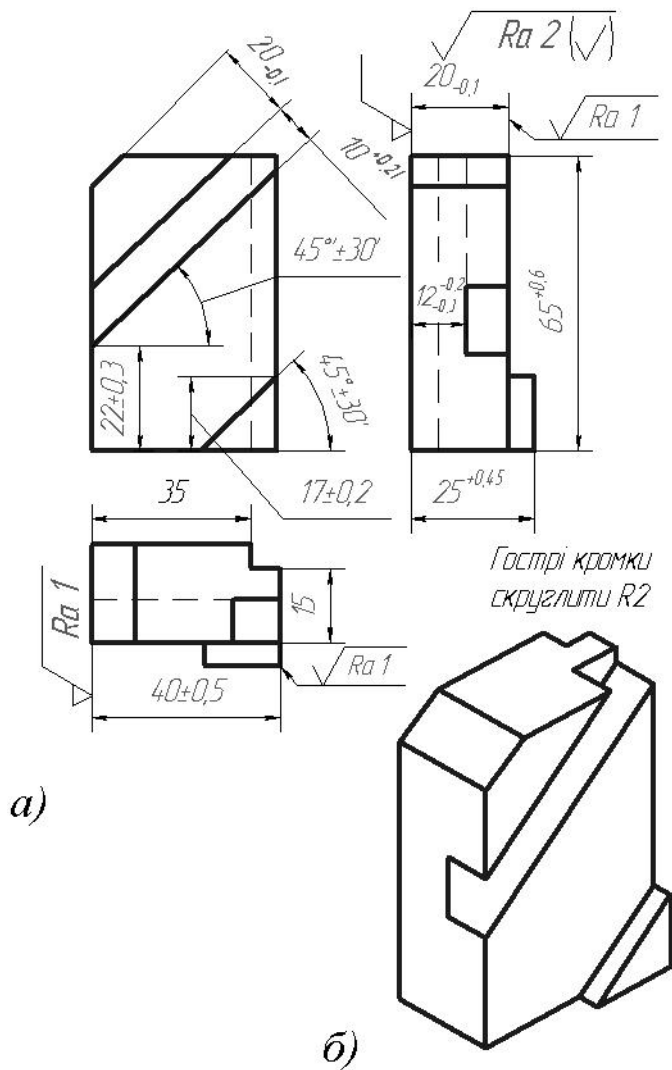


Рис. 1.28. Приклад робочого креслення деталі, форма якої визначається трьома зображеннями

На виді зліва ми не знайдемо відповіді на це питання, тому що вертикальна штрихова лінія не визначає форму даного елемента. Фаска, прямокутний виріз, увігнута округлена поверхня можуть бути зображені такими самими лініями. У випадках, коли форма елемента не визначається двома видами, потрібно розглядати інші зображення. Відповідне місце на виді зверху показує, що штрихові лінії зображують контури прямокутного вирізу. Унаслідок 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. Читати робочі кресленики деталей потрібно в такій послідовності:

ознайомитися з відомостями, що ввійшли в основний напис кресленика;

подивитися на зображення деталі і з'ясувати, яке зображення є головним, що являють собою інші, тобто визначити форму деталі;

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

прочитати позначення шорсткості поверхонь деталі, за ними встановити допустиму величину шорсткості кожного елемента деталі;

ознайомитися з письмовими вимогами, що ставляться до виготовлення деталі.

Прочитаємо в цій послідовності робочий кресленик деталі, яка зображена на рис. 1.29, а.

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

На кресленику показані два зображення: головний вид і вид зліва.

Знаходимо на кресленику знаки, що визначають форму нижнього і середнього елементів. Знак □, поставлений перед розмірним числом 40, і зображення нижнього елемента деталі свідчать про призматичну форму. В основі цього елемента – фаска з кутом 45°. Таким самим способом визначаємо форму середнього елемента. Знак ∅ перед розміром 60 і зображенням свідчить про циліндричну форму деталі. Форму верхнього елемента встановлюємо, керуючись тільки зображеннями. Основу його форми становить прямокутний паралелепіпед, тому що зображення на головному виді й виді зліва є прямокутниками з різними розмірами основ. Головний вид цього елемента показує, що у верхній частині є два скоси, у середині –

наскрізний прямокутний отвір. На це вказують лінії невидимого контуру на виді зліва і фігура, що показує форму отвору на головному виді. У бічних частинах передбачені наскрізні циліндричні отвори, що мають загальну геометричну вісь. На це вказують штрихові лінії на головному виді і коло на виді зліва. Форму деталі в цілому можна уявити таку, як вона зображена на рис. 1.29, б.

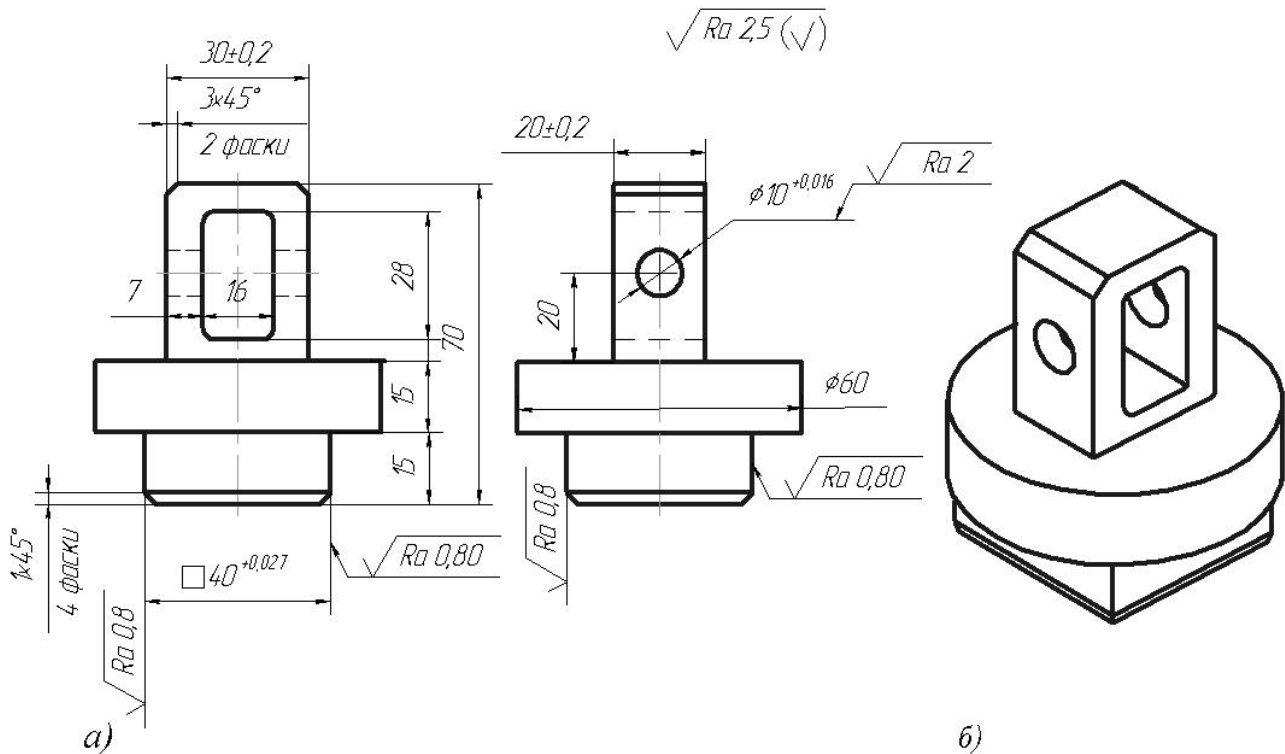


Рис. 1.29. Кресленик стояка:
а – прямокутні проекції; б – наочне зображення

Розмір $40^{+0,027}$ у нижній частині головного виду вказує на величину сторони квадрата, який належить до основи призматичного елемента. Висота призми 15 мм, у нижній частині – фаска, висота якої 1 мм і кут скосу 45° .

Розмір діаметра середнього елемента 60 мм, висота 15 мм. Розмір ширини верхнього елемента 30 мм, розмір вікна 16×28 , воно розташоване на відстані 5 мм від середнього елемента.

Діаметр отвору 10 мм, найменший граничний збігається з номінальним, найбільший граничний дорівнює 10,016 мм. Вісь отворів розташована на відстані 20 мм від середнього елемента. Скоси у верхній частині $3 \times 45^\circ$ кожний. Габаритні розміри деталі 70 і 60 мм.

Бічна поверхня призматичного елемента повинна мати шорсткість $R_a 0,8$ мкм, поверхні торця і фасок окремих позначень не мають. Отже, їхня шорсткість відповідає позначенню, що розташоване у правій верхній частині кресленика. Нижній торець середнього елемента повинен мати поверхню, шорсткість якої $R_a 2$ мкм. Шорсткість позначена на поверхні циліндричних отворів у верхньому елементі $R_a 2$ 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 , яке поставлене перед розмірним числом?
6. Що позначає буква R , яка нанесена перед розмірним числом?
7. Для чого при розмірному числі ставляться цифри зі знаками плюс і мінус, наприклад $250^{+0,15}$?
8. На що вказує позначення на кресленіку $M1 : 2$?
9. У якій частині кресленіка містяться відомості про матеріал, з якого потрібно виготовити деталь, її назва, позначення та інші дані?

Використання стандартів обов'язково при виконанні кресленіків. Важливо також навчитися правильно читати робочі кресленіки.

РОЗДІЛ 2. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ

У розділі викладено відомості про геометричні побудови: поділ відрізків, кутів і кіл на частини, знаходження центрів дуг, кіл, визначення величин, 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 розділити коло діаметром 52 мм на шість рівних частин (рис. 2.1).

Багато деталей машин мають криволінійні контури. Для їх зображення і розмічування доводиться плавно сполучати 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. Зазначені в умовах завдання лінії, кути або інші геометричні фігури, а також лінії побудови потрібно виконувати тонкими суцільними лініями, вдвічі тоншими за контурні лінії. Результати побудови обводять суцільними товстими лініями.

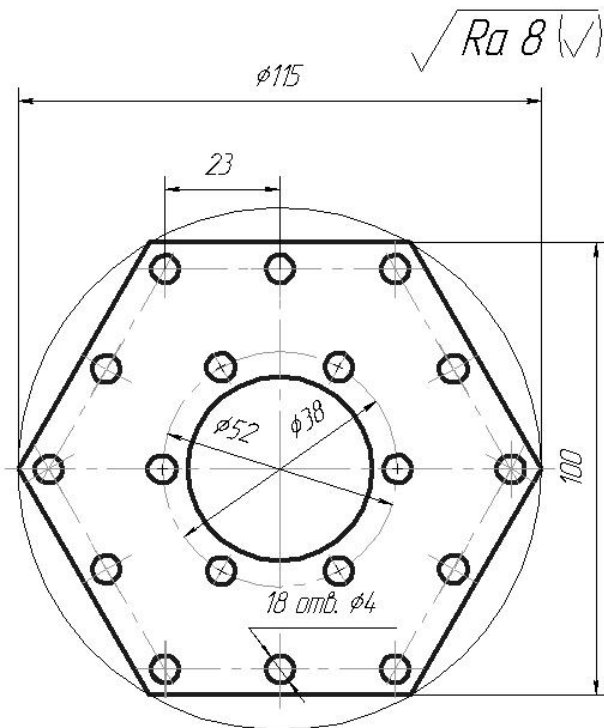


Рис. 2.1. Кресленик деталі фрезерувального напівавтомата

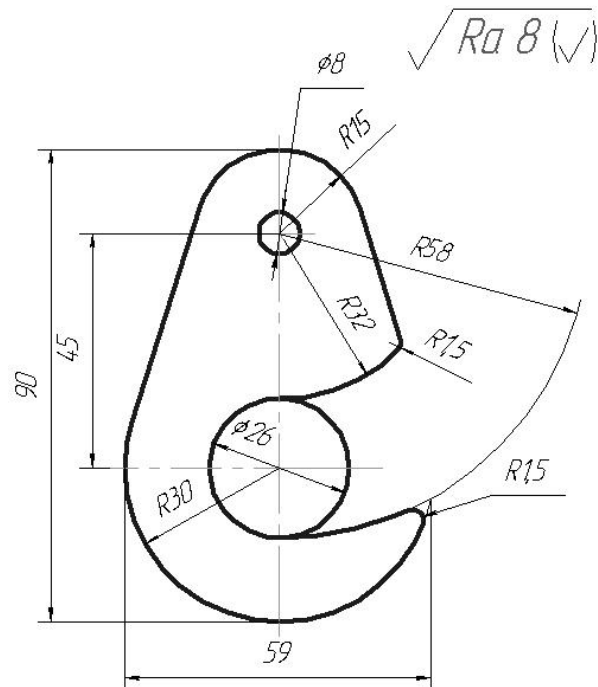


Рис. 2.2. Кресленик гака

2.2 Розподіл і побудова ліній, кутів

Вправа 1. Розділити 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*).

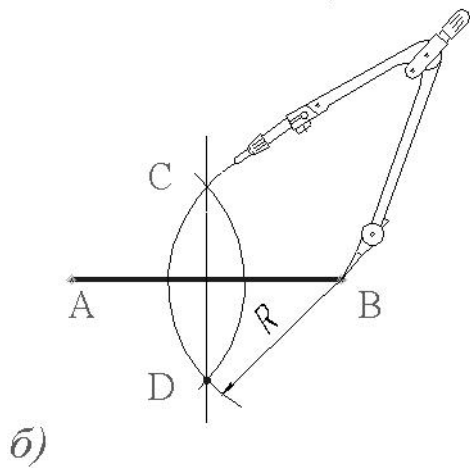
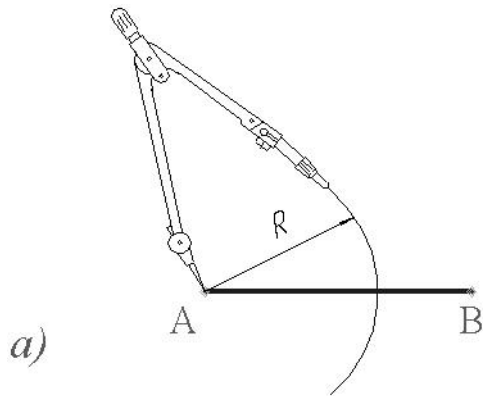


Рис. 2.3. Поділ відрізка прямої на дві рівні частини

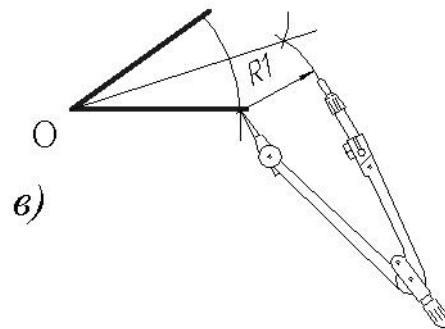
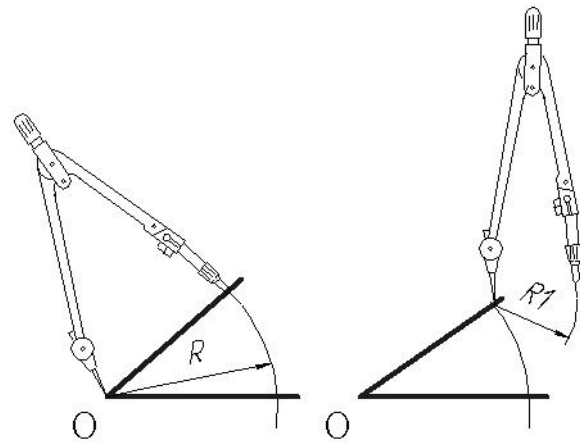


Рис. 2.4. Поділ кута на рівні частини

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 у випадках, коли потрібно через середину відрізка прямої лінії провести до нього перпендикулярну лінію.

Вправа 2. Розділити 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*);

з точки перетину дуги з верхньою стороною кута довільним розхилом циркуля R_1 зробити зарубку усередині кута (рис. 2.4, *б*);

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

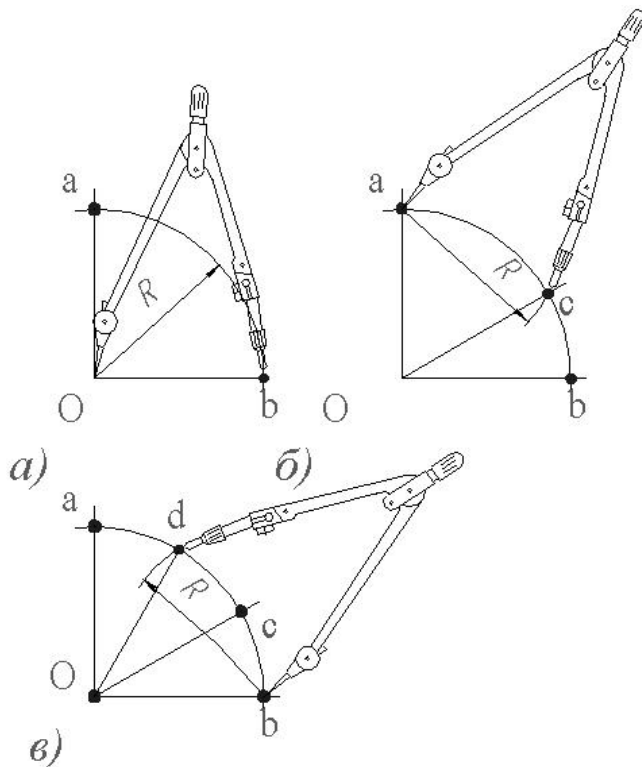


Рис. 2.5. Поділ прямого кута на три рівні частини

Вправа 3. Розділити 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).

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. Розподіл кола на рівні частини

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

Розподіл кола шляхом геометричних побудов

Вправа 4. Розділити коло на вісім рівних частин.

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

розділити один з прямих кутів (між центровими) на дві рівні частини. Лінію, що 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).

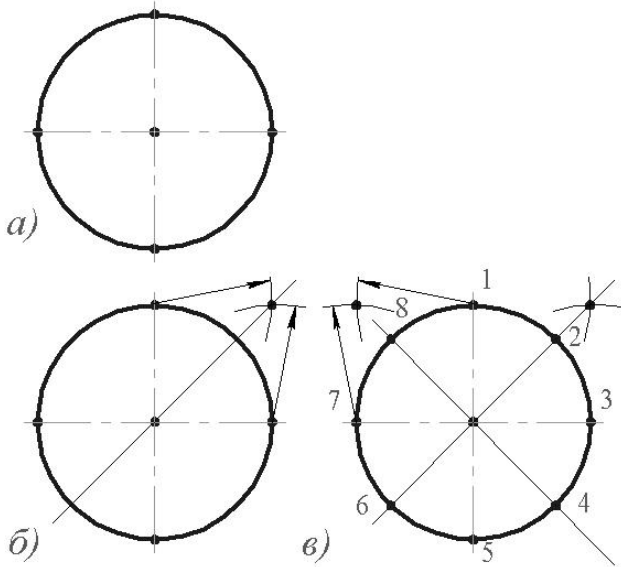


Рис. 2.6. Поділ кола на вісім рівних частин

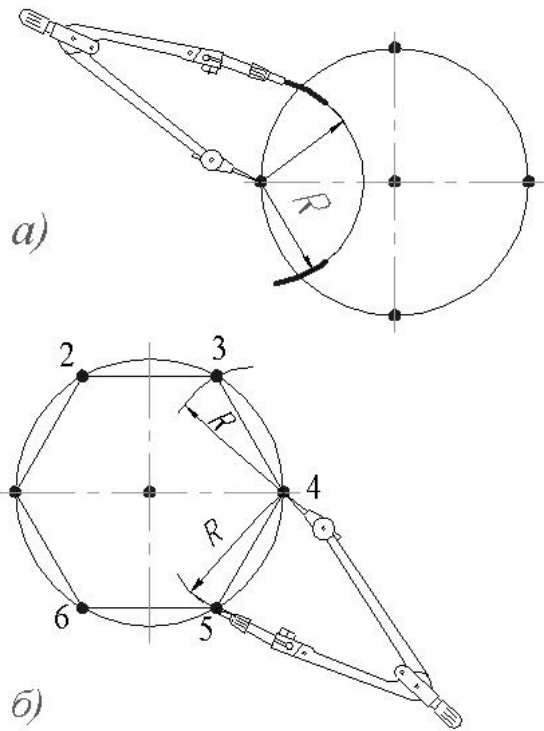


Рис. 2.7. Поділ кола на шість рівних частин, побудова правильного шестикутника

Вправа 6. Поділити коло на 12 рівних частин.

Розв'язок: Поділити коло на шість рівних частин способом, викладеним у попередньому завданні, встановлюючи ніжку циркуля в точки перетину кола з горизонтальною центральною лінією;

повторити ту саму побудову, встановлюючи ніжку циркуля в точки перетину кола з вертикальною центральною (рис. 2.8).

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

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

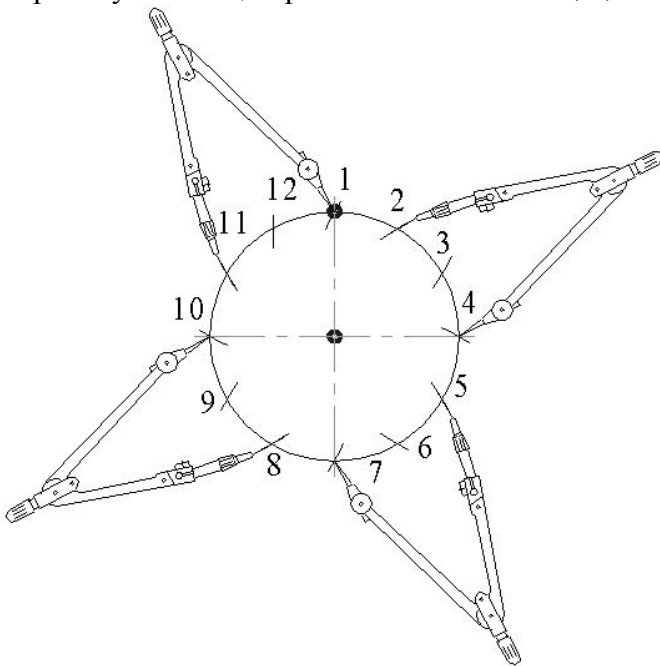


Рис. 2.8. Поділ кола на дванадцять рівних частин

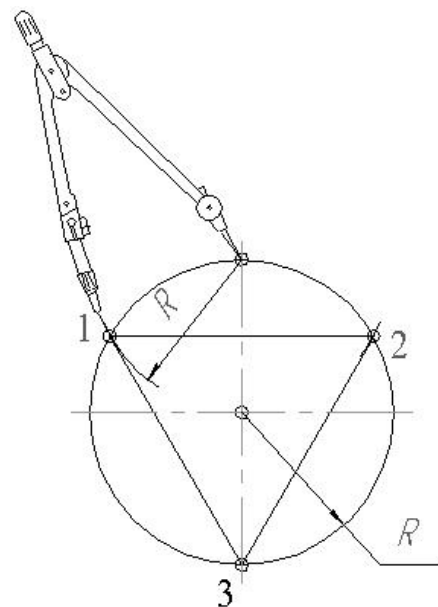


Рис. 2.9. Поділ кола на три рівні частини

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

Розміри хорд для розподілу кіл на рівне число частин від 3 до 38 можна підрахувати, користуючись коефіцієнтами, поданими в табл. 2.

Як підрахувати розміри хорд, показано на прикладі. 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 числу розподілів. У колонці «Число розподілів» знаходимо 14. Цьому числу розподілів відповідає коефіцієнт 0,22252. Обчислюємо розміри хорди: $dK = 50 \times 0,22252 = 11,126$ мм.

Таблиця 2.2 *Розподіл кола на рівні частини*

Число розподілів	Коефіцієнт K	Число розподілів	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

Це i є розмір розхилу циркуля, яким повинне бути поділене коло на 14 частин. Перший раз ставимо ніжку циркуля в точку перетину – центрної лінії з колом і робимо на колі зарубки по обидва боки від цієї точки. Потім продовжуємо розподіл, 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 описана дуга.

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 перетину перпендикулярів (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 з центра, провести дугу через задані точки (рис. 2.11, *в*).

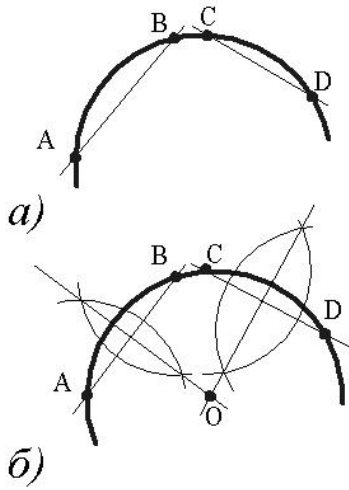


Рис. 2.10. Визначення знаходження центра дуги

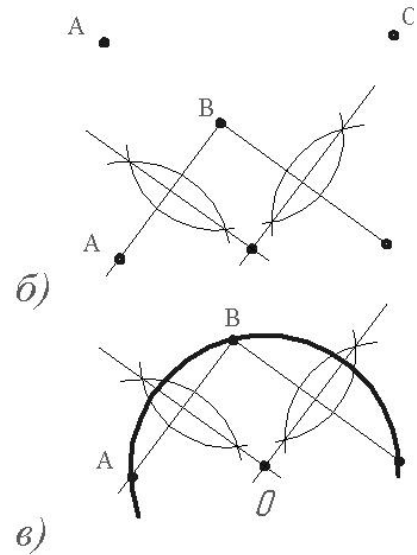
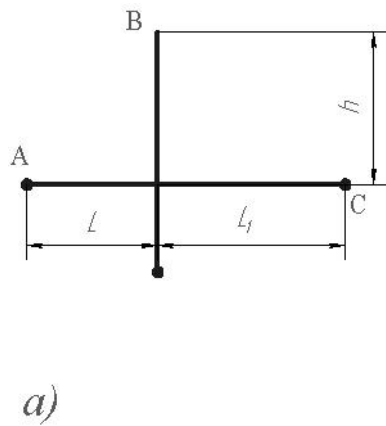


Рис. 2.11. Проведення дуги через три задані точки

Як видно з розв'язку задачі, через три точки може бути проведена тільки одна дуга кола. Цим положенням користуються для визначення величин радіусів криволінійних поверхонь деталей, описаних дугою кола. Наприклад, потрібно встановити розмір радіуса вигнутої криволінійної поверхні деталі, профіль якої є дугою кола (рис. 2.12). Розміри діаметрів торця, основи й канавки криволінійної поверхні, елементів довжини визначені шляхом вимірювання. Використовуючи ці розміри, можна нанести на кресленику три точки: *A*, *B*, *B*, через які проходить дуга. За трьома точками, які 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 корпуса досить зробити вимірювання, зображене на рис. 2.13, *a*, і виконати побудови (рис. 2.13, *б*).

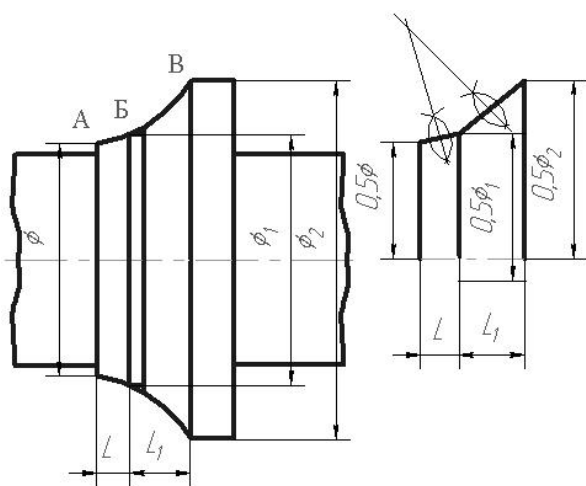


Рис. 2.12. Визначення величини радіуса закруглення

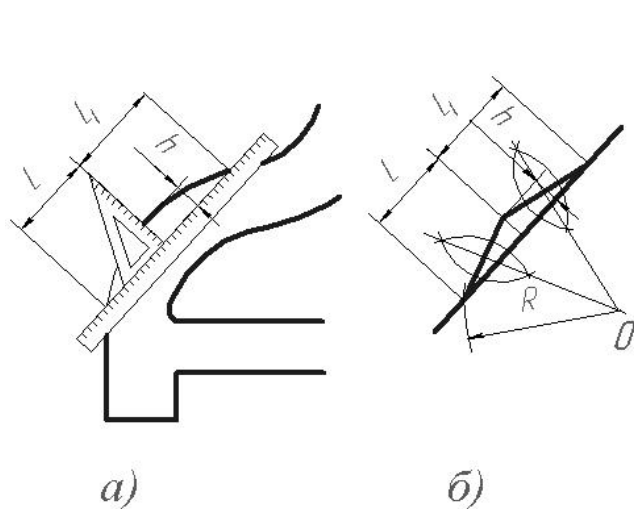


Рис. 2.13. Вимір радіуса кривої поверхні, яка описана по дузі кола

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° .

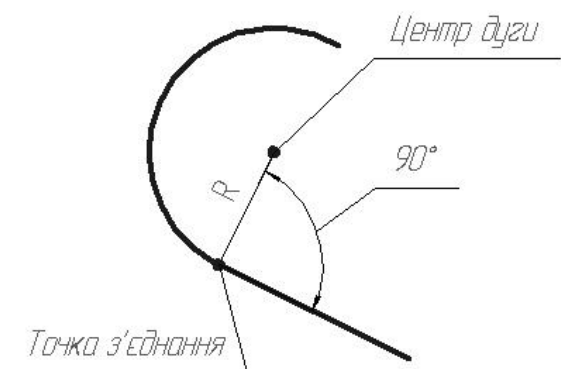


Рис. 2.14. Елементи спряження дуги з прямою

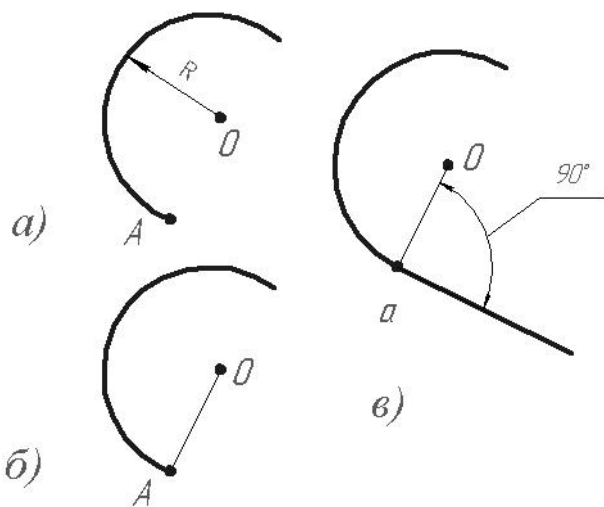


Рис. 2.15. Побудова спряження дуги з відрізком прямої лінії

Розв'язок: З центру 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 відзначити буквою O_2 , оскільки вона є центром другої дуги;

з центру O_2 розхилом циркуля R_2 провести дугу із знайденої раніш точки спряження (рис. 2.17, в).

На рис. 2.14 наведений простий випадок спряження дуги з прямою лінією, зазначені елементи, які повинні бути відомі перед виконанням креслення: 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: З 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° до лінії радіуса (рис. 2.15, в).

Спряження двох кіл. Умова для спряження двох кіл – точка спряження має лежати на прямій лінії, що поєднує центри дуг (рис. 2.16).

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

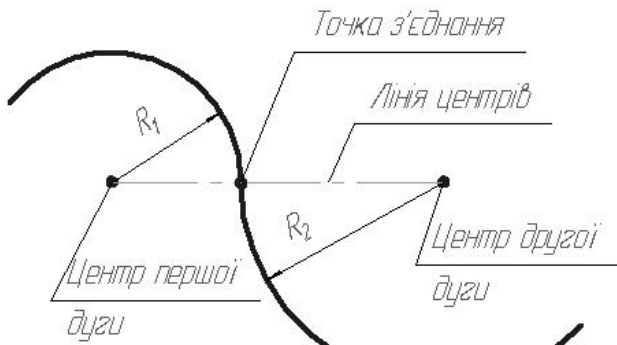


Рис. 2.16. Елементи спряження дуги з дугою

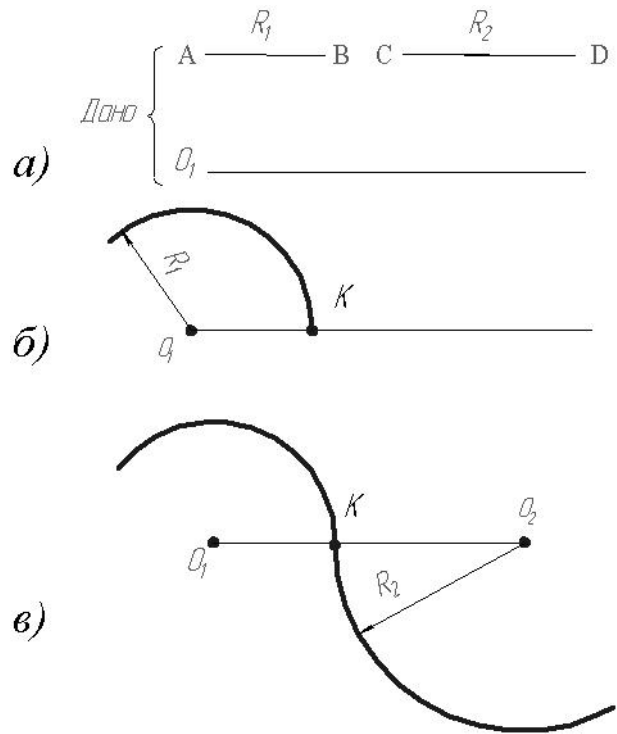


Рис. 2.17. Побудова спряження двох дуг

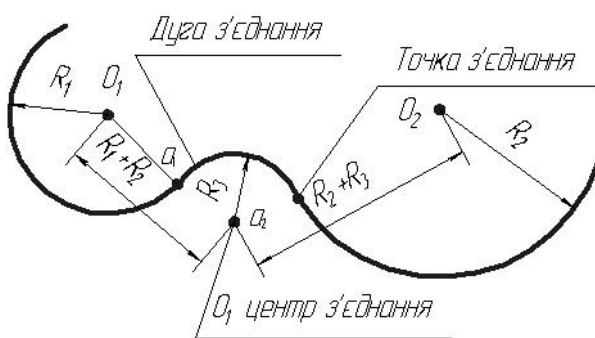


Рис. 2.18. Елементи спряження двох дуг за допомогою третьої дуги

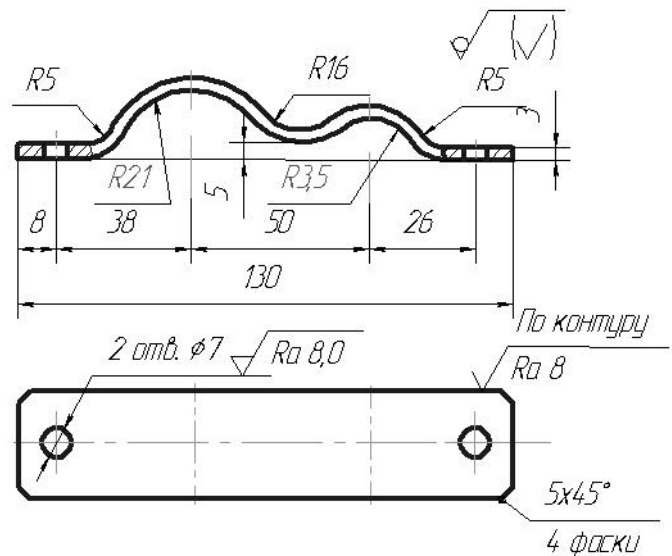


Рис. 2.19. Кресленник скоби

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

Наприклад, на кресленнику скоби (рис. 2.19) центри дуг визначаються розмірами 38, 50 і радіусами дуг 21, 13,5 і 16 мм. Положення центра дуги і точок спряжень на кресленнику не надають, оскільки їх визначають геометричними побудовами.

Вправа 12. Побудувати спряження дуги, описаної радіусом R_1 , і дугою, описаною радіусом R_2 з 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 , виміряні по горизонталі (рис. 2.20, а.)

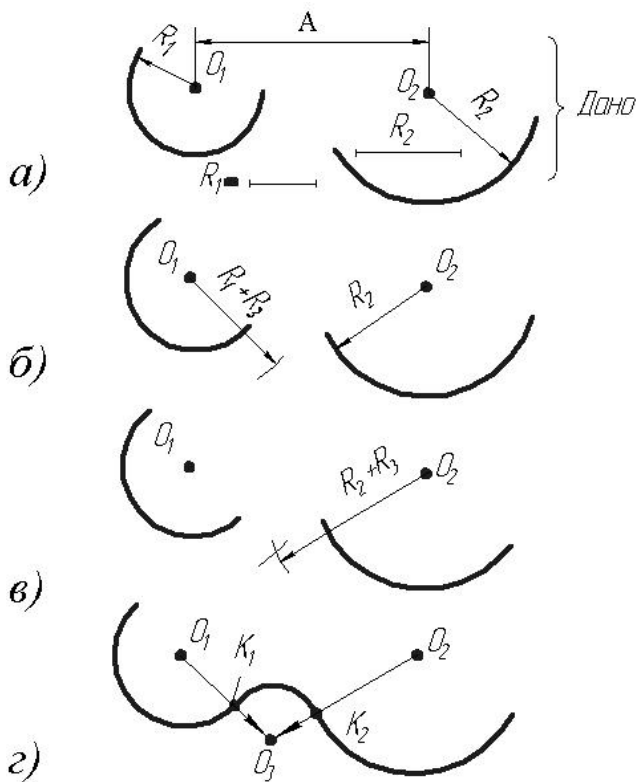


Рис. 2.20. Побудова спряження двох дуг за допомогою третьої (зовнішній дотик)

Розв'язок: Нанести центри дуг O_1 і O_2 . З центру O_1 описати дугу радіусом R_1 , зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює сумі радіусів R_1 і R_3 (рис. 2.20, б);

з центру 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 . Точки K_1 і K_2 лежатимуть на перетинах прямих з дугами;

з центра O_3 розхилом циркуля, який дорівнює радіусу R_3 , провести дугу між точками спряження K_1 і K_2 (рис. 2.20, г).

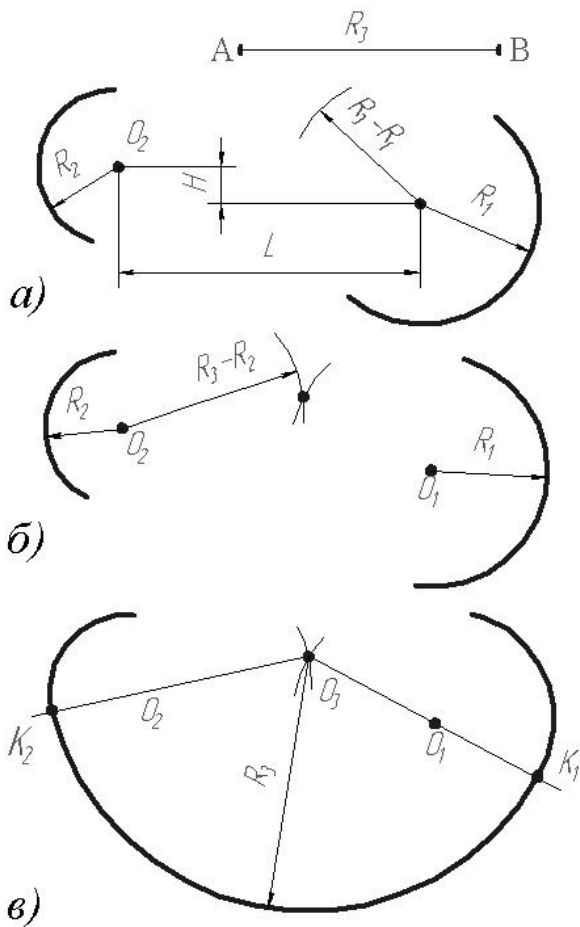


Рис. 2.21. Побудова спряження двох дуг за допомогою третьої (внутрішній дотик)

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 , з центру O_2 описати дугу радіуса R_2 , з центра O_1 зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює різниці радіусів R_3 і R_1 (рис. 2.21, а);

з центра O_2 зробити зарубку розхилом циркуля, який дорівнює різниці радіусів R_3 і R_2 , отримавши у 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 , точки в перетинах 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, вписаної радіусом R_1 з центра O_1 , з другою дугою, описаною радіусом R_2 з центра O_2 , за допомогою третьої дуги, радіус якої R_3 (внутрішній і зовнішній дотик).

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

з 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 . З центра O_2 провести радіус через центр O_3 , позначивши точки спряження K_1 і K_2 (рис. 2.22, з);

з центра O_3 провести дугу радіуса R_3 між точками спряження K_1 , K_2 (рис. 2.22, д).

Спряження прямої лінії і дуги 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 лінію 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);

з'єднавши центри O_1 і O_2 , одержуємо перетин прямої і дуги точку спряження K_1 .

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

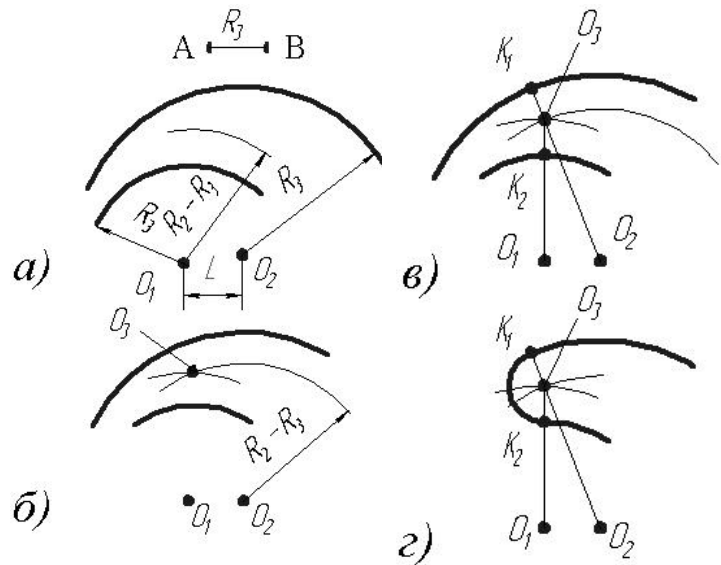


Рис. 2.22. Побудова спряження двох дуг за допомогою третьої (внутрішній і зовнішній дотик)

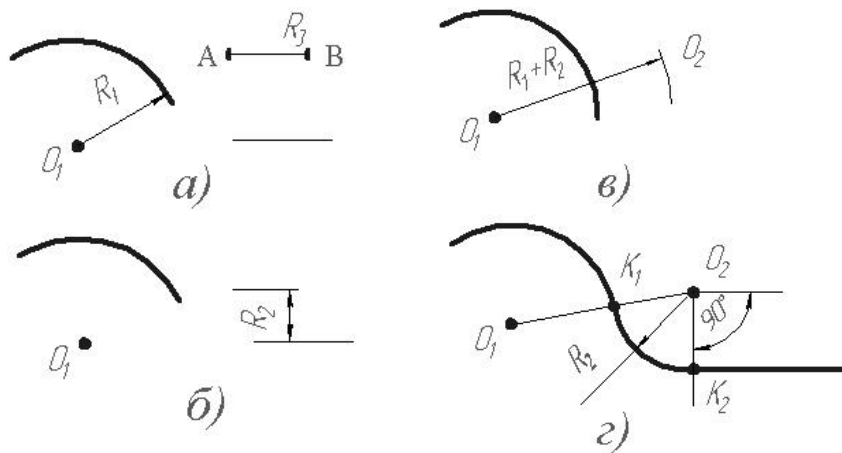


Рис. 2.23. Побудова спряження прямої лінії з дугою кола за допомогою другої дуги

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 , з вершини кута зробити зарубки на його сторонах (рис. 2.24, а);

не змінюючи розхилу, із точки A перетину зарубки зі стороною кута зробити зарубку у середині кута. 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 .

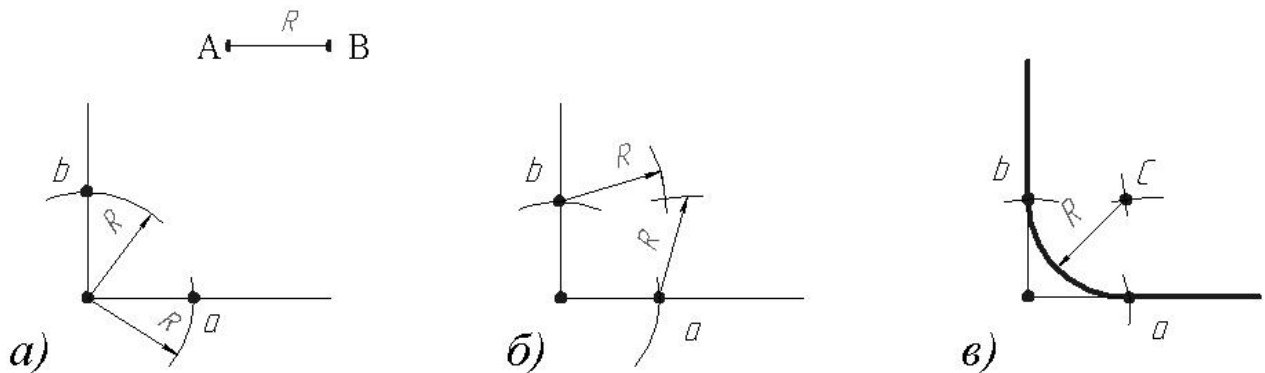


Рис. 2.24. Побудова спряження двох прямих ліній, які розташовані під прямим кутом

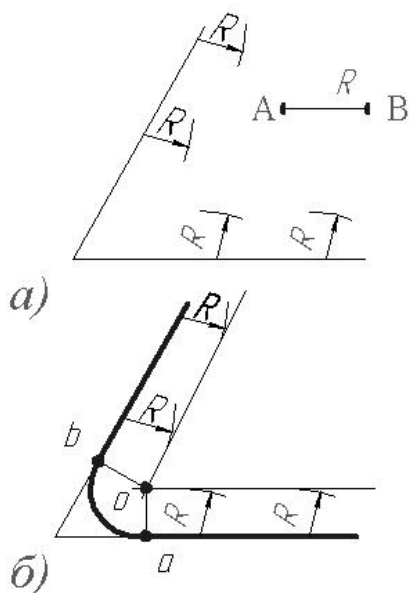


Рис. 2.25. Побудова спряження двох прямих ліній, які розташовані під гострим (тупим) кутом

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

Розв'язок: З 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 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).

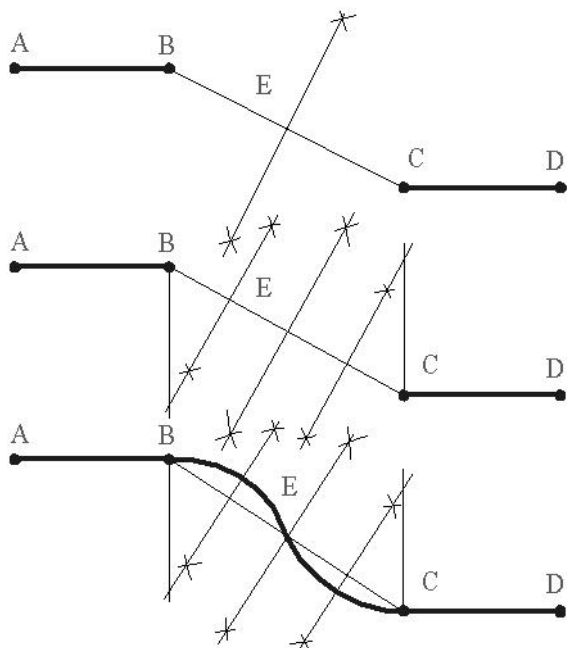


Рис. 2.26. Побудова спряження двох паралельних ліній за допомогою двох дуг

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.

Розв'язок: Провести відрізки прямої лінії на заданій відстані, з'єднати кінцеві точки відрізків 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 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).

2.6. Застосування геометричних побудов у процесі розмічування

Розмічування заготовок роблять на основі тих самих геометричних правил, що і при побудові креслеників, аналогічними інструментами із застосуванням однакових або схожих робочих прийомів. На креслениках проводять лінії і наносять розміри, призначені для розмітників.

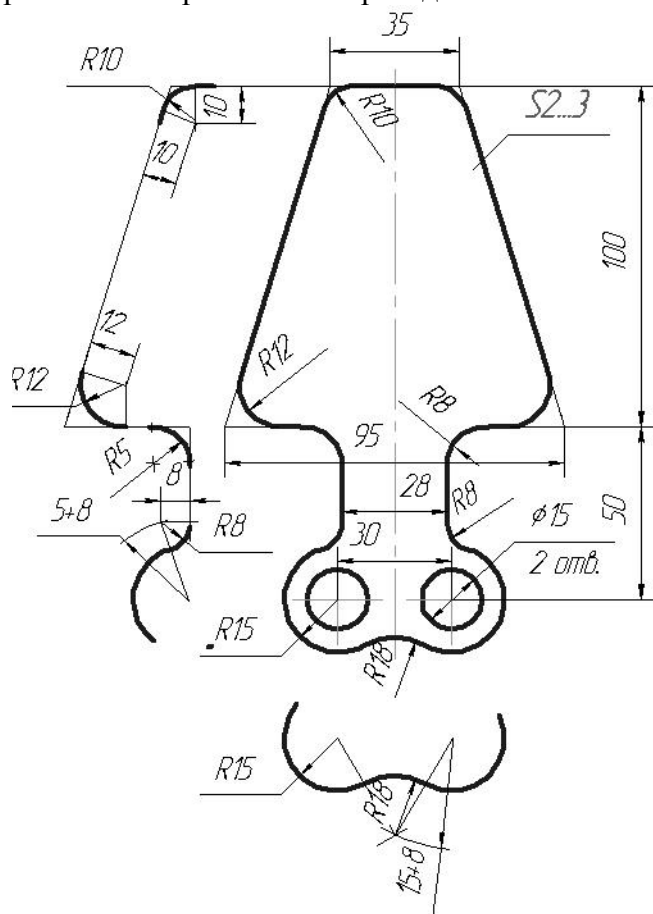


Рис. 2.27. Геометричний аналіз контуру зображення деталі

Перед кресленням або розмічуванням деталей із криволінійними контурами потрібно визначити, які випадки спряження мають місце в тій або іншій частині контуру. Наприклад, в обрисі деталі, показаної на рис. 2.27, варто розрізняти такі види з'єднань. У нижній частині кресленика – спряження двох дуг за допомогою третьої дуги. 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 в креслениках ?
2. Як побудувати за допомогою циркуля і лінійки кути 90° , 30° і 60° ?
3. Як поділити коло на 24 рівні частини?
4. Як треба користуватися таблицею 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 надають можливість студентам використовувати їх на практиці. Наприклад, вміння будувати кути 30° , 45° , 7° та 41° необхідне для зображення аксонометричних проєкцій; правила розподілу кола на рівні частини - для виконання креслеників кришок, фланців, прокладок, шліцьових поверхонь тощо; створення розгортки потребує навичок будувати фігури які, рівні даним.

РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Побудови креслеників ґрунтуються на теорії курсу нарисної геометрії. Зображення предметів виконують за методом прямокутного проєціювання. У розділі розглянуто практичне застосування методів нарисної геометрії для розв'язування задач технічного характеру

3.1. Прямокутне проєціювання

Різноманітні способи побудови графічних зображень вивчає наука – нарисна геометрія.

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

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

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

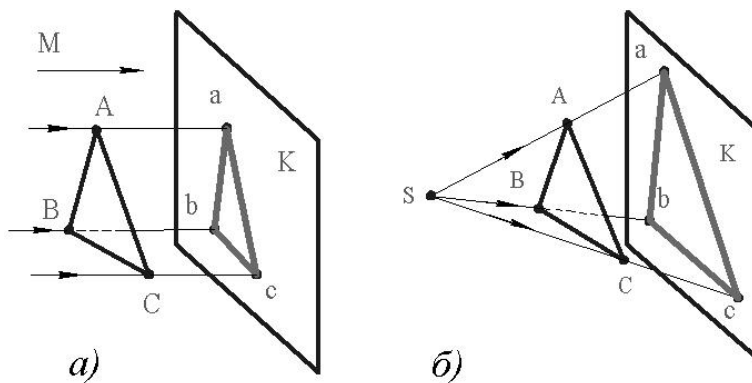


Рис. 3.1. *а* – паралельне проєціювання;
б – центральне проєціювання

Зображення просторових тіл на площині ґрунтується на методі проєкцій. Візьмемо площину, на якій буде зображення предмета, будемо називати її площиною проєкцій. Позначимо цю площину буквою *K* (рис. 3.1, *а, б*). Окремі точки предмета в просторі будемо позначати великими латинськими буквами *A, B, C* і т.д. Проведемо через точку *A* (рис 3.1, *а*) промінь *Aa*, паралельно заданому напрямку *M* до перетину в точці *a* з площиною проєкцій *K*.

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

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

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

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

Проєкцію називають прямокутною, якщо проєціюючі промені перпендикулярні площині проєкцій (рис. 3.1, *а*), та косокутною, якщо – не перпендикулярні до неї. Прямокутні проєкції називають також ортогональними. «Ортогональний» – грецьке слово: «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.

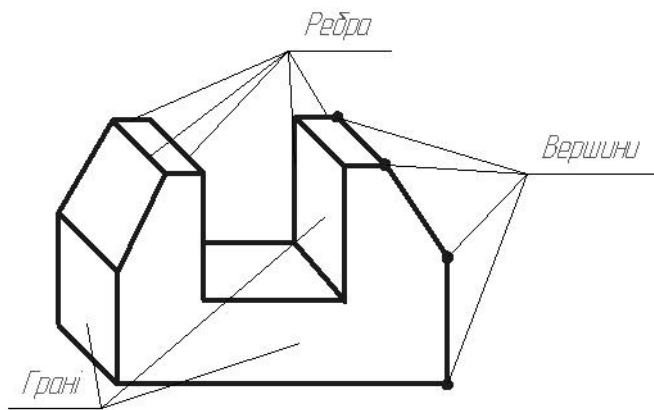


Рис. 3.2. Елементи геометричного тіла.

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, як в прямокутних проєкціях зображуються вершини (точки), ребра (відрізки прямих ліній), грані (площини).

Щоб зрозуміти, як виникає прямокутна проєкція, розташуємо аркуш паперу паралельно площині проєкцій. Спрямуємо паралельні промені світла через точки A, B, C, D перпендикулярно до площини проєкцій. Промені показані на рис. 3.3. тонкими лініями із стрілками. Перетин променів з площиною проєкцій P позначають відповідні проєкції точок a', b', c', d' . Неважко помітити, що проєкція в цьому випадку контуром та розмірами відповідає об'єкту проєціювання. Якщо об'єкт повертають навколо його висоти AD , то проєкція його 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 $a' b' = c' d'$.

При прямокутному проєціюванні:

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').

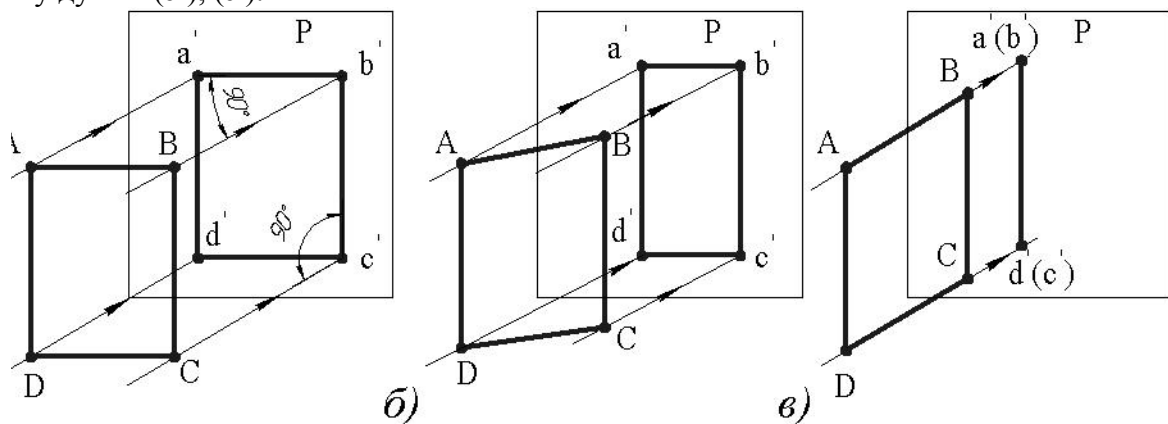


Рис. 3.3. Проєціювання плоскої фігури

3.2. Площини проєкцій

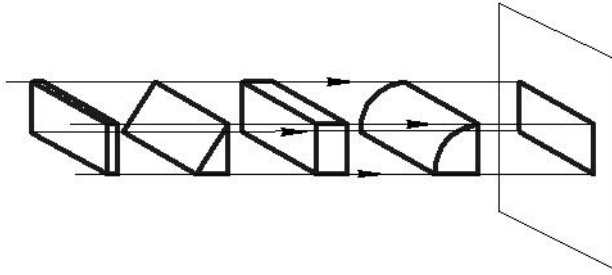


Рис 3.4. Проекції різних за формою предметів на одну площину

Зображення предмета на одній площині проєкцій не може свідчити про його форму і розміри. Предмети, показані на рис. 3.4: прямокутна пластинка, трикутна призма, паралелепіпед і частина циліндра – дають у цьому випадку однакові проєкції у вигляді прямокутника. Одна проєкція може свідчити лише про два виміри предмета.

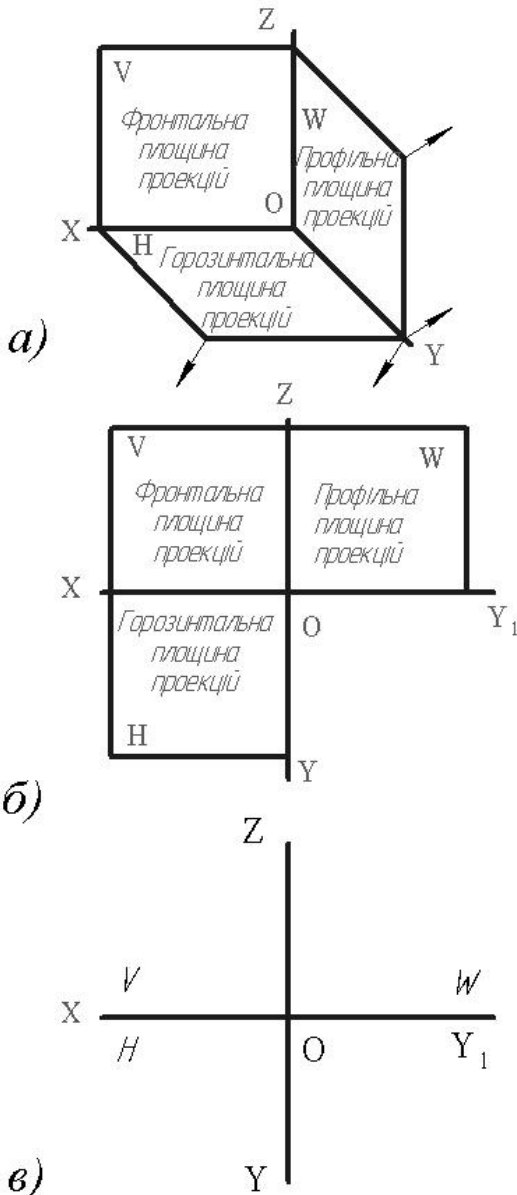


Рис. 3.5. Площини проєкцій

Щоб одержати повне уявлення про форму і розміри предмета, його потрібно спроектувати на дві, три або більше площин. Для того, щоб процес проєціювання здійснювався простіше, ці площини розташовують взаємно перпендикулярно. Таким чином, три площини утворюють *прямий тригранний кут*. Кожна площина 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, називається *горизонтальною* – *H*. Перпендикулярно цим площинам розташовується ще одна вертикальна площина, яка називається *профільною площиною проєкцій* – *W*. Всі 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 і 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° , профільну повертають навколо осі *z* на 90° управо, як показано стрілками. Тоді обидві ці площини суміщаються з фронтальною, котра залишається нерухомою. При цьому вісь *y* ніби розпадається на дві: *y* і *y₁*.

Лінії, що обмежують площини проєкцій квадратами, взято умовно і значення не мають, тому їх звичайно не проводять. Суміщені площини проєкцій зобразяться, як показано на рис. 3.5, в.

3.3. Комплексний кресленик предмета

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

На рис. 3.6, *a* наведено прямий тригранний кут. Перед його площинами розміщений зображуваний предмет – клин. Він розташований так, щоб якомога більше число його граней було паралельним або перпендикулярним до площин проєкцій. Це значно полегшить процес проєціювання.

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

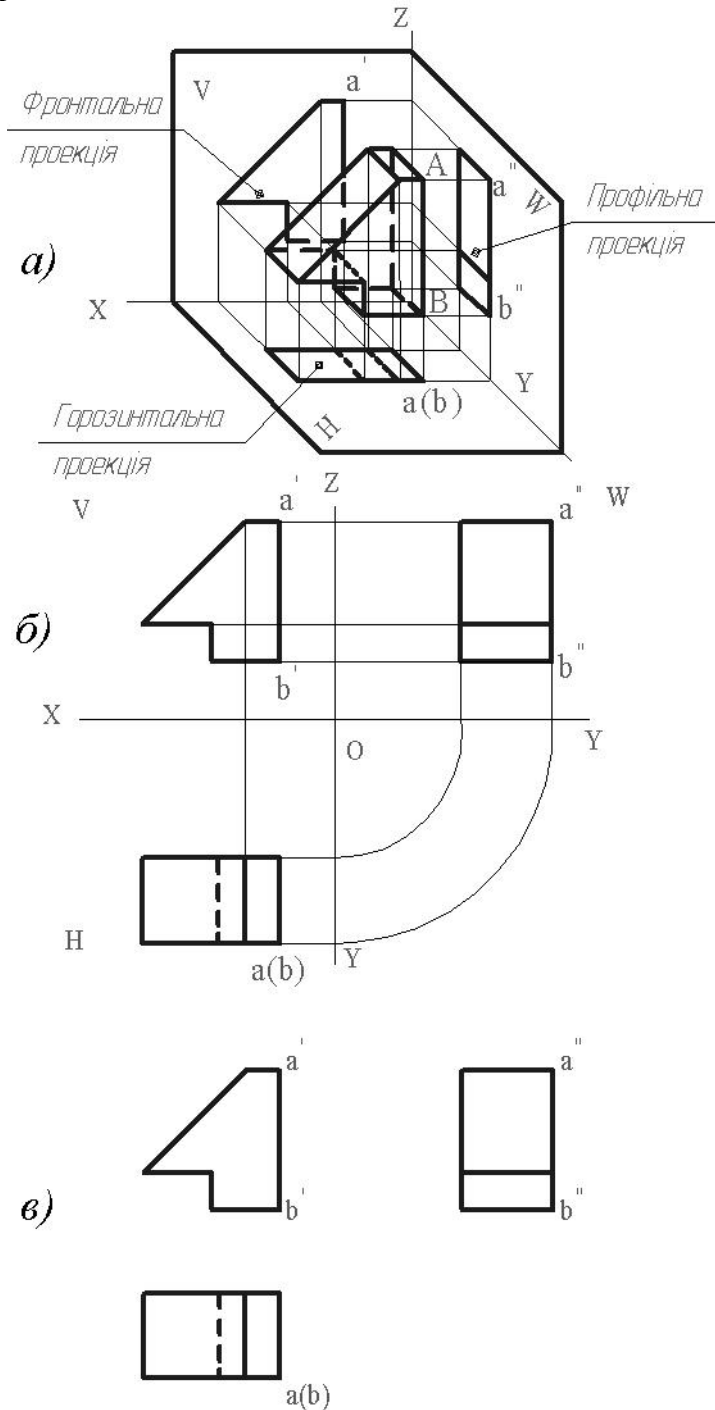


Рис. 3.6. Утворення комплексного кресленика

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

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

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

Зіставляючи клин з 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 всього 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 і задня грані, паралельні відповідним площинам проєкцій зображуються без спотворення розмірів.

По-друге, ребра, перпендикулярні до площини проєкцій, зображуються на ній у вигляді точок (ребро AB на горизонтальній площині проєкцій), а ребра, паралельні до площин проєкцій, зображуються на них у натуральну величину (ребро AB на фронтальній і профільній площинах проєкцій).

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

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

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

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

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

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

3.4. Проєкції геометричних тіл

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

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

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

Фронтальна і профільна проєкції циліндра однакові, тому в цьому випадку профільна проєкція зайва. У даному розділі кресленики всіх геометричних тіл виконані в трьох видах лише з тією метою, щоб показати, які проєкції 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 наносять центрові лінії. Діаметр кола дорівнює діаметру основи конуса. Два інших зображення конуса – рівнобедрені трикутники. На ці проєкції також наносять осі симетрії. Для конуса вказують діаметр його основи і висоту.

На рис. 3.7, в надано кресленик та наочне зображення кулі. Всі проєкції кулі – кола. Діаметр їх дорівнює діаметру кулі. На кожному зображенні проводять центрові лінії.

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

Побудова зображень правильної трикутної призми (рис. 3.7, *д*) варто починати з основи – рівностороннього трикутника. На фронтальній площині проєкції 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, на профільній проєкції вісь симетрії відсутня. Для правильної трикутної призми вказують її висоту, довжину сторони основи і кут.

Побудова 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 грані зображуються спотвореними за розмірами. Розміри правильної призми визначають її висотою і шириною, яка дорівнює подвоєній довжині сторони пів основи.

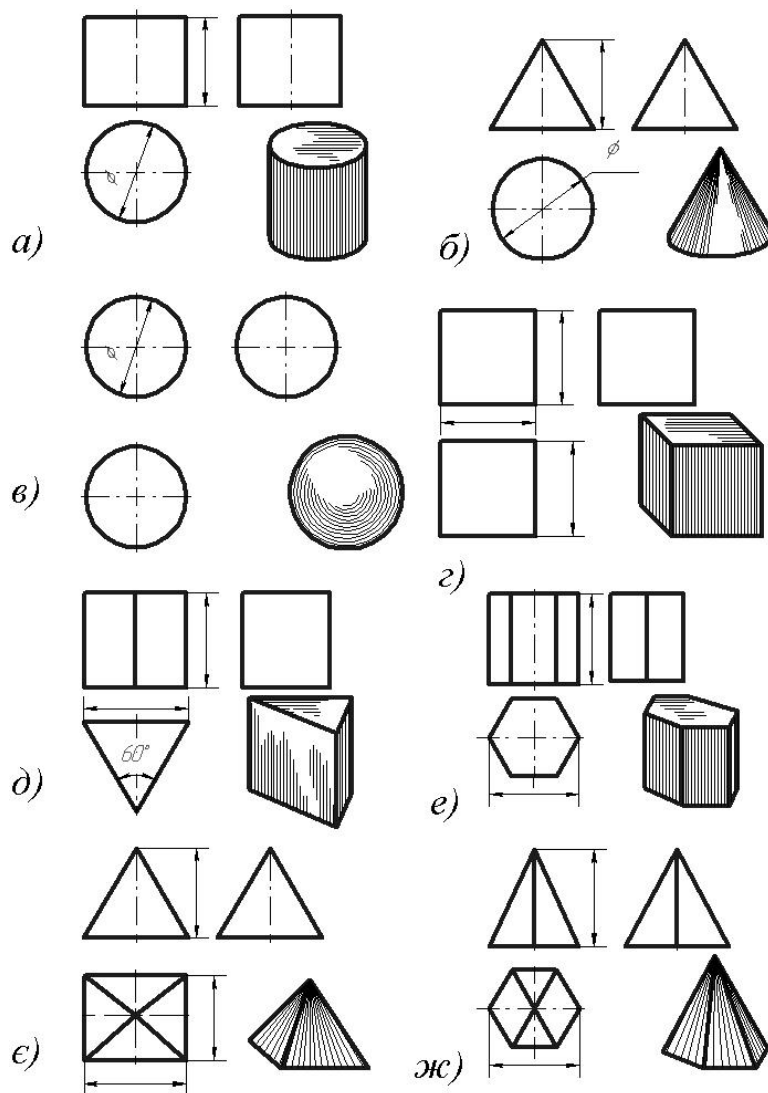


Рис. 3.7. Проєкції геометричних тіл

На рис. 3.7, *е* наведені три види й наочне зображення правильної чотирикутної піраміди. Основа її, паралельна до горизонтальної площини проєкції, тому проєктується на неї в натуральну величину і зображується квадратом. Бічні ребра, що йдуть із вершин піраміди, зображуються діагоналями на горизонтальній площині проєкції. Головний вид і вид збоку являють собою рівнобедрені трикутники, висота яких дорівнює висоті піраміди. На всіх видах повинні бути осі симетрії. Для правильної чотирикутної піраміди вказують довжини двох сторін основи і висоту.

Аналогічно будують зображення правильної шестикутної піраміди (рис. 3.7, *ж*). Горизонтальною проєкцією її є 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 її висотою і шириною, яка дорівнює подвоєній довжині сторони основи. На кресленку (рис. 3.8, *а*) проведені осі проєкцій, а зображення поєднані між собою лініями зв'язку. Проєкції з'єднані лініями

зв'язку за допомогою дуг із центром у точці *O* перетину осей. Однак у практиці застосовують також інший спосіб оформлення комплексного креслення – без осьовий.

3.5. Допоміжна пряма комплексного кресленика

На без осьових креслениках зображення розташовують також у проекційному зв'язку. Однак третя проекція може бути розміщена ближче або далі. Наприклад, профільна проекція може бути розміщена правіше (рис.3.8, б, II), або лівіше (рис. 3.8, б, I). Це важливо для економії місця і зручності нанесення розмірів.

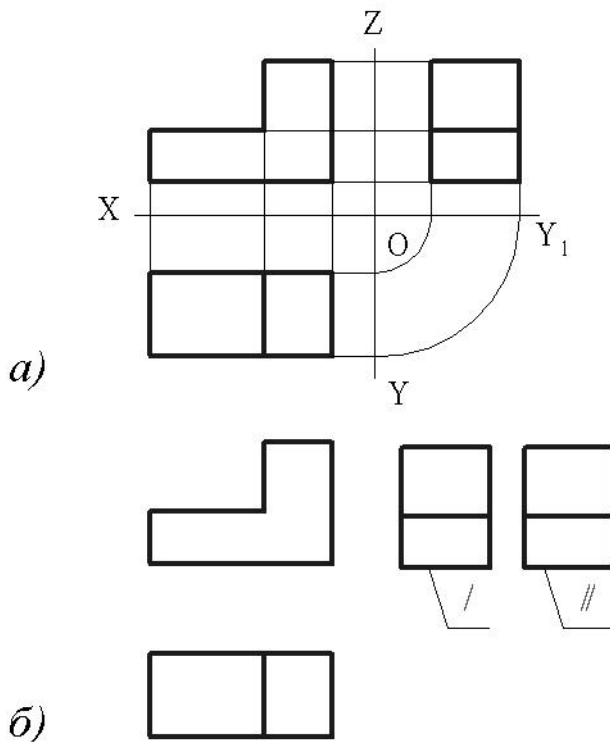


Рис. 3.8. Розташування проєкцій на кресленнику

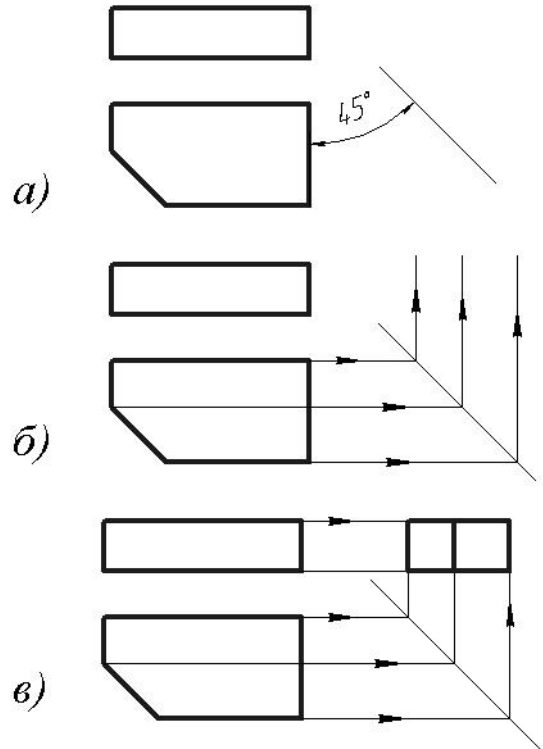


Рис. 3.9. Застосування допоміжної прямої

Якщо на кресленнику, що виконано за без осьовою системою, потрібно провести між горизонтальною і профільною проєкціями лінії зв'язку, то застосовують допоміжну пряму комплексного кресленика. Для цього проводять лінію під кутом 45° до рамки кресленика (рис. 3.9, а). Ця лінія називається *допоміжною прямою*. Порядок побудови кресленика за допомогою цієї прямої показаний на рис. 3.9, б, в.

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

3.6. Проєкції точки, що лежить на поверхні предмета

Для того, щоб будувати проєкції окремих елементів деталі, необхідно вміти знаходити на всіх зображеннях кресленика проєкції окремих точок. Наприклад, важко накреслити горизонтальну проєкцію деталі, не користуючись проєкціями окремих точок (*A, B, C, D, E* та ін.), (рис. 3.10). Уміння знаходити проєкції точок, ребер, граней необхідне і для відтворення в зображенні форми предмета за його плоскими видами на кресленнику, а також для перевірки правильності виконаного кресленика.

Розглянемо способи знаходження другої і третьої проєкції 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 розв'язку завдання.

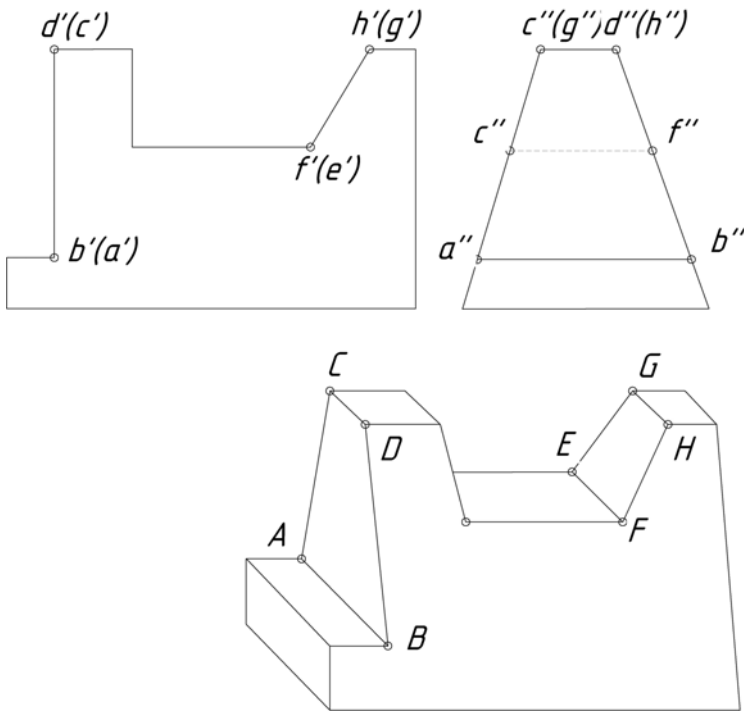


Рис. 3.10. Побудувати горизонтальну проекцію із застосуванням напямної лінії

На рис. 3.11, б подана деталь – упор. Щоб побудувати проекції точки A за заданою своєю горизонтальною проекцією a , знаходять дві інші проекції верхньої грані. Провівши до перетину з відрізками прямих, що зображують грань, лінії зв'язку, визначають шукані проекції – точки a' і a'' . Точка B належить лівій вертикальній грані. Виходить, що її проекції будуть лежати на проекціях цієї грані. Тому із заданої точки b'' проводять лінії зв'язку до перетину з відрізками прямих, які зображують цю грань. Фронтальну проекцію c' точки C , що лежить на похило розташованій у просторі грані, знаходять на лінії, яка зображує цю грань. Профільну c'' – знаходять як перетин ліній зв'язку, тому що профільна проекція цієї грані є не лінія, а фігура. Побудова проекцій точки D по фронтальній проекції d' показана стрілками.

Другий спосіб. Цей спосіб застосовують, коли першим способом користуватися не можна (рис. 3.11, в). Тоді доцільно діяти так:

провести через задану проекцію a' точки A проекцію допоміжної лінії, розташованої на даній поверхні $s' b'$;

знайти горизонтальну проекцію лінії SB (sb);

на знайдену проекцію sb перенести задану проекцію точки A (a'). Цим буде визначена друга проекція точки – a ;

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

Це саме завдання можна розв'язати інакше (рис. 3.11, г).

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 проекція цього кола – відрізок прямої, тому що коло перпендикулярне до фронтальної площини проекцій. Горизонтальна проекція кола має діаметр, який дорівнює довжині цього відрізка. Описавши коло зазначеного діаметра, переносять на нього точку a , тому що горизонтальна проекція точки A лежить на допоміжній лінії, тобто на побудованому колі. Третю проекцію a'' точки A знаходять на перетині ліній зв'язку.

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

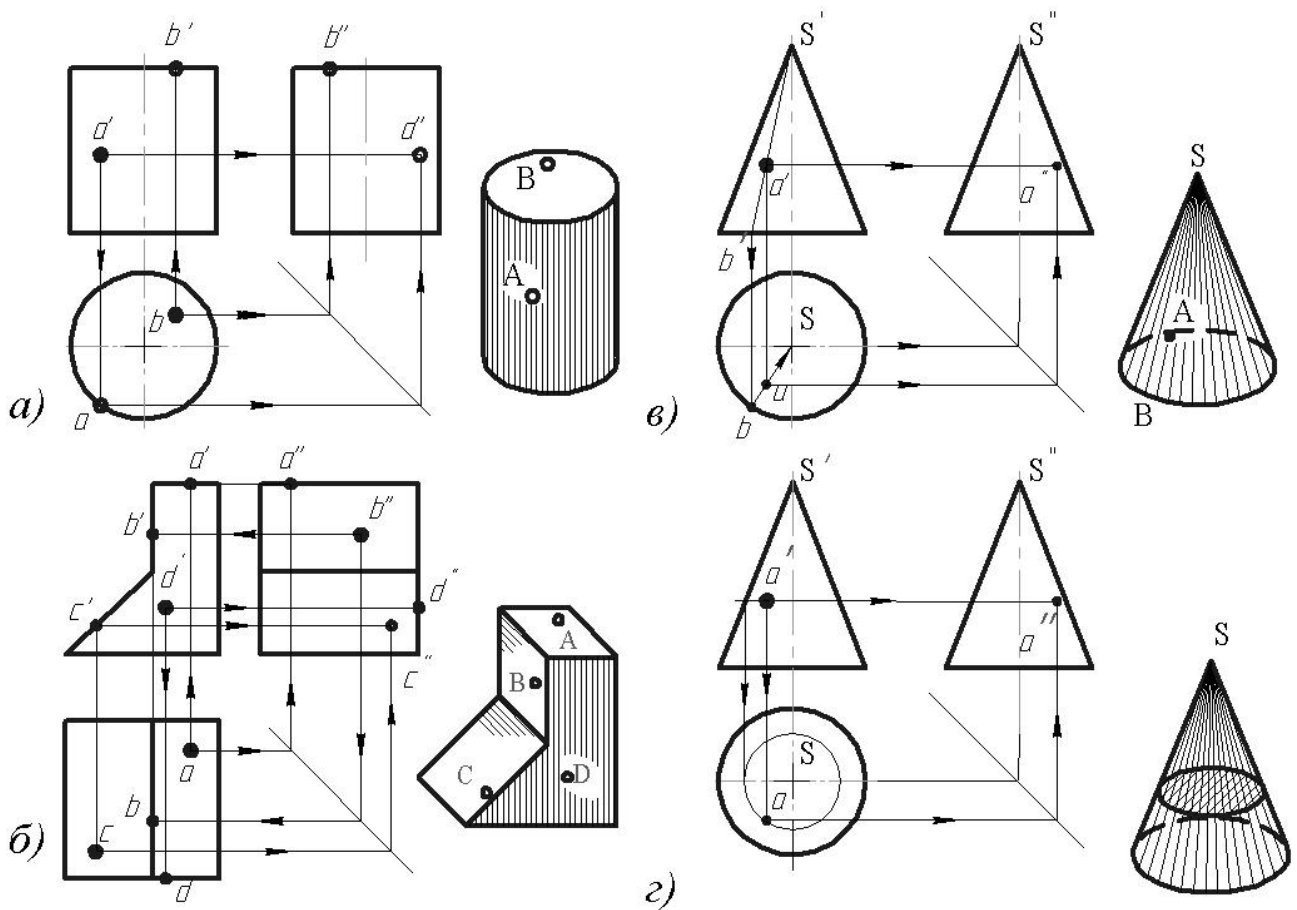


Рис. 3.11. Побудова проєкцій точок, які лежать на поверхні предмета

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* наведено наочне зображення напямної деталі, яка має форму трьох геометричних елементів: чотирикутної призми, трикутної призми і напівциліндра, що вилучається із чотирикутної призми (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 і 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 проводять 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 і розміри. Якщо головним вважати зображення, наведене на рис. 3.12, *б* на горизонтальній площині, то за ним було б важко визначити форму деталі. Предмет розташовують так, щоб якнайбільше його елементів зображувалися видимими. Тому на рис. 3.12, *в* деталь розташована так, що трикутна призма розміщується справа. У протилежному випадку на виді зліва верхня грань чотирикутної призми була б невидима.

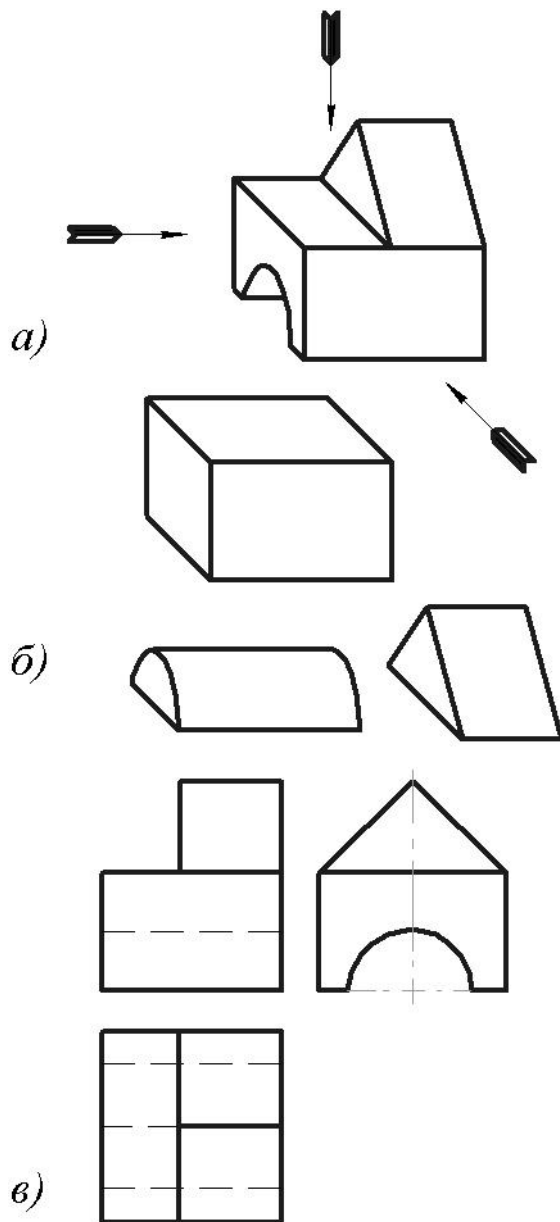


Рис. 3.12. Деталь як сукупність геометричних тіл

Ребра, що перпендикулярні до площини проєкцій, зображуються у вигляді точок, а паралельні площини – у натуральну величину. Плоскі фігури (грані), перпендикулярні до площини проєкції, зображують 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 ці побудови і одержавши необхідні зображення, починають їх перевірку. Для цього дивляться на 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 виявляються пропущені або зайві лінії. Наприклад, на виді зліва, наведеному на рис. 3.12, в, може виявитися лінія, що є

2. Вибравши положення для головного зображення, визначають необхідну кількість видів. При цьому прагнуть дати мінімальну кількість 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, обраному для головного виду (рис. 3.12, в). Далі дивляться на деталь зверху, й отриману при проєціюванні фігуру розташовують під головним видом. Потім дивляться на деталь зліва, і 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 всі основні геометричні тіла, з яких складається деталь. При цьому потрібно пам'ятати правила зображення ребер і граней предметів.

горизонтальним діаметром напівциліндра. При погляді на деталь зліва стає зрозумілим, що вона не потрібна.

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 однакові. Те ж саме можна сказати про проекції окремих елементів деталі. Тому кожен розмір на кресленнику 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.

Приступаючи до побудови третьої проекції предмета, потрібно спочатку добре уявити собі його форму за двома даними проекціями. При цьому обов'язково варто зіставляти обидві проекції. Розгляд однієї проекції 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 того, як форма деталі повністю з'ясована, можна починати побудову відсутньої проекції.

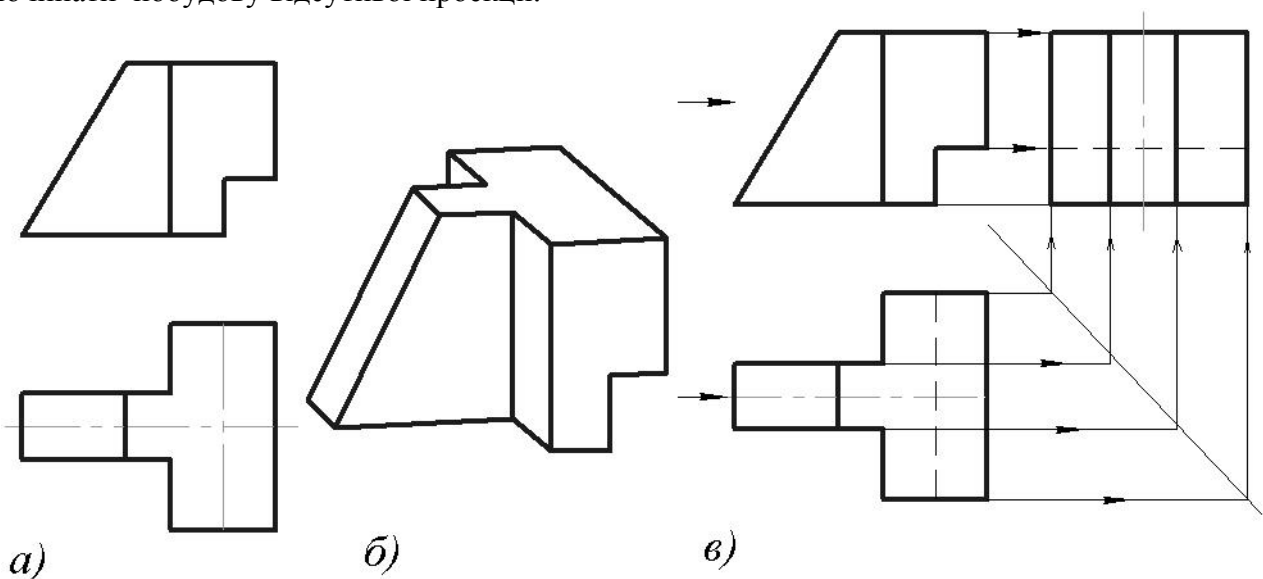


Рис. 3.13. Побудова третьої проекції за двома заданими

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

Розглядаючи проекції, встановлюють, що деталь складається із двох чотирикутних призм. В одній з них зроблений призматичний виріз, друга є трикутною призмою. Деталь має Т-подібну форму, що легко визначити за горизонтальною проекцією. Грань, до якої прилягає «ніжка» букви *T*, дає на фронтальній проекції вертикальну лінію по довжині висоти деталі. «Ніжка» букви *T* зрізана під кутом, величина якого визначається фронтальною проекцією. Призматичний зріз у правому нижньому куті деталі дає на горизонтальній проекції штрихову лінію, тому що він невидимий зверху. Отримані уявлення про форму деталі можуть бути підтвержені рисунком 3.13, б.

Для проведення ліній зв'язку наносять пряму під кутом 45° (рис. 3.13, в). При побудові контуру профільної проекції можна виходити з того, що верхня грань дасть на профільній площині проекцій горизонтальну лінію, яка по довжині 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. Тому що виріз не бачимо зліва, його показують штриховою лінією, по ширині деталі, як і сам виріз. Потім видаляють лінії побудови і обводять видимий контур суцільною основною лінією.

Це саме завдання можна було розв'язати побудовою проєкцій точок, які потім з'єднати прямими лініями. До такого способу звичайно звертаються при побудові окремих елементів деталі, якщо виникають труднощі. Всю деталь будувати 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 і від положення геометричних фігур відносно площин проєкцій. Якщо геометричні образи (лінії, площини, поверхні) займають у просторі окреме положення, то розв'язування задачі значно спрощується, а його точність підвищується. Окремим положенням зображуваного геометричного елемента, при якому спрощується розв'язок, 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).

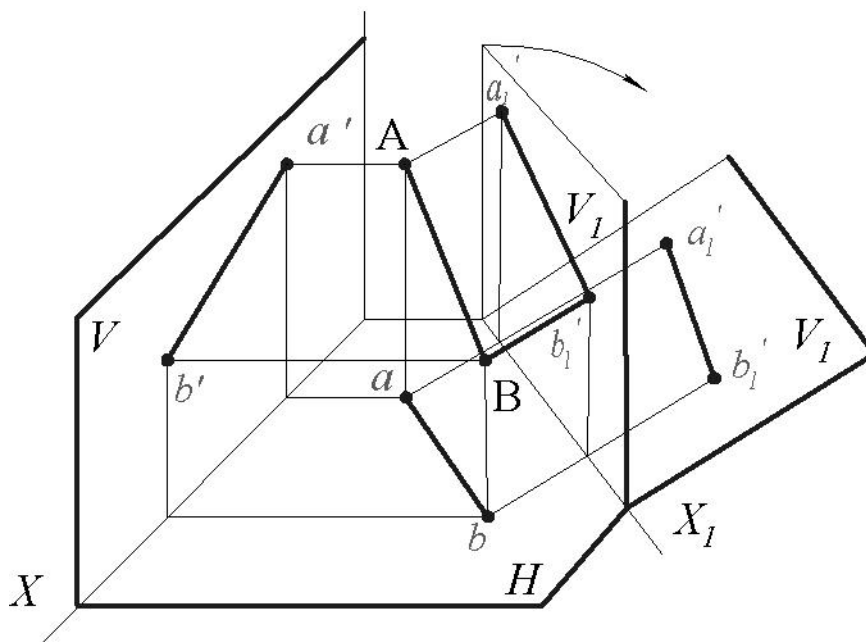


Рис. 3.14. Спосіб заміни площин проєкцій

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 низки 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 проєкції ab . Тому пряма AB проєцюється на V_1 в натуральну величину (нова фронтальна проєкція прямої $a'_1 b'_1$). Площина проєкцій V_1 може бути розташована на будь-якій відстані від прямої і збігатись з нею.

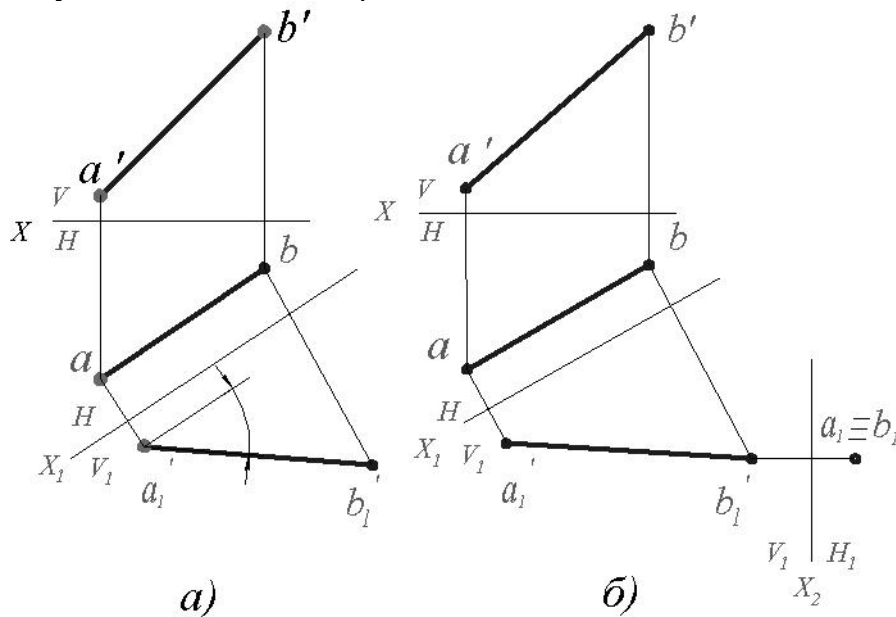


Рис. 3.15. Перетворення прямої загального положення в пряму окремого положення

При заміні площини проєкцій відстань від нової проєкції точки до нової осі дорівнює відстані від попередньої проєкції точки до старої осі. Іншими словами висоти (аплікати) кінців відрізка в новій системі площин проєкцій залишаються такими самими. Унаслідок такої заміни розв'язується задача на визначення натуральної величини відрізка прямої та кута її нахилу α до горизонтальної площини проєкцій H . При переході до епюру 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 могли бути виконані і в іншій послідовності: спочатку замінюється горизонтальна площина проєкцій, а потім – фронтальна.

Визначення натуральної величини плоскої фігури. Розглянемо приклад визначення натуральної величини плоскої фігури трикутника ABC загального положення. Для розв'язання задачі необхідно перетворити епюр так, щоб задана плоска фігура стала паралельною до одної із площин проєкцій нової системи. Розв'язати задачу 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, *a*). 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, тому що не змінювалось відносне положення трикутника площини H , а нова фронтальна проєкція трикутника $a'_1 b'_1 c'_1$ перетвориться в лінію. Цю

проекцію будемо, маючи на увазі, що аплікати вершин A, B і C у новій системі такі самі, як і в попередній.

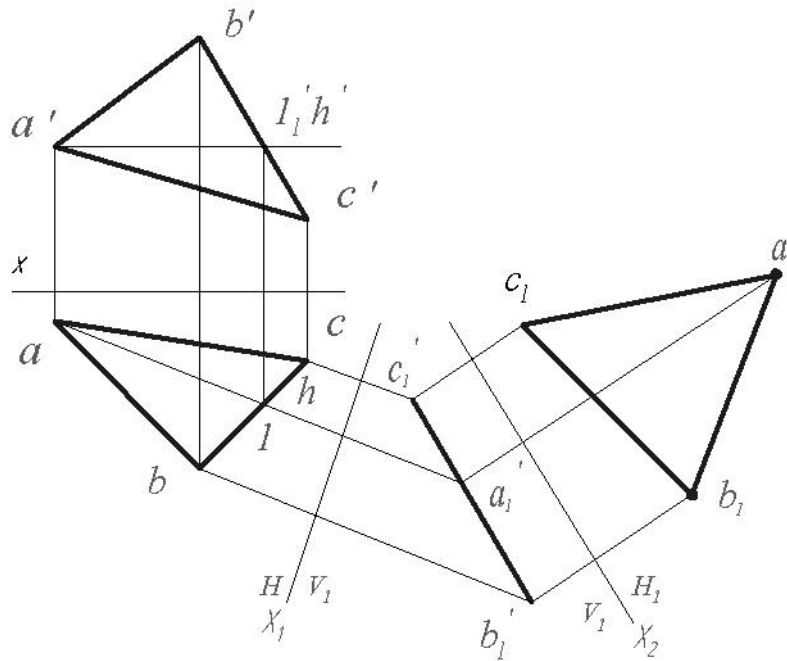


Рис. 3.16. Визначення натуральної величини плоскої фігури

На другому етапі виконується заміна площини H на H_1 . Площина H_1 ставиться паралельно площині трикутника і перпендикулярно до площини V_1 . За такої умови нова вісь X_2 розташується паралельно до проекції $a'b'c'$, а нова проекція трикутника $a_1b_1c_1$ на площині H будується за відстанями вершин A, B і C до площини V_1 у попередній системі H/V_1 . Ці відстані залишаються незмінними і в системі V_1/H_1 . Проекція $a_1b_1c_1$ 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 обертанні геометричного образу так, щоб він сам або певні його елементи зайняли відносно площин проекцій окреме положення. Обертання може виконуватись навколо осей, які можуть бути розташовані відносно площин проекцій по-різному.

Обертання навколо проєціючих осей. При обертанні точки навколо осі i , що перпендикулярна до площини проекцій, одна її проекція переміщується по колу, друга – по прямій, яка перпендикулярна до проекції осі обертання (рис. 3.17). Коло, яке описує точка A , проєціюється на площину H без спотворення, а на площину V – відрізком прямої, перпендикулярним фронтальній проекції осі обертання. Якщо обертати точку навколо фронтально-проєціюючої осі – її траєкторія проєціюється на фронтальну площину проекцій колом, а на горизонтальну – відрізком прямої, перпендикулярним до горизонтальної проекції 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 проекція відрізка ab розташується паралельно до осі проекцій, не змінивши своєї величини. Нова фронтальна проекція відрізка $a'b'$ буде натуральною величиною (HV). При цьому обертанні аплікати всіх точок відрізка не змінюються, а тому фронтальні проекції кожної точки будуть переміщуватися по прямих, паралельних осі проекцій.

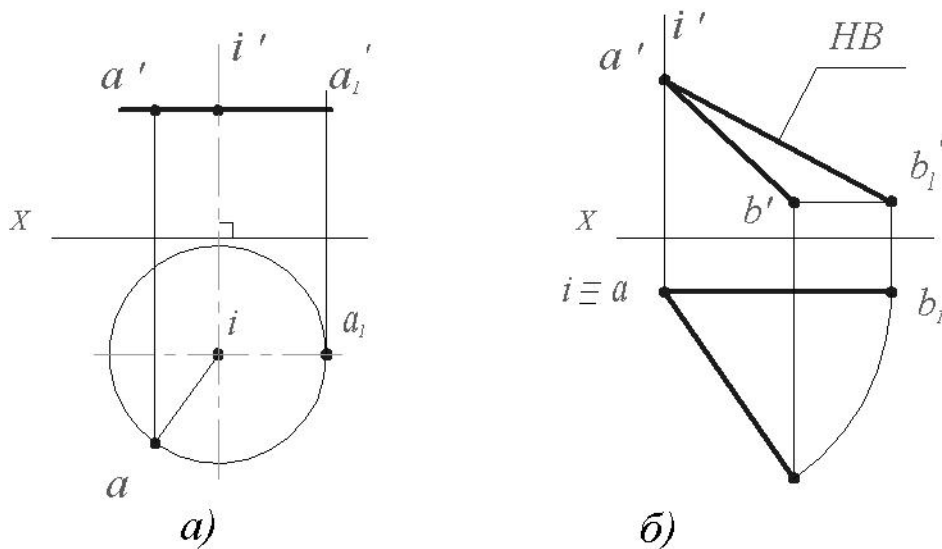


Рис. 3.17. Обертання навколо проєціючих осей

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 проведена 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 проєціються 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 в 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 $a b_1 c_1$ — натуральна величина трикутника ABC .

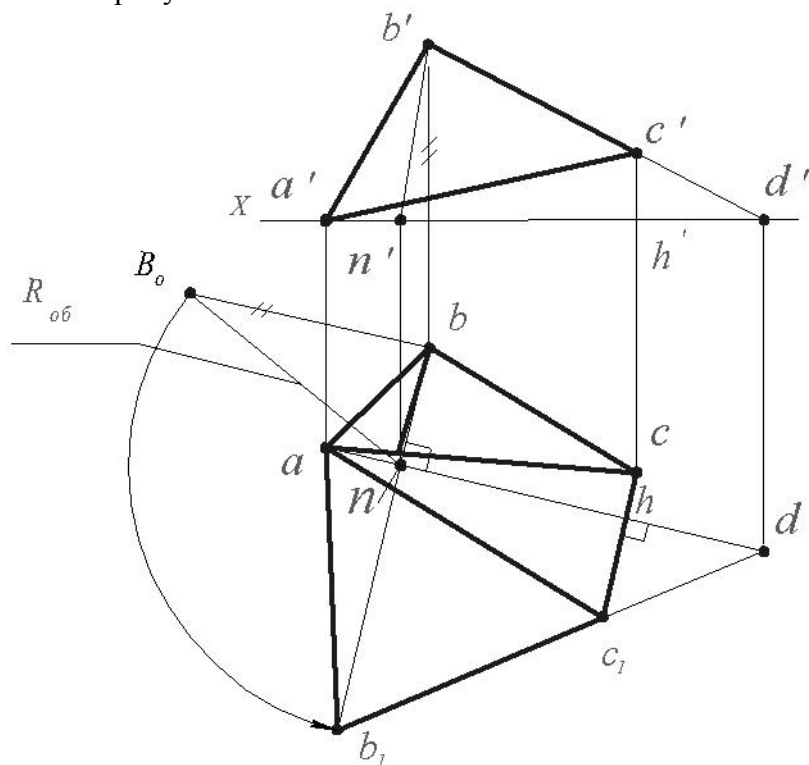


Рис. 3.18. Обертання навколо лінії рівня

3.10. Побудова розгорток поверхонь тіл

Для виготовлення кожухів машин, огорожень верстатів, вентиляційних пристроїв, трубопроводів та інших виробів необхідно з листового матеріалу вирізати розгортку.

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

Побудова розгорток поверхні складається з визначення натуральної величини граней і викреслювання їх на площині у послідовному порядку. Розміри граней, якщо вони подані не в натуральну величину, знаходять вище наведеними 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 взята правильна шестикутна призма (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 взята правильна чотирикутна піраміда (рис. 3.19, б). Розв'язок завдання ускладнюється тим, що її ребра 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 дійсну 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 і кола (рис. 3.19, в).

Побудову виконують у такий спосіб: проводять осьову лінію, і з точки S , як із центра, окреслюють дугу кола з радіусом R_l , який дорівнює твірній конуса $s'a'$, $R_l = s'a'$; потім підраховують кут сектора за формулою

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

де R – радіус кола основи конуса;

L – довжина твірної бічної поверхні конуса.

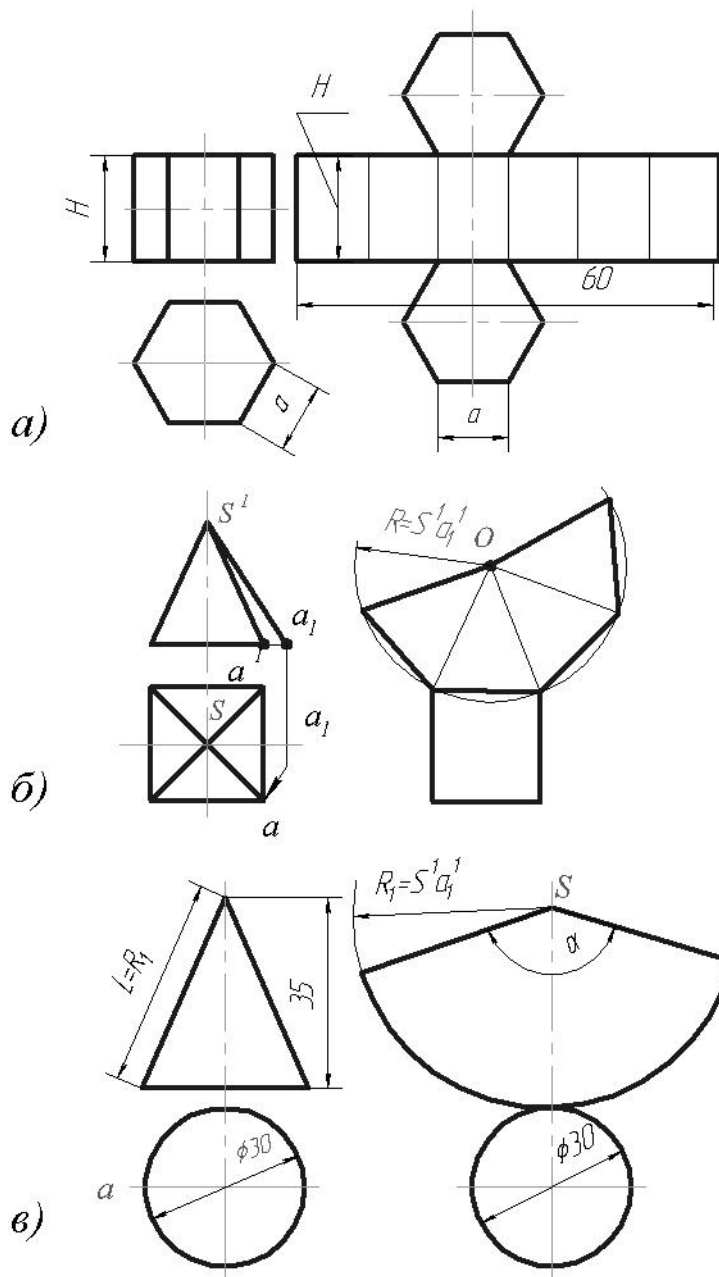


Рис. 3.19. Креслення розгорток поверхонь геометричних тіл

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

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.

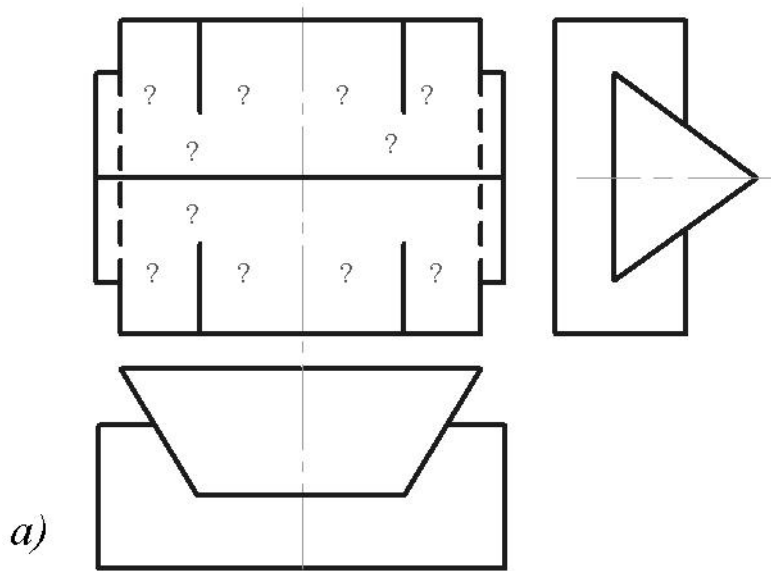
3.11. Взаємний перетин поверхонь геометричних тіл

На креслениках деталей машин часто трапляються лінії перетину поверхонь.

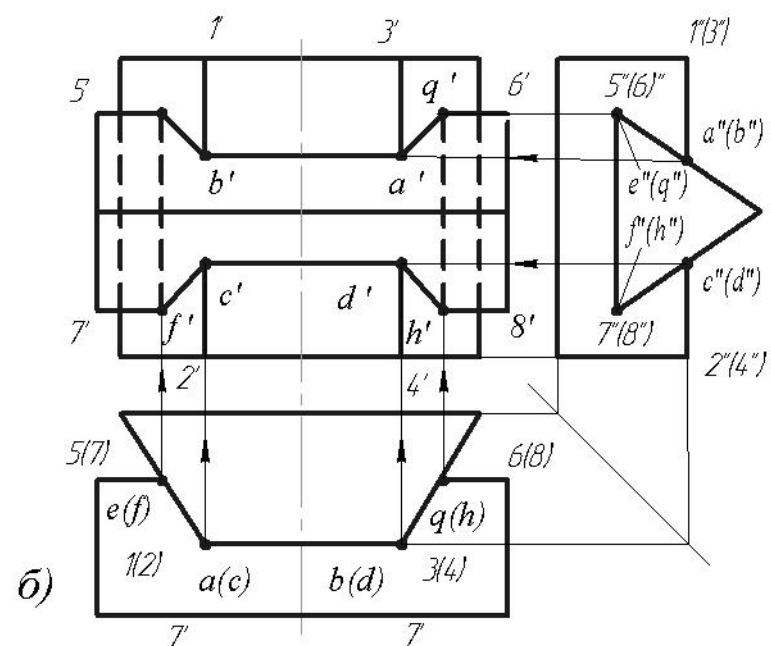
Взаємний перетин багатогранників.

На рис. 3.20, а наведені три зображення двох пересічних призм: чотирикутної і трикутної. Побудова фронтальної проекції не закінчена: проекція лінії перетину на ній не показана. Потрібно її побудувати.

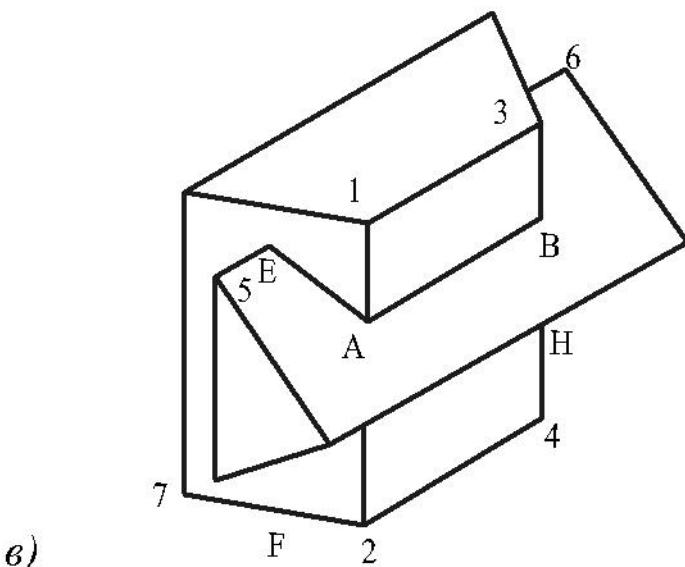
Розглядаючи горизонтальну і профільну проекції, можна встановити, що бічні грані вертикально розташованої призми перпендикулярні до горизонтальної площини проекцій. Отже, проекція лінії перетину на цю площину збігається із проекціями бічних граней, тобто з відрізками прямих ліній.



a)



б)



в)

Для полегшення спочатку визначають ребра кожної із призм, які не перетинають граней іншої. Ці ребра на рис. 3.20, б не позначені цифрами. Потім, розглядаючи профільну і 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'' , – видно на кресленнику. Проекції точок, що знаходяться 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, які 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 $g'h'$ – лінії перетину на фронтальній проекції – невидимі, тому що закриті похилими гранями трикутної призми. Тому 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, *a* показана побудова лінії перетину чотирикутної зрізаної піраміди й чотирикутної призми. Побудова виконана аналогічно наведеній 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 і задніми ребрами піраміди в точках 1, 2, 3, 4, проекції яких 1", 2", 3", 4" знаходяться 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 одержати не можна. Щоб визначити ці точки, 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

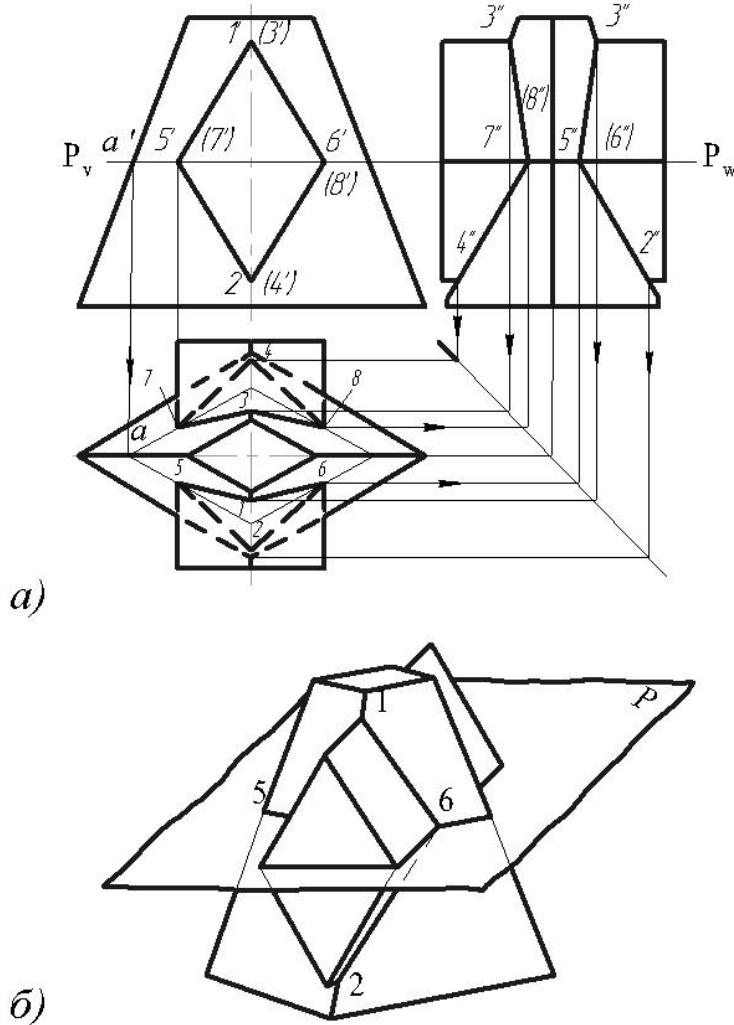


Рис. 3.21. Побудова ліній перетину чотирикутної призми і зрізаної піраміди

горизонтальної 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 проставлені проекції точок, що знаходяться позаду. З'єднавши прямими проекції точок, що лежать на тих самих гранях піраміди і призми, тобто точки 1, 6, 2, 5, 3, 8, 4, 7 і 1", 5", 2", 3", 7", 4", одержують відсутні проекції лінії перетину.

Взаємний перетин тіл обертання. На рис. 3.22, *a* показана побудова лінії перетину двох циліндрів різних діаметрів, осі яких взаємно перпендикулярні й 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 горизонтальними і профільними проекціями точок 1, 2, 3 знаходять їхні фронтальні проекції 1', 2', 3'. У такий спосіб знайдені проекції точок, що визначають напрямок лінії перетину.

У ряді випадків 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, є точками лінії перетину. У цьому випадку обидва циліндри перетинають допоміжною січною площиною P (рис. 3.22, в). При перетині вертикально розташованого циліндра утвориться коло, а горизонтально розташованого циліндра – прямокутник.

Точки перетину 4, 5 кола і 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.

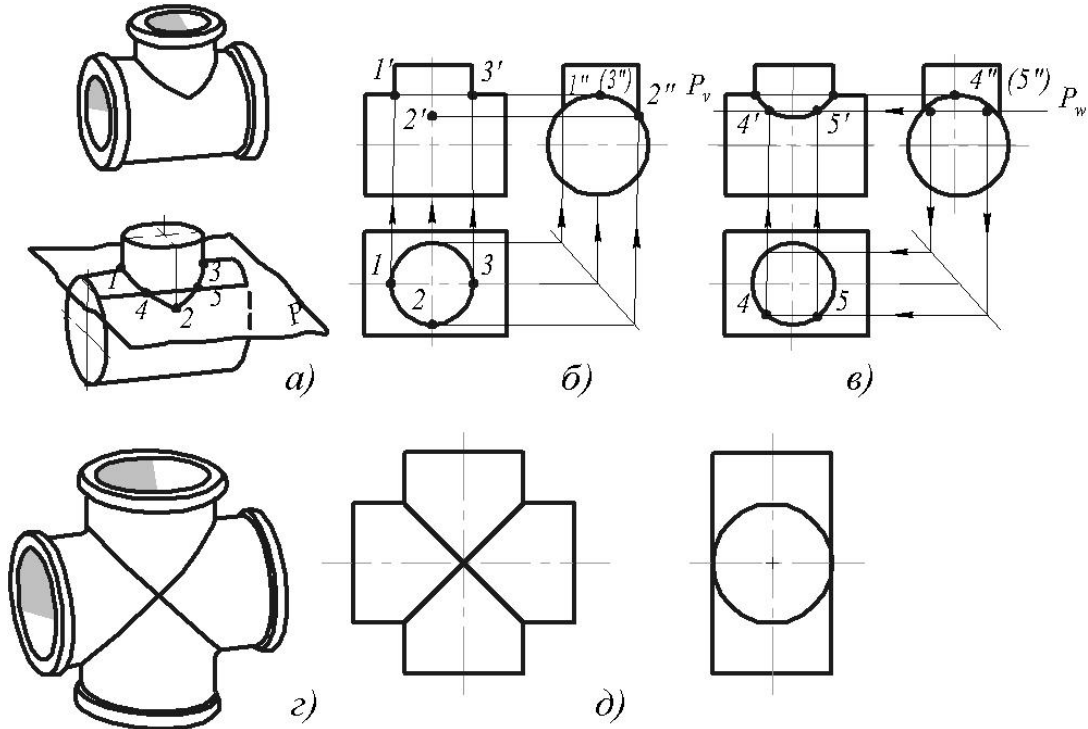


Рис. 3.22. Побудова лінії перетину циліндрів

За необхідності збільшити кількість точок, що визначають лінію перетину, проводять ще кілька паралельних площин.

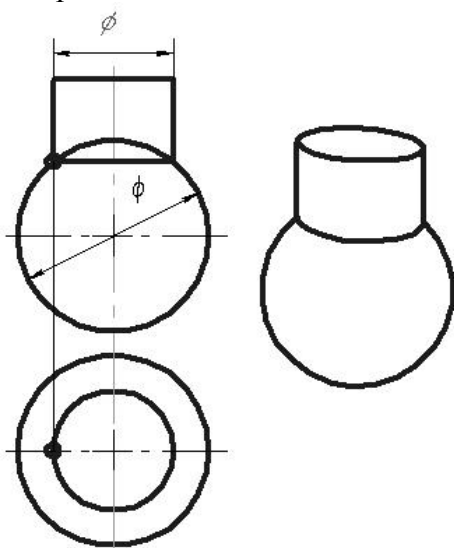


Рис. 3.23. Лінія перетину кулі та циліндра

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

Лінія перетину кулі та прямого кругового циліндра, вісь якого проходить через центр кулі, показана на рис. 3.23. Як видно із кресленика, на одній проекції лінія перетину зображується колом, а на іншій проєцюється прямою лінією.

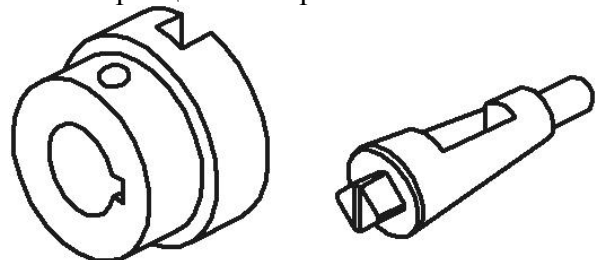
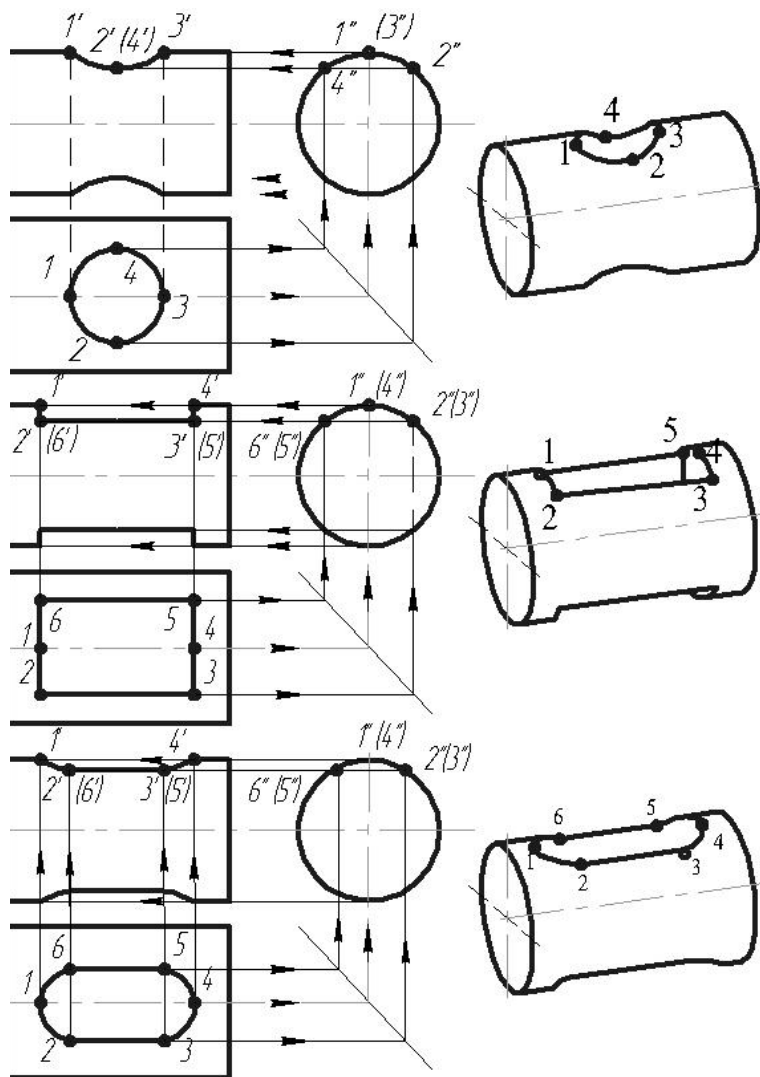


Рис. 3.24. Деталі з отворами

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. Завдання розв'язується в загальному вигляді тими самими методами, що і побудова ліній перетину геометричних тіл. У кожному випадку отвір можна розглядати як тіло, що проходить через надану деталь.

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



Лінія перетину циліндра з отвором прямокутної форми у разі перетину їхніх осей під прямим кутом приведена на рис. 3.25, б. Для її побудови на горизонтальній проекції обрані характерні точки 1, 2, 3, 4, 5, 6. Профільні цих точок 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'' лежать на колі, що є проекцією циліндра. Фронтальні проекції 1', 2', 3', 4', 5', 6' знаходять 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 ту саму форму.

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

Рис. 3.25. Креслення циліндрів з боковими отворами

Контрольні питання

1. Як спрямовуються промені при прямокутному проєціюванні?
2. У чому полягають позитивні властивості прямокутних проєкцій?
3. Що називають комплексним кресленником?
4. Як називають і як розташовуються площини проєкцій?
5. Що є проєкцією точки?
6. Як розташовуються види (проєкції) на кресленниках?
7. За якої умови ребро предмета проєцюється точкою і в натуральну величину?
8. За якої умови грань предмета проєцюється лінією і в натуральну величину?

9. Як розташовуються види на комплексному кресленні?
10. Як позначають на кресленнях додаткові види?
11. У вигляді яких фігур проєціюються основні геометричні тіла: циліндр, конус, куля, куб, призма і піраміда?
12. Яка послідовність побудови креслення деталі?
13. У якій послідовності визначають три проєкції точки, заданої на поверхні предмета однією із своїх проєкцій?
14. Як будується допоміжна пряма комплексного креслення?
15. Чим відрізняється спосіб обертання 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 щодо правил утворення зображень об'ємних предметів, але й дозволить вирішувати практичні задачі по визначенню площин фігур, маси деталей, створенню розгортки. Побудова неvistачаючих видів деталі сприяє розвитку просторових уявлень, вчить розуміти креслення при мінімальній кількості видів, що стане корисним при читанні складальних креслень.

РОЗДІЛ 4. ПЕРЕРІЗИ Й РОЗРІЗИ

Зображення на креслениках залежно від їх змісту поділяються на види, розрізи, перерізи.

Кількість видів, розрізів і перерізів повинна бути найменшою, але достатньою для повного уявлення про зображуваний предмет.

4.1. Переріз

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

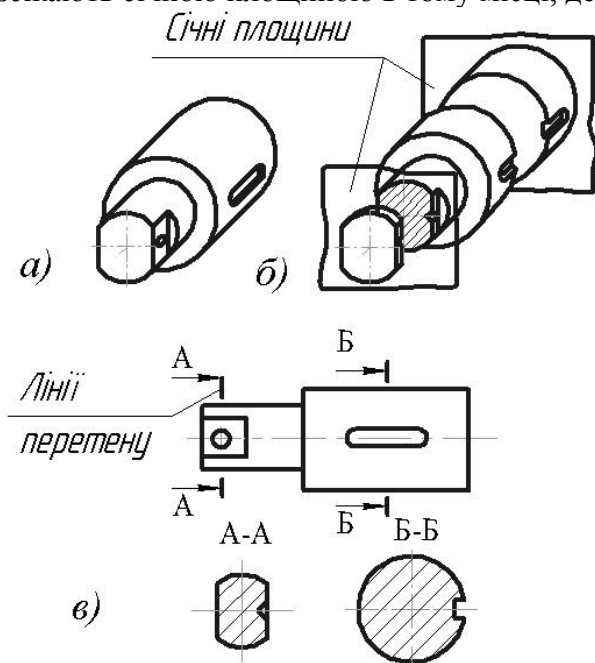


Рис. 4.1. Побудова перерізів

Січною площиною домовилися називати уявлювану площину, якою подумки розсікають деталь, щоб одержати більш ясне її зображення.

Фігура, отримана внаслідок розсічення деталі січною площиною, зображується на кресленнику. Такі зображення в кресленні широко застосовують і називають перерізами.

Отже, *перерізи* – це зображення фігури, що утворюється при уявному розсіченні предмета площиною (або декількома площинами). На перерізі показується тільки та фігура, що виходить безпосередньо в січній площині.

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

Кресленик цього вала (рис. 4.1, *в*) за відсутності перерізів не дає чіткого уявлення про форму і глибину шпонкової канавки, кількість лисок та їхні форми. 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 в невидимому контурі. Щоб зробити кресленик більш зрозумілим, будують перерізи. Для цього подумки розсікають вал двома січними площинами *A* і *B*, що перпендикулярні до осі вала (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 і форму. Зображувані на кресленнику плоскі фігури, що утворилися, саме і виявляють перерізи (тобто тільки те, що перебуває в січній площині).

Для наочності кресленика переріз виділяють штрихуванням.

Похилі паралельні прямі лінії штрихування проводять під кутом 45° до ліній рамки кресленика (рис. 4.1 і 4.2). Якщо вони збігаються за напрямками з лініями контуру або з осьовими лініями, то штрихування робиться під кутом 30° або 60° (рис. 4.8).

Розташування перерізів. Залежно від розташування перерізи поділяються на накладені й винесені.

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

Винесеними перерізами називаються такі, що розташовуються поза контурами зображень, які надані на кресленику (рис. 4.1, б, в).

Винесеним перерізам варто надавати перевагу перед накладеними, тому що останні затемнюють вид кресленика і є незручними для нанесення розмірів.

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

Контур накладеного 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 розташування накладеного перерізу. Накладений переріз розташовують у місці, де проходила січна площина і безпосередньо на самому виді, до якого він відноситься. Тобто начебто накладають на зображення, звідки і походить назва «накладений переріз».

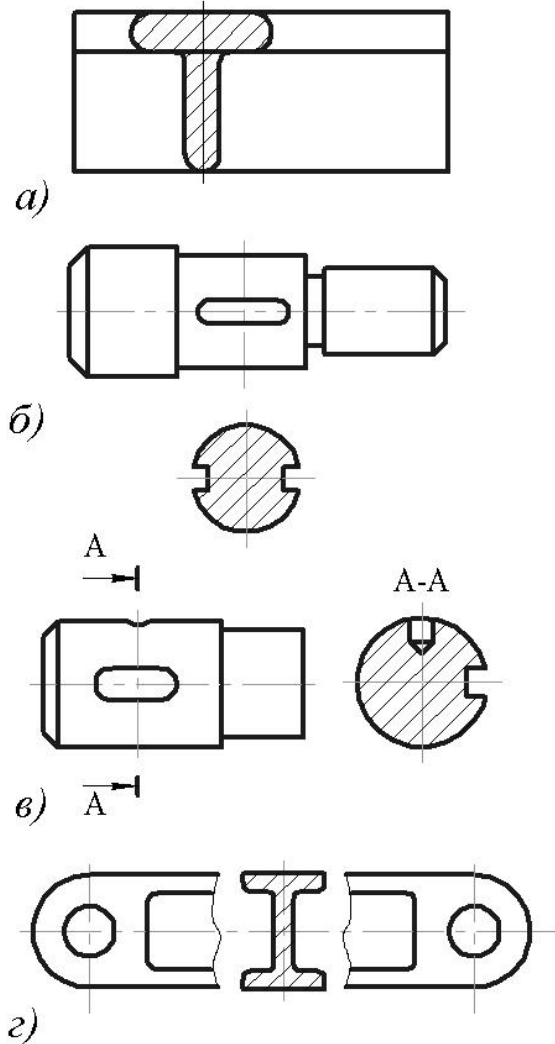


Рис. 4.2. Розташування перерізів

Винесений переріз можна розташовувати на будь-якому місці поля кресленика. Воно може бути поміщене безпосередньо на продовженні лінії перерізу (рис. 4.2, б) або осторонь від цієї лінії. Винесений переріз може бути на місці, призначеному для одного з видів (рис. 4.2, в), а також у розриві між частинами того самого виду (рис. 4.2, г).

Позначення перерізів. Положення січної площини вказують на кресленику лінією перерізу.

Вісь симетрії накладеного або винесеного перерізу вказують штрих пунктирною тонкою лінією без позначення буквами й стрілками. У цьому випадку лінію перерізу не проводять (рис. 4.2, а, б і рис. 4.3, б). У всіх інших випадках для лінії перерізу застосовують розімкнуту лінію (рис. 4.1, в і рис. 4.3, а, в).

Розімкнуту лінію проводять у вигляді окремих штрихів, що не перерізають контур відповідного зображення. Товщина штрихів розімкнутої лінії береться в межах від 1 до $1/2s$, а довжина їх від 8 до 20 мм.

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

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

При цьому вибирають початкові букви алфавіту (*A, B, B, G, D* і т. ін.). Букви наносять біля стрілок, що вказують напрямком погляду (рис. 4.3, а, 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 при симетричній фігурі лінію перерізу не проводять (рис. 4.2, г).

Для несиметричних перерізів, розташованих у розриві або накладених, лінію перерізу проводять зі стрілками, але буквами не позначають (рис. 4.3, д, е). Розрізи й розташування стрілок при позначенні перерізів див. на (рис. 4.4), де L, S – довжина, товщина, мм відповідно.

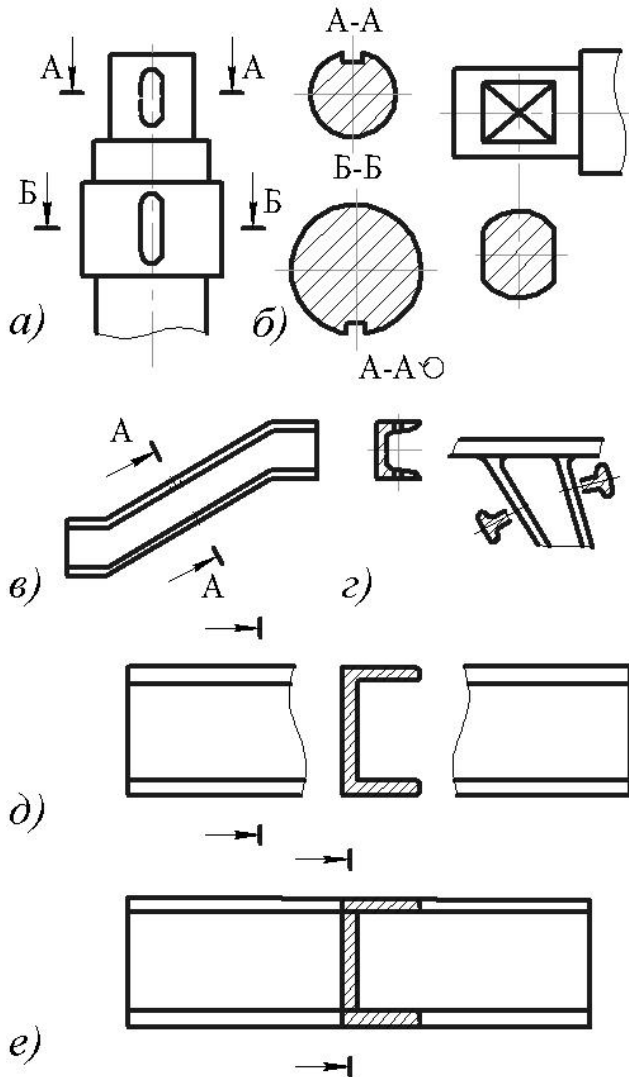


Рис. 4.3. Позначення перерізів

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

Переріз повинен своєю побудовою і розташуванням відповідати напрямку, відзначеному стрілками. Вибирати напрямок проєціювання для несиметричних перерізів рекомендується виходячи з таких засад: якщо лінія перерізу розташована вертикально, переріз звичайно з'єднується із площиною креслення обертянням зліва – направо (рис. 4.1, в; 4.2, в; 4.5 і 4.6); якщо ж лінія перерізу проходить горизонтально, то – обертянням «на себе» (рис. 4.3, а). Невиконання цих умов призводить до помилок.

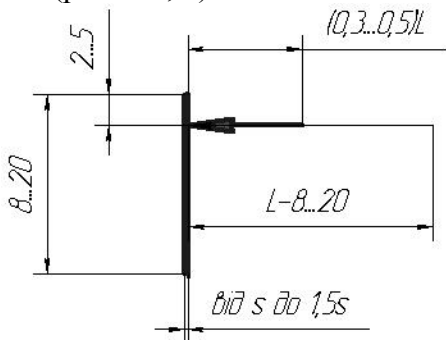


Рис. 4.4. Розміри елементів позначення перерізу

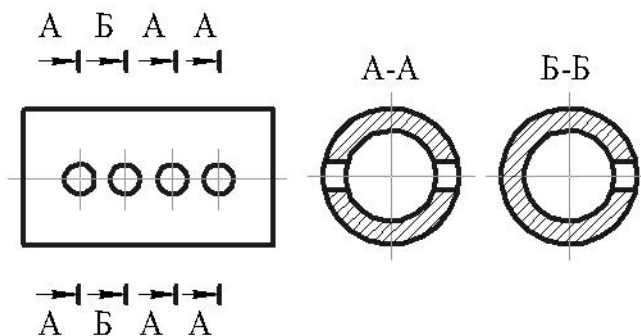


Рис. 4.5. Оформлення декількох однакових перерізів

Переріз можна розташовувати з поворотом. Тоді до напису повинне бути доданий знак \odot , що розташується в рядок з написом (рис. 4.3, в).

Деякі правила побудови перерізів. На кресленку однієї деталі може бути стільки різних перерізів, скільки потрібно для повного виявлення її форми. Для декількох однакових перерізів, що відносяться до одного і того самого предмета, треба лінії перерізу позначати однією й тією ж буквою, викреслювати один переріз (рис. 4.5).

При побудові перерізів січні площини варто вибирати так, щоб проявилась конфігурація цих перерізів (рис. 4.3, в, г).

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 на зображення в перерізі шпонкової канавки.

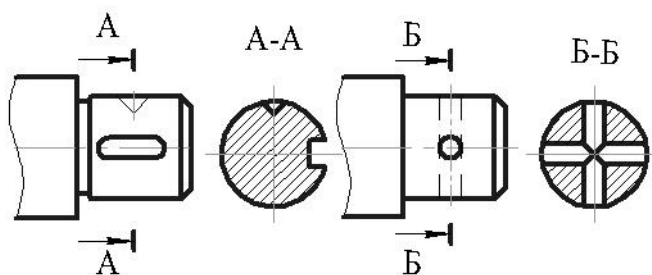


Рис. 4.6. Приклади перерізів, коли контур отвору або поглиблення показані повністю

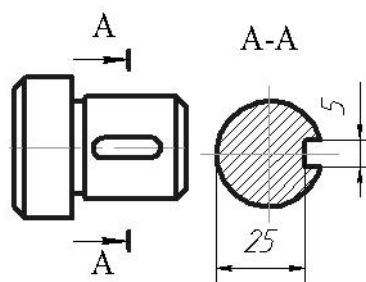


Рис. 4.7. Кресленик перерізів

На перерізі рекомендується наносити необхідні розміри, наприклад, ширину й глибину шпонкової канавки, діаметр і глибину поглиблень та ін. (рис. 4.7).

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

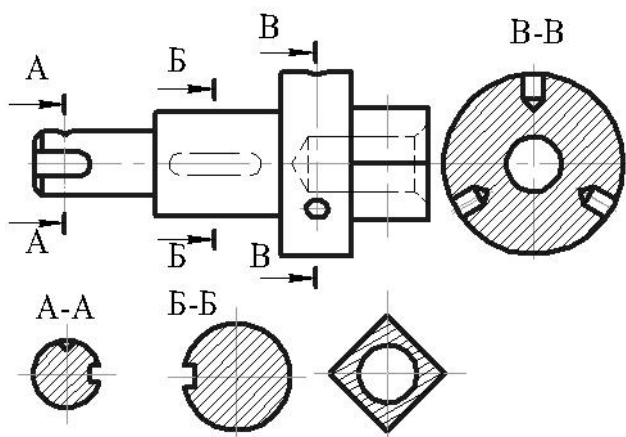


Рис. 4.8. Кресленик, який має перерізи

На кресленку виконаний один вид деталі. На місці виду зліва розташоване зображення перерізу $B-B$, на що вказують напис і штрихування. Однак, незважаючи на наявність лише одного виду, форма деталі і її окремих елементів може бути легко встановлена.

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

кутної форми й конічне заглиблення. Ширину, глибину і заглиблення канавки видно на перерізі. Канавка прорізана тільки на видимому на кресленку боці деталі. Це ми визначаємо за її відсутністю на лівій частині кола, що зображує переріз.

Переріз $B-B$ містить прямокутний виріз із лівого боку, що показує форму, ширину і глибину шпонкової канавки. Канавка зображена з лівого боку. Так, на деталі вона знаходиться позаду, тому що показана штриховою лінією на головному виді.

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

Переріз квадратної форми не має напису. На місці лінії перерізу проведена тонка штрих пунктирна лінія без стрілок і букв. Відсутність їх над квадратним перерізом пояснюється тим, що він симетричний і вісь його симетрії збігається з лінією перерізу. Інші лінії перерізів показані розімкнутими лініями із стрілками.

У центрі цього перерізу зображене не заштриховане коло, що показує циліндричний отвір уздовж осі деталі. Переріз заштрихований під кутом 30° , а не 45° , 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, називані розрізами. *Розрізом* називається зображення предмета, подумки розсіченого площиною (або декількома площинами). На розрізі показується те, що виходить у січній площині та за нею.

На рис. 4.9, *а* зображена деталь, внутрішню побудову якої потрібно виявити з допомогою розрізу. На рис. 4.9, *б* дано три види цієї деталі. На головному виді прямокутний паз і циліндричний східчастий отвір показані штриховими лініями.

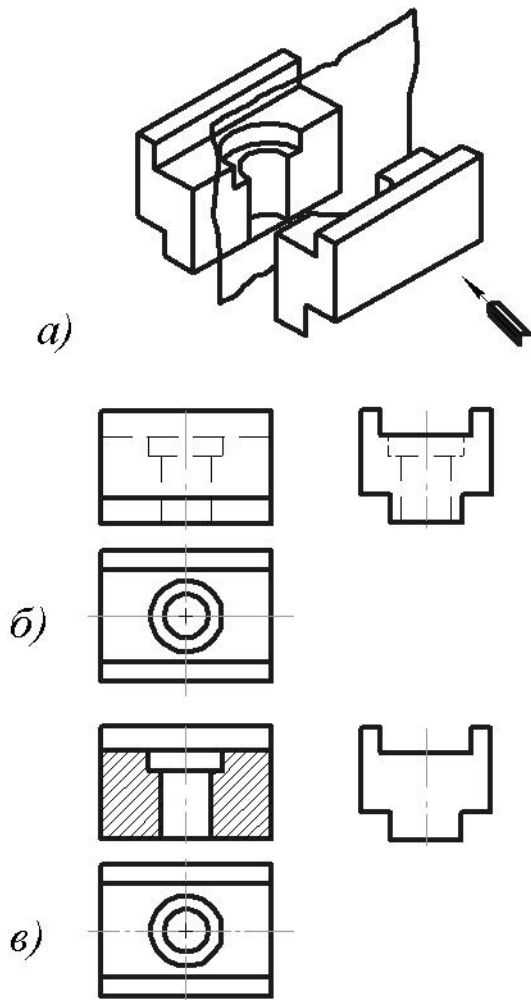


Рис. 4.9. Побудова вертикального розрізу

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

Таким чином, 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*, наведених на рис. 4.10. На зображенні *I* подано розріз деталі, а на зображенні *II* – переріз. Як видно з кресленика, у перерізі зображено лише те, що перебуває в самій січній площині. На розрізі, крім цього, показане й те, що перебуває за січною площиною.

На рис. 4.9, *в* накреслено розріз, отриманий у такий спосіб. Січною площиною, що паралельна до фронтальної площини проєкцій, деталь подумки розсічена вздовж центральної осі, яка проходить через прямокутний паз і циліндричний східчастий отвір.

Потім подумки вилучена передня половина деталі, що знаходиться перед оком спостерігача й січною площиною. Показано те, що вийшло в січній площині (переріз), і те, що перебуває за січною площиною.

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

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

на розрізі штрихуванням виділений переріз;

штрихування наноситься тільки в тому місці, де січна площина розсікає матеріал деталі. Східчастий отвір і прямокутний паз не заштриховані, тому що вони розташовані за січною площиною;

при зображенні циліндричного східчастого отвору проведена суцільна основна лінія. Вона відображає на фронтальній площині проєкцій горизонтальну площину, яка обмежує глибину більшого отвору;

Накладена проекція. Розріз – це частина деталі, що перебуває перед січною площиною. Якщо при виконанні розрізу виступи на передній стінці не показати, форма деталі не буде зрозумілою (рис. 4.11). Щоб показати цей виступ на розрізі, його зображують потовщеною штрих пунктирною лінією. Товщина цієї штрих пунктирної лінії вибирається в межах від $s/2$ до $s/3$, а довжина штрихів – від 3 до 8 мм.

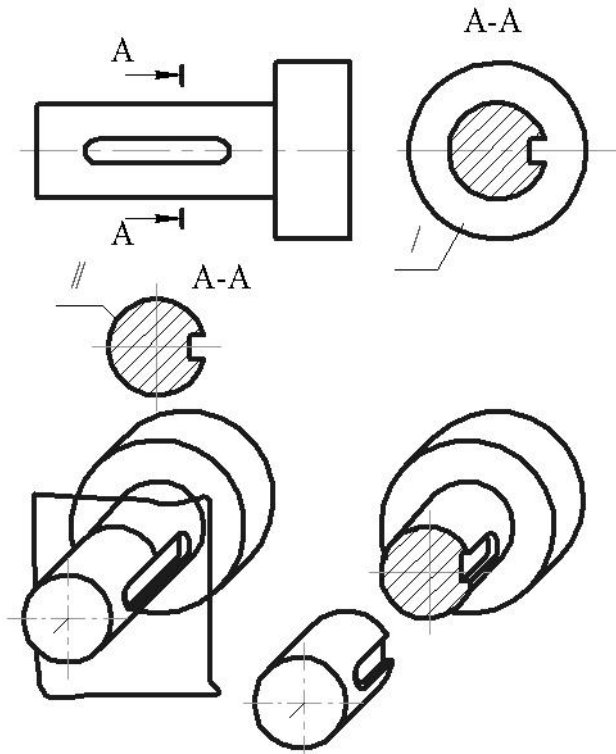


Рис. 4.10. Відмінності між перерізом і розрізом

4.3. Класифікація розрізів

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

Простим називається розріз при одній січній площині (рис. 4.9, в).

Складним називається розріз при двох і більше січних площинах.

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* (рис. 4.11).

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

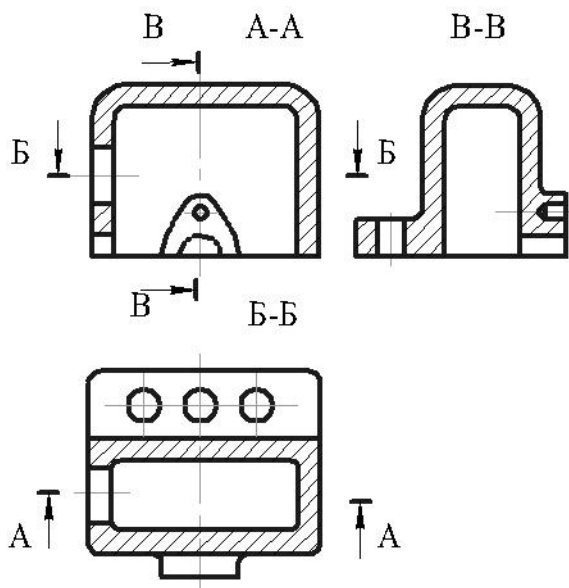


Рис. 4.11. Кресленик із зображенням елемента, який розташований перед січною площиною

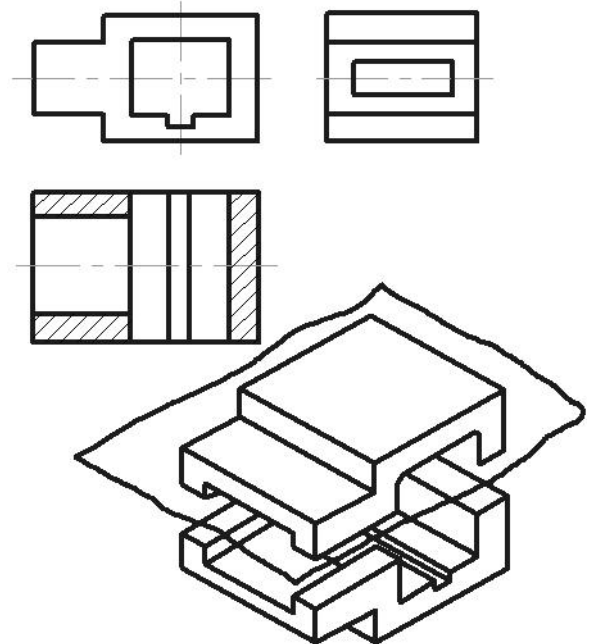


Рис. 4.12. Горизонтальний розріз

Похилим називається розріз при січній площині, що становить із горизонтальною площиною проекції кут, відмінний від прямого (рис. 4.13).

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

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

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

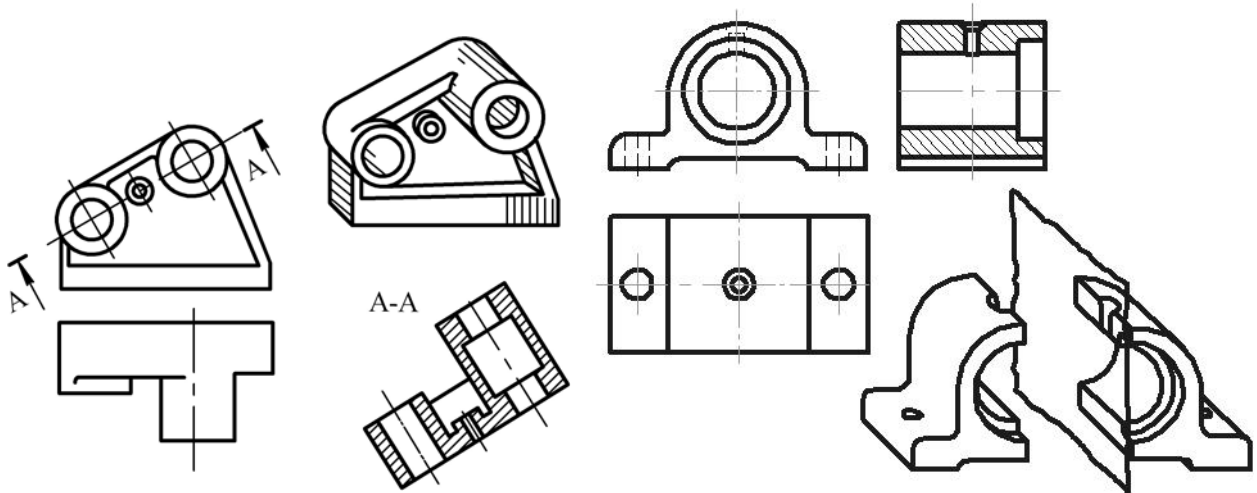


Рис. 4.13. Похилий розріз

Рис. 4.14. Профільний розріз

4.4. Розташування і позначення розрізів

На одному кресленку 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 якість зображення на кресленку.

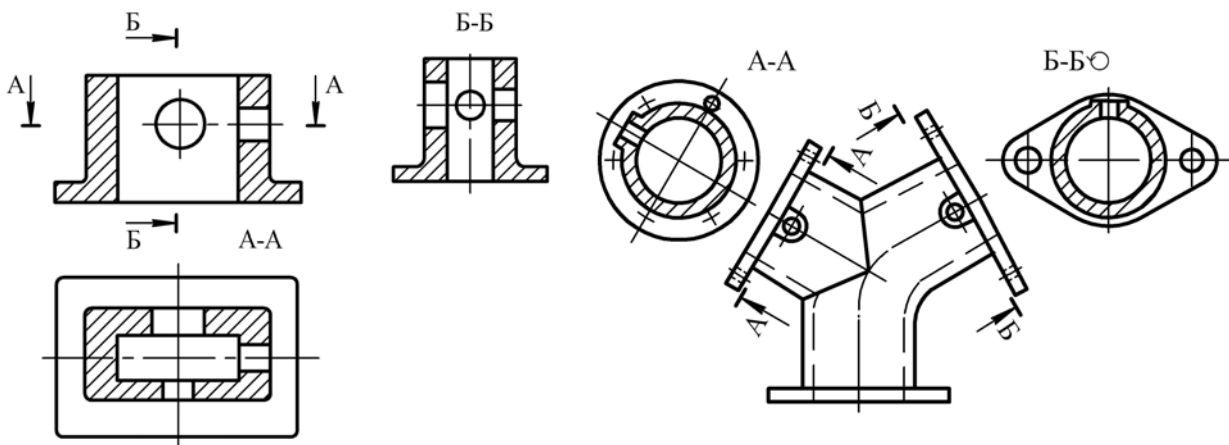


Рис. 4.15. Кресленок, яке має різні розрізи

Рис. 4.16. Розташування розрізів

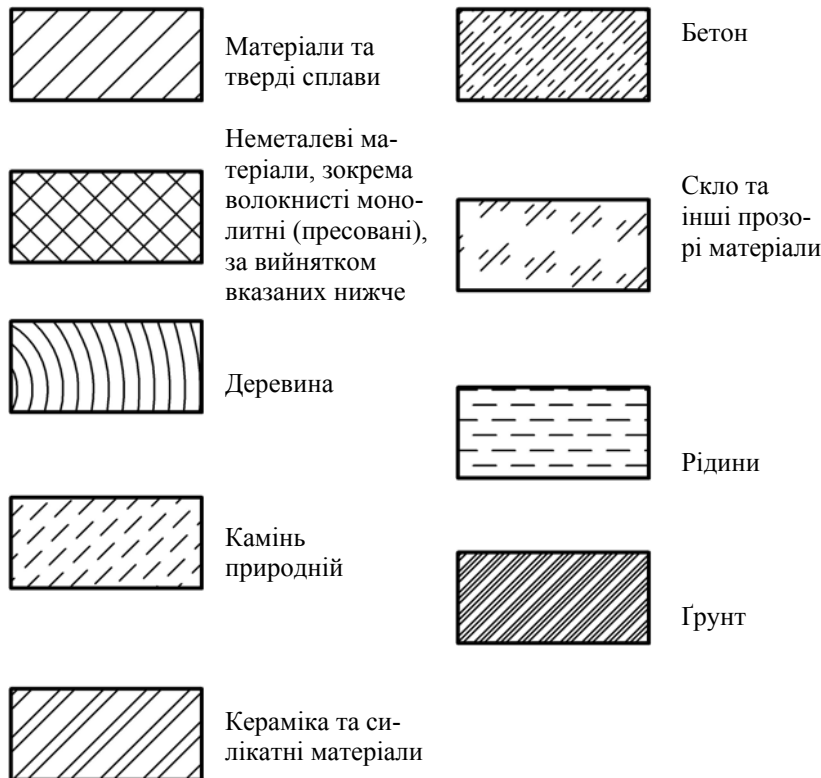
Надписи, що ставляться до розрізів і перерізів, розташовують паралельно основному напису. Вертикальний розріз при січній площині, не паралельній до фронтальної або профільної площини проекцій, а також похилий розріз будують і розташовують відповідно до напрямку, зазначеному стрілками на лінії перерізу (розріз *A-A* на рис. 4.16). Якщо є потреба розташовувати такі розрізи на будь-якому місці кресленка з поворотом, то до

напису доданий знак (рис. 4.16, розріз *Б–Б*). Розріз *А–А* побудований для того, щоб показати висоту виступу, а циліндричний отвір, просвердлений у ньому, наскрізний. Цей похилий розріз, розташований відповідно до напрямку, зазначеного стрілками, що йдуть до лінії перерізу *А–А*.

4.5. Графічні позначення матеріалів і правила їхнього нанесення на креслениках

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

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



При штрихуванні металів, будівельної цегли й деяких інших матеріалів застосовують тонкі (від $s/2$ до $s/3$) паралельні лінії. Їх проводять під кутом 45° до основного напису кресленика. Відстань між паралельними прямими лініями штрихування повинно бути однаковим для всіх виконуваних у тому самому масштабі перерізів даної деталі.

Відстань повинна бути вибраною в межах від 1 до 10 мм залежно від площі штрихування.

Рис. 4.17. Графічне позначення матеріалів у розрізах

Лінії штрихувань допускається наносити з нахилом вліво 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 шпоночною канавкою, вісь з центровим заглибленням, шатун та ін. У таких випадках застосовують місцевий розріз, який служить для виявлення окремої ділянки деталі.

На рис. 4.18 показана побудова 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, де є отвір. Розріз обмежено хвилястою лінією. На зображенні деталі в місці отвору побудовано розріз за правилами, які викладені у попередніх розділах.

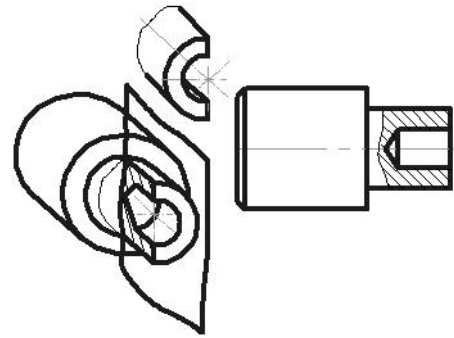


Рис. 4.18. Побудова місцевого розрізу

Місцевий розріз виділяють суцільною хвилястою лінією товщиною від $s/2$ до $s/3$, яка проводиться від руки. Ця лінія не повинна збігатись з будь-якими лініями зображення. На рис. 4.19 показано такий місцевий розріз.

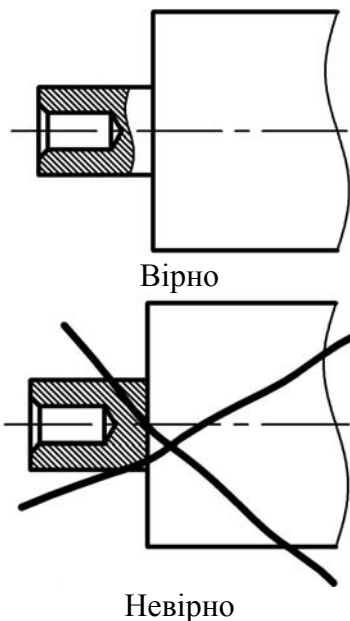


Рис. 4.19. Правильне і неправильне виконання місцевого розрізу

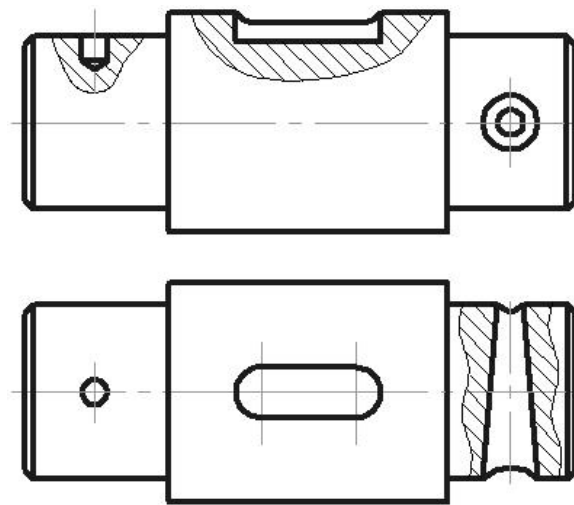


Рис. 4.20. Місцеві розрізи на креслениках

Приклади місцевих розрізів показані на рис. 4.20. Тут подані 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, виконані місцеві розрізи.

4.7. Суміщення частини виду й частини розрізу

Форма багатьох деталей така, що при їхньому зображенні недостатньо дати тільки вид або тільки розріз.

При зображенні подібних деталей необхідно дати як вид, так і розріз. Тобто виконати два різних зображення. Тому допускається поєднувати на одному зображенні частину виду й частину відповідного розрізу. В такому разі вид і розріз розподіляють суцільною хвилястою лінією тієї самої товщини, що застосовують для виділення місцевого розрізу.

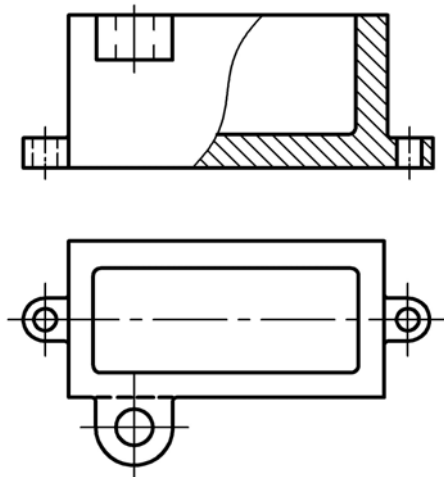


Рис. 4.21. Суміщення частини виду і частини розрізу

Якщо на рис. 4.21 дати повний фронтальний розріз деталі, то не буде мати підстави 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 всієї деталі. Права частина деталі зображена у розрізі. Розріз показує внутрішню будову всієї деталі, тому що на виді зверху можна визначити товщину стінок порожнини деталі й наявність другого циліндричного отвору. Даний приклад демонструє раціональний спосіб побудови кресленика.

Суміщення половини виду й половини розрізу. Суміщення половини виду й половини розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, – це окремий випадок попереднього правила.

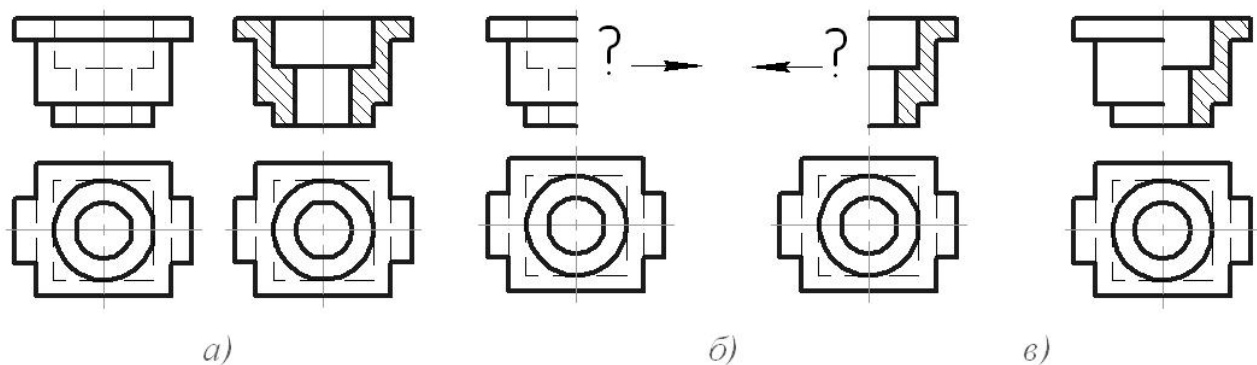


Рис. 4.22. Суміщення половини виду й половини відповідного розрізу

На рис. 4.22, а наведений кресленик деталі без розрізу і поруч з розрізом.

Кресленик (рис. 4.22, б) містить половину головного виду, а поруч – половину розрізу тієї самої деталі. Тому що 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, повинна служити вісь симетрії, тобто штрих пунктирна тонка лінія;

розмірні лінії, що проставляють до елемента деталі, який накреслений тільки до осі симетрії, проводять не повністю, а трохи далі, від осі. Стрілку креслять тільки з одного боку, але розмір варто наносити повністю.

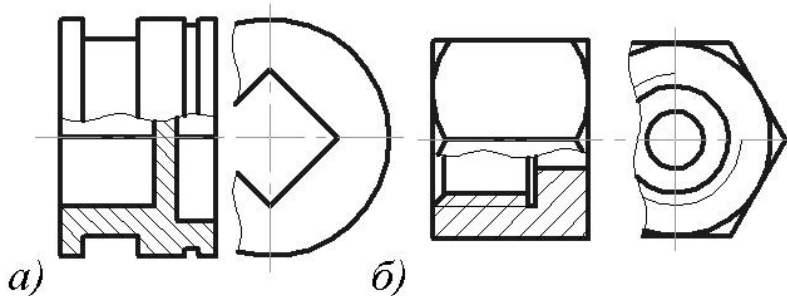


Рис. 4.23. Суміщення частини виду і частини розрізу, якщо збігаються проекції ребра з віссю симетрії

Деякі деталі проектується у формі симетричної фігури, однак при їх зображенні не можна застосовувати з'єднання половини виду й половини розрізу. Приклади таких деталей наведені на рис. 4.23, а, б.

Деталь (рис. 4.23, а) 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 повинна бути розташована так, щоб ребро, про яке йде мова, було показане на зображенні. Якщо воно розташоване на внутрішній поверхні, то додають більше половини розрізу (рис. 4.23, *a*), а якщо – на зовнішній, то більше половини виду (рис. 4.23, *б*).

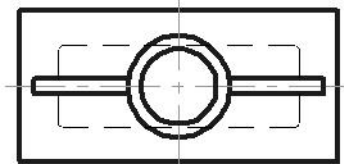
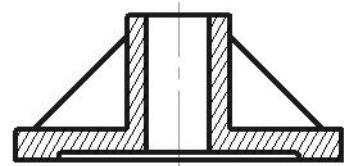
4.8. Особливі випадки розрізів

При побудові особливих розрізів потрібно дотримуватись таких правил:

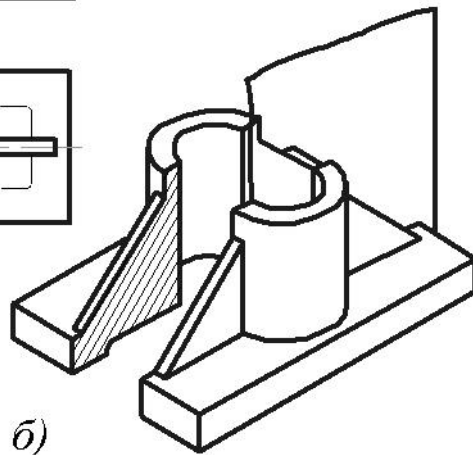
1. Якщо січна площина спрямована вздовж осі або довгої сторони тонкої стінки типу ребра жорсткості, то стінку залишають не заштрихованою і відділяють від решти деталі суцільною основною лінією (рис. 4.24, *a*).

На кресленку зображена деталь, яка має ребра жорсткості і фронтальний розріз. Січна площина пройшла по осі деталі, як це показано на наочному зображенні (рис. 4.24, *б*), тобто вздовж осі ребра. Тому на розрізі ребра не заштриховані, хоч і показані розсіченими січною площиною. Внаслідок того, що ребра показані розсіченими, суцільні основні лінії, якими вони виділені, проходять не по лініях перетину ребер з циліндром, а по твірних (рис. 4.24, *a*).

Якщо при розрізі січна площина спрямована поперек ребра або тонкої стінки, то її зображують за загальними правилами, тобто заштриховують.

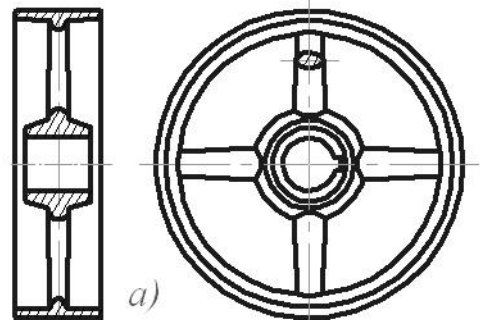


a)

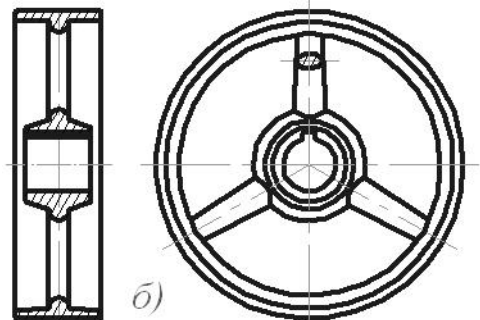


б)

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



a)



б)

Рис. 4.25. Розріз шківів зі спицями:
a – при парному числі спиць;
б – при непарному числі спиць

2. Коли зображують у розрізі колеса, шківів, маховики та інші деталі зі спицями, користуються тим самим правилом, що й до тонких стінок. Тобто спиці не штрихують, коли січна площина спрямована вздовж довжини (рис. 4.25, *a*, *б*). При цьому припускають, що січна площина проходить через геометричну вісь спиці і в тому випадку, коли спиці знаходяться під кутом до лінії перерізу. Тому спицю, розташовану на рис. 4.25, *б* під кутом до профільної площини, зображують незміненою.

4.9. Складні розрізи

Призначення складних розрізів. На рис. 4.26, а, б зображена плита кондуктора. Отвори і 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.

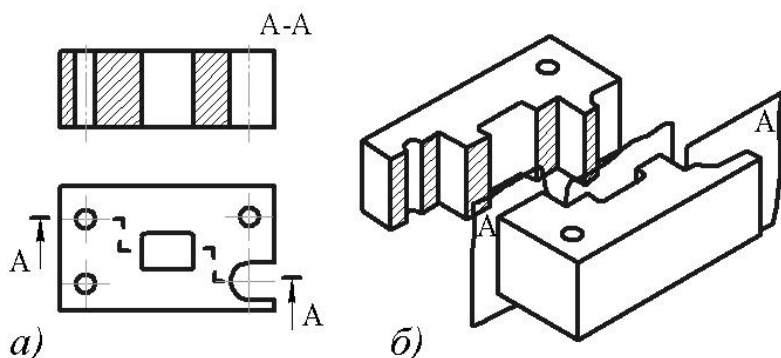


Рис. 4.26. Складний розріз (східчастий)

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 суміщаються в площині кресленика, утворюючи складний східчастий розріз (рис. 4.26, б).

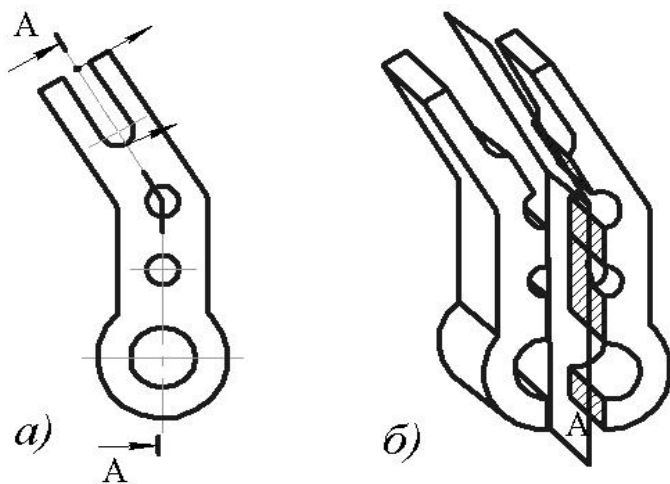


Рис. 4.27. Складний розріз (ламаний)

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

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

Ламаним розрізом називається складний розріз, коли січні площини перерізаються (рис. 4.27).

Щоб виявити форму прорізу циліндричних отворів і циліндричного заглиблення у деталі, необхідні дві січні площини (рис. 4.27, б).

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 виявляться паралельними одній із площин проєкцій, то ламаний розріз подають на місці відповідного виду.

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

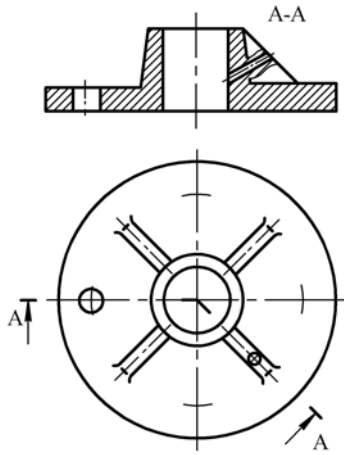


Рис. 4.28. Ламаний розріз

У наведеному складному ламаному розрізі (рис. 4.28) одна із січних площин проходить через циліндричний отвір, інша – через ребро жорсткості. Ця січна площина разом з ребром повернута 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 застосований місцевий розріз.

Позначення складних розрізів. Положення січних площин при побудові складних розрізів позначається розімкнутою лінією з початковим у місцях перегинів і кінцевих штрихів (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. Для чого застосовують на креслениках перерізи?
3. Як називаються 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 частину виду й частину розрізу?
8. Які правила використовують для креслення зображень, що містять половину виду, половину відповідного розрізу?
9. Чим відрізняється переріз від розрізу?
10. У чому полягає особливість зображення в розрізі деталей з тонкими ребрами?
11. У чому полягає особливість зображення в розрізі коліс зі спицями?
12. У яких випадках при розрізах застосовують накладену проєкцію?
13. Які розрізи називають складними?
14. У яких випадках застосовують складні розрізи?
15. Як розділяються складні розрізи?

Використання розрізів та перерізів має надати повне уявлення про форми та розміри предметів, що зображуються на креслениках.

РОЗДІЛ 5. РОБОЧІ МАШИНОБУДІВНІ КРЕСЛЕНИКИ

При виконанні машинобудівних креслеників необхідно керуватися правилами виготовлення креслеників і технічної документації, викладеними у «Єдиній системі конструкторської документації» (ЄСКД), де наведені вимоги, що стосуються оформлення робочих креслеників.

5.1. Розташування деталей на робочих креслениках

В ЄСКД зазначені певні місця для розташування різних елементів робочих креслеників деталей на аркуші обраного формату: зображень, таблиць, позначень, тексту і т.д. Це допомагає швидко знаходити потрібні дані при читанні кресленика, а також правильно оформляти кресленики та ескізи.

Перед виконанням кресленика потрібно спланувати площу аркуша. Для цього на рис. 5.1 позначені не тільки місця розташування, але й розміри площі, що відводять для зображень та інших даних робочих креслеників.

Три лінії рамки кресленика проводять, відступаючи від країв аркуша по 5 мм, ліву лінію проводять на відстані 20 мм. Місце в правому нижньому куті рамки відводять 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 за ГОСТ 2.316 – 68.

Спочатку записують вимоги до матеріалу, заготовки (лиття, кування, прокат і т.д.), показники властивостей готової деталі в результаті термічного або іншого видів обробки, наприклад, твердість (HRC) або глибину обробки при цементації. Можуть бути позначені види обробки, результати яких не піддають контролю, наприклад відпалювання, а також види обробки, якщо вони є єдиними здатними забезпечити потрібні властивості деталі (азотування, обробка струмами високої частоти – СВЧ) та ін.

Далі вказують вимоги до якості поверхонь деталі: покриття, обробка і т.д. Потім вимоги до точності виготовлення: граничні відхилення розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь, умови і методи контролю готової деталі, дані 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 проставлені довідкові розміри.

Якщо технічні вимоги складаються з одного пункту, то номер йому не присвоюють. При більшому числі пунктів їх нумерують і назву «Технічні вимоги» не пишуть.

У рамці, поміщеній у лівому верхньому куті, записують повторно позначення кресленика, що міститься в основному написі. Цей напис розташовують під кутом 180° стосовно основного тексту.

Середину аркуша займають: зображення деталі, розміри, граничні відхилення, умовні позначки і короткі написи, що відносяться безпосередньо до зображень.

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

елементи, наприклад, шпindelь свердлильного верстата із зубчастою рейкою, вал з конічним зубчастим вінцем та ін.

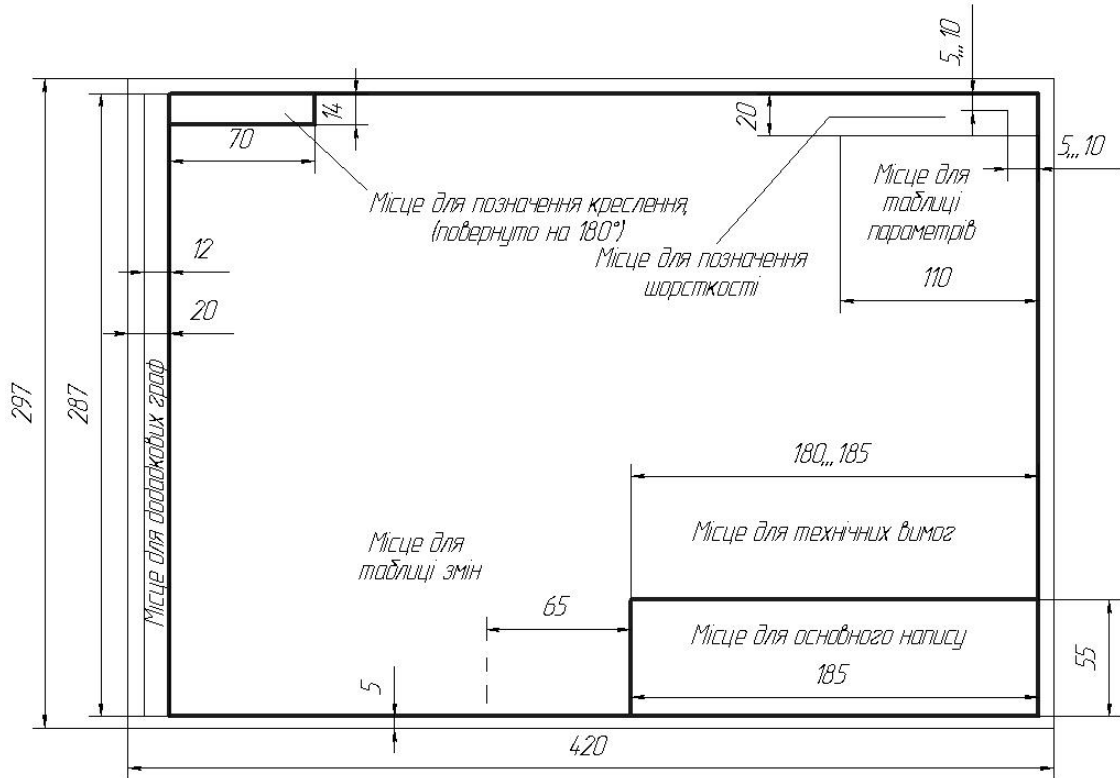


Рис. 5.1. Розташування зображень та інших даних на робочих креслениках деталей

5.2. Зображення деталей на машинобудівних креслениках

На рис. 5.2, *а* показані 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, що зображено на рис. 5.2, *б*. ГОСТ допускає переміщення грані, позначеної цифрою 6, у ліву частину розгортки й розташування її поруч із гранню 4.

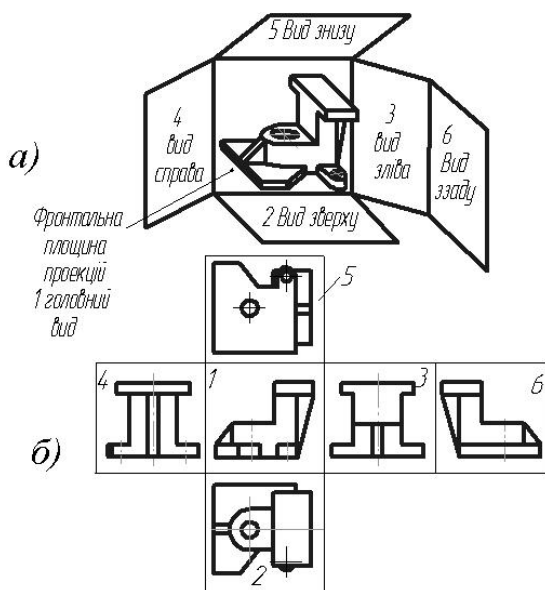


Рис. 5.2. Розташування основних видів на кресленику: *а* – наочне зображення площин проєкцій; *б* – розгортка площин проєкцій

Основні види, отримані на шести площинах проєкцій, називаються: *вид спереду* або *головний вид* (грань 1), *вид зверху* (грань 2), *вид зліва* (грань 3), *вид справа* (грань 4), *вид знизу* (грань 5), *вид іззаду*, (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. Якщо ж який-небудь із видів зміщений щодо головного зображення, то він повинен мати напис типу «А». Напрямок погляду спостерігача повинен бути позначений стрілкою з буквою, поміщеною в написі (рис. 5.5 і рис. 5.8).

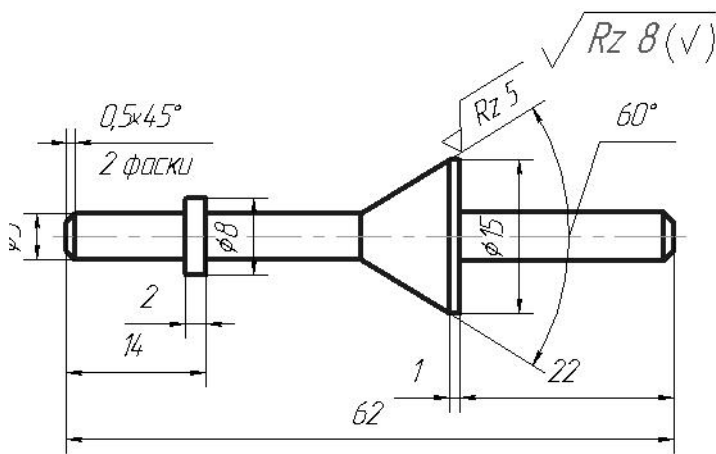


Рис. 5.3. Робочий кресленик з одним видом

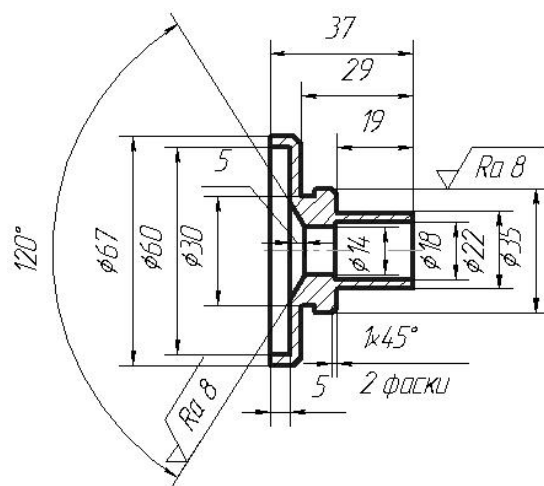


Рис. 5.4. Форма деталі, виявлена розміром

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

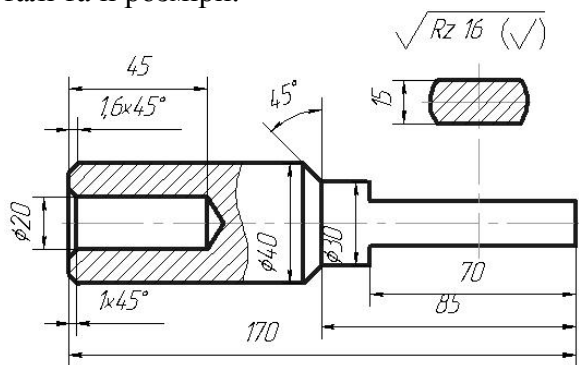


Рис. 5.5. Кресленик, яке має вид і переріз

При виборі зображень потрібно прагнути до їх найменшого числа. Якщо деталь складається із циліндричних, конічних або кульових елементів і не має площин, то для її кресленика досить одного виду (рис.5.3).

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

Наприклад, вид, на якому зображені місцевий розріз, і перетин (рис. 5.5).

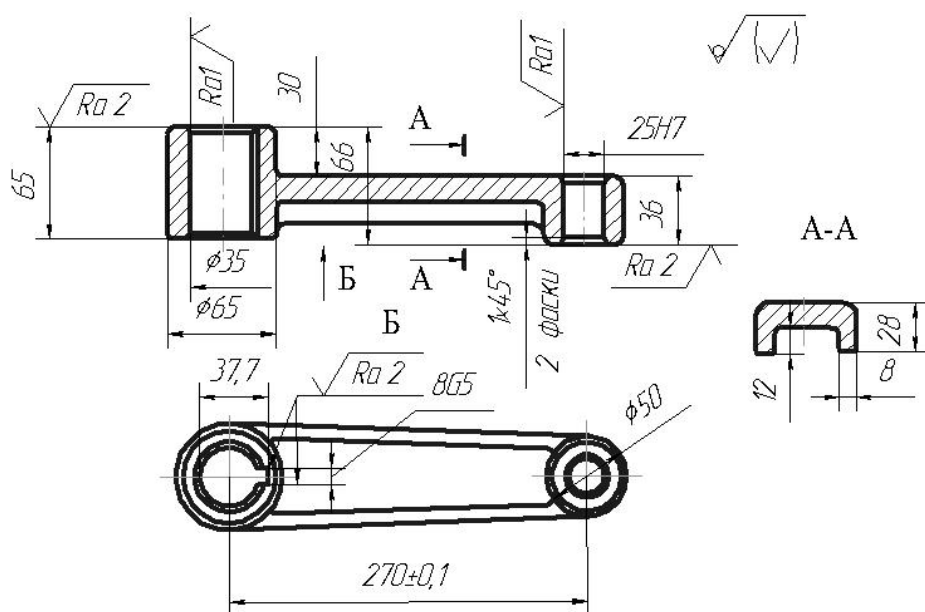


Рис. 5.6. Приклад кресленика деталі, форма якої виявлена розрізом, видом та перетином

Форма й розміри важеля проявляються за допомогою фронтального розрізу, виду Б й перетину (рис. 5.6). Для кресленика наконечника (рис. 5.7) необхідні чотири зображення: фронтальний і горизонтальний розрізи, вид зліва та вид справа.

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 застосовують додаткові види не паралельні основним площинам проекцій. 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 зроблений обрив, а форма фланця без спотворення зображено на додатковому виді.

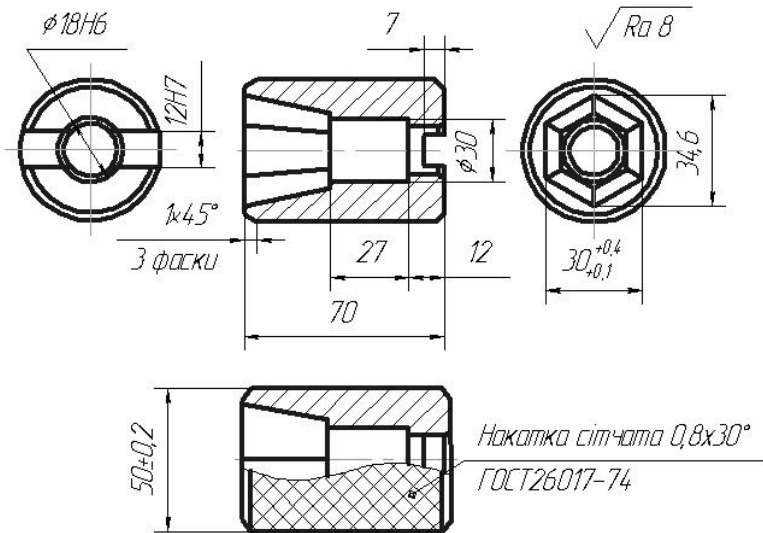


Рис. 5.7. Приклад креслення деталі, форма і розміри якої виявляються двома видами і двома розрізами

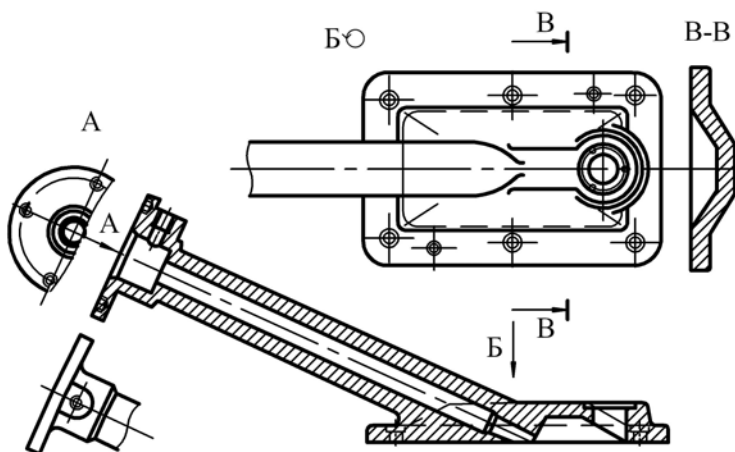




Рис. 5.8. Поєднання виду, двох розрізів та двох додаткових видів

5.3. Умовності та спрощення на робочих кресленнях деталей

При виконанні робочих креслень прагнуть їх спростити, для цього користуються певними способами спрощення зображень видів, перетинів, розрізів.

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

Напрямок погляду на елемент деталі, що пояснюється додатковим видом, указують стрілкою з літерним позначенням. Додатковий вид позначають написом, у який входить літерне позначення стрілки вид А (рис. 5.8). Якщо додатковий вид розташований у безпосередньому проекційному зв'язку з основним зображенням, то стрілку й напис над ним не роблять. 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 , наприклад, Б .

Якщо буде потреба на кресленку показувати окреме обмежене місце поверхні деталі, таке зображення називають місцевим видом.

Місцеві види можуть бути обмежені лініями обриву. Місцеві види позначаються на кресленнях такими самими написами, стрілками і літерними позначеннями, як і додаткові види.

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

При декількох однакових, рівномірно розташованих елементах деталей показують повністю один-два таких елементи. Інші показують спрощено або умовно, наприклад, отвори на рис. 5.10.

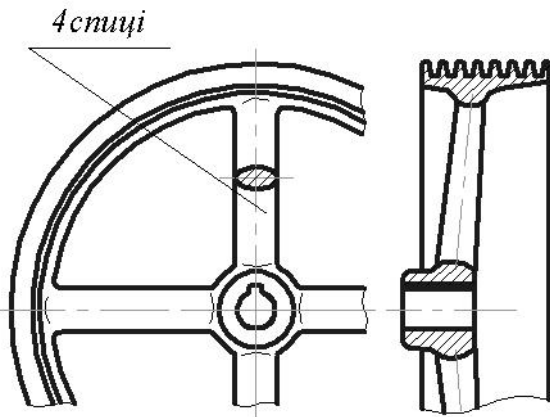


Рис. 5.9. Скорочення зображень однакових елементів

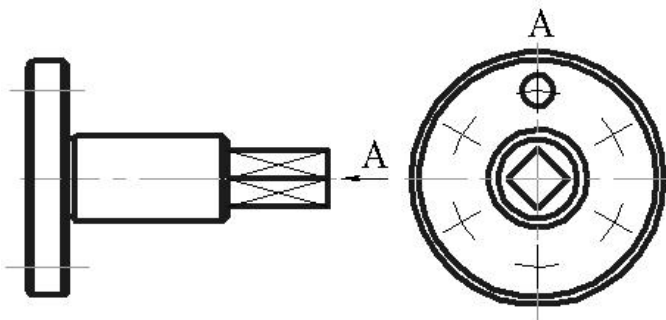


Рис. 5.10. Спрощення зображення однакових отворів

Якщо потрібно виділити на зображенні деталі плоскі поверхні, то їх позначають тонкими суцільними лініями, як показано на рис. 5.10.

При кресленні довгих деталей, що мають постійний поперечний переріз, застосовують розриви. Це дозволяє економити місце на кресленнику (рис. 5.11). Допускається викреслювати з розривами і деталі з поперечним перетином, які закономірно змінюються. Наприклад, конічні деталі або рівномірно звужуванні деталі не кругового перетину.

Дрібні елементи деталі на кресленнику можуть бути показані досить крупно за допомогою виносного елемента – окремого додаткового, звичайно, збільшеного зображення.

Виносний елемент може містити подробиці, не зазначені на зображенні, які він уточнює. Вигляд виносного елемента може відрізнятися від основного зображення. Наприклад, зображення може бути видом, а виносний елемент – розрізом.

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

5.4. Розміри на робочих кресленниках

Усі правила нанесення розмірів, викладені в першому розділі цього посібника, застосовуються при виконанні робочих кресленників. У розділі 5 даються ще деякі способи нанесення розмірів, установлені ГОСТ 2.307 – 68.

Розміри нескладних за формою елементів деталей, що повторюються (отвір, виступ, канавка і т.д.) варто наносити в одному місці, розташовуючи їх на тому зображенні, де цей елемент виглядає найбільш наочно. Наприклад, отвір, показаний на розрізі (рис. 5.11).

Перед розмірним числом діаметра сферичного (кульового) елемента деталі наносять знак \varnothing ; якщо розмір такого елемента визначається радіусом, то наносять знак *R*. Коли на

креслену сферична поверхня зображена недостатньо ясно, допускається перед розмірним числом писати слово *сфера*. Наприклад, *сфера* $\varnothing 20$ або *сфера* $R10$.

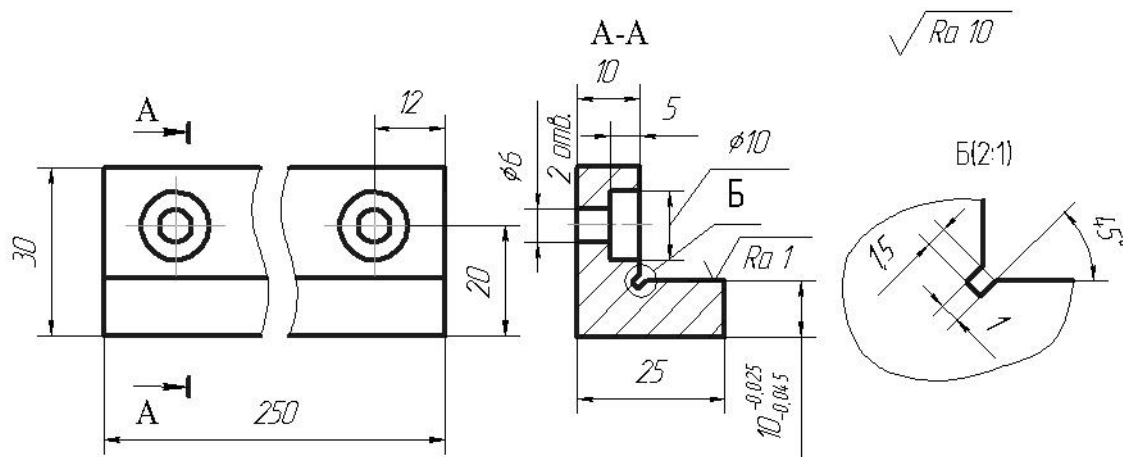


Рис. 5.11. Приклад скорочення зображення шляхом розриву

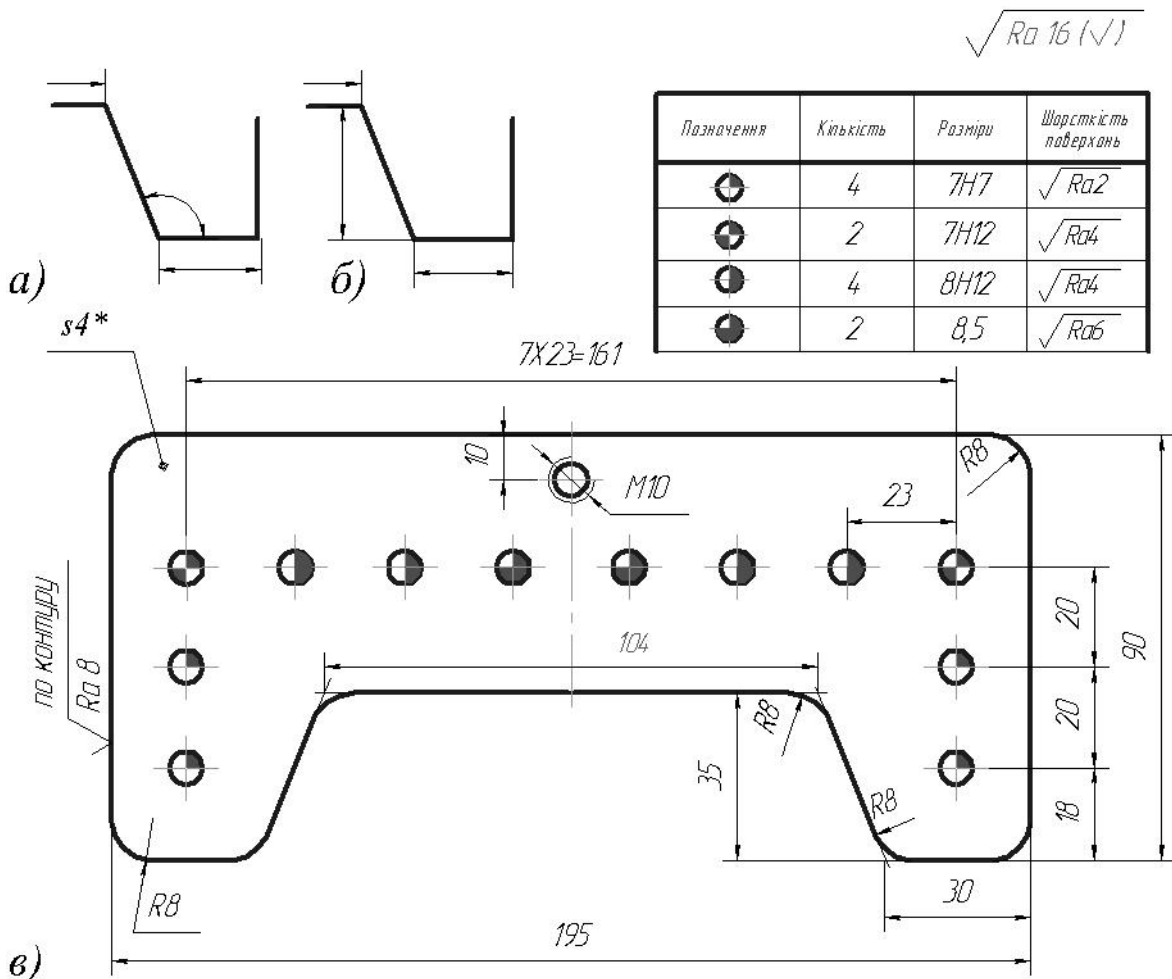


Рис. 5.12. Розміри на робочому креслену деталі: а, б – визначення положень похилих поверхонь; в – визначення положення вісей отворів

Положення похилої поверхні може бути задане на креслену розміром кута й двома лінійними розмірами (рис. 5.12, а) або трьома лінійними розмірами (рис. 5.12, б). Якщо похила поверхня не перетинається з іншою (рис. 5.12, а, б), а з'єднується криволінійною поверхнею (рис. 5.12, в), прямолінійні ділянки контуру продовжують тонкою лінією до їхнього перетину. Від точок перетину проводять виносні лінії для нанесення розмірів.

Якщо деталь має кілька груп однакових отворів, близьких за своїми розмірами до інших груп, зображення отворів на креслениках виходять майже однаковими, що утруднює читання креслеників. У таких випадках зображення кожної групи однакових отворів позначають умовними знаками, вказується розмір отворів, їх кількість.

Такими знаками у вигляді зачорнених секторів кіл різної кількості і розташуванням (ГОСТ 2.307 – 68) позначені отвори на рис. 5.12, в. Стандарт допускає вказувати розміри й кількість отворів кожної групи не на зображенні деталі, а в таблиці, як це показано на рис. 5.12.

При кресленні деталей, які мають симетрично розташовані, однакові за конфігурацією й величиною елементи, їхні розміри наносять один раз без зазначення кількості. При цьому групують, як правило, в одному місці всі розміри. Виняток становлять однакові отвори, кількість яких завжди вказують повністю, а їхні розміри – тільки один раз.

У верхній частині деталі розташовано ряд отворів з однаковою відстанню між центрами. У таких випадках замість розмірного ланцюжка, який повторює той самий розмір кілька разів, наносять його один раз (див. розмір 23). Потім проводять виносні лінії між центрами крайніх отворів ланцюжка і наносять розмір у вигляді добутку, де перший співмножник являє собою кількість проміжків між центрами сусідніх отворів, а другий – розмір цього проміжку. Наприклад, розмір $7 \times 23 = 161$ (рис. 5.12, в).

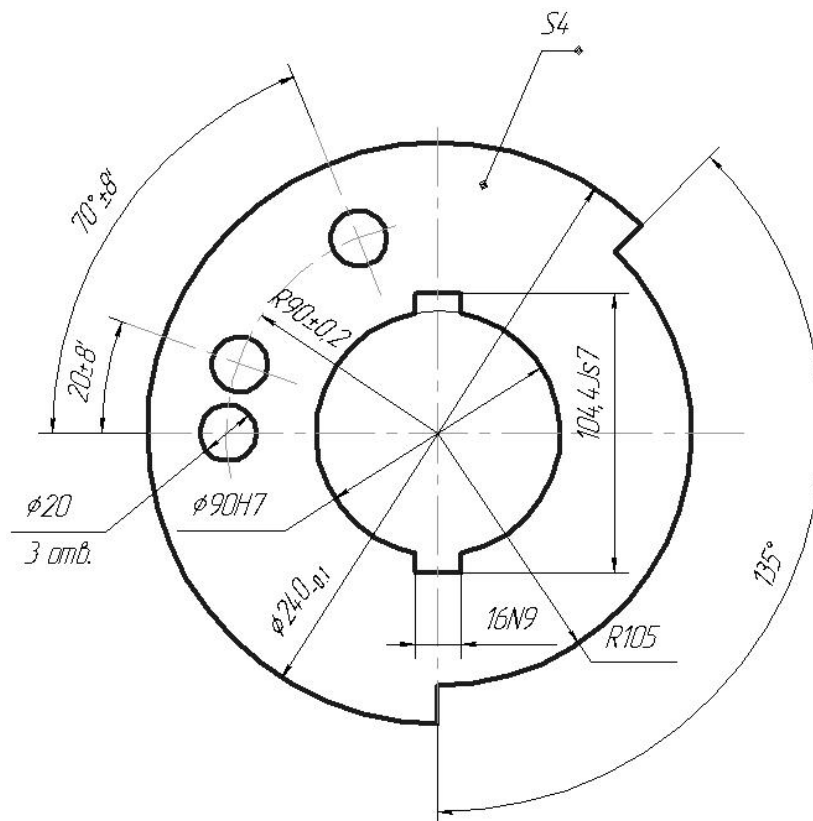


Рис. 5.13. Нанесення розмірів отворів, центри яких розташовані на дузі та на колі

Положення центрів отворів або інших однакових елементів, нерівномірно розташованих по колу, визначають кутовими розмірами (рис. 5.13, а). При рівномірному розподілі однакових елементів по колу кутових розмірів можна не наносити, а лише вказати кількість цих елементів. Граничні відхилення від номінального розташування отворів або інших елементів записують у технічні вимоги.

ГОСТ 2.307 – 68 визначає спосіб подання розмірів, при якому може бути зменшене число розрізів на кресленку. Якщо на виді подається тільки розмір діаметра глухого циліндричного отвору, то до цього розміру потрібно додати позначення глибини h і її

величину. При цьому необхідність у розрізі відпадає. На рис. 5.14 у лівій колонці показані зображення отворів і нанесені розміри. У правій колонці – розрізи, які можуть бути замінені системою нанесення розмірів. Упровадження передової технології обробки отворів на координатно-розточувальних верстатах викликало новий координатний спосіб нанесення розмірів, що визначає положення центрів отворів відносно бази із проведеними на ній осями координат. Координати центрів отворів заносяться у зведену таблицю (рис. 5.15).

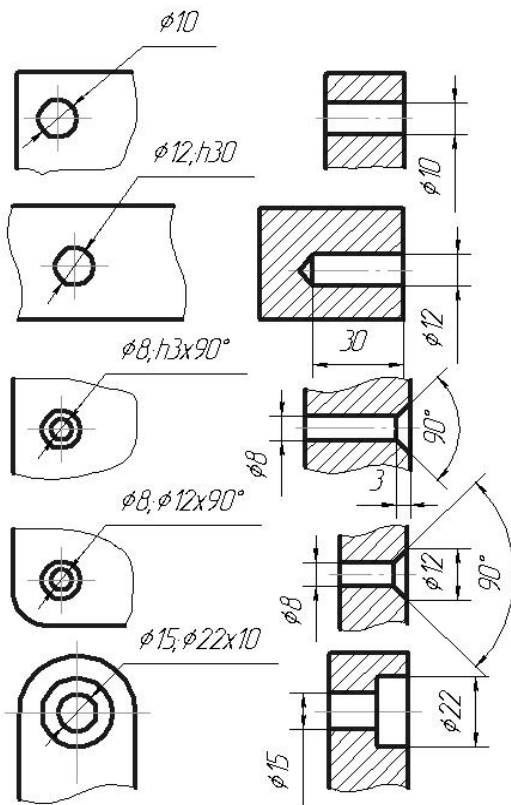
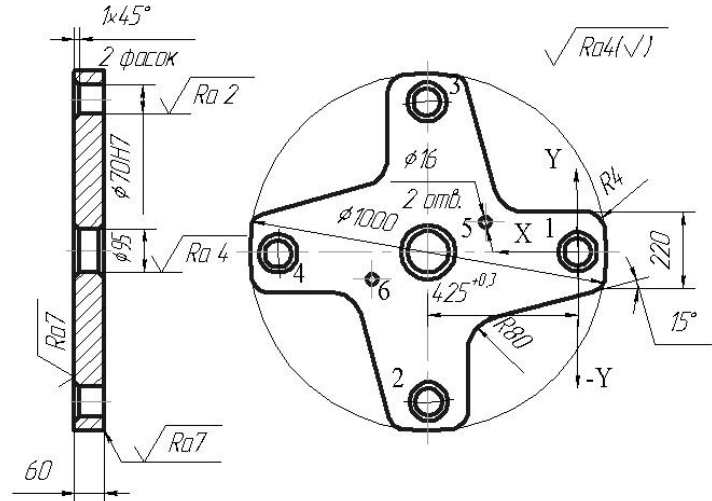


Рис 5.14. Різні випадки нанесення розміру отворів



Таблиця 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. 5.15. Особливості нанесення розмірів при розточуванні отворів на координатно-розточувальному верстаті

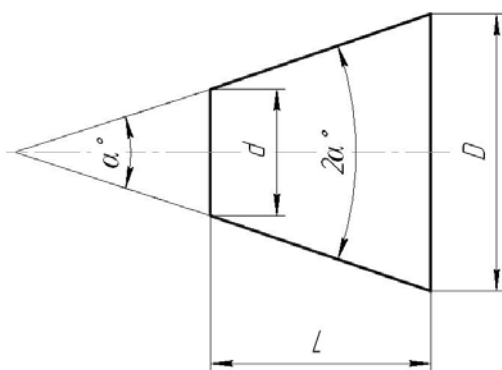


Рис. 5.16. Визначення конусності

Нанесення конусності й уклонів. На зображеннях конічних елементів деталей розміри можуть бути нанесені по-різному: діаметри більшої й меншої основ зрізаного конуса і його довжина; кут нахилу твірної, 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):

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

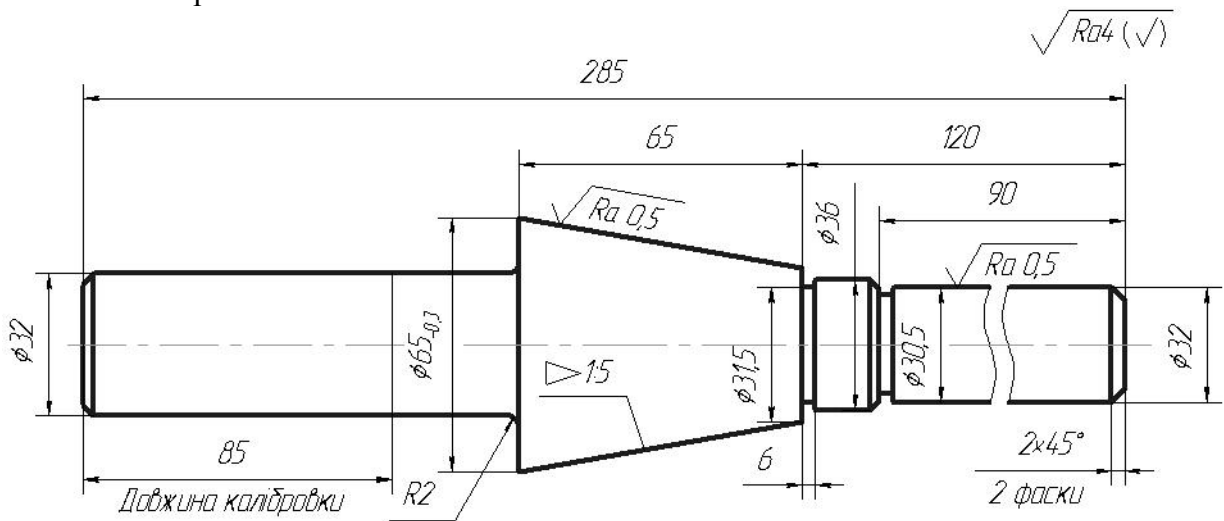
Наприклад, конусність елемента деталі з діаметром більшої основи 25 мм, діаметром меншої основи 15 мм, довжиною 50 мм визначається таким чином:

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

При проектуванні нових виробів застосовуються 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 величини конусності стосовно кутів 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 конусність визначається написом, який містить номер конуса Морзе. У цих випадках розміри конічних елементів встановлюють за ГОСТ 2847 – 67.

На кресленнях конусність наносять відповідно до правил ГОСТ 2.307 – 68. Перед розмірним числом, що визначає величину конусності, наносять умовний знак у вигляді рівнобедреного трикутника, вістря якого спрямоване убік вершини конуса (рис.5.17).

Знак і цифри, які вказують 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 розміру конусності на робочому кресленнику

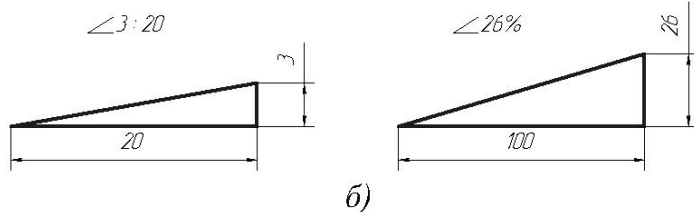


Рис. 5.18. Приклади побудови уклонів 3 : 20 і 26%

Якщо на кресленнику поверхня має певний уклон наприклад 3 : 20, креслять прямокутний трикутник, у якого один з катетів становить три одиниці 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).

При кресленні деталей для побудови лінії із заданим уклоном доводиться будувати інші лінії або точки. Наприклад, щоб провести лінію, уклон якої 1 : 4, через кінцеву точку вертикальної лінії (рис. 5.19), відрізок прямої лінії довжиною 10 мм варто прийняти за одиницю довжини і відкласти на продовженні горизонтальної лінії чотири такі одиниці (тобто 40 мм). Потім через крайні точки відрізка провести пряму лінію.

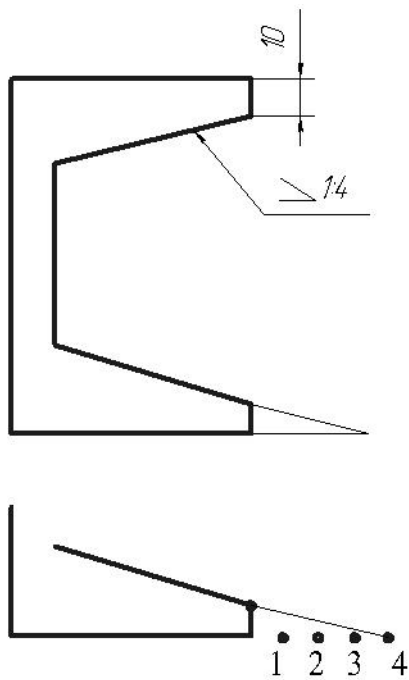


Рис. 5.19. Побудова лінії із заданим уклоном

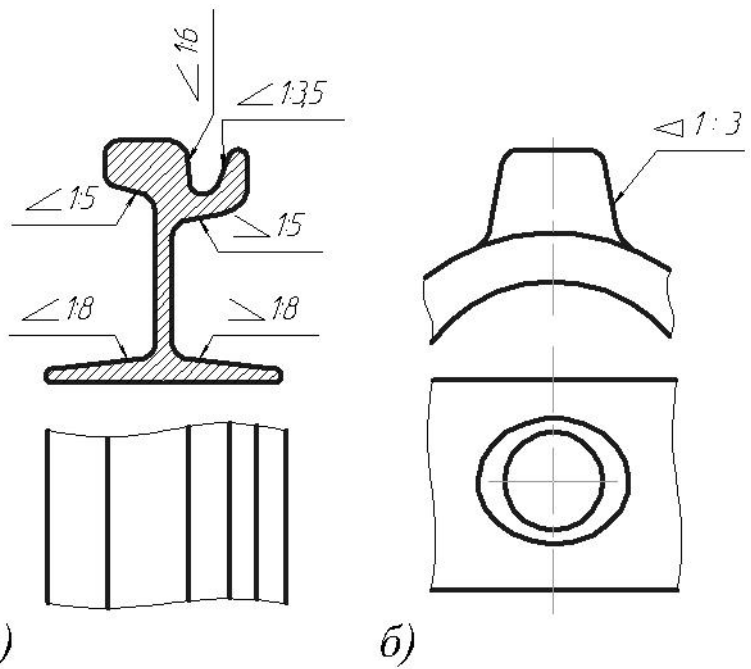


Рис. 5.20. Зображення деталей з уклонами (а) та конусністю (б)

Уклон на креслениках наносять за допомогою знака, утвореного із двох ліній, які розташовані під гострим кутом, і розмірного числа, що визначає величину уклону. Вершина знака повинна бути спрямована у бік нахилу поверхні деталі. Знак і розмірне число розташовують паралельно напрямку, стосовно якого заданий уклон на кресленику. Наприклад, на кресленику трамвайної рейки (рис. 5.20) уклони чотирьох поверхонь задані стосовно горизонтального напрямку; уклони бічних поверхонь жолоба задані стосовно вертикального напрямку.

Нанесення розмірів. Розміри на робочих креслениках проставляють так, щоб ними зручно було користуватися в процесі виготовлення деталей і при їхньому контролі після виготовлення. Тому при нанесенні розмірів беруть до уваги способи вимірювання деталей та особливості технологічного процесу їхнього виготовлення.

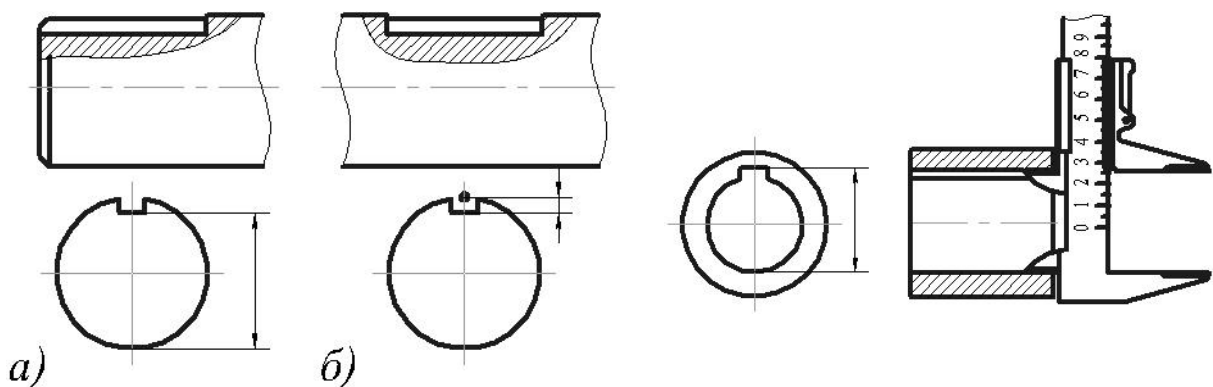


Рис. 5.21. Нанесення розміру шпонкового паза: а – відкритого; б – закритого

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

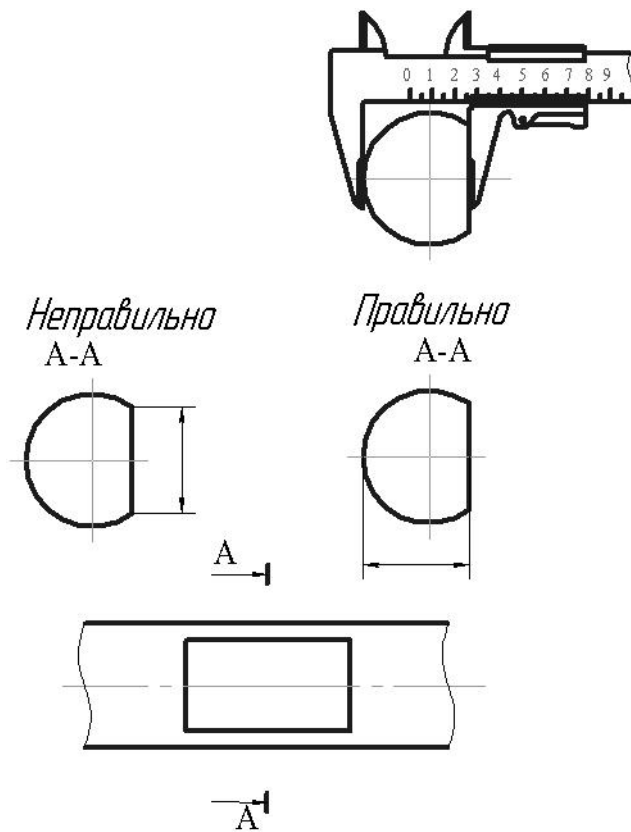


Рис. 5.23. Нанесення розміру на валу з лискою

Наприклад, глибину відкритого шпонкового паза на зовнішній циліндричній поверхні зручно вимірювати з торця, а на кресленнику варто наносити розмір, який показано на рис. 5.21, *а*. Такий самий розмір закритого паза легше перевірити, якщо нанесено розмір, позначений на рис. 5.21, *б*. Глибину шпонкового паза на внутрішній циліндричній поверхні зручно контролювати за розміром, що проставлений на рис. 5.22. Розміри потрібно проставляти так, щоб при виготовленні деталі не доводилося з'ясувати їх шляхом підрахунків. Тому розмір, проставлений на перерізі по ширині лиски (рис. 5.23), варто вважати невдалим. Розмір, який визначає лиску, правильно показаний у правій частині (рис. 5.23).

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

При ланцюговому методі розміри розташовуються на ланцюжку розмірних ліній, як показано на рис. 5.24, *а*. При проставленні загального (габаритного) розміру ланцюг вважається замкнутим. Замкнутий розмірний ланцюг допускається в тому випадку, коли один з його розмірів є довідковим, наприклад габаритний (рис. 5.24, *а*), або може бути в складі розмірного ланцюга (рис. 5.24, *б*).

Довідковими називаються розміри, які підлягають дотриманню в заданому кресленнику, їх вказують для більшої зручності користування кресленником. Довідкові розміри на кресленнику відзначають знаком у вигляді зірочки, яка ставиться справа, у технічних вимогах повторюють цей знак і записують: *«розміри для довідок»*.

У довідковому розмірі, що входить у замкнутий ланцюг, граничних відхилень не проставляють. Найбільшого поширення набули незамкнуті ланцюги. У таких випадках один розмір, при виконанні якого припустима найменша точність, виключають із розмірного ланцюга або не проставляють габаритний розмір.

Проставлення розмірів координатним методом роблять залежно від заздалегідь обраної бази. На рис. 5.24, *в* цією базою служить лівий торець валика.

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

На робочих кресленниках механічно оброблених деталей, у яких гострі кромки або ребра повинні бути округлені, вказують величину радіуса округлення (звичайно в технічних вимогах до кресленників) (рис. 5.17). Якщо краї потрібно залишити гострими, то на зображенні деталі або в технічних вимогах поміщають письмові позначки (рис. 5.24, *д*). У тих випадках, коли на кресленниках немає ніяких вказівок про край або ребра, вони повинні бути притуплені.

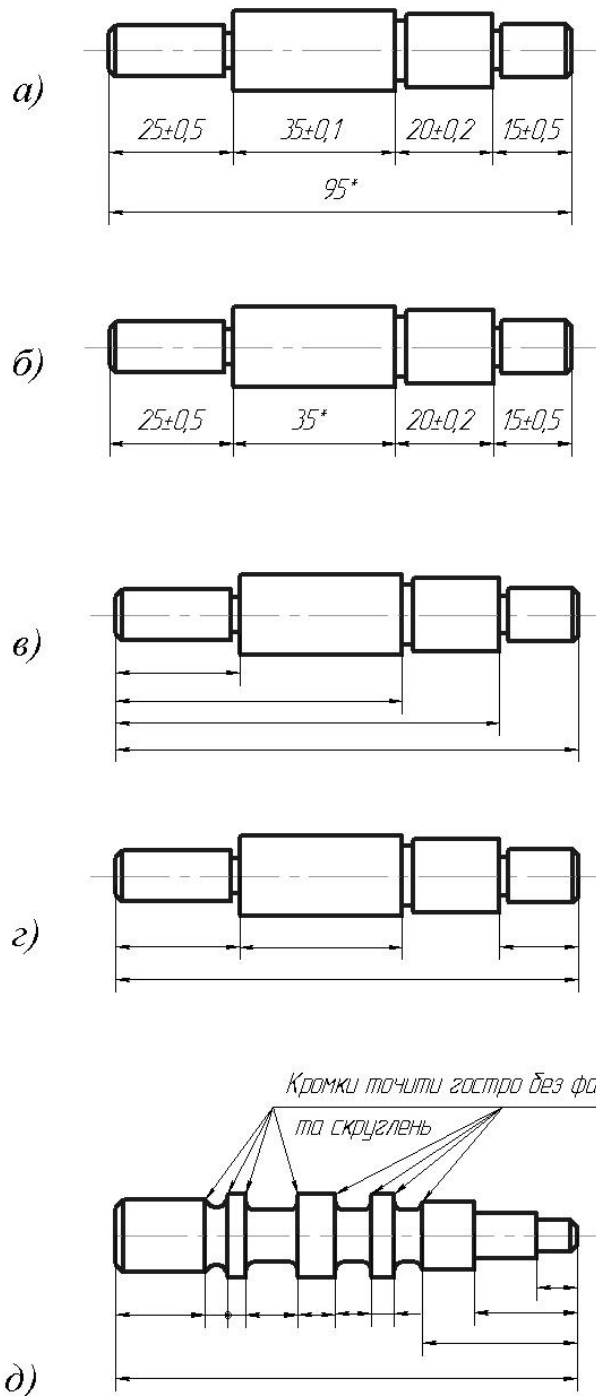


Рис. 5.24. Нанесення розмірів довжини: *а, б* – ланцюговий метод; *в* – координатний метод; *г, д* – комбінований метод

Розміри, що визначають положення шпонкових пазів, також про- ставляють із урахуванням техноло- гічного процесу. На зображенні паза для сегментної шпонки (рис. 5.25, *а*) узятий розмір до центра дискової фрези. Положення паза для призма- тичної шпонки встановлюють роз- міром до його краю, тому що цей паз прорізають пальцевою фрезою (рис. 5.25, *б*).

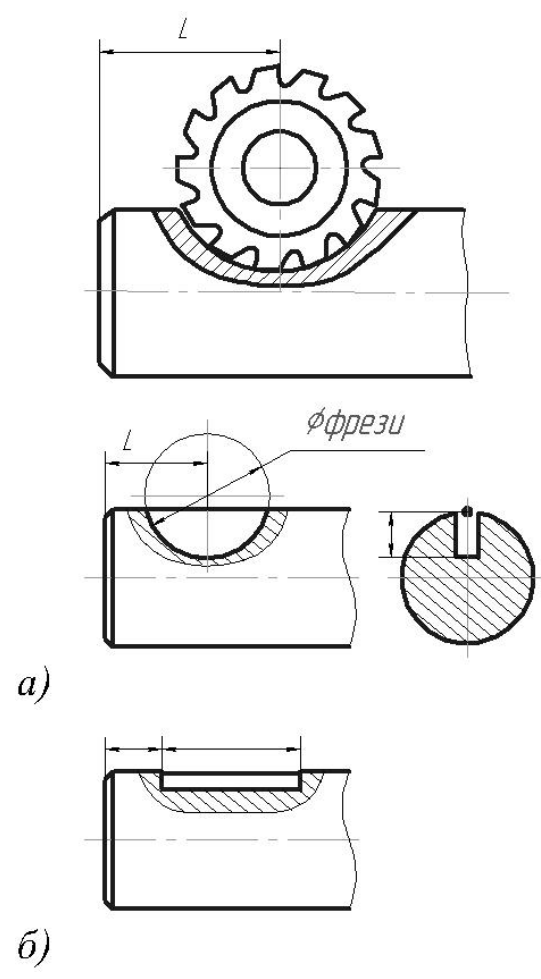


Рис. 5.25. Нанесення розміру шпонкового паза: *а* – сегментної шпонки; *б* – призматичної

Деякі елементи деталей залежать від форми різального інструменту. Наприклад, дно циліндричного отвору виходить конічним тому, що конічну форму має кінець свердла. Розмір глибини таких отворів, за рідкісним винятком, про- ставляють за циліндричною частиною (рис. 5.26, *а*). Приклад постановки фаски наведено на рис 5.26 *б*. Кут прохідного токарського різця дорівнює 45°; якщо торець уступу не повинен бути підрізаний після обточування елемента, що має менший діаметр, то на кресленнику указують розмір кута (рис. 5.26, *в*).

Характерним розміром для деталей типу підшипника або посадкового місця шарикопідшипника є висота осі отвору для вала. Цей розмір указують залежно від привалкової поверхні підшипника (рис. 5.27).

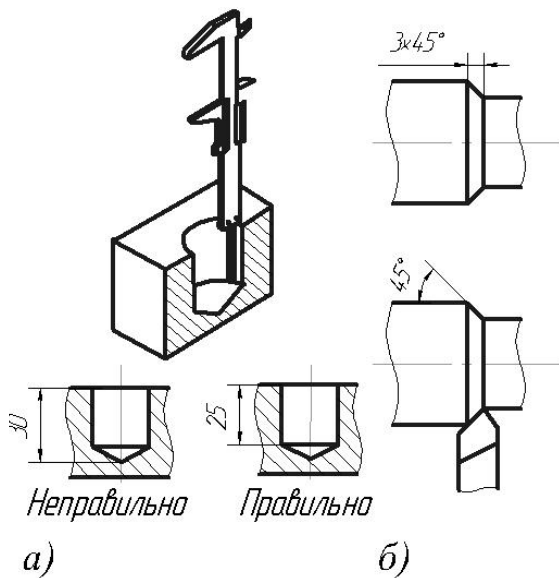


Рис. 5.26. Нанесення розмірів: а – глухого отвору; б, в – уступу

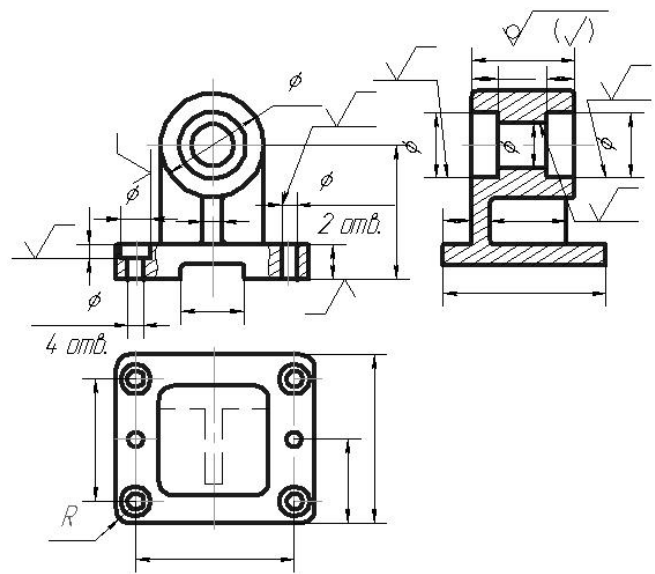


Рис. 5.27. Нанесення розмірів на деталі типу підшипника

Положення осей отворів, призначених для кріплення при встановленні деталі, визначається розмірами, показаними розмірними лініями на виді зверху. Габаритний розмір по вертикалі звичайно не проставляють, тому що він є сумою розмірів – висоти отвору для вала і радіуса зовнішньої поверхні циліндричного елемента підшипника. Розміри діаметрів східчастих отворів проставляють переважно на розрізах, де можна вказати довжину (глибину) отворів (рис. 5.27).

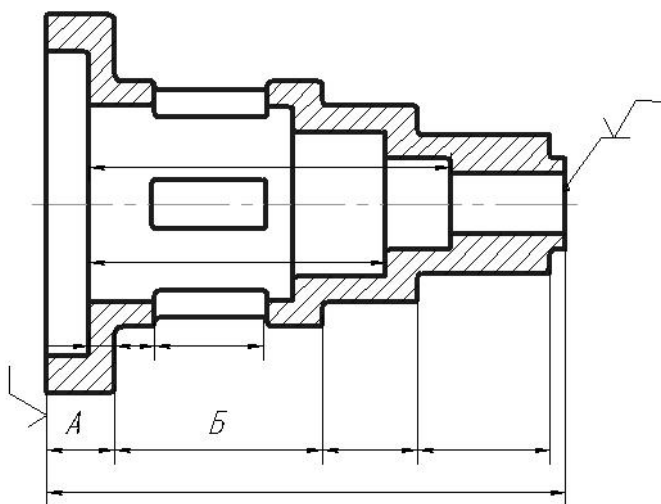


Рис. 5.28. Нанесення внутрішніх та зовнішніх розмірів

На креслениках деталей, які мають порожнини, внутрішні розміри, що відносяться до довжини (або висоти) деталі, наносять окремо від зовнішніх. Наприклад, на кресленику корпуса (рис. 5.28) група розмірів, яка визначає зовнішні поверхні, розміщена нижче від зображення. Внутрішні поверхні деталі визначає група розмірів, яка стосується середини зображення. Відповідно кресленику тільки дві поверхні корпуса повинні бути оброблені механічно. Якщо тільки частина поверхні деталі підлягає механічній обробці, то інші повинні бути чорними, тобто такими, як вони вийшли при литті, куванні, штампуванні і т.д.

Група розмірів, що проставляються стосовно оброблених поверхонь, повинна бути пов'язана із групою розмірів чорнових поверхонь не більше ніж одним розміром у кожному координатному напрямку. На кресленику корпуса розмір, що зв'яже ці групи, відзначений

буквою *A*. Якби розміри порожнини корпусу були проставлені залежно від поверхні лівого торця деталі, то при його обробці потрібно було б витримувати граничні відхилення відразу декількох розмірів.

5.5. Позначення на креслениках граничних відхилень від форми і розташування поверхонь

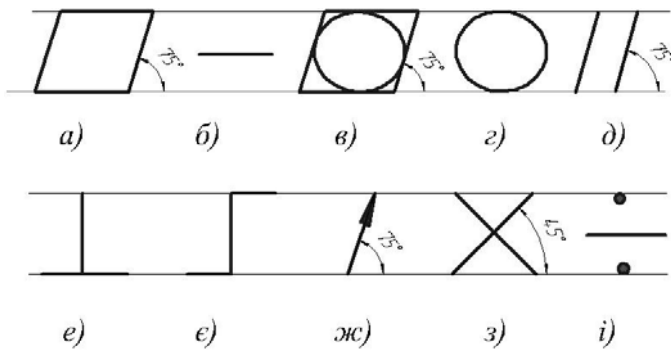


Рис. 5.29. Умовні позначення граничних відхилень від форми і розташування поверхонь

Умовні позначки складаються з цифр і знаків, які відображають величину відхилення в міліметрах. На рис. 5.29 показані умовні позначки граничних відхилень: *a* – від площини, *б* – від прямолінійності, *в* – від циліндричності, *г* – від круглості, *д* – від паралельності, *е* – від перпендикулярності, *ж* – від співвісності, *з* – торцеве биття, радіальне биття, *к* – при перетині осей, *к* – відхилення від симетричності.

Знаки й цифрові дані обводять прямокутною рамкою, яку поділяють на дві частини: першу – для знака, другу – для величини граничного відхилення, вираженого в міліметрах. У тих випадках, коли позначення повинне бути доповнене буквою, якою на кресленику позначена база, або декількома буквами при багатьох базах, рамку відповідно збільшують. Висота знаків, цифр і букв, що вписують у рамки, повинна дорівнювати висоті розмірних чисел на кресленику. Висота рамки повинна перевищувати висоту шрифту на 2 – 3 мм. Рамку і стрілки, що відводять від неї, викреслюють суцільними тонкими лініями (рис. 5.3, *a*).

Поміж рамкою й елементом деталі, до якого проставляються граничні відхилення, проводять пряму або ламану лінію, що закінчується стрілкою. Напрямок відрізка з'єднувальної лінії, що закінчується стрілкою, повинен відповідати напрямку лінії вимірювання.

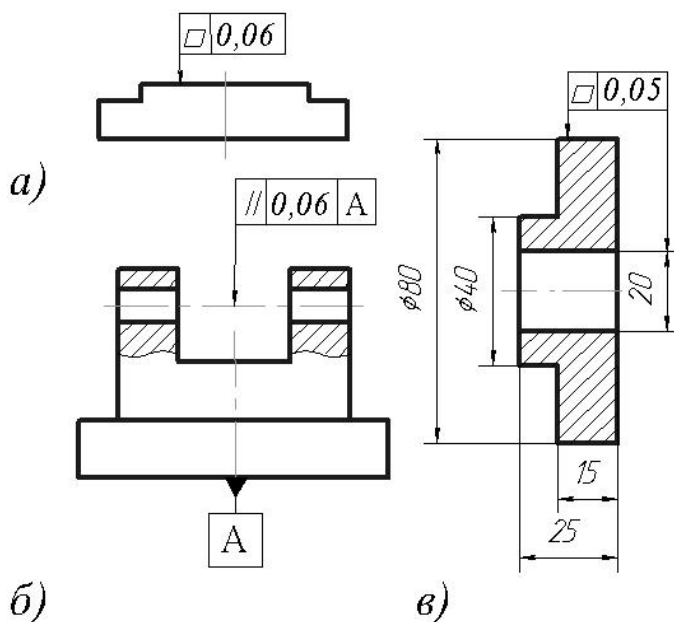


Рис. 5.30. Приклади нанесення позначень граничних відхилень: *a* – від площини; *б* – від паралельності, *в* – радіальне биття; *г* – поверхні деталі позначені буквами для запису в технічних вимогах величини відхилень

Рамку з даними про граничні відхилення з'єднують також з базою прямою або ламаною лінією, що закінчується зачорненим трикутником. Трикутник повинен бути рівностороннім з висотою, яка приблизно дорівнює розміру шрифту розмірних чисел (рис. 5.30, *в*).

На рис. 5.30, *б* зачорнений трикутник показує, що базою для встановлення паралельності служить поверхня, розташована в основі деталі. Позначення в рамці та

з'єднувальні лінії показують, що контролю підлягає паралельність загальної осі отворів стосовно базової поверхні, позначеної буквою *A*. Буква *A* увійшла в третю частину рамки, а в другу частину – величина граничного відхилення від паралельності, яка дорівнює 0,08 мм.

Приклад кресленника, де граничні відхилення від розташування поверхонь записані в технічних умовах, показаний на рис. 5.30, *з*. Три циліндричні поверхні валика позначені буквами, розташованими на полицях. У записі зроблені посилання на ці поверхні: «радіальне биття поверхні *B* відносно загальної осі поверхонь *A* і *B* не більше 0,04 мм».

5.6. Ескізи

Ескізами називаються кресленики тимчасового характеру, виконані, як правило, без застосування креслярських інструментів і без точного дотримання масштабу.

Пропорційність між окремими елементами деталі на ескізі витримують приблизно.

За змістом до ескізу пред'являються такі самі вимоги, як і до кресленника. В окремих випадках за ескізами можна виготовляти деталі замість тих, що зносилися, коли при ремонті обладнання потрібна тільки одна або кілька деталей, і робити кресленики недоцільно.

Ескіз – це найбільш швидкий та одночасно точний засіб вираження технічної думки, ідеї конструктора, винахідника, раціоналізатора. Тому ескізи роблять при розробці нових конструкцій виробів, пристроїв, інструментів.

У виробничій практиці цінним є вміння виконувати ескізи з натури, тобто грамотно зображати існуючі деталі.

Перед початком роботи над ескізом потрібно з натури ретельно ознайомитися з формою деталі й вирішити такі питання:

Яке положення надати деталі для викреслювання головного зображення?

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

Коли вирішують питання про те, як розташувати деталь для креслення головного виду, для деяких деталей беруть до уваги робоче положення деталі (положення, яке вона займає в машині або в іншому виробі). Корпусні деталі: підшипники, кронштейни, передні і задні бабки верстатів, корпуси кранів і вентилів, трубопроводи, редуктори і т.д. – зображають на кресленнику у робочому положенні.

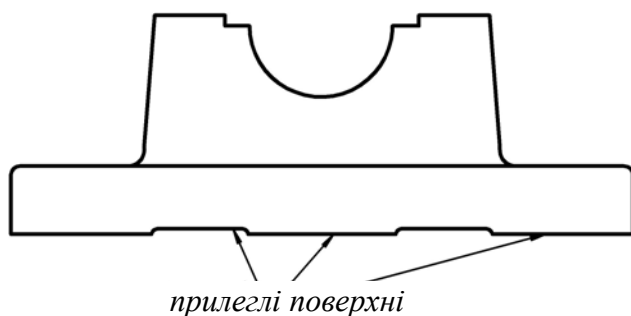


Рис. 5.31. Робоче положення деталі, прийняте для зображення головного виду кресленника

Прикладом може служити кресленник нижньої частини корпусу підшипника, при зображенні якого враховувалося положення деталі в зібраному виробі (рис. 5.31).

Рухомі деталі зображають на кресленнику відповідно до їх переважного положення в процесі виготовлення.

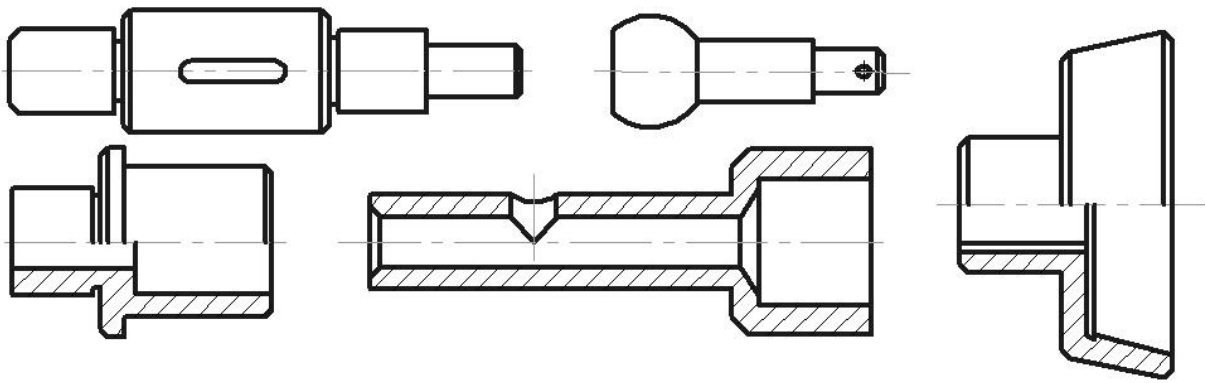


Рис. 5.32. Положення деталей для зображення їх на креслениках

Наприклад, деталі циліндричної конічної форми або ті, що складаються з цих елементів, і виготовляють на токарних верстатах: вали, осі, токарні центри, піанолі, шпинделі, пальці, штифти, штоки, втулки, гільзи, стакани, шків, поршні, золотники та ін., зображають у такому положенні, яке вони займають під час обробки точінням (рис. 5.32), тобто геометрична вісь повинна бути горизонтальною.

При виборі положення деталі прагнуть до того, щоб головний вид (головне зображення) створював найточніше уявлення про форму деталі і мав найбільшу кількість видимих контурів.

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

Ескізи слід виконувати на папері в клітину, це значно полегшує роботу. По лініях сітки на цьому папері спочатку проводять осьові центрові лінії, більшу частину ліній контуру, виносні й розмірні лінії, центри кругів поміщають у точках перетину ліній сітки.

Перед початком виконання ескізу потрібно правильно спланувати площу аркуша, визначивши місце для кожного зображення, написів, штампу відповідно до схеми, поданої на рис. 5.1.

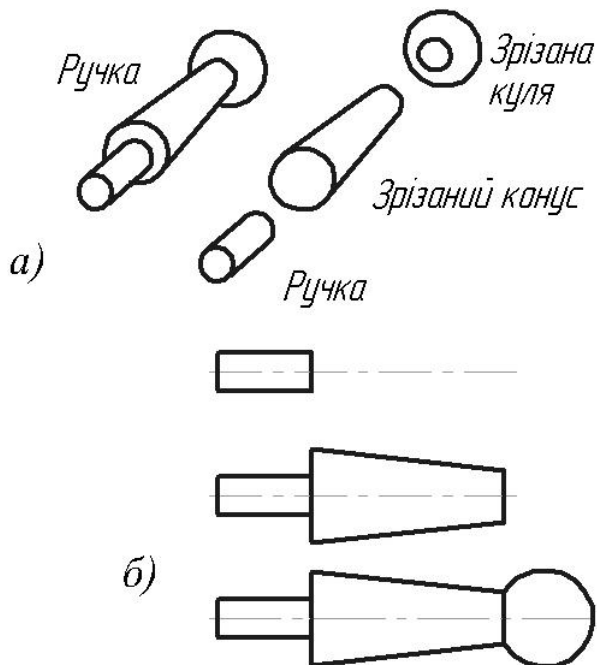


Рис. 5.33. Послідовність виконання ескізу (одне зображення)

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

Виконання ескізних зображень створюють в певній послідовності. Наприклад, ручку (рис. 5.33, а), що складається з трьох елементів: циліндричного, конічного і кульового, потрібно зображати в три етапи, відповідно до кількості елементів (рис 5.33, б).

Для зображення ручки достатньо одного виду.

Ескіз деталі, що має два зображення, потрібно виконувати поелементно, але в цьому випадку кожний елемент слід зображати, замальовуючи послідовно головний вид і вид зліва, або головний вид у поєднанні з іншим зображенням. Наприклад, деталь (рис. 5.34, *a*), що складається з п'яти елементів: двох циліндричних, призматичного, конічного, шестигранного, потрібно зобразити в такій послідовності: призматичний елемент – головний вид і вид зліва (рис. 5.34, *a*), конічний елемент – головний вид і вид зліва (рис. 5.34, *б*); потім циліндричний, шестигранний і другий циліндричний у такій самій послідовності (рис. 5.34, *с – e*). На рис. 5.34, *ε* показаний передостанній етап виконання ескізу – проведення розмірних ліній. Останній етап – вимірювання деталі, постановлення розмірів, визначення шорсткості поверхонь, нанесення позначень і виконання основного напису.

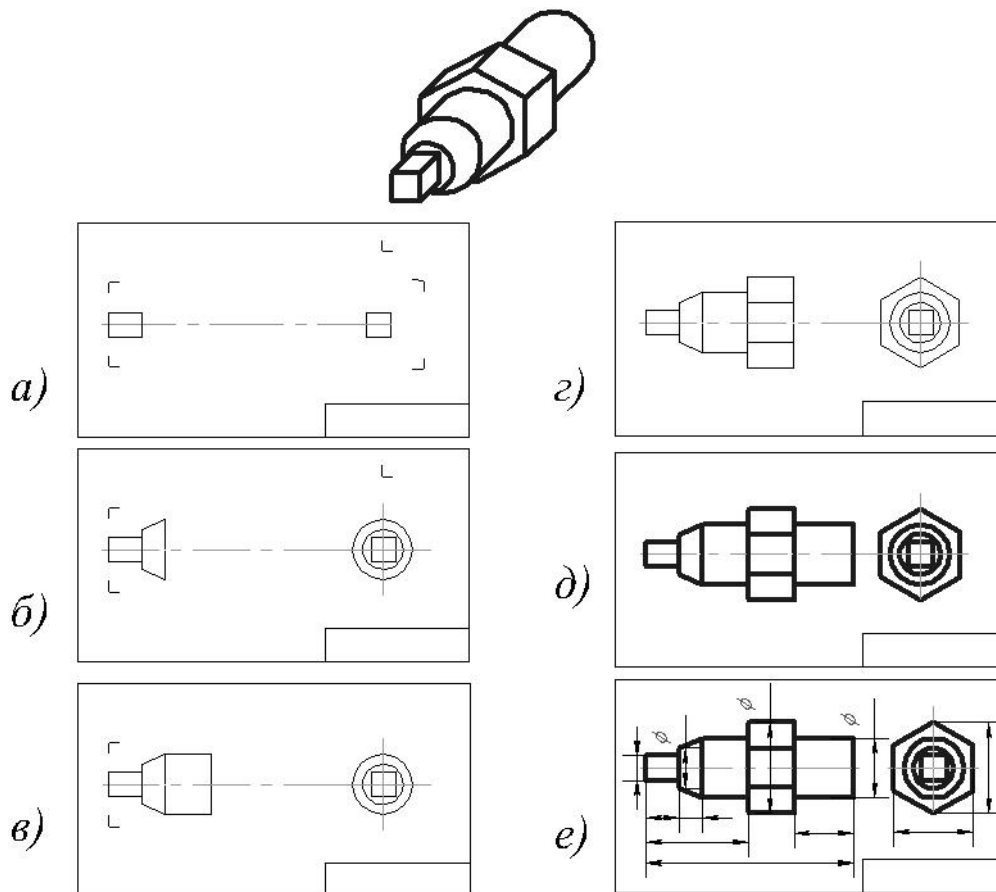


Рис. 5.34. Послідовність виконання ескізу (два зображення)

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 і розрізу), спланувати площу аркуша, нанести осьові й центрові лінії;

визначити число решти зображень і виконати зображення, нанести розмірні лінії; обміряти деталь, проставити розміри; визначити шорсткість поверхонь деталі, нанести її позначення;

заповнити основний напис.

Контрольні питання

1. Як називають основні види?

2. Як розташовуються шість основних видів на кресленику?
3. Що називається місцевим видом?
4. У чому розходження між додатковим і місцевим видом?
5. Як відображають на кресленику технічні вимоги до виготовлення деталей?
6. Як позначають уклони на креслениках?
7. Як підрахувати величину конусності?
8. Що називається допуском?
9. Як вибирають положення деталі для креслення головного виду?
10. Чим ескіз відрізняється від кресленика?
11. У якому порядку потрібно виконувати ескіз деталі?

На базі отриманих знань даного розділу студенти матимуть змогу правильно обрати положення деталі на головному виді, визначитися з кількістю необхідних зображень; наносити розміри, позначення граничних відхилень, технічні вимоги згідно стандартів ЄСКД, а також застосовувати на робочих креслениках умовності та спрощення

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

Метою цього розділу є вивчення стандартизованих рознімних з'єднань деталей. Складові частини виробів можуть мати основні деталі та допоміжні, за допомогою яких скріплюють або з'єднують основні деталі

6.1. Нарізи та рознімні з'єднання деталей

6.1.1. Види нарізів і зображення їх на рисунках

У машинобудуванні, приладобудуванні та інших галузях виробництва досить поширеними є рознімні з'єднання деталей машин, які здійснюються за допомогою нарізі різного профілю (трикутного, трапецеїдального, прямокутного, напівкруглого та ін.).

Нарізи трикутного профілю звичайно нарізають на деталях, призначених для скріплення, а тому її називають кріпильною. Нарізи інших профілів, переважно трапецеїдального і прямокутного, належать до ходових нарізів (нарізи на валу для руху супорта токарного верстата, нарізи на гвинті машинних лещат, домкратів та ін.).

Гвинтова нарізь – це поверхня виступу, що утворена при гвинтовому русі довільного плоского контуру на бічній поверхні циліндра чи конуса.

Нарізи розрізняють:

1) за формою поверхні:

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

2) за характером поверхні:

зовнішня – це нарізь, що утворена на зовнішній поверхні циліндра чи конуса; внутрішня – нарізь, що 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 напрямі від спостерігача;

ліва – контур обертається у напрямі до спостерігача;

4) за числом заходів (виступів і канавок):

одно західна – це нарізь, що утворена однією гвинтовою ниткою;

багато західна нарізь, що утворена двома, трьома і більше гвинтовими нитками.

Гвинтова нитка – це виступ гвинтової нарізі, яка утворена одним профілем.

Крок нарізі – відстань між відповідними точками двох сусідніх витків, який вимірюють паралельно осі нарізі.

Хід нарізі – відстань між відповідними точками на поверхні гвинтової нитки за одне обертання контуру, що вимірюють паралельно осі нарізі.

Число заходів нарізі – кількість ниток, які утворюють цю нарізь.

Кожний вид нарізи характеризують: зовнішнім, внутрішнім і середнім діаметрами, кутом та висотою профілю.

Зображення і позначення нарізів на рисунках.

На рисунках прийнято зображати нарізь і позначати її умовно відповідно до ГОСТ 2.311 – 68. Характер умовного зображення однаковий для всіх видів стандартизованих нарізів.

Відповідно до стандарту, який встановлює правила зображення і позначення нарізів на рисунках в усіх галузях промисловості, прийнято такі способи їх подання:

а) на стержні – суцільними основними лініями по зовнішньому діаметру нарізі і суцільними, тонкими – по внутрішньому.

На зображеннях, утворених проєціюванням на площину, що паралельну осі стержня, суцільну тонку лінію по внутрішньому діаметру нарізі проводять на всю довжину нарізі без збігу (рис. 6.1, 6.2).

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

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

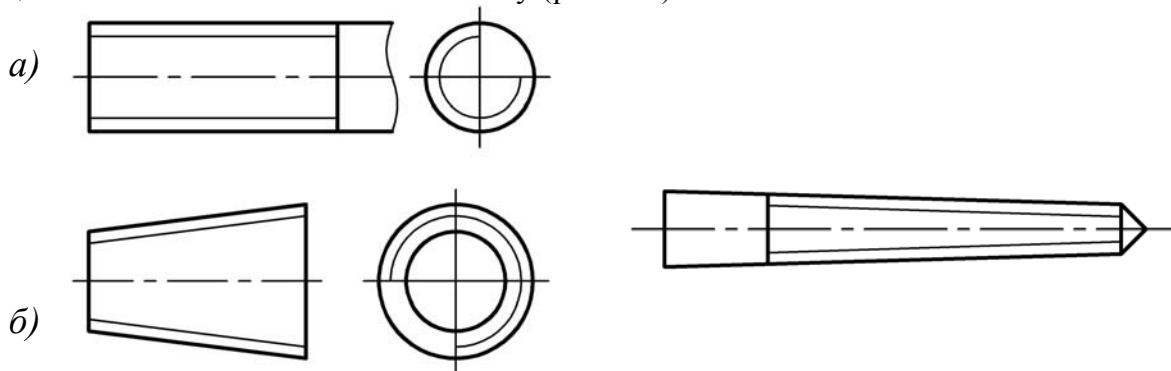


Рис. 6.1. Зображення нарізі в проєкціях

6.2. Зображення нарізі на стержнях

Невидиму наріз слід зображувати штриховими лініями однакової товщини і по зовнішньому, і по внутрішньому діаметрах (рис.6. 4).

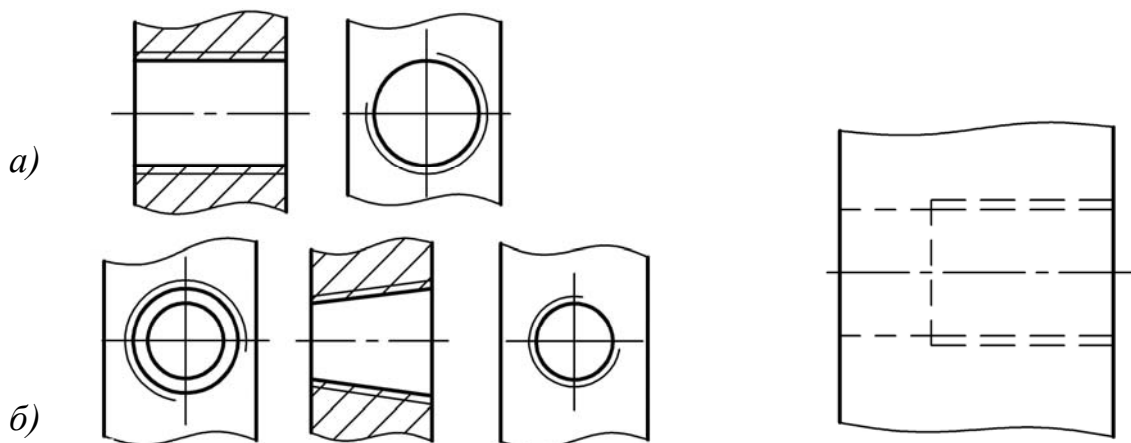


Рис. 6.3. Зображення нарізі в отворах

Рис. 6.4. Зображення невидимої нарізі в отворі

Межа повного профілю нарізі, не враховуючи збігу, на стержні та в отворі проводиться до лінії зовнішнього діаметра нарізі і зображається суцільною основною лінією, перпендикулярною до осі нарізі.

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

Розмір довжини нарізі слід позначити в таких випадках:

коли зображено довжину нарізі повного профілю без збігу – відповідно до рис. 6.6, а;

коли зображено довжину всієї нарізаної частини зі збігом – (рис. 6.6, б);

коли необхідно показати величину збігу нарізі – (рис. 6.6, в).

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

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

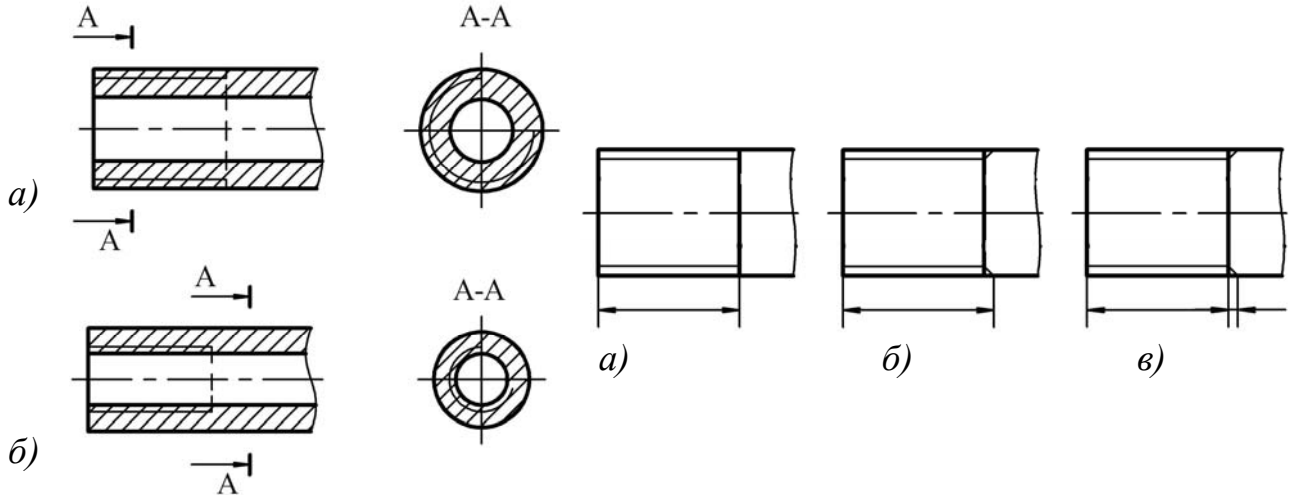


Рис. 6.5. Зображення нарізі в розрізах і перерізах: а – на стержні; б – в отворі

Рис. 6.6. Розмір довжини нарізі на стержні: а – повна нарізь без збігу; б – нарізь зі збігом; в – нарізь з позначенням величини збігу

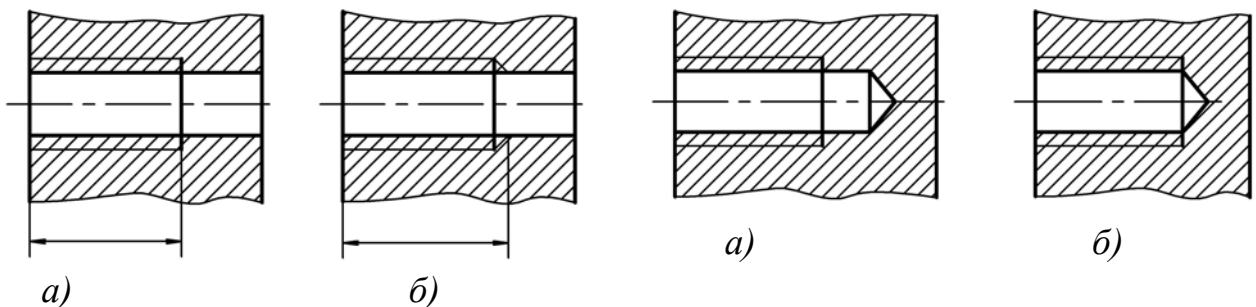


Рис. 6.7. Розмір довжини нарізі в отворі: а – повна нарізь; б – нарізь зі збігом

Рис. 6.8. Глухий отвір з нарізю

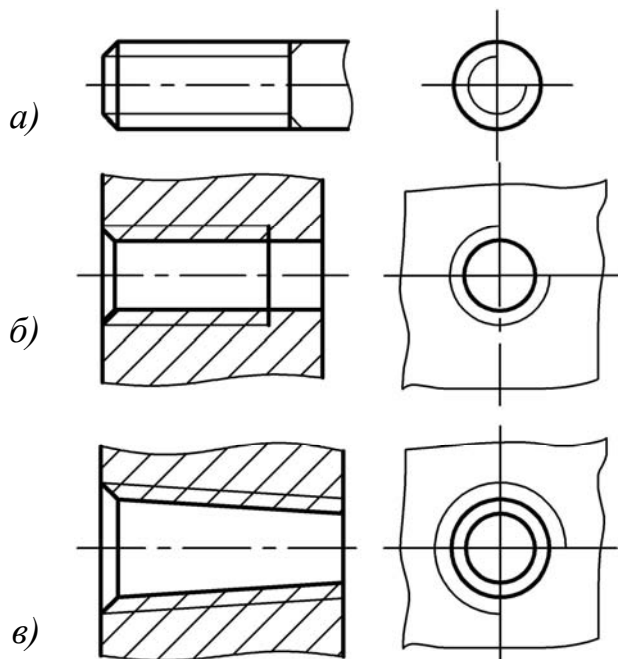


Рис. 6.9. Фаски: а – на стержні; б, в – в отворах

Глухий отвір з нарізю називають гніздом. Кінцева частина висвердленого гнізда звичайно має конічну форму (кут при вершині дорівнює 120°), як це показано на рис. 6.8, а, б. На рисунках, за якими нарізь не виготовляють, кінець глухого отвору допускається зображати, як показано на рис. 6.8, б.

Фаски на стержні, в отворі з нарізю, які не мають спеціального конструктивного призначення, у проекції на площині, перпендикулярній до осі стержня чи осі отвору, не зображуються (рис. 6.9). Суцільна тонка лінія зображення нарізі на стержні повинна перерізати лінію межі фаски (рис. 6.9, а).

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

Коли на рисунку потрібно показати нарізь, що має нестандартний профіль, слід застосувати місцевий розріз (рис. 6.11, а), виконати профіль нарізі на розрізі

(рис. 6.11, б) або зобразити ділянку профілю у збільшеному вигляді як виносний елемент (рис. 6.11, в).

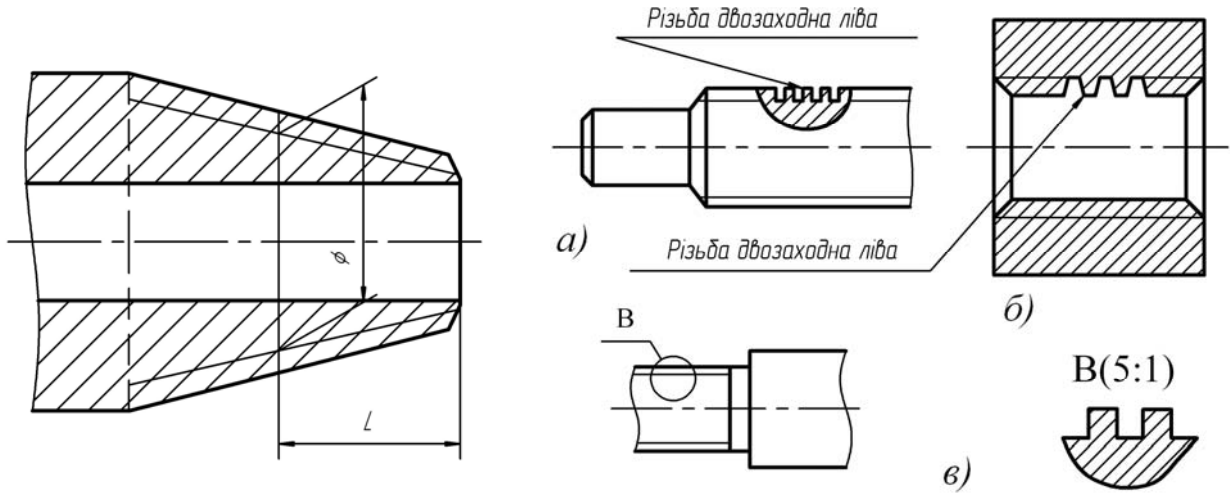


Рис. 6.10. Зображення основної площини нарізі на конічному стержні

Рис. 6.11. Позначення нарізі нестандартного профілю: а – місцевий розріз; б – повний розріз; в – на виносному елементі

Крім розмірів і граничних відхилень нарізі, на рисунках позначають додаткові дані про лівий напрямок нарізі (при цьому додають слово "нарізь").

На розрізах нарізного з'єднання на площині, паралельній до його осі, слід в отворі показувати лише ту частину нарізі, яка не закрита вкрученим у нього стержнем (рис.6.12).

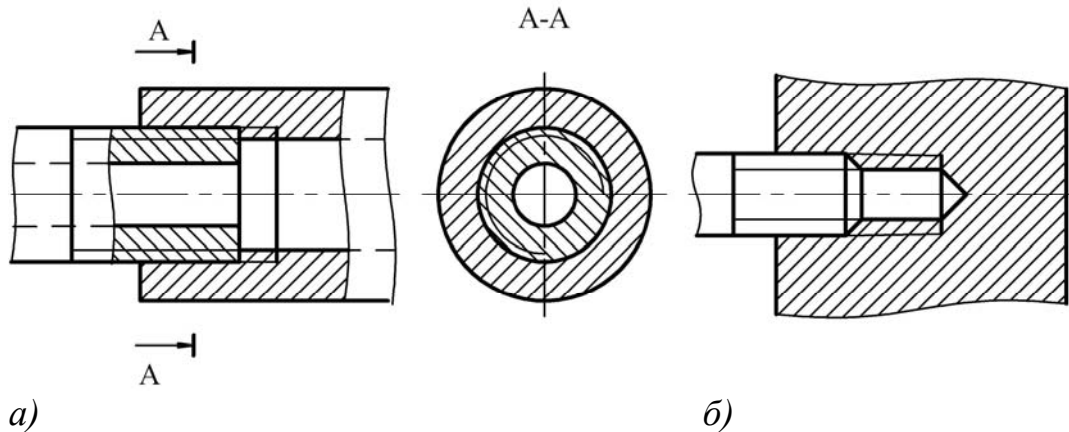


Рис. 6.12. Нарізни з'єднання: а – місцевий розріз з перерізом; б – повний розріз з перерізом

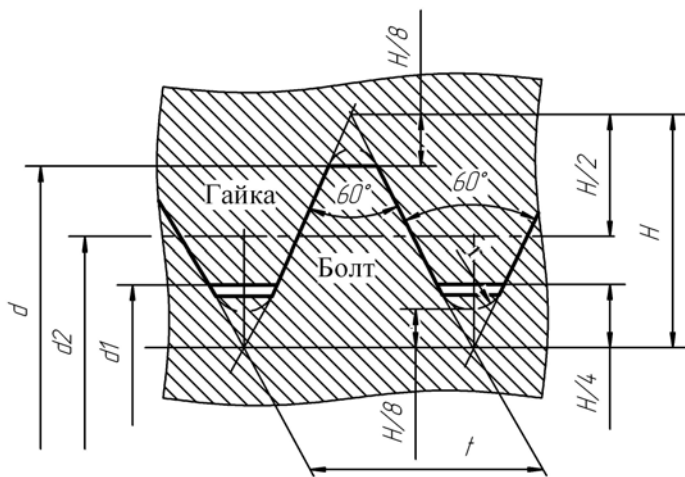


Рис. 6.13. Профіль метричної нарізі

Нарізь метрична. Профіль метричної нарізі визначається кутом, що дорівнює 60° (рис. 6.13); форма западини нарізі може бути як плоско зрізаною, так і заокругленою. Метрична нарізь стандартизована (ГОСТ 9150 – 59) і поділяється на нарізь з великим і малим кроком.

Метрична нарізь з великим кроком позначається буквою "М" та зовнішнім діаметром, наприклад, М24, М64 (рис. 6.13 і 6.14).

Позначення метричної нарізі з дрібним кроком складається з букви "М", зовнішнього діаметру і кроку, наприклад $M24 \times 2$, $M64 \times 2$ (рис. 6.15).

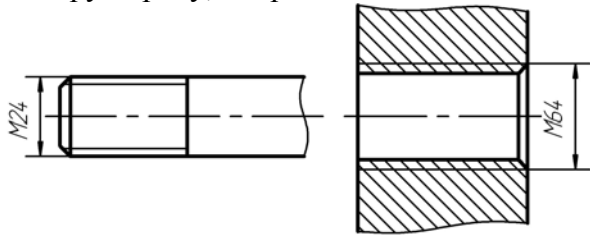


Рис. 6.14. Позначення нарізі на стержні та в отворі з великим кроком

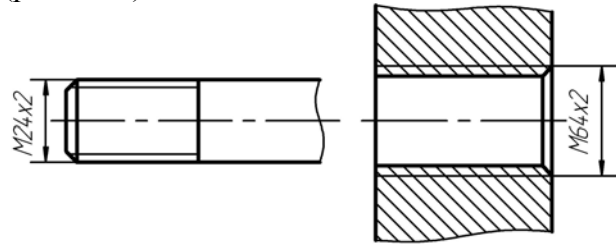


Рис. 6.15. Позначення нарізі на стержні та в отворі з малим кроком

Нарізь конічна дюймова. Нарізь дюймова має трикутний профіль з кутом при вершині 60° . На рисунках її позначають зовнішнім діаметром, вираженим у дюймах, наприклад, $K1/2$, $K1$, $K2$ (рис. 6.16).

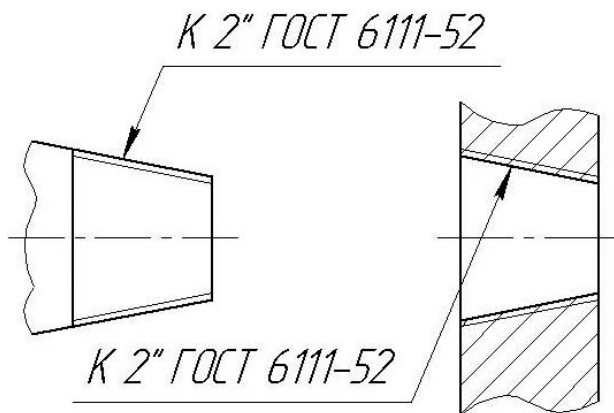


Рис. 6.16. Позначення дюймової нарізі: а – на стержні; б – в отворі

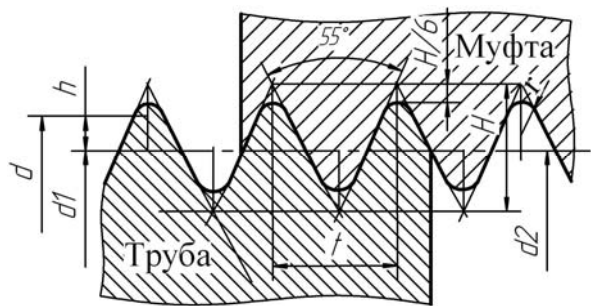


Рис. 6.17. Профіль дюймової нарізі із заокругленням

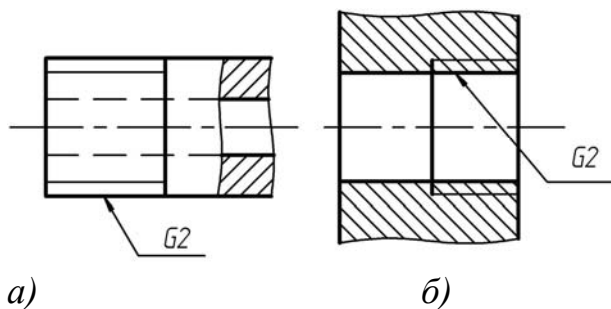


Рис. 6.18. Позначення трубної повної нарізі: а – на стержні; б – в отворі

Нарізь трубна циліндрична застосовується для з'єднання труб, арматури трубопроводів та інших тонкостінних деталей (пробки, заглушки та ін.). Кут профілю дорівнює 55° . Профіль нарізі виконують із закругленням (рис. 6.17). Номінальний діаметр трубної нарізі умовно віднесено до внутрішнього діаметра труби. Приклад умовного позначення трубної нарізі подано на рис. 6.18.

Нарізь трапецеїдальна. Ця нарізь призначена для передачі руху (у ходових гвинтах верстатів, гвинтах супортів, штурвальних гвинтах, вантажних гвинтах і т.д.). Кут профілю дорівнює 30° (рис. 6.19). Умовне позначення трапецеїдальної нарізі: $Tr 36 \times 6$ (де 36 – діаметр, 6 – крок нарізі в мм), (рис. 6.20).

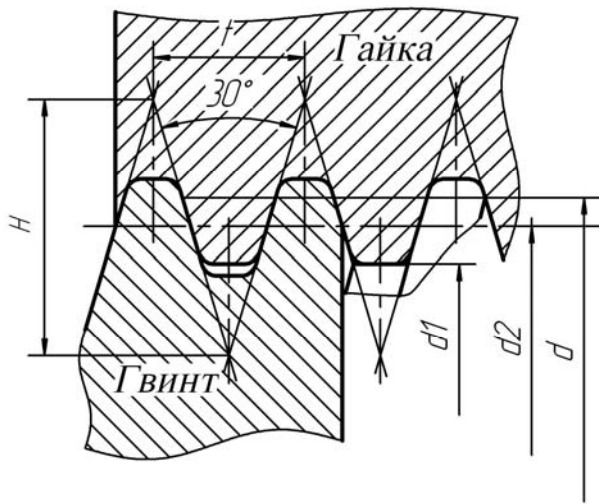


Рис. 6.19. Профіль трапецеїдальної нарізі

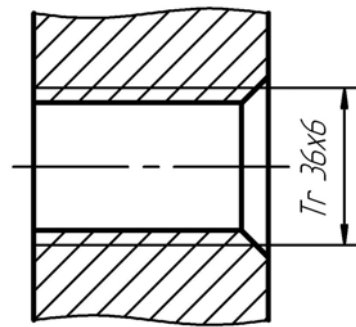


Рис. 6.20. Позначення трапецеїдальної нарізі в отворі

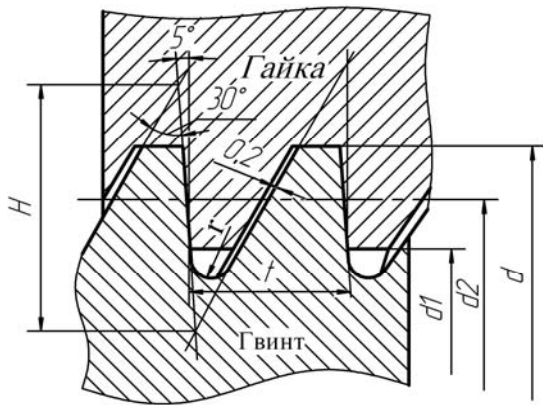


Рис. 6.21 Профіль упорної нарізі

Нарізь упорна. Упорна нарізь застосовується у механізмах з великим осьовим зусиллям (у гвинтових пресах, натискних гвинтах прокатних станів і т. д.). Профіль упорної нарізі показано на рис. 6.21. Умовне позначення нарізі діаметра – 70 мм і кроку 10 мм: $S 7 \times 10$.

Стандартизовано такі нарізи:

1. Нарізь метрична з великим і дрібним кроками трикутного профілю та кутом при вершині 60° (ГОСТ 8724 – 58). Розміри метричної нарізі для діаметрів від 1 до 600 мм встановлено ГОСТ 9150 – 59.

Розміри метричної нарізі з дрібним кроком відрізняються від розмірів з великим кроком тим, що при одному й тому самому зовнішньому діаметрі мають дрібніший крок і меншу глибину.

2. Нарізь трубна циліндрична з кутом при вершині 55° (ГОСТ 6357 – 52) виготовляється діаметром від $1/8$ до $6''$ з числом ниток на $1''$ від 28 до 11.

Номінальний діаметр трубної нарізі умовно віднесено до внутрішнього діаметра труби (D_y – умовний прохід). Умовне позначення трубної нарізі: $G 3/4$.

3. Нарізь трубна конічна в отворі. Конусність дорівнює 1 : 16. На цю нарізь стандарти встановлюють розміри діаметрів від $1/8$ до $6''$. Умовне позначення трубної конічної нарізі: $R_c 1/2$ (ГОСТ 6211 – 52) (рис. 6.22).

4. Нарізь конічна дюймова з кутом профілю 60° за ГОСТ 6111 – 52 застосовується для нарізних з'єднань паливних, масляних, водяних і повітряних трубопроводів, машин та верстатів. Умовне позначення конічної нарізі $K 3/4''$ ГОСТ 6111 – 52 (рис. 6.23).

5. Нарізь трапецеїдальна, профілем якої є рівнобічна трапеція з кутом 30° (ГОСТ 9484 – 60). Стандарт на цю нарізь передбачає діаметри від 10 до 640 мм. Умовне позначення трапецеїдальної нарізі $Tr 26 \times 5$.

6. Нарізь упорна – має профіль трапеції, одна із сторін якої нахилена під кутом 30° , а друга – під кутом 3° до нормалі, проведеної до осі нарізі. Упорна нарізь діаметром від 10 до 600 мм виконується за ГОСТ 10177 – 62.

7. Кругла нарізь має обмежене застосування.

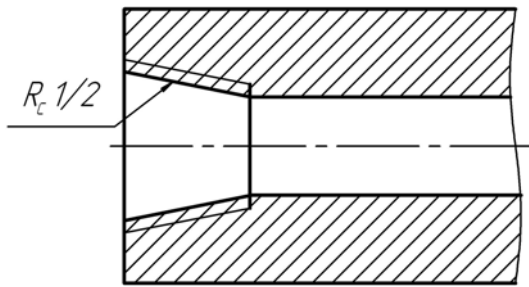


Рис. 6.22. Позначення нарізі трубною кінчної в отворі

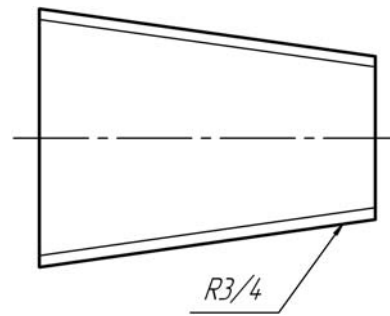


Рис. 6.23. Умовне позначення трубною кінчної нарізі на стержні

7. Нарізь дюймова трикутного профілю з кутом при вершині 55° має зовнішній діаметр від $3/16$ до $4''$. У позначенні дюймової нарізі подають лише її зовнішній діаметр у дюймах.

6.2 . Кріпильні деталі

Деталі для нерухомого скріплення частин машин і конструкцій – це звичайно елементи нарізних з'єднань: болти, гвинти, шпильки, гайки, шурупи, шайби, шплінти, штифти тощо. Кріпильні деталі креслять за стандартними розмірами.

Болт – кріпильна деталь для рознімного з'єднання деталей машин і споруд у вигляді стержнів з нарізю на одному кінці і шести - або чотиригранною головкою на іншому. Конструкції болтів дуже різноманітні залежно від призначення болтового з'єднання. Болти виготовляють з вуглецевої, низьколегованої або спеціальної сталі тощо за ГОСТ 5927 – 62. На складальних рисунках вони визначаються трьома розмірами: зовнішнім діаметром d , довжиною стержня l та довжиною нарізаної частини l_0 .

Гвинт – це циліндричний або конічний стержень, що має нарізь. 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 і т.д.;
- 4) вантажні – використовуються для піднімання важких предметів на невелику висоту, наприклад, у домкратах.

Шпилька – це кріпильна деталь для рознімного нарізного з'єднання, яка являє собою циліндричний стержень з нарізаною на обох кінцях нарізю. Один кінець її загвинчується у деталь, а на інший нагвинчується гайка. За зовнішнім виглядом згідно з ГОСТ 11765 – 66 і 11770 – 66 шпильки поділяють на два типи:

А – з однаковим номінальним діаметром нарізі та не нарізаної частини;

Б – з номінальними діаметрами нарізів, що є більшими за номінальний діаметр не нарізаної частини.

Гайка. Гайкою називається нарізний виріб, який має нарізаний отвір для нагвинчування на болт або шпильку, вона є замикаючою деталлю у силовому вузлі: болт – скріпна деталь – гайка.

Стандартні гайки бувають шестигранні, круглі та гайки-баранчики. За своєю конструкцією шестигранні гайки поділяються на звичайні, прорізні, коронкові, нормальні, низькі, високі, особливо високі з однією або двома фасками.

Вибір типу гайки залежить від призначення та умов роботи. Найпоширеніші у машинобудуванні звичайні шестигранні гайки. Високі й особливо високі гайки застосовуються при великих осьових зусиллях, а також у тих випадках, коли в процесі

експлуатації доводиться часто розбирати нарізні з'єднання. Низькі гайки застосовуються при невеликих осьових зусиллях.

Для з'єднань, що працюють зі змінним навантаженням та вібраціями, застосовуються прорізні й коронкові гайки з шплінтами.

Гайки-баранчики застосовуються тоді, коли їх треба закручувати вручну без допомоги ключа.

В умовному позначенні гайок показують: тип нарізі, діаметр, клас точності, номер підгрупи матеріалу, покриття і номер ГОСТу 3150 – 69.

Шайба. Шайбою називається 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. Шайби виготовляють із сталі марок: Ст.0, Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.4. 08,10, 15,20,25, 30,35 і 40; А 12 за розмірами діаметра стержня кріпильної деталі за ГОСТ 11371 – 65.

Шплінт. Шплінтом називають пруток або шматок дроту, який пропускають крізь радіальний отвір деталі (гайки, болта, вала і т. д.), який призначено для їх взаємного фіксування.

Шплінти розвідні з дроту, зігнутого вдвоє, або з сталевих штабок за ГОСТ 397 – 66 призначаються для взаємного фіксування положення деталей, наприклад, болта відносно прорізних або коронкових гайок і т. д. Кінці шплінта після встановлення в деталь розводять.

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

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

Штифти циліндричні виконуються згідно з ГОСТ 3128 – 60, конічні – ГОСТ 9464 – 60.

Шпонка – це деталь, що з'єднує вал з розташованим на ньому зубчастим колесом для передавання крутного моменту. Найчастіше застосовуються шпонки призматичні (ГОСТ 8789 – 58), клинові (ГОСТ 8792 – 58) та сегментні (ГОСТ 8795).

6.3. Болтове з'єднання

У машинобудуванні, а також у навчальній практиці під час виконання складальних рисунків болти, гайки і шайби інколи зображують за відносними розмірами залежно від зовнішнього діаметра болта d .

Болтове з'єднання – це вузол, який складається з болта, гайки, шайби та з'єднуваних деталей (рис. 6.24). У деталях 1 і 2, які треба з'єднати, просвердлюють отвір діаметром $1,1 d : d_2 = (1,05 \div 1,1)d$. В отвір вставляють болт 5, на нього надівають шайбу 3 та нагвинчують гайку 4. Діаметр болта визначають конструктивним розрахунком.

Довжину L болта розраховують за формулою:

$$L = H_1 + H_2 + S_{ш} + H + a + c,$$

де $H_1 + H_2$ – товщина з'єднуваних деталей 1 і 2 (для навчального завдання величини H_1 і H_2 можуть вибрати самі студенти);

$S_{ш}$ – товщина шайби;

H – висота гайки;

a – запас нарізі на вихід із гайки;

c – висота фаски на стержні болта.

Послідовність креслення така:

1. Будують на горизонтальній проекції допоміжне коло радіусом $D/2$ (D має дорівнювати $2d$) і вписують у нього правильний шестикутник.

Вписують коло, дотичне до сторін шестикутника, яке позначить на горизонтальній центровій осі фігури точку I .

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

3. Проводять на горизонтальній проекції коло, що відповідає зовнішньому діаметру шайби $D_m = 2,2d$.

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

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, до перетину її з лінією, яка ділить бічну грань навпіл.

5. Визначають на головному виді проекції I' точки I (на гайці й головці болта) і під кутом 30° через I' проводять фронтальні проекції контуру фаски. Якщо кінець стержня болта має конічну форму, то $c = 0,12d$. Радіус округлення гайки і головки болта на боковому виді $R_A = d$.

Радіус r_a округлення стержня у місці переходу до головки болта приймають у межах 1,5 – 2 мм. Товщину S_u шайби беруть $0,15d$; діаметр отвору під болт – $d_2 = 1,05 \div 1,1 d$. Довжину нарізаної частини болта розраховують за формулою: $10 \approx 2 d + 6 \text{ мм}$ – для болтів із довжиною стержня $L \leq 150 \text{ мм}$ і $L_0 \approx 2 d + 12 \text{ мм}$ – при $L > 150 \text{ мм}$.

Наводимо приклад визначення довжини l болта $M24$ для з'єднання деталей товщиною $H_1 = 30 \text{ мм}$ і $H_2 = 30 \text{ мм}$.

Довжина болта

$$L = H_1 + H_2 + S_u + H + a + c = 30 + 30 + 3,6 + 19,2 + 6,0 + 2,9 = 91,7 \text{ мм.}$$

Знайдену довжину болта порівнюють із стандартними значеннями і округляють до найближчого стандартного розміру. Для нашого прикладу беремо $L = 95 \text{ мм}$.

У ГОСТі розміри довжини L від 20 до 120 мм закінчуються на 0 і 5, а від 120 мм і вище – на 0.

На рис 6.32 болтове з'єднання виконано у трьох видах (проекціях): на головному виді виконано фронтальний розріз, на виді зліва – розріз профільною площиною; вид зверху виконано без розрізу. Болт, гайку, шайбу умовно в зображеннях не розрізаються.

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

Примітка. У завданнях на болтове з'єднання з навчальною метою гайки викреслюють із фасками.

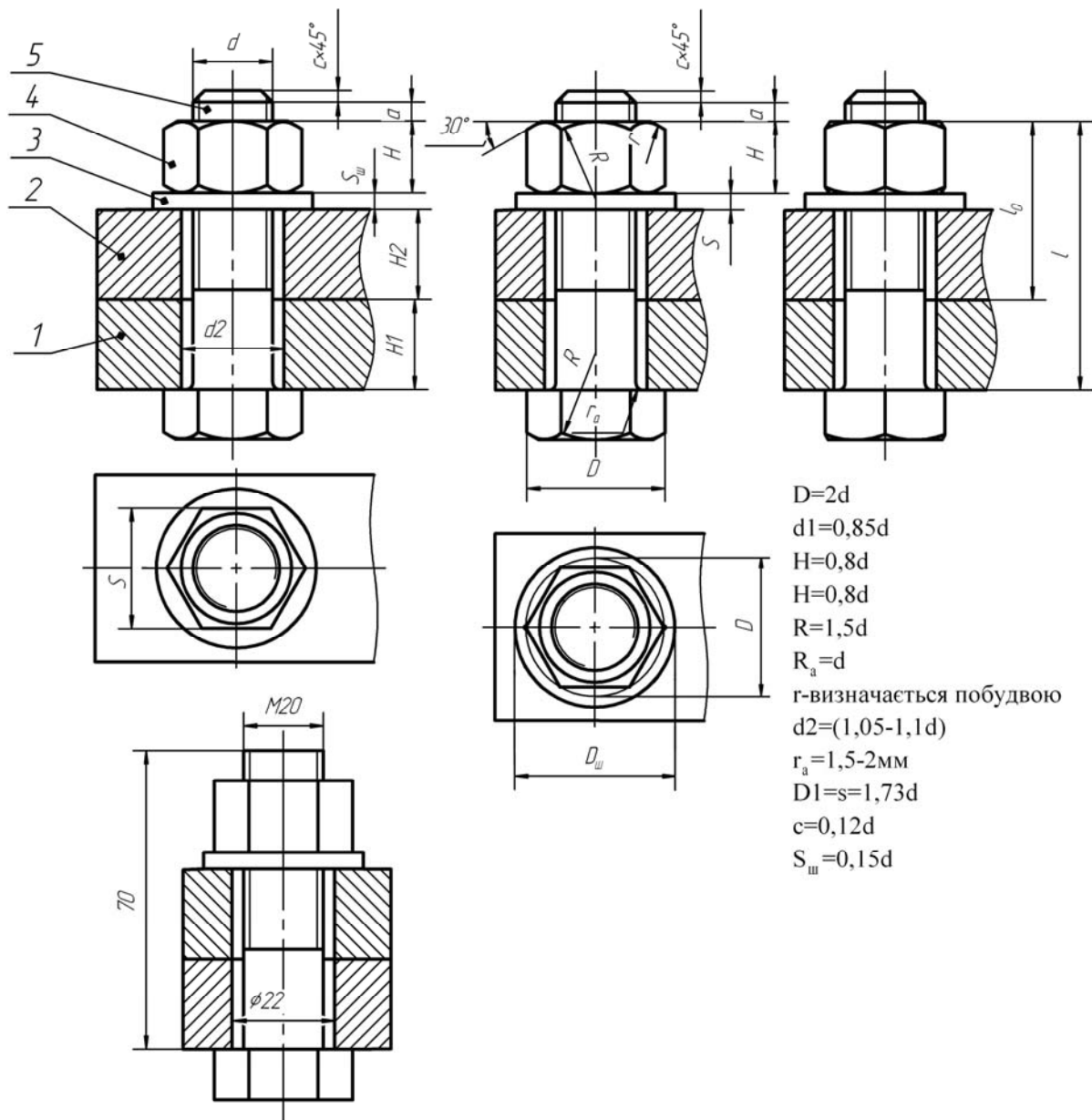


Рис. 6.24. Болтове з'єднання

6.4. З'єднання шпилькою

Шпилькові з'єднання застосовують тоді, коли конструкція не має місця для головок болтів або одна із з'єднувальних деталей має велику товщину і недоцільно свердлити наскрізний отвір для встановлення довгих болтів. Крім економії в габаритах, шпилькові з'єднання зменшують вагу конструкції.

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

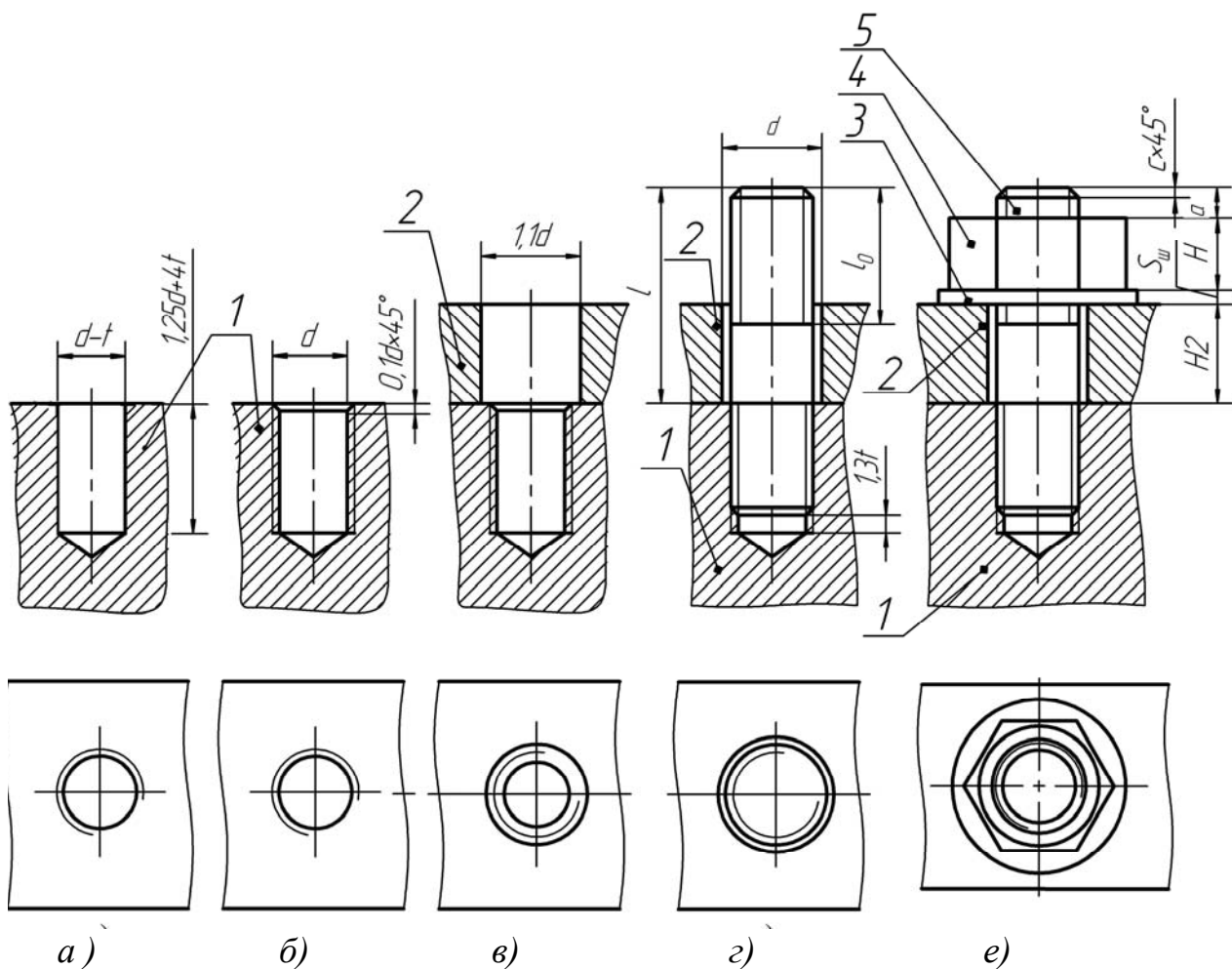


Рис. 6.25. З'єднання шпилькою

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 залежно від діаметра нарізи шпильки d і кроку нарізи t .

Приклад шпилькового з'єднання подано на рис. 6.25. На головному зображенні виконано фронтальний розріз, причому шпилька, гайка і шайба умовно зображені нерозрізаними. Види зверху і зліва виконано без розрізу. На кресленку позначають лише три розміри: діаметр, довжину шпильки і діаметр отвору у верхній скріплювальній деталі. Гайка виконана спрощено без зображення фасок.

6.5. З'єднувальні частини з нарізю для трубопроводів

Номінальний внутрішній діаметр трубопроводу (рис. 6.26) називається умовним проходом D_v з'єднувальних частин арматури і трубопроводів.

Для з'єднання труб, а також коли необхідно змінити напрям або діаметр труби, застосовують з'єднувальні фасонні частини (фітинги) – кутики (рис. 6.27), трійники (рис. 6.28), муфти (рис. 6.29), хрестовини, ніпелі та ін.

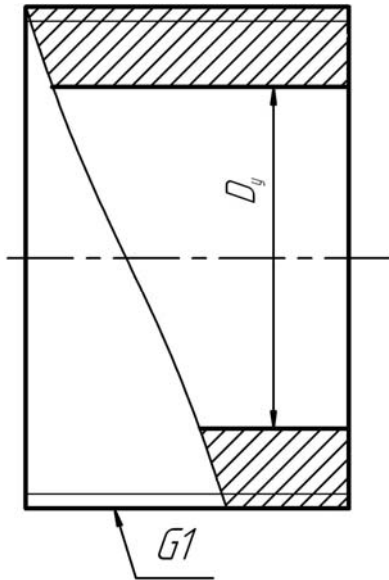


Рис. 6.26. Позначення умовного проходу трубопроводу

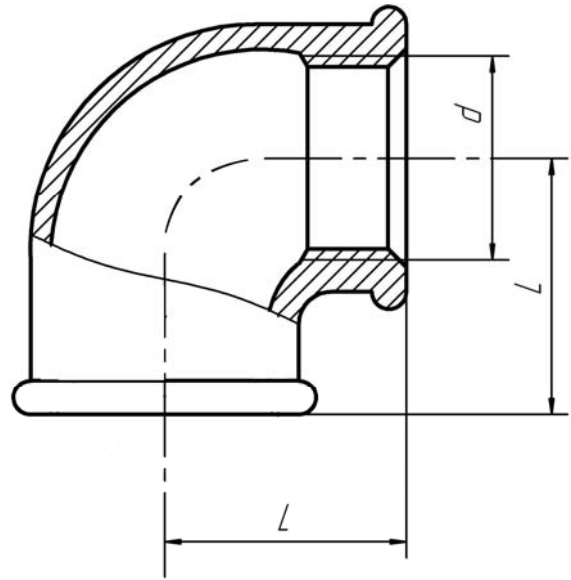


Рис. 6.27. Кресленик кутика

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 (0) для оцинкованих частин; умовні проходи D_y ; починаючи з найбільшого отвору у наскрізному проході (попередньо). Коли D_y однаковий на всій з'єднувальній частині, то його показують один раз.

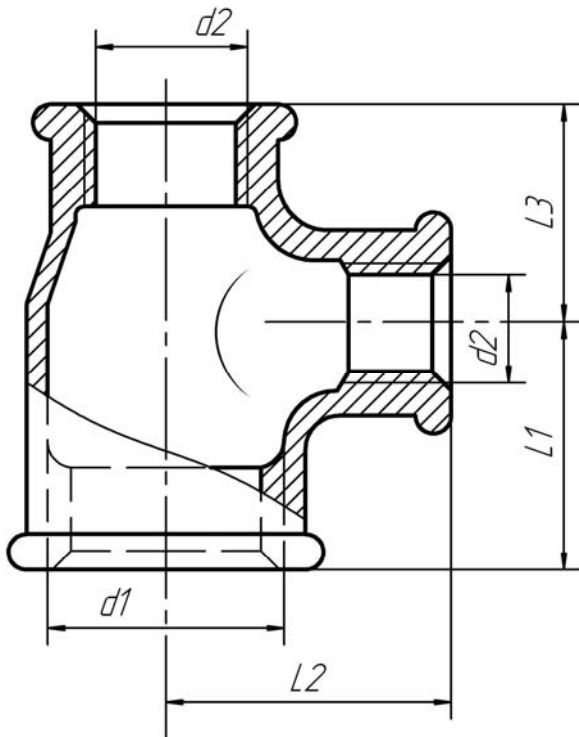


Рис. 6.28. Кресленик трійника

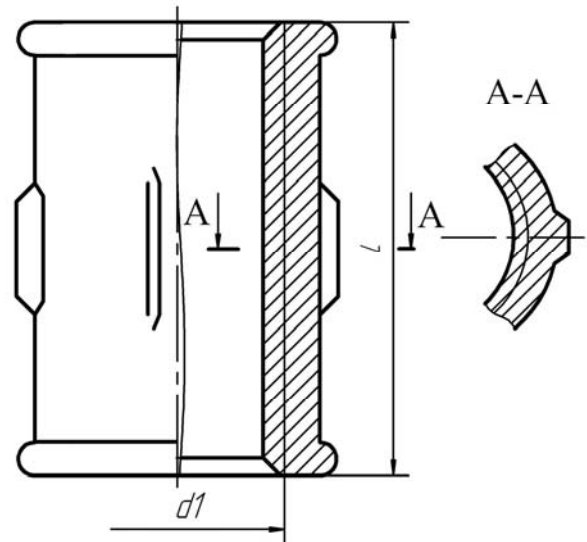


Рис. 6.29. Кресленик муфти

Розглянемо, як здійснюється з'єднання труб за допомогою муфти. На кінцях труби виконують нарізб різної довжини (рис. 6.30). Спочатку на кінець труби l , яка має більшу нарізану 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 нарізаний кінець на правій трубі буде більшим від довжини муфти і товщини контргайки, а на лівій – дорівнюватиме приблизно половині довжини муфти. Для з'єднання труб (\circ) муфту згвинчують з правого кінця труби і нагвинчують на лівий 5 до кінця. Після цього нагвинчують контргайку до положення, при якому між муфтою і контргайкою може розміститись прокладка 3 , і затягують контргайку до кінця.

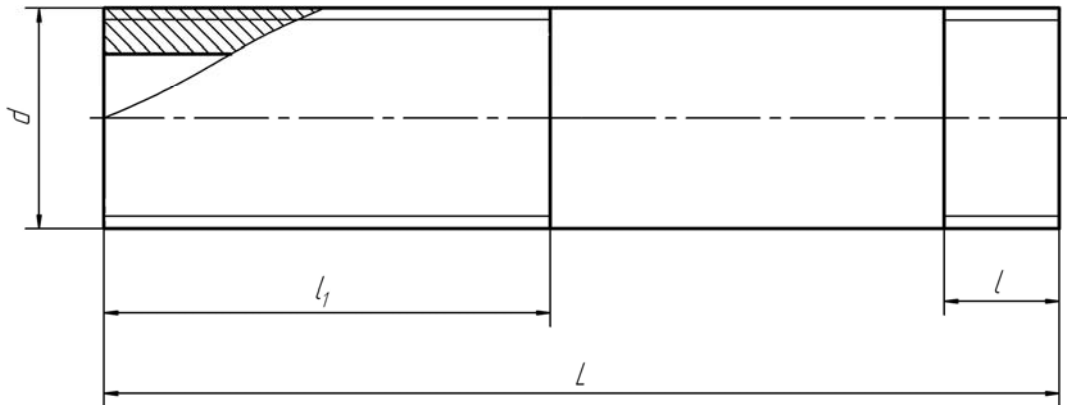


Рис. 6.30. Нарізь на кінцях труби

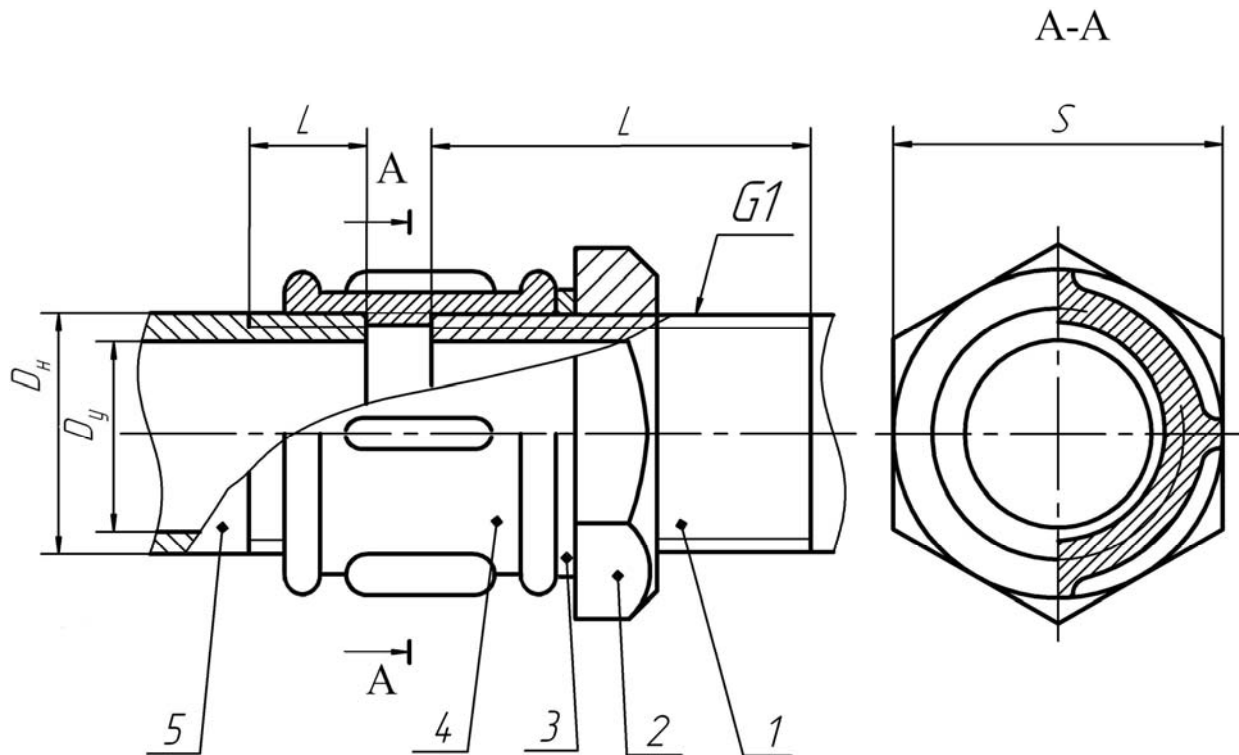


Рис. 6.31. З'єднання труб муфтою

На рисунках з'єднувальних частин трубопроводів у позначенні трубної нарізі подають не зовнішній діаметр нарізі, як для інших стандартних нарізів, а розмір внутрішнього діаметра труби (причому умовний), на якому зроблена нарізь.

Зовнішній діаметр труби буде більшим від товщини її стінки на подвійну величину.

Приклад зображення різних з'єднань наведено на рис. 6.32.

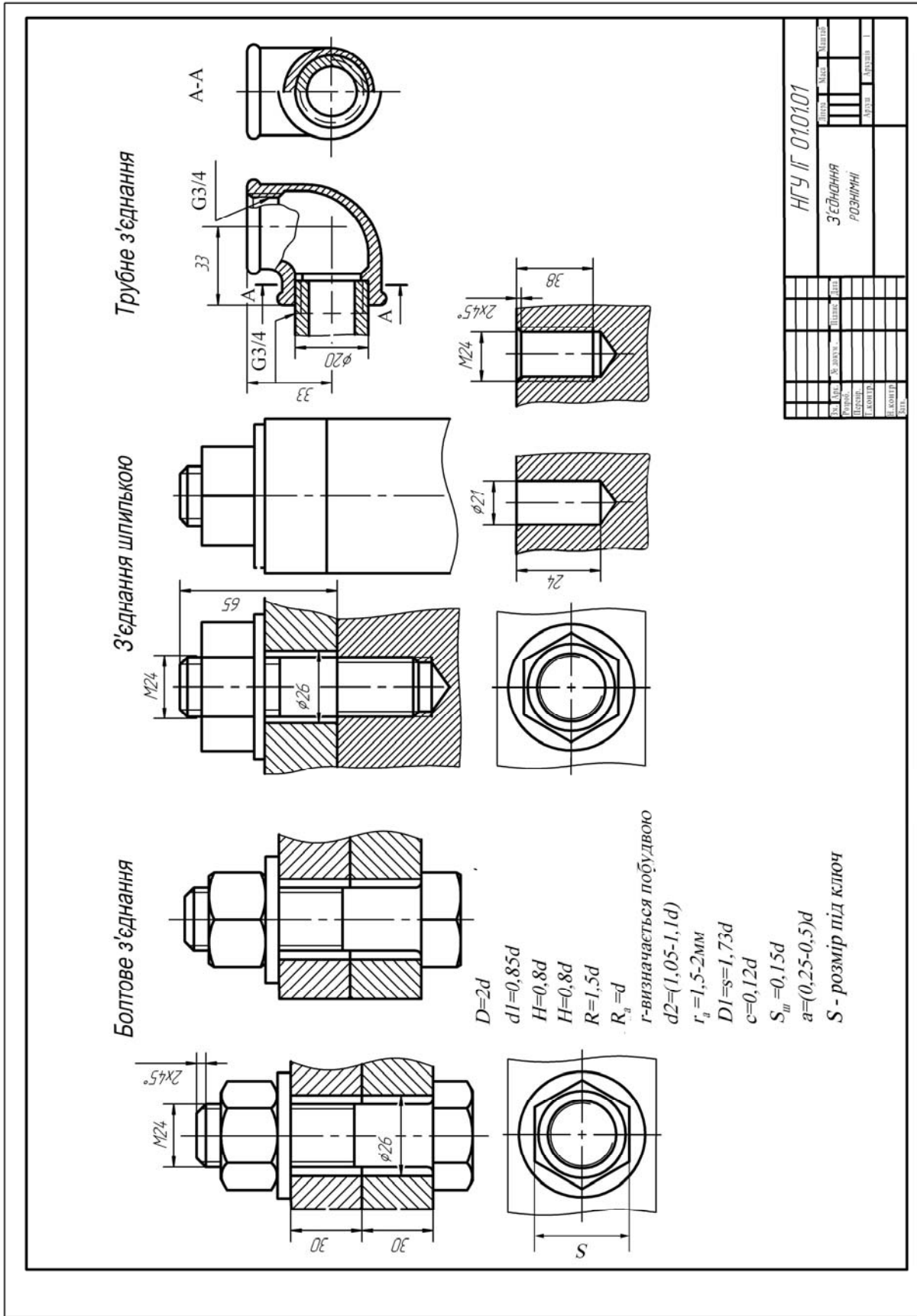


Рис. 6.32. Приклад зображення з'єднання болтом, шпилькою та трубне з'єднання на аркуші формату А3

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

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

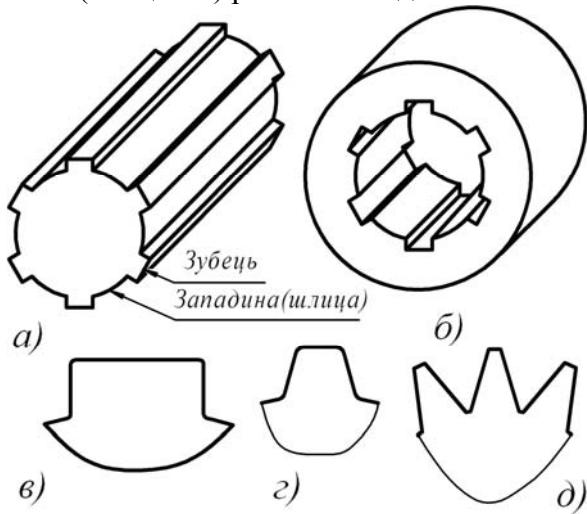


Рис. 6.33. Шліцьові поверхні:

- а* – зовнішня; *б* – внутрішня;
- в* – прямо бічний зубець;
- г* – евольвентний зубець;
- д* – трикутний зубець

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

Згідно з ГОСТ 2.409 – 68, зубчасті поверхні валів і отвору, які з'єднуються, 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.

Усі ці лінії проводять тонко. Твірні циліндра западин повинні перерізати лінію межі фаски і проходити по її зображенню.

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

На зображенні торця зубчастої частини вала показують профіль тільки одного зуба і 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 необхідності допускається зображати більше число зубців і западин.

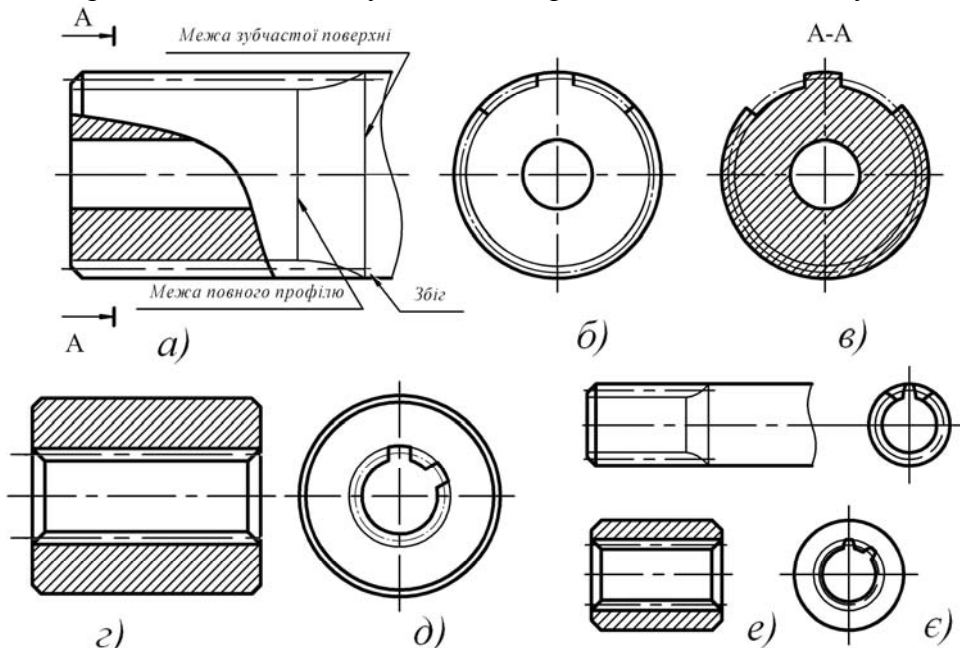


Рис. 6.34. Зображення прямокутних шліцьових поверхонь: *а, б* – на стержні; *в* – у вигляді перерізу; *г, д* – в отворі; *е, е* – евольвентні шліци

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

Якщо деталі, що мають зубчасті отвори, викреслюють в поздовжньому розрізі, западини умовно суміщують 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).

Всі розглянуті вище умовні позначення застосовують при зображенні деталей зубчастих з'єднань евольвентного та трикутного профілів. Кресленик цих деталей доповнюють зображеннями твірних ділительних циліндрів (рис. 6.34, е) і ділительних кіл (рис. 6.34, ж), які викреслюють тонкими штрих пунктирними лініями.

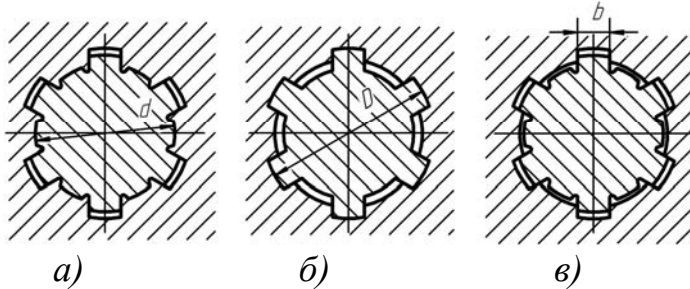


Рис. 6.35. Способи центрування прямокутних шліцьових поверхонь: а – по внутрішньому діаметру; б – по зовнішньому діаметру; в – по бокових сторонах зубців

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 ; після знака у вигляді хрестика номінальний розмір внутрішнього діаметра – d ; після знака у вигляді хрестика номінальний розмір зовнішнього діаметра – D ; допуски (посадки) на розмір центруючого діаметра (D або d) і на розмір b ; при центруванні по бічних сторонах зубців указують допуск тільки на розмір b .

Застосовують три способи центрування отвору деталі на валу при зубчастому з'єднанні прямокутного профілю: по внутрішньому діаметру (рис. 6.35, а), 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

$\sqrt{Ra\ 8}$	
Умовні позначення за ГОСТ 1139–58	$D6 \times 23 \times H7e8$
Число зубців	Z 6

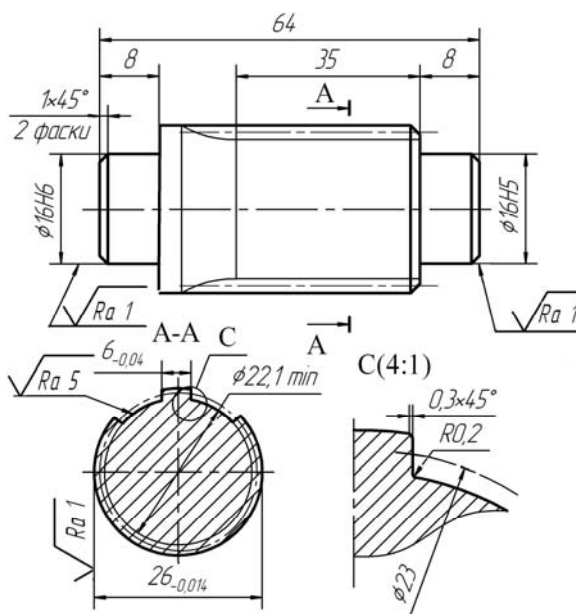


Рис. 6.36. Приклад оформлення робочих креслеників шліцьових валів

ГОСТ 2.409 – 74 встановив зміст і оформлення робочих креслеників деталей, призначених для зубчастого (шліцьового) з'єднання. У правому верхньому кутку креслення на відстані 20 мм від верхньої лінії рамки розташовується таблиця параметрів. У верхній рядок таблиці вписують умовне позначення за ГОСТ 1139 – 58, якщо зображуються деталі прямокутного зубчастого з'єднання (позначення, приклади яких були розібрані вище). У другому рядку вказують число зубців вала або число западин в отворі втулки (рис. 6.36).

На зображеннях зубчастих валів проставляють розмір довжини зубців повного профілю (до збігу). При 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 – за ГОСТ 1139 – 58.

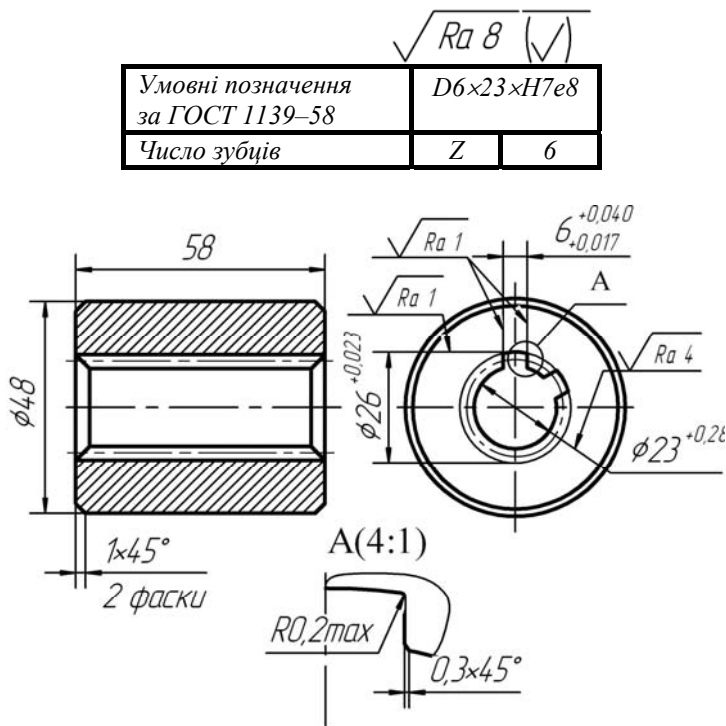


Рис. 6.37. Приклад оформлення робочого кресленника шліцьової муфти

На робочих креслениках деталей із зубчастими отворами прямокутного профілю проставляють розміри зовнішнього і 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, встановлюють за ГОСТ 16530 – 70 і 16531 – 70. Згідно з цими стандартами, циліндричні зубчасті колеса, що є основними деталями передач з паралельними валами (рис. 6.38, а), подумки підрозділяють на дві частини: зубчатий вінець та 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, б).

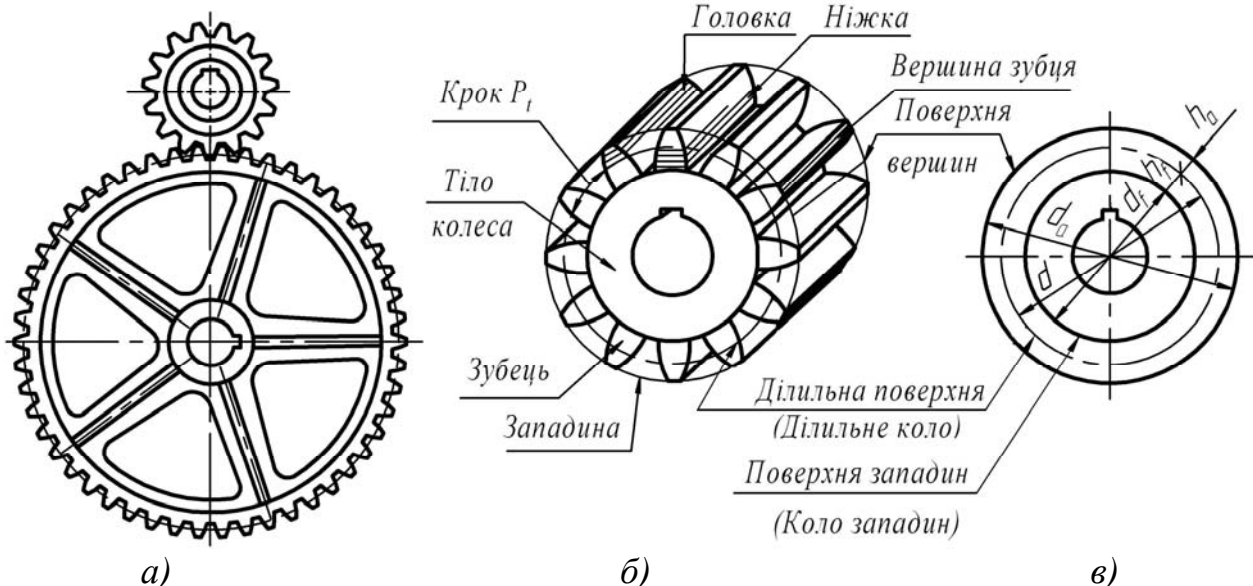


Рис. 6.38. а – з'єднання циліндричних зубчастих коліс; б – позначення елементів зубчастого колеса; в – спрощене зображення зубчастого колеса

Третя уявна циліндрична поверхня, яка має назву ділильна, знаходиться між першими двома. Вона ділить зубці на два елементи: головку (частина зубця, яка знаходиться між поверхнею вершин і ділильною поверхнею), ніжку (частина зубця, яка знаходиться між

ділильною поверхнею та поверхнею западин). На рис. 6.38, б головка і ніжка виділені штрихуванням.

Як видно з рис. 6.38, а, виконання натурального зображення зубчастих коліс вимагає великої витрати часу, тому на креслениках їх зображають спрощено, як на рис. 6.38, в. Зубчастий вінець зображують трьома колами, проекціями поверхонь вершин, ділильної поверхні та поверхні западин.

Коло вершин, діаметр якого позначають буквами d_a проводять суцільною товстою лінією, ділильне коло проводять штрих пунктирною тонкою лінією, діаметр цього кола позначають буквою d . Коло западин викреслюють суцільною тонкою лінією, позначення діаметра цього кола – d_f .

Розмірною лінією на ділильному колі (рис. 6.38, б) виділена ділянка, яка визначає крок зубців, – відстань між однойменними точками профілю двох сусідніх зубців. Вимірюють величину кроку по дузі ділильного кола (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 3,14 рази менша від кроку зубців, тобто $m = \frac{P_t}{\pi}$.

У розрахунках застосовують стандартні модулі, виражені в міліметрах, їх числові значення наведені в табл. 1.

За допомогою модуля підраховують загальну висоту зубця h і висоти його елементів: головки h_a , ніжки h_f . Якщо застосовують великі модулі (більше 1 мм), то висоту зубця приймають для циліндричних коліс $2,25 m$, висота ніжки $h_f = 1,25 m$, висота головки $h_a = m$.

Висота зубця дрібно модульного колеса $h = 2,3 m$, ніжки $h_f = 1,3 m$, головки $h_a = m$.

Таблиця 6.1 Модулі 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 теж буде дорівнювати *обводному кроку зубців*. Отже, в кожному відрізьку ділильного кола, який дорівнює кроку, знаходиться по одному зубу, а розмір кроку складеться по ділильному колу 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 π :

$$\pi d = P_t z,$$

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 ділительного кола і двох висот головок зубців: $d_a = d + 2 h_a$; висота кожної ніжки дорівнює модулю, тоді $d_a = d + 2 m$.

Розмір діаметра кола западин менший від діаметра ділительного кола на величину, яка дорівнює двом висотам ніжки, отже, $d_f = d - 2 h_f$; підставляємо значення $h_f = 1,25 m$, тоді $d_f = d - 2 \times 1,25 m$; остаточно $d_f = d - 2,5 m$.

Для дрібно модульних циліндричних зубчастих коліс ($m = 1$ мм і менше) змінюється тільки остання формула, оскільки висота ніжки у них велика: $h_f = 1,3 m$; $d_f = d - 2,6 m$.

Початковими даними для підрахунку розмірів зубчастого вінця є число зубців і модуль. Для прикладу підрахуємо головні розміри зубчастого вінця циліндричного колеса, що має 18 зубців і модуль, який дорівнює 6 мм. Починають з визначення розміру діаметра ділительного кола: $d = mz = 6 \times 18 = 108$ мм; діаметр кола вершин $d_a = d + 2m = 108 + 2 \times 6 = 120$ мм; діаметр кола западин $d_f = d - 2,5m = 108 - 2,5 \times 6 = 93$ мм.

Робочі кресленики циліндричних зубчастих коліс. Три кола, про які говорилось вище, є основами трьох циліндрів зубчастого колеса, що мають загальну вісь: циліндра вершин, ділительного циліндра і циліндра западин. При викреслюванні зубчастого вінця колеса в розрізі проводять прямі твірні лінії для зображення цих циліндрів. Найбільш віддалені від осі твірної циліндра вершини проводять суцільною основною лінією, твірні ділительного циліндра – штрих пунктирною лінією, твірну циліндра западин проводять суцільною тонкою лінією (рис. 6.38).

Фігура, що обмежена твірними циліндра вершин і циліндра западин, є зображенням зуба, яке в розрізі не заштриховують. Вид зліва в більшості випадків повністю не викреслюють, а зображують тільки профіль отвору для вала (рис. 6.39).

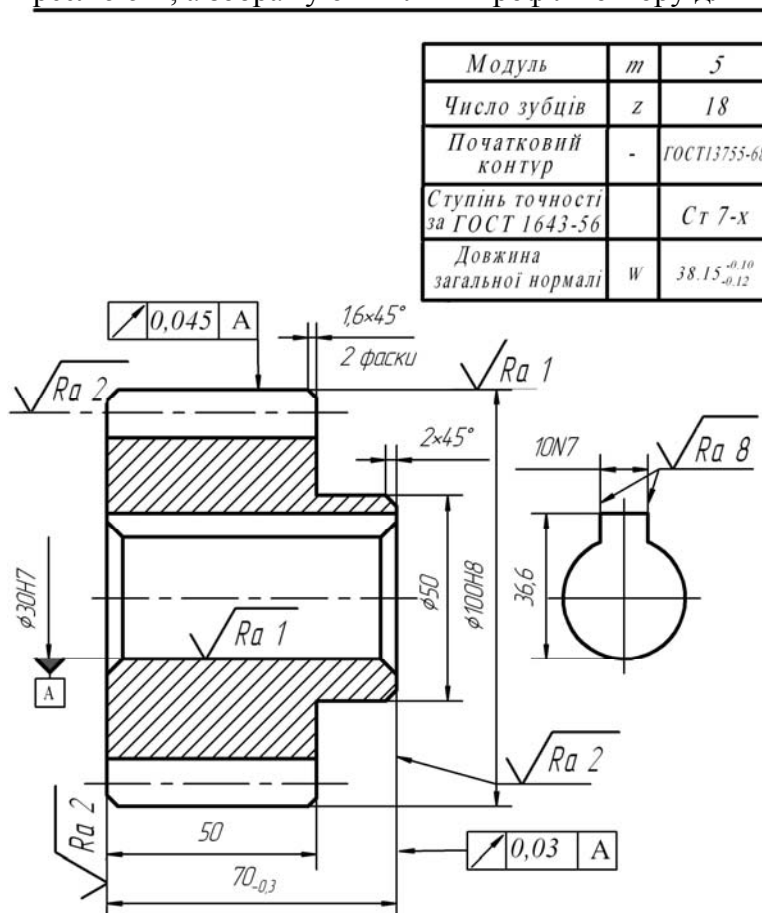


Рис. 6.39. Приклад робочого кресленника циліндричного зубчастого колеса з прямими зубцями

Прочитаємо робочий кресленник циліндричного зубчастого колеса (рис. 6.39). У таблиці параметрів немає рядка для кута нахилу зубця. Отже, на кресленику зображено колесо з прямими зубцями. З перших двох рядків таблиці дізнаємося про величину модуля і число зубців. У третьому рядку зроблено посилання на номер стандарту для початкового контура. Це означає, що зубці повинні мати евольвентний профіль і нормальну висоту – нарізування зубчастого вінця стандартним зуборізним інструментом. У четвертому рядку поміщені відомості про точність виготовлення зубців. Тут зроблено посилання на ГОСТ 1643 – 56, що встановлює ступінь точності для виготовлення циліндричних зубчастих коліс.

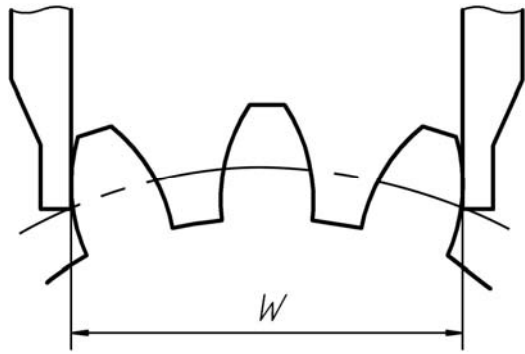


Рис. 6.40. Схема контролю розміру загальної нормалі

Виготовляти дане колесо будуть за допусками 7-го ступеня точності. У п'ятому рядку вказаний розмір, потрібний для перевірки точності виготовлення зубців, – довжина загальної нормалі W .

Схема контролю загальної нормалі зубчастого колеса показана на рис. 6.40.

Виконання ескізу циліндричного зубчастого колеса з натури. Для визначення модуля зубчастого колеса при виконанні ескізу з натури користуються формулою

$$m = \frac{d_a}{z + 2}$$

Ця формула одержана шляхом підстановки у відому нам формулу $d_a = d + 2m$ значення $d = mz$, тоді:

$$d_a = mz + 2m = m(z + 2).$$

Розв'язуючи одержане рівняння стосовно m , одержимо наведену вище формулу.

Послідовність виконання ескізу повинна бути такою:

Визначити модуль. Для цього потрібно порахувати число зубців на колесі та зміряти діаметр кола вершин, потім зробити підрахунок за формулою:

$$m = \frac{d_a}{z + 2}$$

Результати підрахунку звірити з таблицею модулів і, якщо вийшла величина, близька до стандартного модуля, прийняти стандартний модуль; підрахувати розмір діаметра діляльного кола за формулою:

$$d = mz$$

Підрахувати розмір діаметра кола западин за формулою

$$d_f = d - 2,5m$$

Якщо результати підрахунку модуля розходяться із стандартною величиною, потрібно уточнити величину діаметра кола вершин, одержану при обмірюванні колеса, стосовно стандартного модуля; для цього слід скористатися формулою:

$$d_a = d + 2m$$

Визначити число зображень, виконати їх, нанести розмірні лінії, зміряти колесо в місцях, розміри яких не визначаються розрахунками, і нанести розміри на ескізі. З розрахункових розмірів проставити тільки діаметр кола вершин, нанести позначення шорсткості поверхонь,

заповнити таблицю параметрів.

Розглянутим способом виконують ескізи циліндричних зубчастих коліс, що мають нормальну висоту зуба і модуль. Існують зубчасті колеса з коригованими зубцями, висота яких є субнормальною. У таблиці параметрів креслеників таких коліс указують дані про зріз головки зуба.

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 зуба (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.

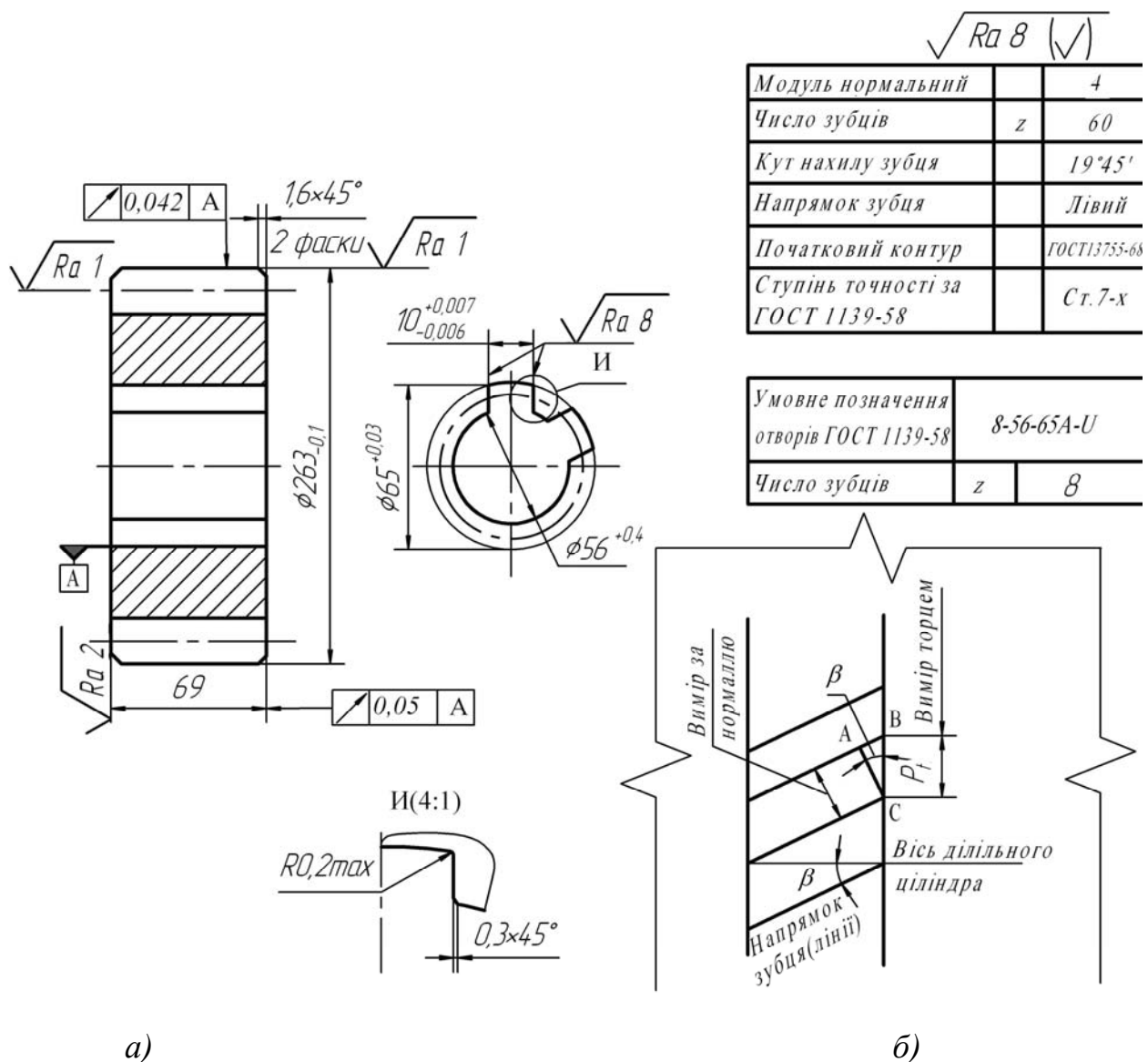


Рис. 6.41. а – приклад робочого кресленика косозубого циліндричного колеса, б – геометричні елементи косих зубців

Лінії похилих показують напрям зубців, а розміри P_t і P_n – вимірювання торцевого та нормального кроків. Розглядаючи прямокутний трикутник ABC з гіпотенузою, яка дорівнює торцевому кроку, і катетом, що дорівнює нормальному кроку, з'ясуємо залежність між цими величинами, кутом нахилу зубців $P_n = P_t \cos\beta$. Розділивши обидві частини рівності на число π , 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, де можуть бути вказані: нормальний модуль – для коліс, у яких він є стандартним за величиною, торцевий модуль – для колеса зі стандартним торцевим модулем, для окремих видів обробки зубців можуть бути вказані обидва модулі.

Діаметр ділительного кола підраховують за формулою $d = z m_t$, якщо вказаний торцевий модуль, за формулою $d = \frac{z m_n}{\beta}$. Діаметр кола вершин $d_a = d + 2 m_n$, діаметр кола, западин $d_f = d - 2,5 m_n$.

Величину кута нахилу зуба указують по відношенню до геометричної осі колеса (див. рис. 6.41, б). Якщо в таблиці записана довжина загальної нормалі, то зміна при контролі зубців повинна бути зроблена в тому самому напрямку, в якому вимірюють нормальний крок (див. рис. 6.41, б).

Робочі кресленики конічних зубчастих коліс. На рис. 6.42, а показано конічне зубчасте колесо з прямими зубцями, призначене для передачі обертання між валами, геометричні осі яких перетинаються. На рис. 6.42, б, в показані косі та кругові конічні колеса відповідно.

Згідно з ГОСТ 19325 – 73, основою для визначення розмірів цих коліс служить ділительний конус. Вершини і западини окреслюються відповідними конусами (рис. 6.43, а). Під прямим кутом до твірних ділительного конуса утворюються два додаткових конуса: зовнішній і внутрішній.

Частина твірною ділительного конуса, яка знаходиться між його вершиною і точкою перерізу із твірною зовнішнього додаткового конуса, називається конусною відстанню (рис. 6.43, б).

Ділительний конус, перерізаючись із зовнішнім додатковим конусом, утворює зовнішнє коло вершин зубців. Площина, в якій вона розташована, називається площиною зовнішнього кола зубців (рис. 6.43, в).

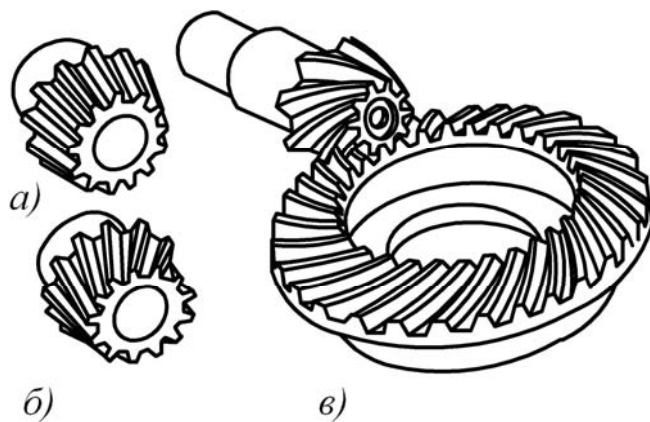


Рис. 6.42. Конічні колеса з різними видами зубців: а – прямі; б – косі; в – кругові

Базовою площиною конічного зубчастого колеса називають площину, перпендикулярну його осі, яка є визначальною при його обробці, монтажі й контролі (рис. 6.43, б). Розмір між вершиною ділительного конуса і базовою площиною, який визначений за геометричною віссю колеса, називається базовою відстанню.

У міру віддалення від зовнішнього додаткового конуса розміри зубців і западин, у тому числі й крок, скорочуються, найбільшими вони будуть на зовнішньому додатковому конусі і найменшими – на внутрішньому.

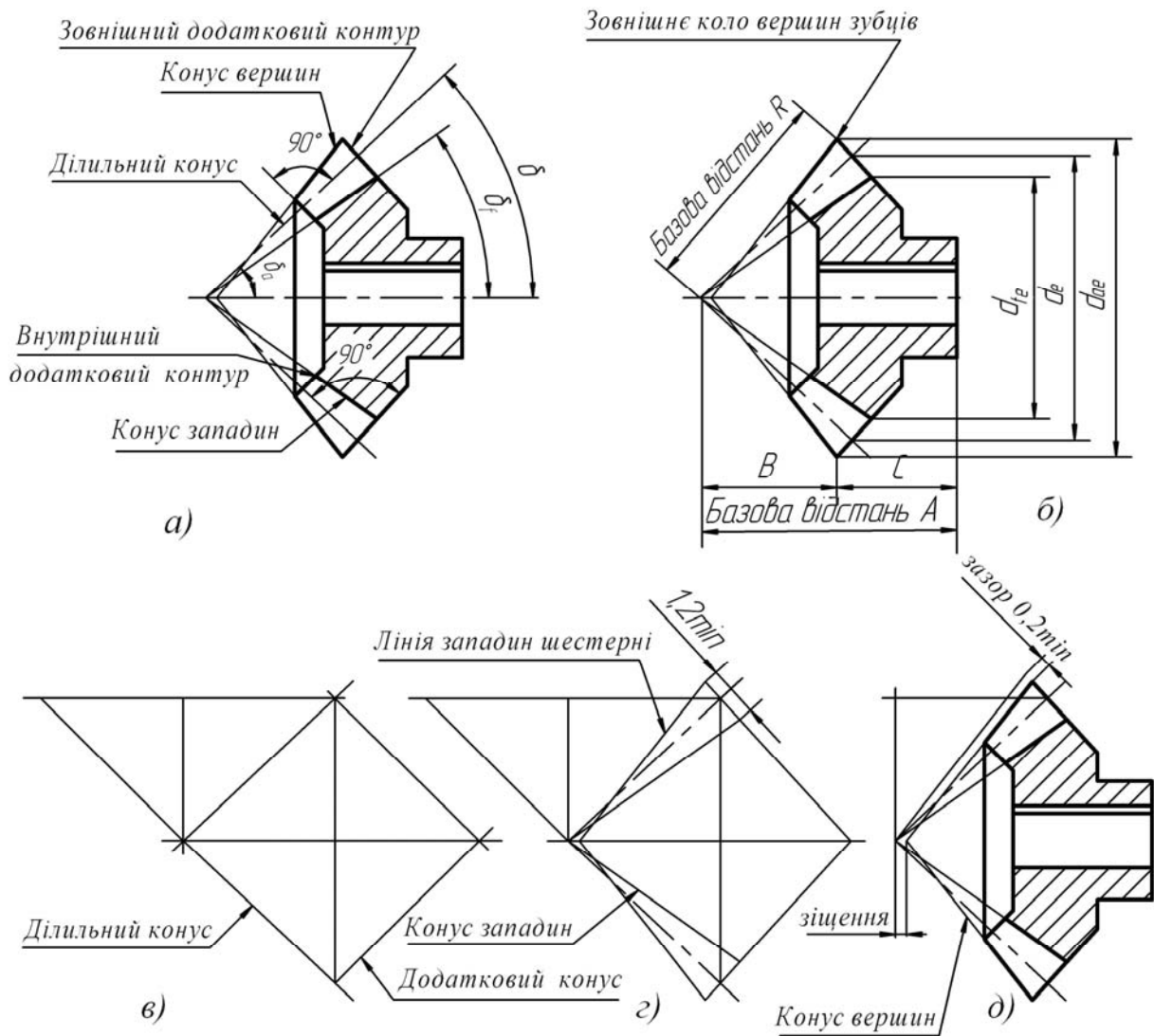


Рис. 6.43. Елементи конічних зубчастих коліс і послідовність їх креслення

Відповідно до зменшення кроку змінюється і величина модуля. Найбільший модуль називають зовнішнім і відзначають індексом e - m_e . Цей індекс присвоюють всім розрахунковим величинам, що відносяться до зовнішнього торцевого перерізу.

Розмір зовнішнього дільного діаметра d_e (діаметр основи дільного конуса) обчислюють за зовнішнім модулем $d_e = m_e z$. Діаметр зовнішнього кола вершин зубців конічного колеса (діаметр основи конуса вершин) підраховують за формулою:

$$d_{ae} = d_e + 2m_e \cos \delta_a.$$

На рис. 6.43, в, г, д показана послідовність побудови кресленника конічного колеса.

Ширину зубчастого вінця за твірною дільного конуса проставляють тільки в тому випадку, якщо зубчасте колесо має внутрішній додатковий конус (рис. 6.43, д), при плоскорізаному торці цей розмір не вказують. У всіх випадках проставляють розмір базової основи (рис. 6.44).

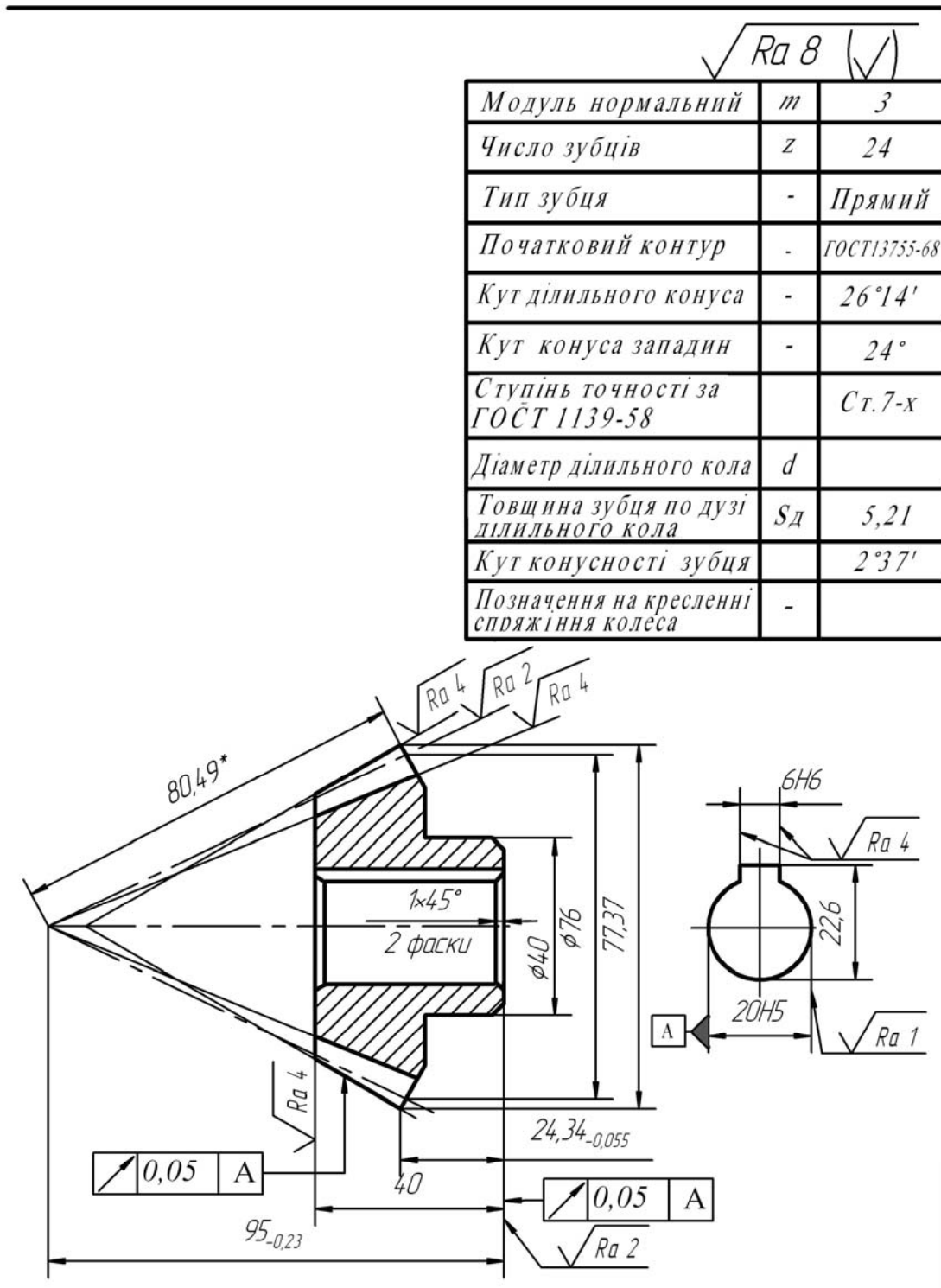


Рис. 6.44. Приклад робочого кресленника конічного зубчастого колеса з прямими зубцями

Зовнішню конусну відстань указують як довідковий розмір. Розміри кутів нахилу твірних ділильного конуса і конуса западин поміщають у таблицю параметрів. Тип зубців записують у таблицю з тієї причини, що окрім прямих можуть бути косі зубці, круглі зубці (рис. 267, б, в), евольвентної циклоїдної форми та ін. У таблиці параметрів надають також дані, які потрібні для контролю коліс після виготовлення, та довідкові дані.

6.8. Креслення черв'ячного колеса, черв'ячного гвинта і зубчастої рейки

Черв'ячна передача здійснює рух валів, геометричні осі яких схрещуються (рис. 6.45, а). Роль шестерні в цій передачі виконує черв'як, на якому нарізана трапецеїдальна нарізь. Гвинтові виступи черв'яка входять у зачеплення із зубцями колеса, утворюючи зубчато-гвинтову передачу. Визначення понять, що відносяться до черв'ячних передач, а також позначення параметрів і розмірів містяться в ГОСТ 18498 – 73.

Циліндричні черв'яки поділяються на декілька типів. Кожен тип відрізняється видом гвинтової поверхні, що обмежує бічні сторони витків. Назва кожного типу походить від кривої лінії, яка виходить у перерізі, перпендикулярному до осі черв'яка, тобто в торцевому перерізі.

Конволютними називаються черв'яки, торцеві профілі витків яких описані подовженою евольвентою (рис. 6.45, б). Для циліндричних черв'яків стандарт встановив буквено-цифрові позначення.

Ці позначення характеризуватимуть гвинтові поверхні черв'яків на робочих кресленнях.

Наприклад, якщо потрібно нарізувати конволютний черв'як з прямолінійним профілем витка, то в нормальному перерізі його позначають на кресленні *ZN1*, 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, з).

Назвою типу черв'яка або буквено-цифровими позначеннями, вказаними в робочих кресленнях, керуються при налагоджуванні верстата для нарізування витків.

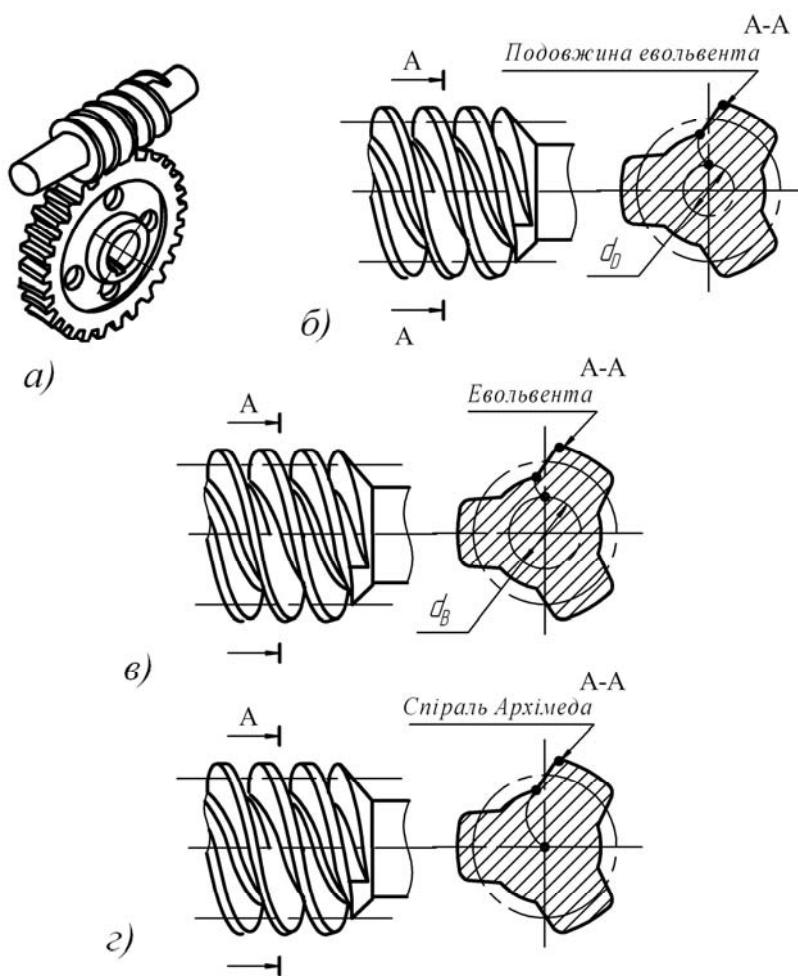


Рис. 6.45. Черв'ячна передача, типи циліндричних черв'яків та інструментів

Наприклад, при нарізуванні конволютних черв'яків різцем ріжучі кромки повинні бути розташовані по дотичній до напрямного циліндра черв'яка. Діаметр цього циліндра позначають d_D (рис. 6.45, б).

Обробка евольвентного черв'яка теж проводиться ріжучою кромкою, дотичною до основного циліндра, позначеного d_D (рис. 6.45, в). Розмір діаметра основного циліндра вказують на кресленні. Напрямний і основний циліндри – це теоретичні уявлення, такі

самі, як і ділительний циліндр у циліндричних зубчастих колесах. При обробці архимедового черв'яка ріжуча кромка повинна бути направлена на вісь черв'яка (має лежати в осьовій площині).

Хід гвинтової поверхні (гвинтової лінії), розмір якої поміщають у таблиці параметрів кресленика, називають осьовим, оскільки вимірювання його проводять уздовж геометричної осі черв'яка на поверхні ділительного циліндра. Хід однозахідного черв'яка дорівнює кроку, в інших випадках хід дорівнює добутку осьового кроку і кількості ходів.

Розрахунковий модуль черв'ячних передач теж називають *осьовими* 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 – 66.

Діаметр циліндра вершин обчислюють за формулою $d_a = d_l + 2 m_x$; діаметр циліндра западин для архимедових і конволютних черв'яків $d_f = d_{lx} - 2,4 m_x$, висота витка для цих черв'яків $h = 2,2 m_x$.

Кут профілю витків (профіль показаний у місцевому розрізі на рис. 6.46) однаковий для всіх типів черв'яків і дорівнює 20° . Вимірюють кут профілю архимедових черв'яків у площині осьового перерізу, а конволютних та евольвентних – у площині нормального перерізу.

З розрахункових розмірів на зображенні черв'яка проставляють: діаметр циліндра виступів; довжину нарізаної частини за твірною циліндра западин; радіуси закруглень і головки витків (рис. 6.46).

У таблиці параметрів позначають основні дані для виготовлення нарізаної частини черв'яка, для контролю правильності його виготовлення, та довідкові дані. При читанні кресленика (рис. 46) з таблиці параметрів ми дізнаємося, що зображений архимедів двозахідний черв'як з правим напрямом витків. Величини, які записані в рядках «*кут підйому витка*» і «*хід гвинтової лінії*», потрібно відносити до ділительного циліндра черв'яка.

У рядку «*ступінь точності*» з ГОСТ 3675 – 56 поміщені вимоги 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 і т.д.

Кресленик черв'ячних зубчастих коліс. На ободі черв'ячного колеса виточується кільцева канавка дугового профілю (рис. 6.47, а). Дуга канавки описана з центру 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 зуба. На умовному зображенні зубця проводять штрих пунктирну дугу радіусом, який дорівнює радіусу ділительного кола черв'яка.

Формули для визначення розрахункових розмірів черв'ячних коліс аналогічні тим, які застосовувалися при розрахунках циліндричних і конічних зубчастих коліс. У розрахунках застосовують осьовий модуль 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 поміщають у таблицю параметрів.

На робочому кресленнику (рис. 6.47) наведено приклад виконання вінця колеса черв'ячної пари. У таблиці параметрів зазначають осьовий модуль, число зубців, тип черв'яка, число заходів і напрям витка, міжосьову відстань при обробці, ступінь точності (за ГОСТ 3675 – 56), дані для контролю й довідкові дані.

Робочі кресленники зубчастих рейок. Призначення рейкових передач (рис. 6.48) – перетворення обертального руху в поступальний. Рейка, що перебуває в зачепленні із зубчастим колесом, має однакові розрахункові розміри (модуль, висоти головки і ніжки зубця) з відповідними розмірами колеса. Стандартна рейка має трапецеїдальний профіль з кутом нахилу робочих поверхонь, який дорівнює 20° .

При викреслюванні рейок застосовують умовні позначення, що прийняті для зображення зубчастих коліс. Поверхні вершин викреслюють основною лінією, ділильні поверхні – штрих пунктирною, поверхні западин – тонкою суцільною лінією. У розрізі зубці показують не заштрихованими (рис. 6.48).

Довжину нарізаної частини визначають відповідно до ділильної поверхні, цей розмір підраховують за формулою $l = (z - 0,5) p$, де z – число зубців рейки, а p – крок (див. розмір 119, 32 на рис. 6.48). Параметри, що характеризують нарізану частину рейки, поміщують у таблицю.

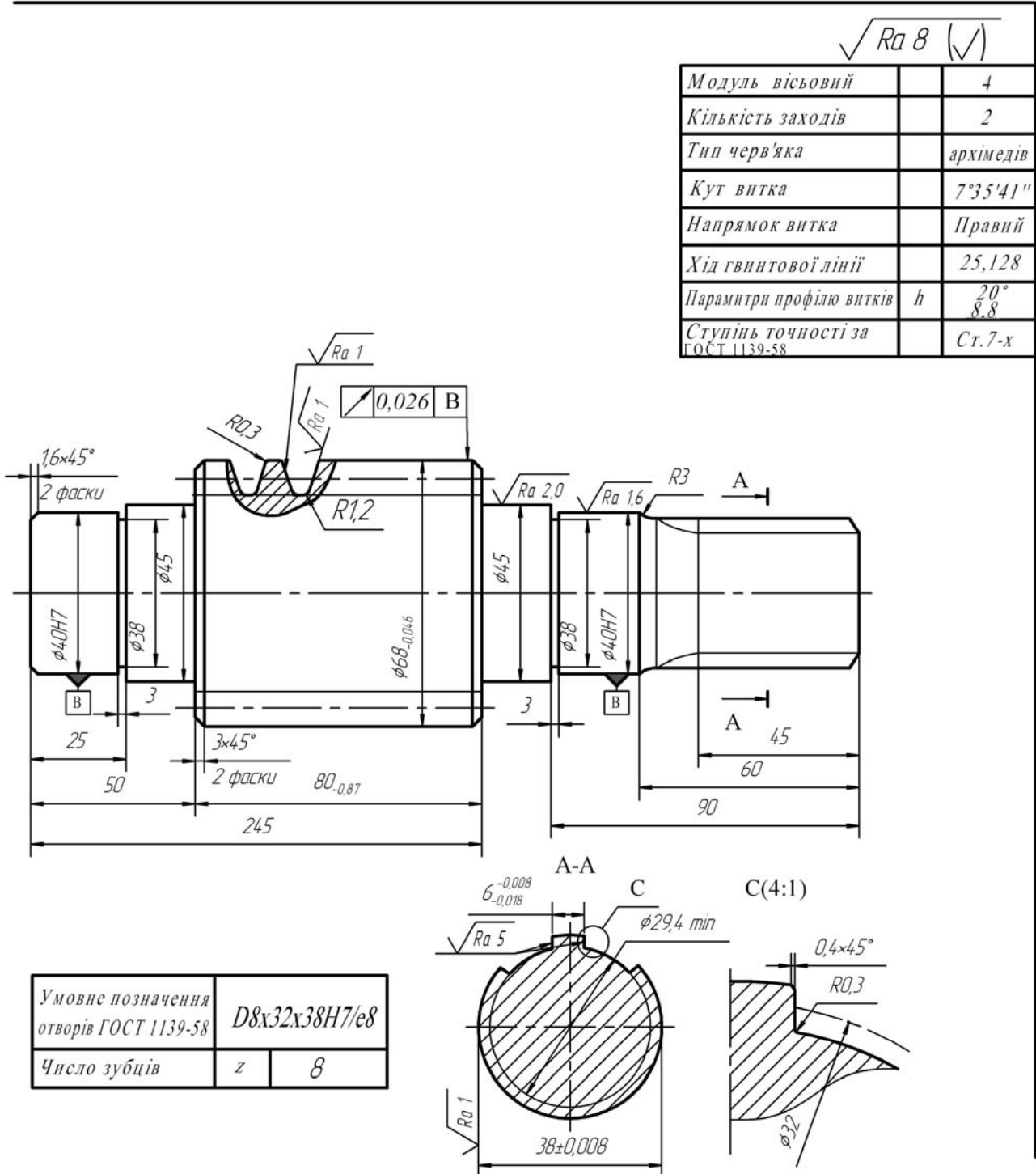


Рис. 6.46. Приклад робочого кресленика архімедівського черв'яка

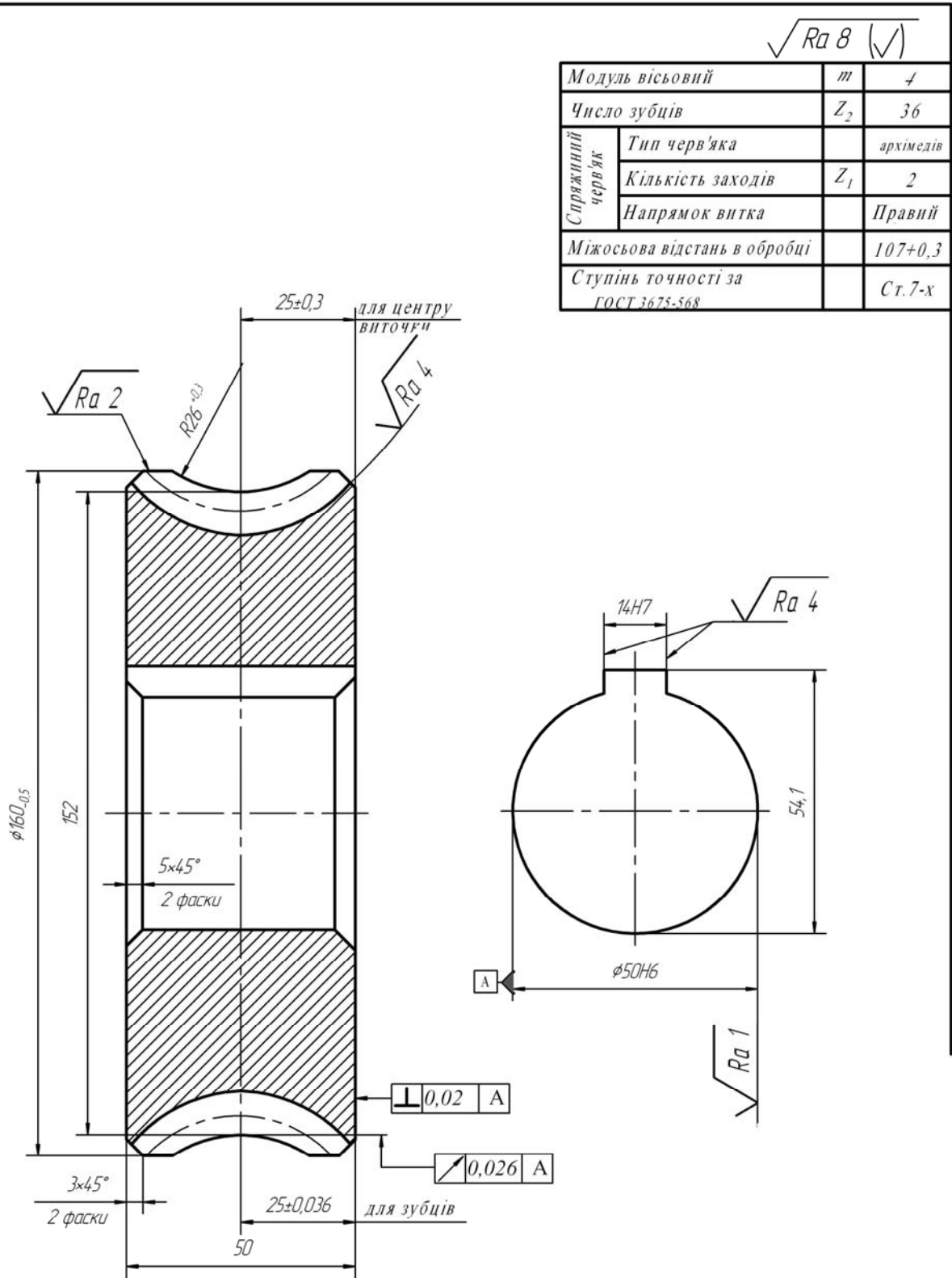
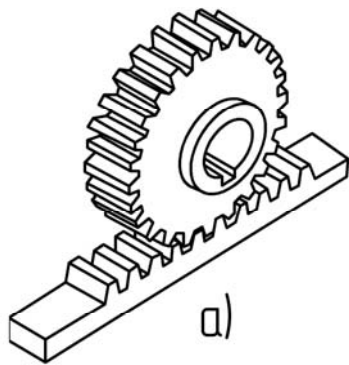


Рис. 6.47. Приклад робочого кресленика черв'ячного колеса



$\sqrt{Ra\ 8\ (\checkmark)}$		
Модуль	<i>m</i>	4
Початковий контур	-	ГОСТ13755-68
Ступінь точності за ГОСТ 1139-58	-	Ст.7-х
Товщина зубця	<i>s</i>	$6,48_{-0,25}^{-0,16}$
Вимірювальна висота	<i>h</i>	4
Крок	<i>p</i>	12,56
Число зубців	<i>z</i>	10

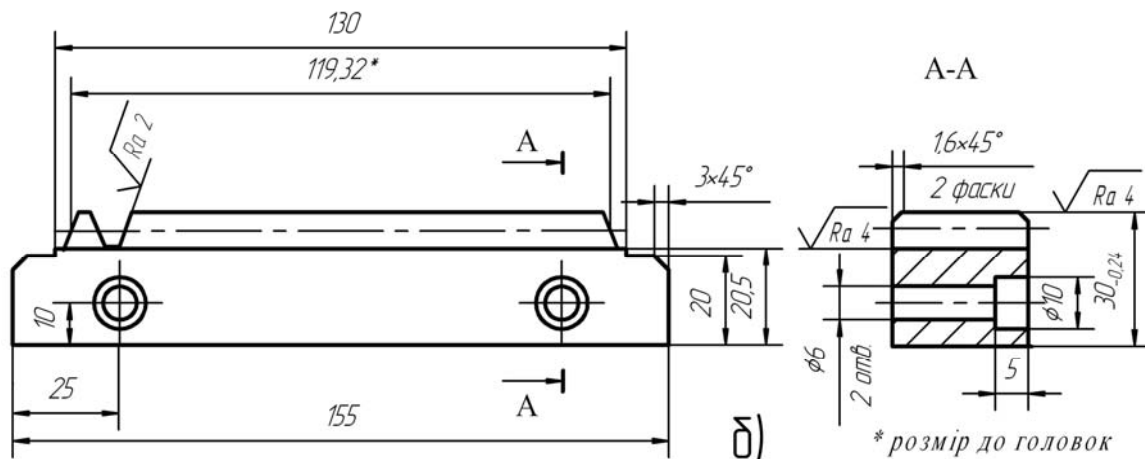


Рис. 6.48. Рейкові передачі: а) – наочне зображення; б) – приклад робочого кресленика зубчастої рейки

6.9. Зображення пружин на робочих кресленнях

Найчастіше зустрічаються гвинтові пружини, які працюють на стиснення. Зміст і правила виконання робочих креслеників цих пружин встановлені ГОСТ 2.401 – 68.

Відповідно стандарту робочий кресленик пружини повинне складатися з трьох частин: зображення, розмірів, технічних вимог і діаграми випробувань.

Зображення і розміри. Гвинтові пружини викреслюються в горизонтальному положенні (геометрична вісь паралельна основному напису). У всіх випадках зображують пружину тільки з правою навивкою, а напрям навивки (правий чи лівий) встановлюється при читанні технічних вимог у кресленнику. На рис. 6.49 показано зображення циліндричної гвинтової пружини стиснення. Кресленик будують на двох штрих пунктирних лініях, проведених по обидва боки від осі на відстані, яка дорівнює середньому радіусу пружини.

На верхній лінії відкладають двічі розмір кроку, на нижній лінії першу зарубку ставлять на відстані половини кроку, а другу - на відстані кроку (рис. 6.49). Одержаними зарубками користуються як центрами округлень контуру пружини і центром перерізу дроту.

Важливо зазначити, що ці центри розташовані в шаховому порядку з таким розрахунком, щоб кожен центр на одній лінії перебував точно проти середини кроку на іншій лінії.

Витки пружин зображують прямими лініями, що з'єднують відповідні ділянки контура (округлення або перерізи). Пружини з числом витків більше чотирьох зображують з розривом – через центри перерізів витків проводяться осьові лінії по всій довжині зображення.

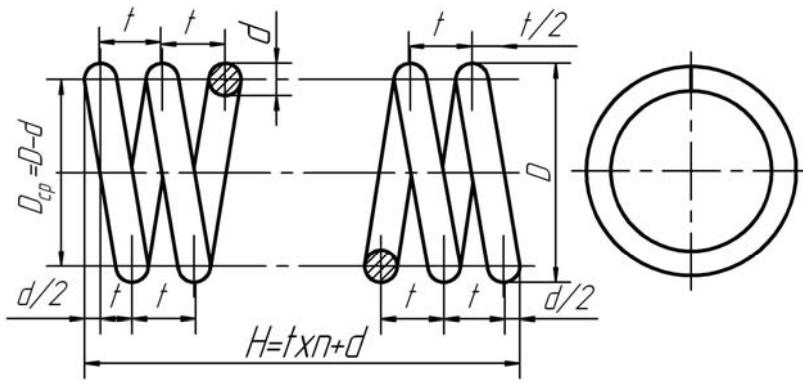


Рис. 6.49. Викреслювання циліндричної пружини

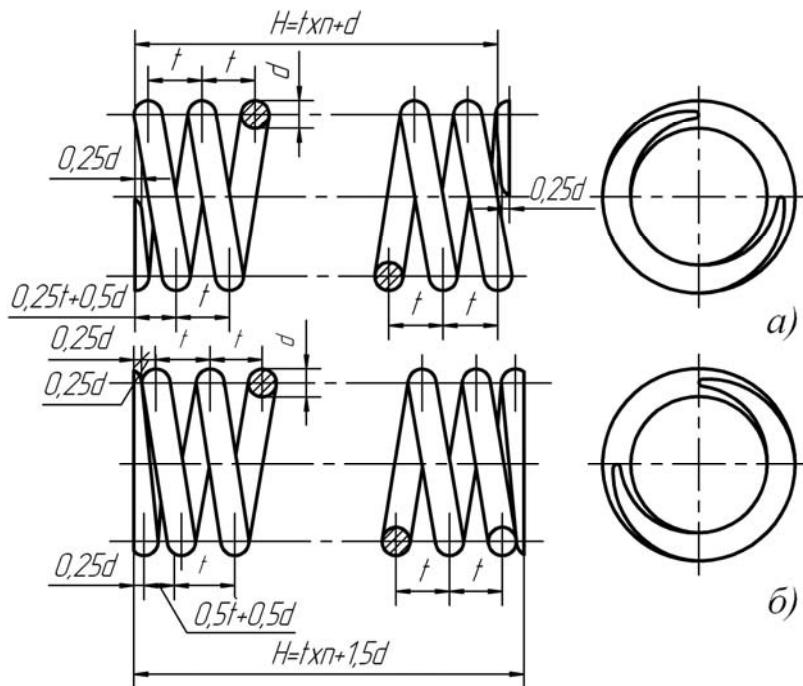


Рис. 6.50. Зображення пружин зі стисненими витками:
 а – стиснено $\frac{3}{4}$ витка; б – стиснено на повний виток

На зображенні циліндричної гвинтової пружини стиснення наносять такі розміри: висоту (довжину) у вільному стані, діаметр (зовнішній або внутрішній), крок (указується як довідковий розмір), товщину кінця опорного витка і розмір зазору між кінцем опорного витка з сусіднім робочим витком (для пружин з підібганими опорними витками).

Якщо пружина виготовляється з матеріалу, сортамент якого повністю визначає розміри і граничні відхилення поперечного перерізу, то на зображенні розміри перерізу не наносять, а дані про матеріал записують у відповідну графу основного напису.

Технічні вимоги. Розміри і параметри витків циліндрових гвинтових пружин стандартизовані, тому на їх креслениках показники властивостей матеріалу дроту або прутка не наводяться. У технічних вимогах до нестандартних пружин можуть бути вказані величини модуля зрушення, модуля пружності або інші дані, 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 пункті показують напрямок навивання пружини (правий або лівий). Далі вказують число робочих витків і повне число витків.

У тому випадку, якщо пружина повинна бути піддана термічній обробці, вимоги мають показники твердості. Точність розміру діаметра пружини, зовнішнього або

На рис. 6.50, а зображена пружина, у якої з кожного кінця підібгані по $\frac{3}{4}$ витка для того, щоб створити опорні поверхні, перпендикулярні до осі (див. вид зліва на рис. 6.50).

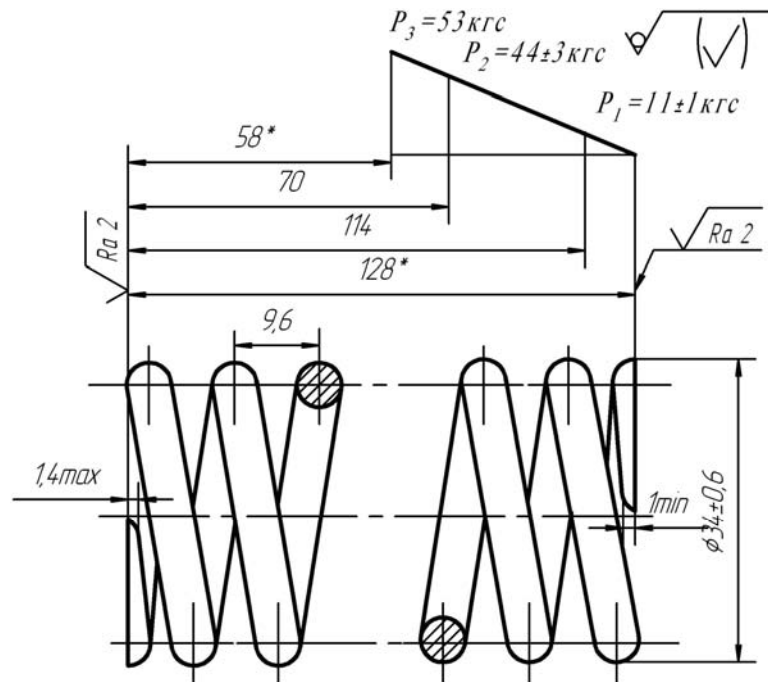
Вид зліва на робочих кресленнях циліндричних гвинтових пружин, що працюють на стиснення, як правило, не показують. На даному кресленні цей вид даний лише для того, щоб створити уявлення про опорну поверхню, одержану обробкою на верстаті. Розміри, потрібні для викреслювання, приведені на головному виді кресленника.

По-іншому зображуються опорні витки пружини, якщо вони підібгані по одному повному витку з кожного кінця. При викреслюванні пружин керуються розмірами, що нанесені на зображенні (рис. 6.50, б) увійшли до ГОСТ 2.401 – 68.

внутрішнього, визначають простановкою граничних відхилень на зображенні пружини або вказаних у технічних вимогах.

У решті випадків указують 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 і параметри для довідок*. У завершальному пункті дано посилання на керівний документ, яким потрібно користуватися при контролі 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 та параметри для довідок
6. Решта технічних вимог за ГОСТ 8578-57
- 7.

Рис. 6.51. Робочий кресленик пружини стиснення з підібганими шліфувальними кінцями з дроту $\phi 8 \text{ мм}$

Контрольні питання

1. Що таке профіль нарізі?
2. Які профілі стандартизованої нарізі ви знаєте?
3. Які дані входять у позначення нарізі загального застосування та виготовлені за різними класами точності й полями допусків?
4. Чим відрізняється позначення метричної нарізі з великим кроком від позначення нарізі з дрібним кроком?
5. Як позначають нарізь обмеженого застосування?
6. У яких випадках на креслениках зображують профіль нарізі у збільшеному масштабі?
7. Що означає скорочений напис Sn у позначенні нарізі ?
8. Як позначаються багато західні нарізі?
9. Як позначаються конічні нарізі з кутом профілю 60° ?
10. З яких деталей складається болтове з'єднання?
11. Як підрахувати довжину 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 кресленіку?
15. Назвіть умовні співвідношення, за якими креслять шайбу на складальному кресленіку?

16. З яких деталей складається з'єднання шпилькою?
17. За якими умовними співвідношеннями креслять шпильку і гніздо під шпильку?
18. За якою формулою вираховують довжину шпильки?
19. За якою формулою вираховують діаметр отвору у скріплюваній деталі?
20. Чому дорівнює відстань від кінця шпильки до дна гнізда? До кінця нарізи у гнізді?
21. Які з'єднувальні частини для трубопроводів ви знаєте?
22. Як позначається умовний прохід нарізи?
23. Розкажіть про послідовність з'єднання двох труб за допомогою муфти і контргайки?
24. Як розраховують зовнішній діаметр труб?
25. Який кресленик називають груповим і як ним потрібно користуватися?
26. Як зображають на кресленнику зубчасті 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 знімати ескіз з циліндричного зубчастого колеса?
30. Які розміри циліндричного зубчастого колеса проставляють на робочому кресленнику ?
31. Чим відрізняється кресленик прямозубого циліндричного колеса від косозубого?
32. Яке число зубців указують на робочих кресленниках зубчастих секторів?
33. У якій послідовності викреслюють конічні зубчасті колеса?
34. Як наносять позначення шорсткості робочих поверхонь зубців?
35. Які умовні позначення застосовують при зображенні зубчастих рейок на робочих кресленниках ?
36. У якій послідовності потрібно викреслювати циліндричну гвинтову пружину, що працює на стиснення?

Вивчення матеріалів розділу надає уяву про способи з'єднання деталей. Студенти мають навчитися правильно виконувати зображення нарізних з'єднань, робочих креслеників зубчастих коліс, пружин з прийнятими умовностями та спрощеннями.

РОЗДІЛ 7. СКЛАДАЛЬНІ КРЕСЛЕНИКИ

При виконанні машинобудівних креслеників необхідно керуватися правилами виготовлення технічної документації, викладеними в чинних стандартах. У них подані визначення, класифікація виробів стосовно оформлення креслеників, інших технічних документів. Наведена класифікація креслеників, викладені загальні вимоги до їх оформлення. Встановлені найменування, комплектність технічних документів, визначено порядок внесення змін у креслениках, інші технічні документи.

7.1. Вироби та їхні складові частини

Проекти у всіх галузях машинобудування зводяться до виконання креслеників предметів виробництва. Предмет виробництва, який виготовляється на підприємстві, зветься *виробом*. Розрізняють вироби *основного* і *допоміжного виробництва*.

До виробів основного виробництва відносяться предмети, що включаються, як правило, в номенклатуру продукції підприємства і призначені для постачання (реалізації). Для автомобільного заводу, наприклад, виробом основного виробництва є автомобіль, заводу автомобільних двигунів – двигун автомобіля, заводу кріпильних виробів – гайки, болти, шпильки і т.д.

До *виробів допоміжного виробництва* відносяться предмети, які підприємство виготовляє тільки для власних потреб. Вироби допоміжного виробництва є конструктивно закінченими предметами, які призначені для технологічного оснащення, як правило, власного виробництва. До них відносяться, наприклад, різні пристосування, штампи, інструменти та ін.

Для виготовлення виробу основного виробництва підприємство може купувати вироби інших підприємств у готовому вигляді. У такому разі придбаний виріб, який входить у продукт основного виробництва, називається *купувальним* (окрім виробів, що одержуються на кооперативних засадах). Таким чином, автомобільний двигун, який виготовляється заводом, є для нього виробом основного виробництва, а для авторемонтного заводу, що одержує готові двигуни без кооперації виробництва, – *купувальним*.

Відповідно до ГОСТ 2.101 – 68 «Види виробів» встановлено таку їх класифікацію: *деталі, складальні одиниці, комплекси і комплекти*.

Крім того, вироби, залежно від наявності або відсутності в них складових частин, ділять на *не специфіковані* (деталі), які не мають складових частин, *специфіковані* (складальні одиниці, комплекси, комплекти), що містять дві і більше складових частин.

Специфіковані вироби залежно від способу з'єднання їх складових частин поділяють на *рознімні* та *не рознімні*.

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 складальними операціями. Наприклад: автомобіль, верстат, телефонний апарат, редуктор і т.д.

Комплексом називаються два або більше виробів, не з'єднаних між собою на підприємстві складальними операціями, але призначеними для виконання взаємопов'язаних експлуатаційних функцій. Кожний з цих виробів, що входить у комплекс, служить для виконання однієї або декількох основних функцій, встановлених для всього комплексу. Наприклад: потокова лінія верстатів, автоматична телефонна станція та ін.

Комплектом називаються два і більше виробів, не з'єднаних на підприємстві складальними операціями. Вони являють собою набір виробів, який має загальне

експлуатаційне призначення допоміжного характеру. Наприклад: комплект запасних частин, комплект інструментів і приладдя, комплект вимірювальної апаратури та ін.

Структура видів виробів подається на рис. 7.1.

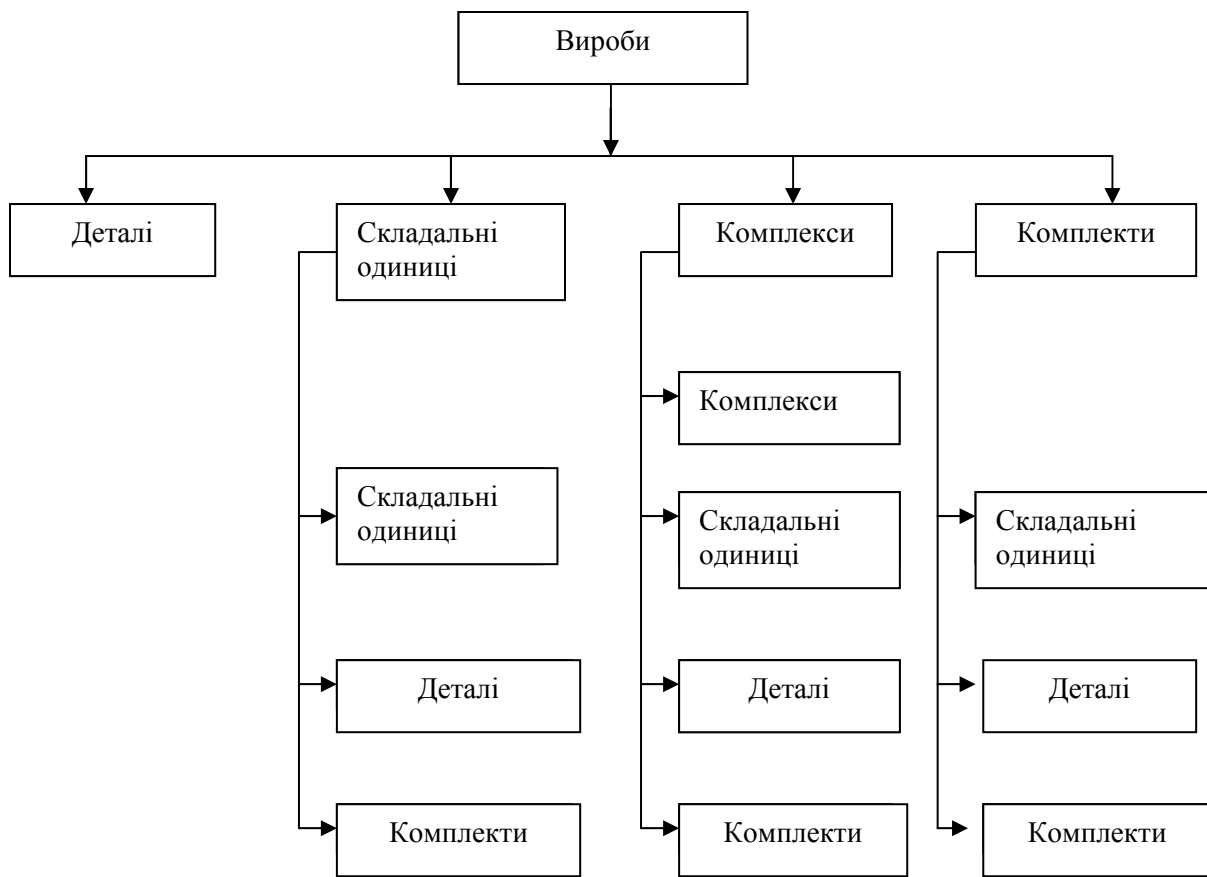


Рис. 7.1. Структура видів виробів

7.2. Види конструкторських документів і стадії проектування

До конструкторських документів відповідно до ГОСТ 2.102 – 68 належать графічні кресленики, текстові документи, які визначають склад, будову виробу і які містять всі дані для його розробки, виготовлення, контролю, експлуатації та ремонту.

Залежно від змісту розрізняють такі конструкторські документи:

Кресленики деталі, що містить її зображення, необхідні дані для виготовлення і контролю.

Складальні кресленики містить зображення виробу, інші необхідні дані для його виготовлення і контролю.

Кресленики загального виду визначає конструкцію виробу, взаємодію його основних складових частин і пояснення принципу роботи виробу.

Теоретичні кресленики, на якому визначена геометрична форма (обводи) виробу і подані координати розташування складових частин.

Габаритні кресленики містить спрощене зображення виробу з габаритними, встановлюваними і приєднувальними розмірами.

Електромотажні кресленики містить дані, необхідні для виконання електричного монтажу виробу.

Монтажні кресленики містить спрощене зображення виробу і необхідні дані для його встановлення при монтажі.

Пакувальні кресленики містить дані, необхідні для виконання упаковки виробів.

Схема, на якій показані у вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу, зв'язок між ними.

Специфікація – документ, який визначає будову складальної одиниці, комплексу або комплекту.

Записка-пояснення – документ, у якому описана будова, принцип дії виробу, подане обґрунтування прийнятого технічного і техніко-економічного рішення.

Технічні умови – документ, який містить експлуатаційні показники виробу, методи контролю його якості.

Крім того, до конструкторських документів відносяться різні відомості, таблиці, розрахунки, експлуатаційні, ремонтні документи.

За способом виконання, характером використання конструкторські документи і, зокрема, кресленики діляться на такі види: *оригінали* – кресленики для виготовлення дублікатів; *взірці* – кресленики, що дозволяють багатократне зняття з них копій і оформлені справжніми підписами посадовців; *дублікати* – кресленики-копії оригіналів, призначені для зняття з них копій; *копії* – кресленики, ідентичні оригіналу або дублікату, призначені для безпосереднього використання у виробництві, при проектуванні або експлуатації.

Якщо будь-який з перерахованих документів (креслеників), призначений для разового користування у виробництві, допускається його виконувати у вигляді ескізного конструкторського документа (кресленика).

Залежно від стадії розробки відповідно до ГОСТ 2.103 – 68 конструкторська документація поділяється на проектну і робочу. До проектної документації відносяться:

технічна пропозиція, яка повинна містити технічне та техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки документації на виріб на основі аналізу наданого замовником технічного завдання;

ескізний проект містить принципові конструктивні рішення, дані, які відображають призначення, основні параметри, габаритні розміри проектного виробу;

технічний проект містить остаточні технічні рішення, вихідні дані для розробки робочої документації.

Робоча документація поділяється на деталі, складальні одиниці, комплекси та комплекти.

У комплекті конструкторських документів розрізняють:

основний конструкторський документ;

основний комплект конструкторських документів;

повний комплект конструкторських документів.

Основний конструкторський документ деталей – кресленик з них, а для складальних одиниць, комплексів, комплектів – специфікація. Основний комплект конструкторських документів містить документи, які відносяться до всього виробу в цілому. Повний комплект конструкторських документів об'єднує основний комплект конструкторських документів на виріб в цілому і основний комплект конструкторських документів на всі складові частини виробу.

7.3. Позначення виробів і їх конструкторських документів

При проектуванні, виробництві та експлуатації кожному виробу відповідно ГОСТ 2.201 – 80 привласнюють самостійне позначення, яке вже не може бути використане для іншого виробу.

Виробам і конструкторським документам присвоюють позначення централізовано (організаціями, яким це доручено) і децентралізовано (організаціями-розробниками).

В основу позначення виробів і конструкторських документів покладена класифікаційна система із структурою, зображеною на рис. 7.2.

Код організації-розробника призначається за кодифікатором організацій-розробників.

Код класифікаційної характеристики власне відображає конкретний виріб і призначається за класифікатором виробів конструкторських документів машинобудування і приладобудування (класифікатором ЄСКД). Відповідно до цього класифікатора продукція, яка виготовляється галузями країни, за виробничими ознаками (галузі техніки) ділиться на класи. На підставі послідовної конкретизації ознак характеру виробництва та експлуатації,

природних властивостей, економічного призначення продукції класи діляться на підкласи, групи, підгрупи, види.

XXXX	XXXXXX	XXX
<i>Код організації виробника</i>	<i>Код класифікаційної характеристики</i>	<i>Порядковий, реєстраційний номер</i>

Рис. 7.2. Структура класифікаційної системи

Для позначення класу передбачено два розряди цифр, а для позначення підкласів, груп, підгруп і видів – по одному розряду.

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. Позначення неосновного конструкторського документа повинне складатися з позначення виробу, коду документа, встановленого стандартами ЄСКД. Наприклад, АБГВ.85 2128.012 СБ.

7.4. Вимоги, що пред'являються до складальних креслеників

Складальні кресленики призначені для поєднання виробів із деталей, які виготовлені за окремими креслениками.

Складальні кресленики повинні давати точне уявлення про конструкцію виробу, про взаємодію деталей, які до нього входять, бути наочною технічною документацією при виконанні складальних операцій і прийманні конструкцій.

Кресленики складальних одиниць розробляють на кожен виріб.

Складальні кресленики виробу або такі елементи його частини повинні в сукупності з технічними вимогами містити:

зображення складальної одиниці, що дає уявлення про розташування і взаємний зв'язок елементів, забезпечуючи можливість складання. Допускається, при необхідності, на складальних креслениках подавати схему з'єднання або розташування складових частин виробу;

розміри, інші параметри і вимоги, які мають бути виконані або проконтрольовані за цим креслеником;

дані про необхідну обробку деталей у процесі складання або після нього;

дані про характер з'єднання, якщо його точність забезпечується не заданими відхиленнями розмірів, а підбором або пригоном;

дані про способи виконання не рознімних з'єднань (зварних паяних та ін.);

виноски з номерами позицій із 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, графі якого заповнені відповідно вимогам ГОСТ 2.104 – 68 «Основні написи».

Кожний складальний кресленик виробу або його складової частини слід виконувати на окремому аркуші стандартного формату.

Формат складального кресленика обирають залежно від габаритних розмірів виробу і прийнятого масштабу.

Кількість видів, розрізів і перетинів на складальному кресленику має бути мінімальним, але достатнім для повного уявлення про конструкцію, взаємодію її частин і про виконання складання.

У складних креслениках виробів або їх складових частин належить користуватись додатковими видами, розрізами і перетинами, розташованими поза проєкційним зв'язком з основними видами.

На складальному кресленнику розташування виробу повинно відповідати положенню, яке він займає в процесі складання.

7.5. Зображення складального кресленника

Згідно з ГОСТ 2.109 – 73 складальні одиниці зображуються на кресленниках видами, розрізами, перерізами. Найчастіше на складальних кресленниках подаються розрізи. Це цілком доцільно, тому що саме розріз дає можливість з'ясувати внутрішню будову складальної одиниці. При цьому деталі складальних одиниць також в основному зображують розрізами. Застосування розрізів на складальних кресленниках зумовлене конструктивними особливостями форми деталей, які входять у складальну одиницю.

У разі симетричного зображення поєднують половину вигляду з половиною розрізу.

Характер зображень на складальному кресленнику визначають особливостями форми деталей, які входять у складальну одиницю. Залежно від впливу форми деталі на вибір зображення всі деталі можна умовно поділити на три групи:

до *першої групи* належать деталі, 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 становлять деталі, для з'ясування форми яких треба застосувати розріз. Ця група об'єднує деталі, які 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. У цьому випадку виконують місцевий розріз. Деталі цієї групи відповідно до розглянутої класифікації можна назвати комбінованими. Вони поєднують монолітну частину з частиною, яка має внутрішні порожнини.

Кількість зображень і їх вигляд на складальному кресленнику залежать від потреби з'ясування форми і взаємного розміщення деталей складальної одиниці.

Зображення на складальних кресленниках виконують згідно з ГОСТ 2.305 – 68.

Види на складальних кресленниках, що розміщені у проєкційному зв'язку, не позначаються і не підписуються. Додаткові види і види, розміщені поза проєкційним зв'язком позначають стрілкою та буквою «А».

Прості й складні розрізи позначають розімкненою лінією із стрілками та буквами «А – А, Б – Б, В – В» тощо. Прості розрізи з січною площиною (що проходить через вісь симетрії виробу), зображення яких розміщені на місці відповідних виглядів, не позначають. Місцеві розрізи обмежують суцільною хвилястою лінією.

Штрихування однієї деталі (чи однакових деталей) на всіх її зображеннях виконується з нахилом 45° в один бік і однаковою відстанню між лініями. 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 та 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 та спрощеннями, визначеними ГОСТ 2.109 – 73.

На складальних кресленниках рухомі частини виробу зображують у робочому положенні. Під робочим положенням розуміють таке положення робочих органів, що забезпечує виконання ними основних функцій. Наприклад, робочим положенням крана є таке положення отвору в його пробці, яке забезпечить рух рідини, газу чи повітря по трубах.

Щоб з'ясувати принципи роботи або особливості встановлення виробу, рухомі частини його на складальному кресленнику зображують у крайньому або проміжному

положенні. Але при цьому наносять відповідні розміри, а зображення крайнього проміжного положення виконують штрих пунктирною 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 і якщо січні площини проходять уздовж осей гвинтів, болтів, шпильок, заклепок, не порожнистих валів, шпинделів, шатунів, важелів тощо, то згідно з ГОСТ 2.305 – 68, їх зображують не розсіченими. Не розсіченими на складальних кресленниках показують також гайки, шайби та кульки.

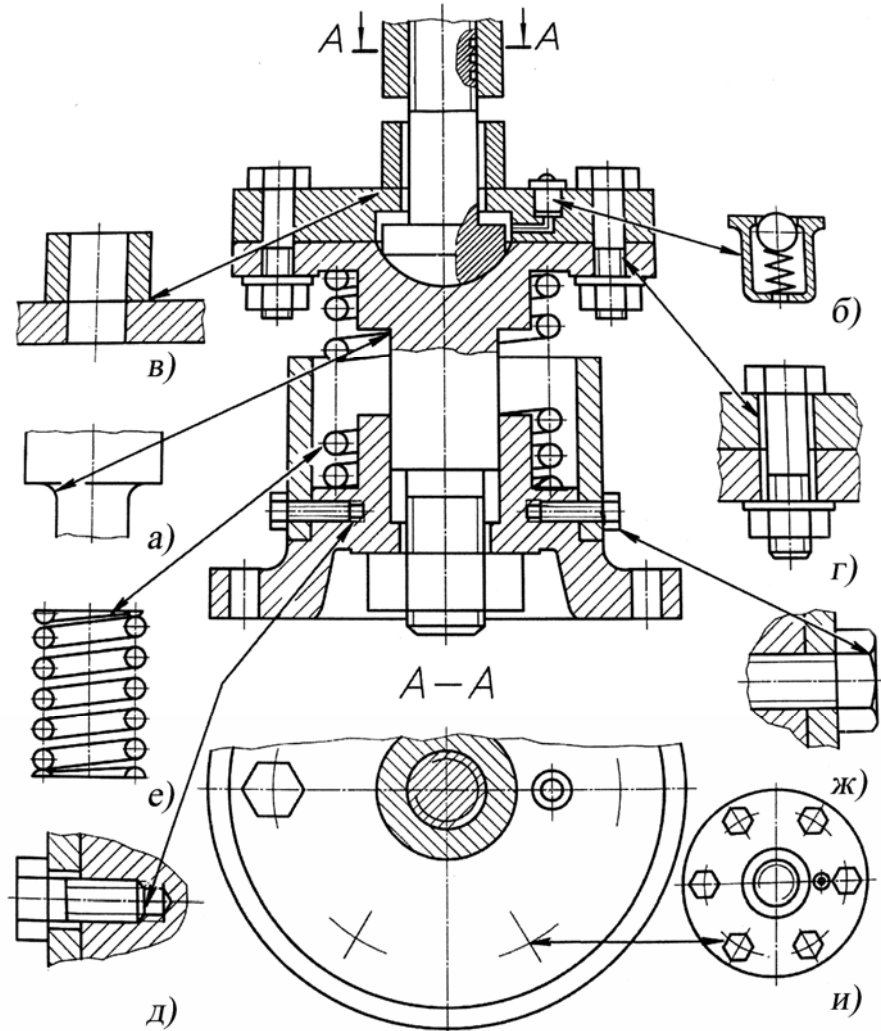


Рис.7.3. Умовності та спрощення на складальних кресленниках

При зображенні пружин на складальних кресленниках дотримуються умовностей і спрощень згідно ГОСТ 2.401–68. Це означає, що вироби, які знаходяться за гвинтовою пружиною, зображують до зони, що умовно закриває ці вироби і позначається осьовими лініями перерізів витків (рис. 7.3, в). Пружину дозволяється зображувати не розсіченою або у розрізі, показуючи перерізи витків. Умовно вважають, що пружина закриває розміщені за нею елементи деталей до контуру перерізів чи до осьових ліній цих перерізів. Якщо діаметр дроту пружини 2 мм і менше, то перерізи зачорнюють.

При зображенні витків пружини круглого перерізу чи при товщині перерізу іншого профілю менше ніж 2 мм пружину дозволяється зображувати лише похилими до осі прямими лініями завтовшки 0,6 – 1,5 мм (рис.7.3, д).

Кріпильні нарізні з'єднання зображують із спрощеннями, прийнятими для цих видів з'єднань (рис. 7.3, е, ж). У повному обсязі ці спрощення будуть розглянуті нижче.

На складальному кресленнику дозволяється не зображувати фаски, округлення, галтели (рис. 7.3 б, г, е), але тільки у 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, е).

Зварний, паяний і клеєний виріб у зібраному вигляді з іншими виробами в розрізах та перерізах штрихують як монолітний предмет в один бік із зображенням межі між деталями цілого виробу суцільними товстими основними лініями (рис. 7.3, а). 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, ж), записавши в специфікацію кількість їх.

7.7. Розміри на складальних креслениках

Розміри, які наносяться на складальних креслениках, поділяють на дві групи:

1. Розміри, які повинні бути виконані чи проконтрольовані за даним складальним креслеником. Такі розміри називають *виконавчими*.

2. Розміри, які не підлягають виконанню за даним складальним креслеником і наносяться для більшої зручності його використання. Ці розміри називають *довідковими*.

До першої групи розмірів належать такі:

монтажні розміри, які визначають взаємне розміщення деталей у виробі. До них належать і монтажні зазори;

розміри елементів деталей, які виконуються у процесі складання чи після нього, наприклад, зв'язані з механічною обробкою після зварювання, клепання, паяння, пресування;

розміри спряжених елементів деталей, які 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 розміри, які визначають граничні зовнішні обриси виробу, наприклад, висоту, довжину і ширину виробу чи його найбільший діаметр;

установчі й приєднувальні розміри, які визначають величини елементів, за якими даний виріб установлюють на місці монтажу. Наприклад, розміри центрових кіл на фланцях, по яких розміщені отвори, та діаметри отворів під болти, відстані між отворами кріплення, приєднувальні розміри нарізів тощо;

характерні розміри, які конструктор вважає за потрібне показати на кресленику, наприклад, розміри плечей важелів та рукояток, діаметри штурвалів, розміри профілю спеціальної нарізи, діаметри отворів і трубопроводів, по яких переміщується робоче тіло тощо.

На креслениках складальних одиниць наносять ті розміри, які повинні бути виконані та проконтрольовані за даним складальним креслеником, тобто всі виконавчі розміри, включаючи розміри для виконання не рознімних з'єднань (клепання, зварювання, паяння, пресування). Із групи довідкових розмірів зазначають установочні, приєднувальні, габаритні, а з характерних – деякі розміри, що визначають технічні характеристики складальної одиниці, наприклад, плечі важелів та їх хід.

На складальних креслениках виробу для всіх розмірів спряжених елементів деталей, рухомих, і нерухомих, як правило, позначають характер з'єднання (посадку). Для цього наносять номінальний розмір, який належить як до отвору, так і до вала, а праворуч від номінального розміру у вигляді простого дробу позначають посадку з'єднання: у чисельнику – поле допуску і квалітет точності для отвору, а в знаменнику – поле допуску та квалітет точності для вала. Ці відомості потрібні робітникам для ретельного виконання з'єднання, також при ремонті виробів.

Щоб краще зрозуміти суть кожного виду розміру, що наноситься на складальному кресленику, розглянемо кресленик редуктора (див. рис. 7.4).

Граничні зовнішні обриси редуктора відображають габаритні розміри: 640 (довжина) × 460 (ширина) × 400 (висота). Установчі та приєднувальні розміри на кресленику – відстань між осями отворів (100 + 100 та 140, 335) і діаметри отворів під болти

(4 отв. Ø 23). До них належать також розміри, які будуть використані для з'єднання редуктора з іншими механізмами: діаметри валів (Ø 55 p6 і Ø 42 p6) та довжини їхнього вильоту (80 і 70). Є на кресленику розміри спряжених елементів деталей, які визначають характер основних, найвідповідальніших з'єднань у редукторі: Ø 65H7/p6 і Ø 45H7/p6 – посадки зубчастих коліс на валах, Ø 130 H7/h6 – посадка зовнішньої поверхні стакана в корпусі редуктора. До цієї групи належать розміри окремих поверхонь, які забезпечують взаємозамінність деталей редуктора: це посадочні отвори у стакані та корпусі під підшипники (Ø 130 H7 і Ø 120 H7), діаметри валів, на які насаджуються підшипники (Ø 60 к6 і Ø 50 к6). Кресленик містить кілька характерних розмірів: кути ділільних конусів зубчастих коліс (26°33' і 63°27') і лінійний розмір 280, що визначає положення торця ведучого вала відносно поздовжньої осі редуктора.

7.8. Номери позицій на складальних кресленнях

На складальному кресленику всі елементи виробу нумерують відповідно до номерів позицій, які зазначені у специфікації складальної одиниці. Номери позицій наносять на полічках ліній-виносок, які проводять від зображень складових частин виробу. Один кінець ліній-виносок, які перетинають лінію контуру, закінчується крапкою, інший – полічкою. У тих випадках, коли зображення складової частини невелике, зачорнене у перерізі чи зображається лінією (наприклад, пружина з тонкого дроту), лінію-виноску закінчують стрілкою.

Номери позицій указують на тих зображеннях, де відповідні складові частини проеціюються як видимі, зазвичай, на основних видах чи розрізах. Номер позиції наносять на кресленику один раз. Допускається вказувати їх удруге для однакових складових частин.

Лінію-виноску та полічку проводять суцільною тонкою лінією. Ліній-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 і групують у стовпчик чи рядок на одній лінії. Розмір шрифту для них беруть на один-два порядки більшим, ніж прийнятий на кресленику для розмірних чисел.

У разі потреби виконують спільну лінію-виноску з вертикальним розміщенням номерів позицій для групи кріпильних деталей, які належать до одного і того самого місця кріплення (рис. 7.4, а), коли відсутня можливість підвести лінію-виноску до кожної складової частини виробу (рис. 7.4, б). Виноску проводять від зображення закріплювальної складової частини (рис. 7.4, б), номери позиції цієї частини вказують першим.

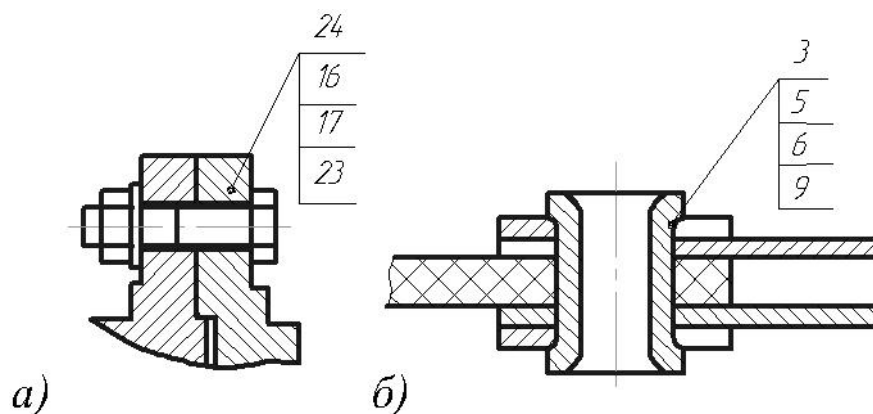


Рис. 7.4. Розміщення номерів позицій для групи взаємозв'язаних деталей

7.9. Специфікація

Кожний складальний кресленик супроводжують специфікацією. *Специфікація* – це документ, який визначає будову складальної одиниці. Він потрібен для виготовлення, комплектування конструкторських документів і 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 виконують її на окремих аркушах формату *A4* за формою і розмірами, показаними 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 лише деякі з них. На навчальних креслениках до специфікації здебільшого заносять розділи «*Документація*», «*Деталі*», «*Стандартні вироби*», «*Матеріали*». Назву розділів записують у вигляді заголовка у 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 специфікації стосовно навчальних креслеників (на прикладі складального кресленика виробу «*Редуктор ЦК–3,0–100*», зображеного на рис. 7.5).

До розділу «*Документація*» записують позиції, які становлять основний комплект конструкторських документів специфікованого виробу. В середині цього розділу документи розміщують у такій послідовності: спочатку документи на специфікований виріб, а потім – на не специфіковані складові частини. Документи, які входять до основного комплексу на специфікований виріб і складаються на нього, подаються тільки у вигляді назви. Наприклад: «*Складальний кресленик*», «*Технічні умови*» тощо. Документи на не специфіковані складові додатково містять назву виробу. На 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, які входять до їх позначення.

До розділу «*Стандартні вироби*» записують продукцію, виготовлену за державними, галузевими стандартами і стандартами підприємств (для виробів допоміжного виробництва).

У межах кожної категорії стандартів запис виконують за групами виробів, об'єднаних за їхнім функціональним призначенням (підшипники, кріпильні вироби, арматура, електротехнічні вироби тощо). У межах кожної групи запис надають в алфавітному порядку назв (болти, гайки, гвинти, шпильки, шплінти). У межах кожної назви – у порядку збільшення позначень стандартів У межах кожного позначення – у порядку збільшення основних параметрів чи розмірів виробу (діаметра, довжини).

До розділу «*Матеріали*» заносять назви усіх матеріалів у вигляді прутків, дроту, листів, стрічок, труб тощо, які безпосередньо входять до складу специфікованого виробу. Матеріали записують за видами 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 – за збільшенням розмірів чи інших технічних параметрів.

Як видно із наведених вище прикладів, усі графи специфікації заповнюють зверху вниз.

Щоб надалі вміло діставати із специфікації потрібну інформацію, треба знати, які відомості містяться в усіх її графах.

20		185						
		6	6	8	70	63	10	22
15	Формат	Зона	Кол.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
8					<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-шестерня	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	Вказівник мастила	1		
	A4	10		ЦК-3,0-100 00.00.08	Прадка	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 М8x1-6Н04 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	ЦК-3,0-100 00.00.00							
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
	Разроб.					Літера	Аркш	Аркшів
	Перевір.						1	2
	Н.контр.					НГУ		
	Затв.							
	Редуктор ЦК-3,0-100							

Формат	Зона	Кол.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		21		Рим-болт М8 х 1-8д х 55:109.30ХТСА ГОСТ 15590-70	2	
		22		Шайба 7 Л БрКМц3-1 ГОСТ 6402-70	24	
		23		Шайба 10 Л БрКМц3-1 ГОСТ 6402-70	8	
		24		Штифт 5 х 36 ГОСТ 3129-70	2	
				<i>Матеріали</i>		
				Грунтовка червона АК-070 по ОСТ 6-10-401-76	0,4	кг.
				Мастика ЛН по ОСТ 4ГО.029.204	0,05	кг.
				Емаль сіра АК-198 по ТУ 6-10-901-75	0,8	кг.
			<i>ЦК-3,0-100 00.00.00</i>			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Лист.	Дата		2

Рис. 7.6. Приклад специфікації

Графа «*Формат*» містить позначення форматів, на яких виконано кресленик складових частин виробу. Цю графу не заповнюють для розділів «*Стандартні вироби*» і «*Матеріали*».

Графа «*Зона*» містить позначення зон, у яких розміщені певні складові частини виробу, її заповнюють лише для креслеників, у яких поле розділене на зони.

Графи «*Формат*» і «*Зона*» у специфікаціях до навчальних креслеників не заповнюють.

Графа «*Позиція*» містить порядкові номери складових частин, які безпосередньо входять до специфікованого виробу, у послідовності запису їх до специфікації. Для розділу «*Документація*» цю графу не заповнюють.

Графа «*Позначення*» містить назви конструкторських документів на деталі, що входять до складу виробу. Позначення виконуються згідно з ГОСТ 2.201 – 80. Не заповнюють цю графу для розділів «*Стандартні вироби*» і «*Матеріали*».

У межах усього кресленика перші дві групи знаків прийнятого для кожного кресленика позначення залишаються незмінними. Остання група знаків повинна бути такою: 000 СК – для позначення складального кресленика у відповідній графі основного напису; 000. – для позначення специфікації у відповідній графі основного напису; 001 – для позначення креслеників деталей.

Графа «*Кількість*» містить відомості про кількість складових частин, що входять до однієї складальної одиниці виробу, а для матеріалів – відомості про кількість матеріалу на один виріб (одиниці фізичних величин позначають). Допускається одиниці фізичних величин записувати у графі «*Примітка*».

Графа «*Примітка*» містить додаткові відомості про вироби, документи і матеріали, які записані у специфікацію.

7.10. Основний напис

Форма основного напису та його розміри для специфікації встановлені ГОСТ 2.104 – 68. При великій кількості складових частин виробу специфікація може розміщатися на кількох аркушах. У цьому випадку на першому аркуші специфікації виконується основний напис за формою рис. 1.25, а на всіх наступних аркушах – за спрощеною формою (рис. 1.25). Зміст граф основного напису для специфікації відповідає розглянутим вище даним, які містяться у графах основного напису для складального кресленика.

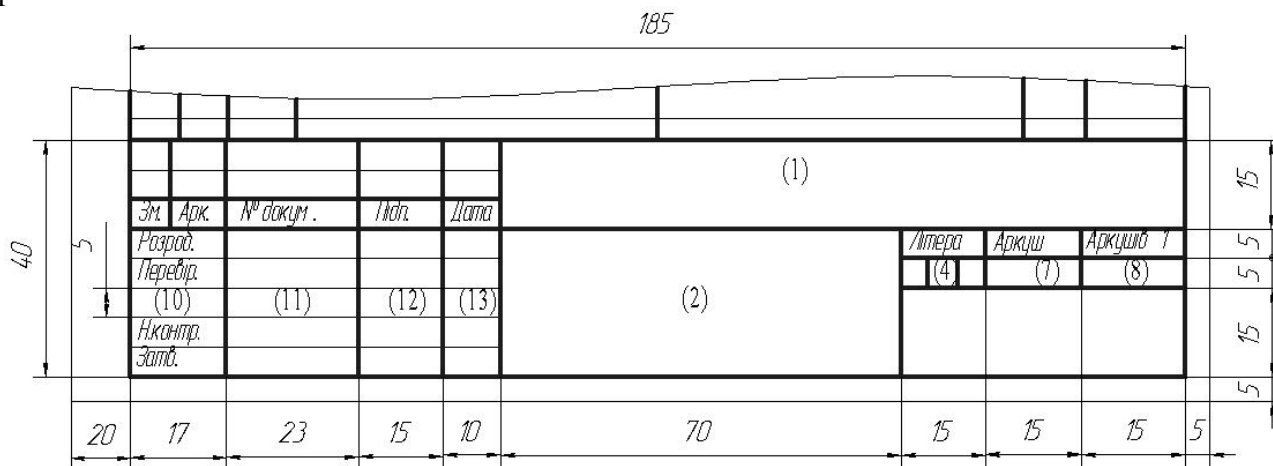


Рис. 7.7. Спрощена форма напису складального кресленика

7.11. Деталювання складальних креслеників

Деталюванням називають виконання робочих креслеників деталей виробу за складальним креслеником. Деталювання кресленника – це сукупність взаємозв'язаних розумових і графічних дій, характер і послідовність яких може бути виражена у вигляді схеми (рис. 7.8). Процес деталювання складального кресленника можна поділити на такі етапи:

1. Вивчають складальну одиницю, прочитавши її кресленник в розглянутій послідовності.

2. Визначають деталі, кресленики яких треба виконати, намічають послідовність деталювання. Деталювання починають із простих за формою деталей.

3. Знаходять та аналізують вигляд призначеної для зображення деталі, яка міститься на кресленику, визначають її головне зображення, кількість і склад потрібних зображень. Кількість зображень повинна бути мінімальною, але достатньою для повного уявлення про форму і розміри деталі.

4. Вибирають масштаб зображень. При деталюванні не обов'язково дотримуватися одного і того ж масштабу для всіх деталей. Дрібні деталі, особливо складної форми, зображують у більшому масштабі.

5. Вибирають потрібний формат аркуша паперу для виконання кресленника, наносять рамку та основний напис.

6. Компонують і послідовно виконують зображення. На кресленику деталі зображують ті її елементи, які на складальному кресленику не показують або показують спрощено: фаски, галтелі, проточування тощо. Розміри цих конструктивних елементів визначають не за складальним креслеником, а за відповідними стандартами на ці елементи.

7. Наносять на кресленник розміри, позначення шорсткості поверхонь та інші дані.

8. Перевіряють кресленник та остаточно його оформлюють: заповнюють основний напис, подають у разі потреби технічні вимоги.

Під час деталювання складальних креслеників виникають деякі труднощі при визначенні справжніх розмірів елементів деталей, а також при переведенні розмірів зображень із одного масштабу в інший. Розглянемо деякі випадки.

Перший випадок. Кресленики деталювання, які мають масштаб $M 1 : 1$. У цьому випадку справжні розміри всіх елементів деталі вимірюють за складальним креслеником і безпосередньо використовують на кресленику деталі.

Другий випадок. Кресленник деталювання, має масштаб $M 1 : 1$, а кресленник деталі виконують в іншому масштабі. Справжні розміри деталі вимірюють за складальним креслеником. Зображення деталі креслять відповідно до прийнятого масштабу, на кресленник деталі наносять справжні розміри.

Третій випадок. Кресленник деталювання, має масштаб, який відрізняється від $M 1 : 1$, а кресленник деталі виконується у масштабі, який відрізняється від масштабу кресленника деталювання і від $M 1 : 1$. У цьому разі справжні розміри елементів деталі знаходять як результат ділення розмірів цих елементів, виміряних на складальному кресленику, на його масштаб. Далі ці справжні розміри множать на масштаб робочого кресленника деталі і отримують розміри для виконання зображень на ньому.

Проставляючи розміри на робочих креслениках треба враховувати, що багато елементів деталей, мають стандартні розміри. Діаметри деталей циліндричної форми (валів, осей, пальців, штирів) визначають із ряду 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 кресленника на прикладі виробу «Редуктор конічний одноступінчастий» (рис. 7.4). Такий виріб досить поширений, його можна спостерігати у складі приводу робочого руху багатьох машин і механізмів (конвеєрів, підйомників, насосів, кранів тощо).

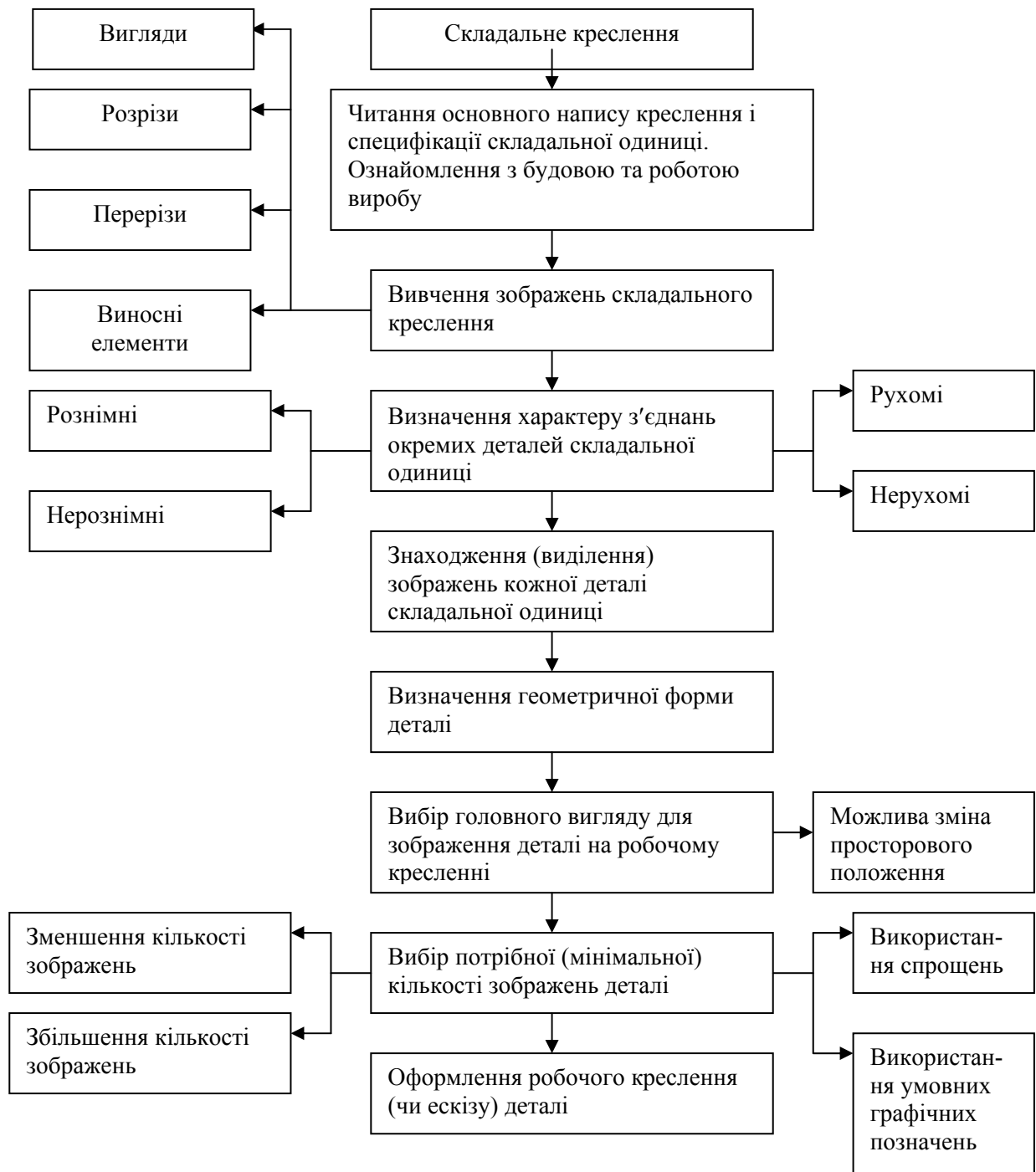


Рис.7.8. Схема послідовності деталювання складального креслення

Редуктор зображено видом спереду і горизонтальним розрізом, січна площина якого одночасно проходить через вісь кожного з валів і площину рознімання корпусу і кришки редуктора. Ці два зображення дають повне уявлення про зовнішній вигляд редуктора (вид спереду) і про його внутрішню будову (горизонтальний розріз), про розміщення і взаємозв'язок деталей усередині редуктора, а також про форму самих деталей, що входять до складу редуктора (корпус, кришка, вали, зубчасті колеса, підшипники, кріпильні деталі). Як видно з наведеного прикладу, на розрізі редуктора суміжні деталі заштриховано у 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 кресленні не наносяться. Кресленнік редуктора має невелику кількість розмірів, які пов'язані тільки зі складанням виробу та контролем за цим процесом. Це також характерна особливість складального креслення.

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 кресленнику.

Основні відомості про кожну деталь (її назва, деякі основні параметри, якщо деталь стандартна, то кількість деталей у виробі) заносять у специфікацію, яка додається до кожного складального кресленника (рис. 7.6). Щоб скласти специфікацію, кожній деталі присвоюють порядковий номер, який проставляють на поличках ліній-виносок. Лінію-виноску проводять від зображення деталі.

На складальному кресленнику редуктора є деякі додаткові дані: параметри конічних зубчастих коліс $m_e = 6$, $z_1 = 25$, $z_2 = 50$, позначення граничних рівнів мастила.

Вправа. Прочитайте складальний кресленик «Домкрат» і виконайте робочі кресленники таких деталей: рис. 7.9 – позиції 1, 2, 3, 4, 5. Специфікація наведена на рис. 7.7.

Домкрат використовують для піднімання різних предметів на висоту в межах 0 – 60 мм. Домкрат встановлюють під виступаючою частиною предмета, який слід підняти. При цьому опорна поверхня корпусу 1 домкрата повинна знаходитися горизонтально.

Щоб трохи підняти призначений для цього предмет або засіб, вигвинчують головку 6 домкрата, яка незначним натискуванням повинна притулятися у потрібному місці до предмета. Далі в кожний із отворів гвинта підйому по черзі вставляється металевий стержень дещо меншого діаметра і гвинт підйому з деяким зусиллям вигвинчується. Оскільки корпус 1 домкрата залишається нерухомим, гвинт підйому 4 за рахунок обертання переміщується в напрямку своєї осі, тим самим забезпечуючи піднімання предмета. Щоб обмежити осьове переміщення гвинта 4 на його нижньому торці закріплено гвинтом 7 круглу шайбу 2. Гвинт підйому загвинчується в циліндричну втулку 3 з упорною нарізкою. Втулка стопориться в корпусі двома гвинтами 8.

Специфікація домкрата наведена на рис. 7.9.

7.12. Виконання складальних креслеників. Послідовність виконання

Складальні кресленники виконуються при проектуванні нового, ще не існуючого виробу або шляхом викреслювання виробу з натури.

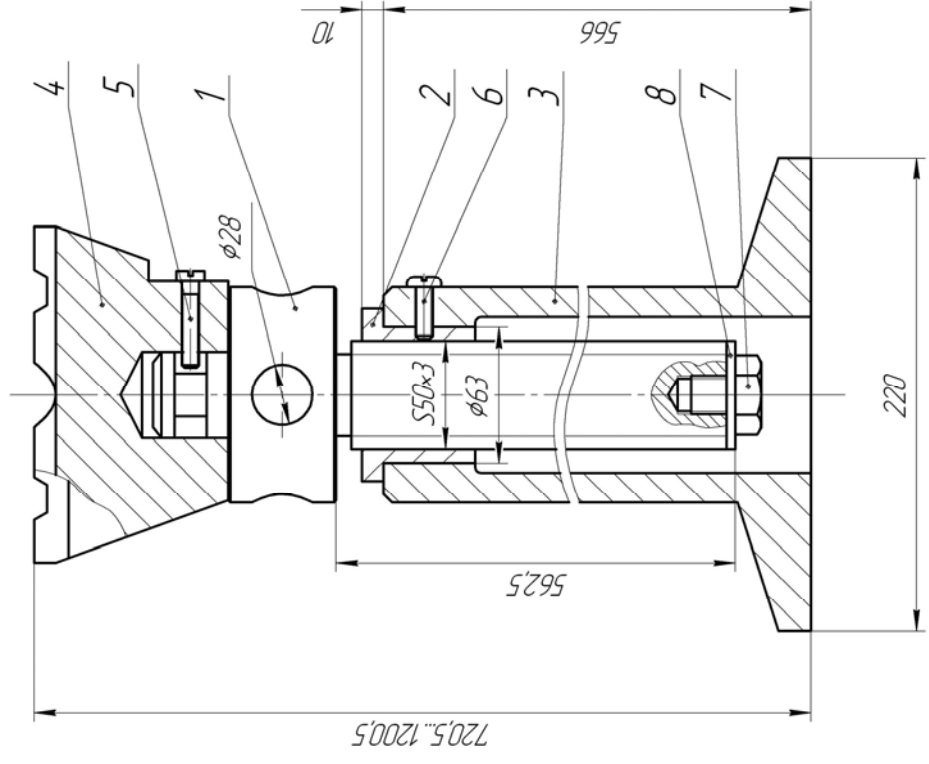
Складальні кресленники виконують у два етапи: спочатку зображують ескізи деталей, а потім роблять за ескізами робочі кресленники.

Для виконання складального кресленника виробу з натури рекомендується дотримуватися такої послідовності:

1. Ознайомитися з виробом, складальний кресленик якого необхідно виконати. Встановити призначення виробу та принцип його роботи. Визначити складові частини виробу, способи з'єднання деталей (нарізне, зварне і т.д.).
2. Встановити порядок складання виробу. Для цього спочатку виріб необхідно розібрати на складові частини, а потім в зворотному порядку зібрати.
3. Скласти схему поділу виробу на складові частини.
4. Присвоїти позначення виробу і його складовим частинам відповідно до ГОСТ 2.201 – 80, внести їх до схеми виробу.
5. Виконати ескізи всіх деталей виробу (окрім стандартних) у повній відповідності з правилами складання ескізів. Складені ескізи ретельно перевірити, особливо наявність всіх необхідних розмірів з'єднаних деталей.
6. Визначити необхідну кількість зображень (видів, розрізів, перетинів, місцевих видів) складального кресленника, його масштаб, віддаючи перевагу масштабу 1 : 1.
7. Залежно від вказаного вище, вибрати формат аркуша. Виконати рамку кресленника, основний напис і специфікацію.

ДМ.007.0000 СК

1. Вантажопідійомність F=36000 Н.
2. Висота підйому 0,5 м.



Формат	Зона	Кол.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
A3			ДМ.007.0000 СК	Складальний кресленок	1	
A4			ДМ.007.0000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Деталі		
A3		1	ДМ.007.0000	Гвинт	1	
A3		2	ДМ.007.0000	Втулка	1	
A3		3	ДМ.007.0000	Карпус	1	
A3		4	ДМ.007.0000	Коронка	1	
				Стандартні виробы.		
		5		Гвинт А.МВ-6рх40-34	1	
				ГОСТ 1491-80		
		6		Гвинт А.МВ-6рх12.109.30ХТСА	1	
				ГОСТ 11644-75		
		7		Гвинт М16-6рх25	1	
				ГОСТ 1491-80		
		8		Шайба 16.01016 ГОСТ6958-78	1	
ДМ.007.0000 СК						
Домкрат						
Зм. / Док.	№ док.	Лист	Листа	Листа	Аркуш	Аркушів
Розроб.					1	1
Перевір.						
Інженер.					НГУ	
Зам.					Формат А3	

Рис. 7.9. Складальний кресленок домкрата

8. Приступити до виконання складального кресленника. Спочатку викреслити у всіх проекціях тонкими лініями контури деталей, починаючи з найбільш великих і переходячи до дрібніших. Потім проставити необхідні розміри (нанести розмірні лінії і числа), виконати штрихування в розрізах і перетинах, стежачи за тим, щоб нахил ліній штрихування для однієї і тієї самої деталі на всіх проекціях був однаковий. Ретельно перевіривши кресленника, обвести всі лінії кресленника.
9. Заповнити специфікацію відповідно до вимог ГОСТ 2.108 – 68.
10. Нанести номери позицій деталей на складальному кресленнику відповідно до номерів позицій у специфікації.
11. Заповнити основний напис і виконати інші необхідні написи (технічні вимоги та ін.).

Контрольні запитання

1. Що називається виробом?
2. Що таке виріб основного і допоміжного виробництва?
3. Що називається деталлю, складальною одиницею, комплектом, комплексом?
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 визначити розміри деталі за складальним кресленником, якщо його виконано у довільному масштабі?
10. Як знайти на складальному кресленнику потрібну деталь за розрізами?
11. Яку роботу належить виконати перед деталюванням складального кресленника?

Після опанування розділу студенти мають виконувати складальні креслення із визначеними стандартом спрощеннями та умовностями, наносити розміри та позиції, складати специфікацію; читати та деталювати складальні кресленики.

РОЗДІЛ 8. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

У розділі викладаються питання наочного, об'ємного відображення 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 паралелепіпеда із зрізами в трьох видах (рис. 8.1, а) та його аксонометричною проєкцією (рис. 8.1, б). Без аксонометричної проєкції важко уявити форму зображеного предмета.

Аксонометричні проєкції одержують, якщо зображуваний предмет разом з осями координат, до яких він віднесений, за допомогою паралельних променів проєкують на одну площину, рис. 8.2. Площина проєкцій у цьому випадку зветься *картинною площиною*.

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 кресленіку відкладають уздовж осей x , y і z .

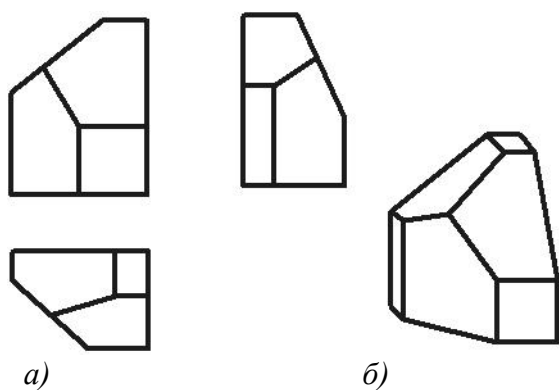


Рис. 8.1. Кресленик паралелепіпеда із зрізами: а – три види; б – аксонометрична проєкція

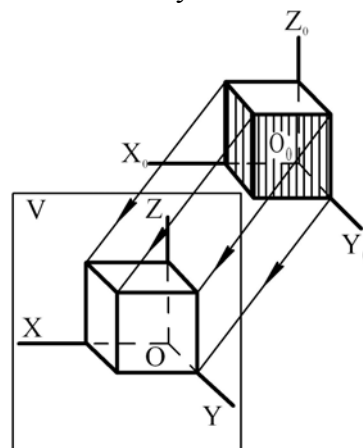


Рис. 8.2. Утворення прямокутної диметричної проєкції

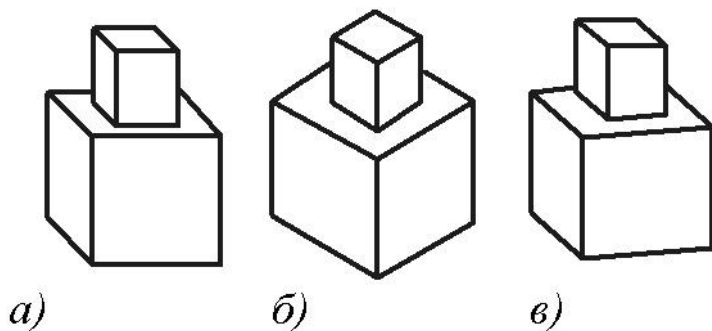


Рис. 8.3. Аксонометричні проєкції
а – прямокутна диметрична; б – ізометрична;
в – косокутна диметрична

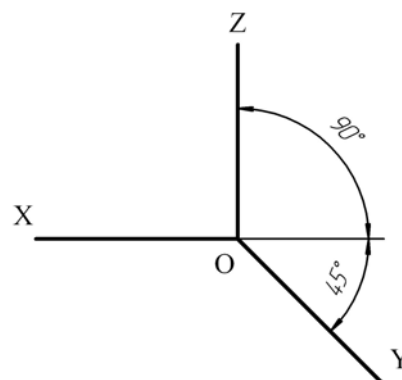


Рис. 8.4. Розташування і позначення осей прямокутної диметричної проєкції

На основі аксонометричних проєкцій виконують технічні рисунки.

Залежно від нахилу осей координат, до яких віднесений зображуваний предмет по відношенню до картинної площини й кута, утворюються різні аксонометричні проєкції. Якщо проєціюючі промені перпендикулярні до картинної площини, проєкція називається прямокутною. Якщо проєціюючі промені нахилені до неї, то проєкція називається косокутною. Ми розглянемо найбільш уживані наступні види аксонометричних проєкцій (ГОСТ 2.317 – 68), а саме: прямокутну диметричну (рис. 8.3, а) ізометричну (рис. 8.3, б) та косокутну диметричну (рис. 8.3, в).

8.2. Фронтально диметрична проєкція

Побудова прямокутної диметричної проєкції починається із креслення осей, які розташовуються, як показано на рис. 8.4, під певними кутами й виходять із однієї точки O . Одна з осей розташована горизонтально і позначається латинською буквою x , друга спрямована вертикально вгору – вісь z , третя проходить під кутом 45° до горизонтальної осі – вісь y . Осі будують так: викреслюють розташовані під прямим кутом горизонтальну й вертикальну осі x і z . У напрямку осей x і z відкладають дійсні величини розмірів предмета. Розміри по осі y і напрямках, які їй паралельні, скорочуються наполовину.

Порядок побудови прямокутних диметричних проєкцій. Розглянемо послідовність побудови призми, три види якої дані на рис. 8.5, а.

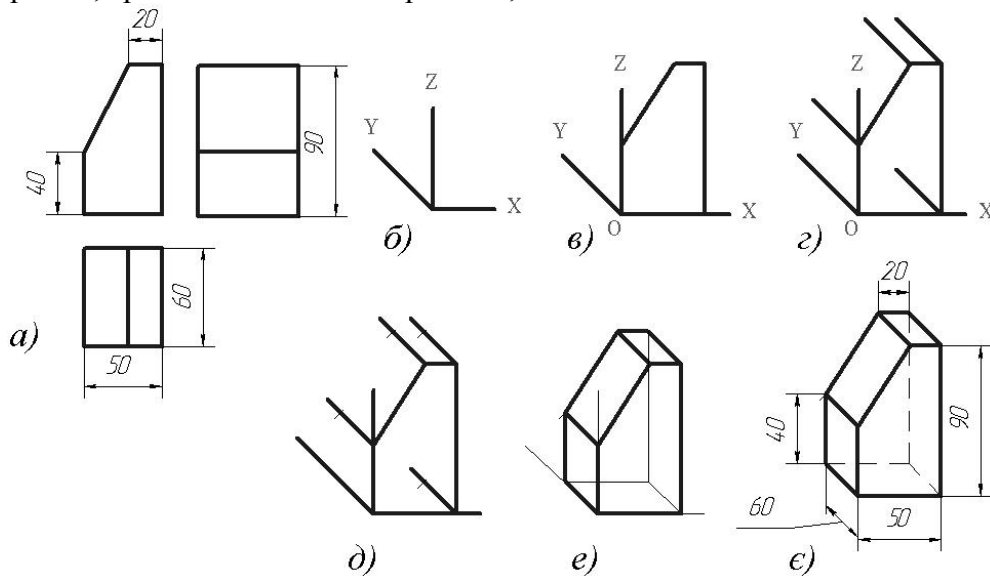


Рис. 8.5. Побудова фронтальної диметричної проєкції чотирикутної призми зі зрізом

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 проводять 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.

Потім проводять лінії, що відповідають ребрам деталі, які ідуть від нас у простір (рис. 8.5, г). Тому що 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, які паралельні осі y , тобто під кутом 45° . Довжина всіх ребер однакова, тому що передня грань призми паралельна до задньої. На всіх прямих, розташованих під кутом 45° , потрібно було б відкласти однакові відрізки довжиною по

60 мм. Однак по осі y всі розміри скорочують наполовину (відкладають по 30 мм) (рис. 8.5, δ). Отримані точки послідовно з'єднують прямими лініями (рис. 8.5, ϵ).

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, ϵ). Розмірні й виносні лінії в наочних зображеннях розташовують паралельно основним осям.

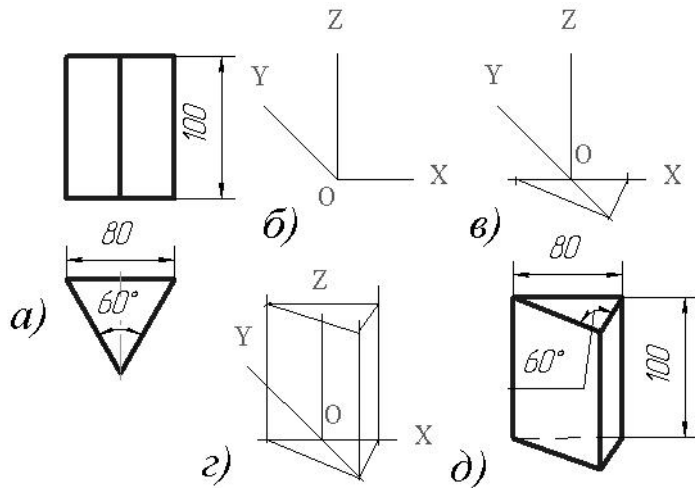


Рис. 8.6. Побудова прямокутної диметричної проекції трикутної призми

Три отримані точки з'єднують прямими, які утворили аксонометричне зображення рівностороннього трикутника. Потім з вершин отриманого трикутника проведено лінії, що зображують вертикальні ребра призми (рис. 8.6, ζ). На одному з них відкладена висота тіла 100 мм. Ребра верхньої основи проведені паралельно відповідним ребрам нижньої основи. Невидиме ребро проведене штриховою лінією, обведено видимий контур і проставлено розміри (рис. 8.6, δ).

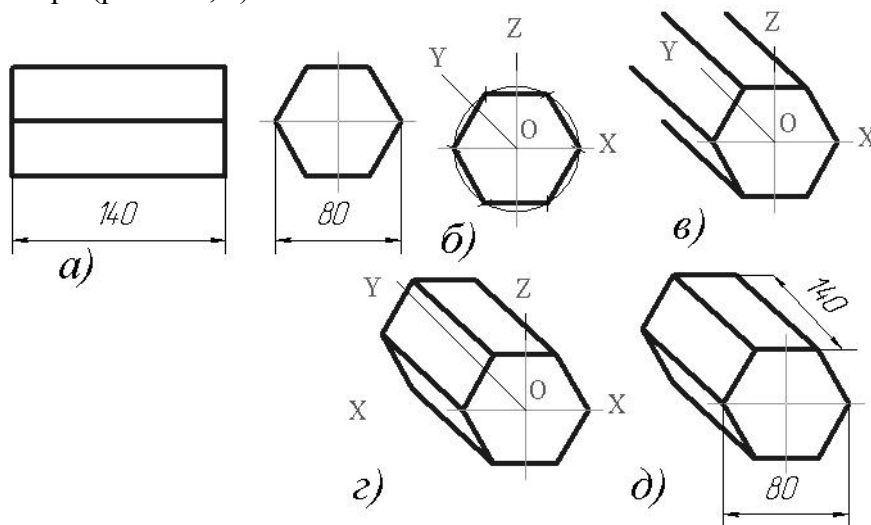


Рис. 8.7. Побудова прямокутної диметричної проекції шестикутної призми

Розглянемо побудову прямокутної диметричної проекції правильної трикутної призми, два види якої наведені на рис. 8.6, a . Побудова проведена в такий спосіб. Накреслено осі (рис. 8.6, b). Потім побудована фігура основи призми – рівносторонній трикутник (рис. 8.6, b). Для цього по осі x в обидва боки від точки O відкладено по половині довжини сторони основи – відрізки прямих по 40 мм. Від точки O по осі y відкладений відрізок, який дорівнює половині висоти основи трикутної призми.

Побудову прямокутної диметричної проекції правильної шестикутної призми виконано так (рис. 8.7): у коло із центром у точці O вписаний шестикутник зі стороною, довжина якої дорівнює 40 мм (рис. 8.7, b); ребра, що йдуть в перспективу, проведені паралельно осі y (рис. 8.7, b); на одному з ребер відкладено скорочений удвічі розмір висоти – 70 мм; на цій відстані проведено

паралельні сторонам шестикутника прями, що зображують видимі ребра основи призми (рис. 8.7, з); потім обведено видимий контур і поставлено 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, які паралельні осям x та y , одержують прямокутну диметричну проекцію квадрата, що є основою піраміди.

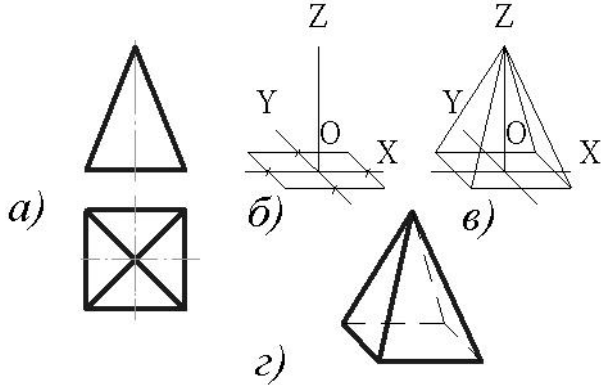


Рис. 8.8. Побудова прямокутної диметричної проекції чотирикутної правильної піраміди

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 , є кращим, бо полегшує побудову аксонометричних проекцій.

Кресленик наочного зображення деталі, що з виступом (рис. 8.9) відзначається певними особливостями.

У цьому випадку важливо вибрати 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.

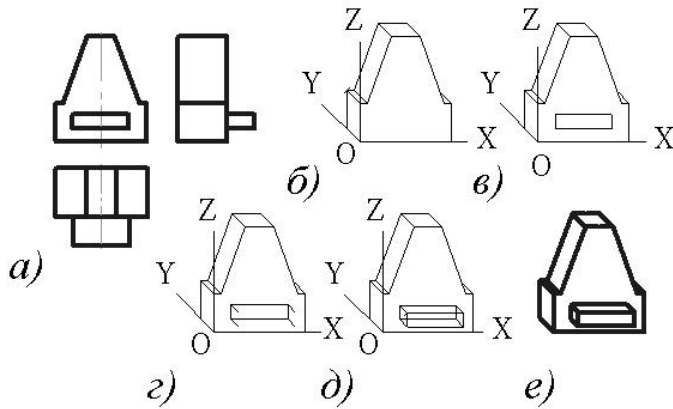


Рис. 8.9. Побудова прямокутної диметричної проекції деталі, яка має виступ

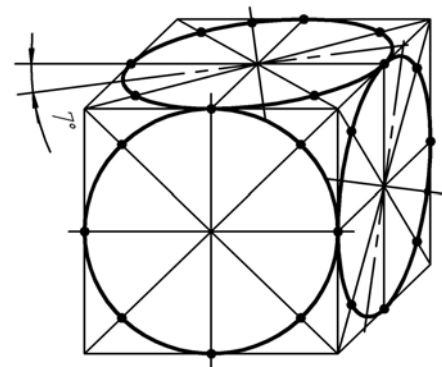


Рис. 8.10. Зображення у косокутній диметричній проекції кіл, які вписані в грані куба

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 креслити з передньої грані, в інших – з основи предмета, іноді із задньої грані. Але у всіх випадках необхідно дотримуватися таких правил:

ребра, що йдуть углиб, проводити паралельно осі u ;

паралельні елементи предметів зберігати паралельними і в аксонометричній проекції;

усі відрізки прямих ліній, які в натурі мали напрямом, паралельний до x , y , z , залишати паралельними осям і в наочному зображенні;

розташовувати зображуваний об'єкт доцільно так, щоб основні його елементи збігалися з осями проекцій.

8.3. Зображення кола у фронтальній диметричній проекції

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 подане наочне зображення куба з вписаними колами в його грані. Передня грань куба, паралельна до картинної площини, проєціюється у квадрат, а коло, вписане в нього, зображується без спотворення, тобто описується циркулем. Верхня й бічна сторони куба проєціюються в паралелограми. Тому і кола, вписані в них, проєціюються в еліпси. Звичайно, при виконанні наочних зображень замість еліпсів викреслюють овали, побудувати які простіше. Овали, про які йде мова, являють собою замкнуті криві, утворені з дуг кіл.

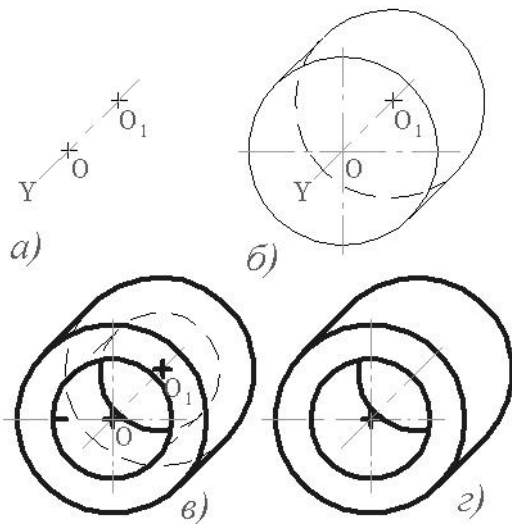


Рис. 8.11. Побудова фронтальної диметричної проєкції втулки

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 побудована фронтальна проєкція розташованої таким чином втулки.

По осі y від точки O відкладена висота втулки, яка скорочена вдвічі (рис. 8.11, a). З точок O і O_1 , як із центрів, описані кола радіусами, що дорівнюють половині зовнішнього діаметра втулки. До кіл проведені дотичні (рис. 8.11, b). З тих самих точок O і O_1 описані кола радіусами, що дорівнюють половині розміру, який відповідає отвору у втулці (рис. 8.11, $в$). Потім обводиться 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, і проєціювати його на цю площину за допомогою променів, що розташовані під прямим кутом до неї, то утвориться ізометрична проєкція (рис. 8.12).

«Ізометрія» по-грецькому – рівномірність. При кресленні ізометричної проєкції розміри по трьох осях для простоти побудови відкладають без скорочень, тобто в натуральну величину.

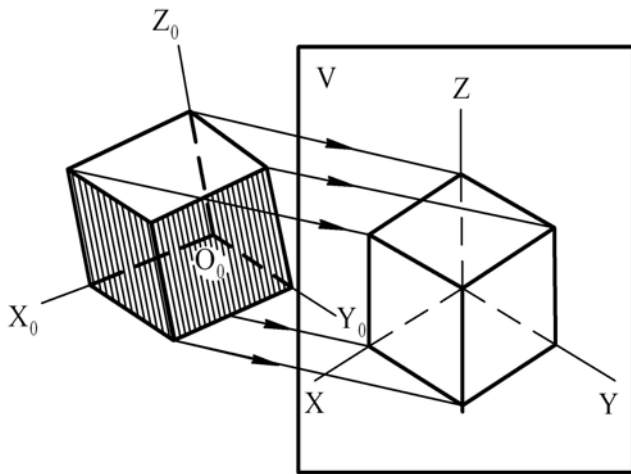


Рис. 8.12. Утворення ізометричної проєкції

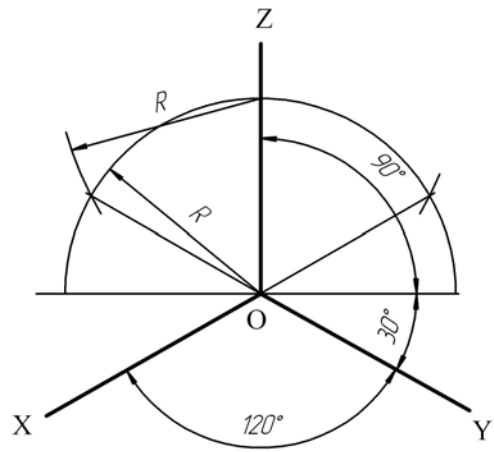


Рис. 8.13. Розташування осей в ізометричній проєкції та спосіб їх побудови за допомогою циркуля

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° 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 же розхилом циркуля дві зарубки; точку O з'єднати прямими лініями з отриманими точками.

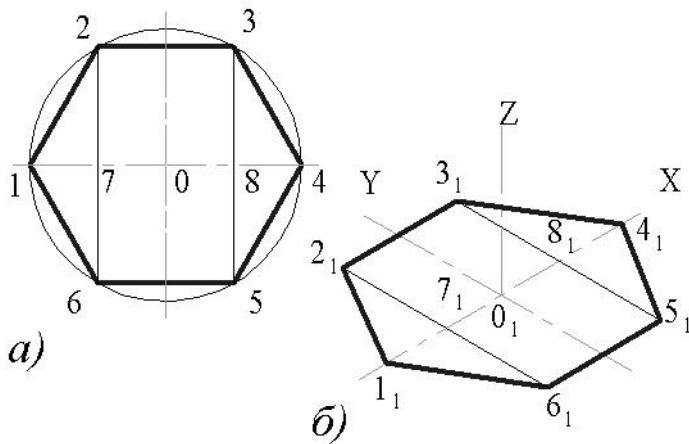


Рис. 8.14. Побудова ізометрії правильного шестикутника

Порядок побудови ізометричних проєкцій. На рис. 8.14 показана побудова ізометрії плоскої фігури. За дійсними розмірами правильного шестикутника побудована його ізометрична проєкція (рис. 8.14, а, б). Для побудови викреслюють ізометричні осі x, y, z . Із 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.,

одержують точки $2_1, 3_1, 5_1, 6_1$. Знайдені шість точок послідовно з'єднують прямими. Побудувавши ізометричну проєкцію плоскої фігури, неважко викреслити і 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.

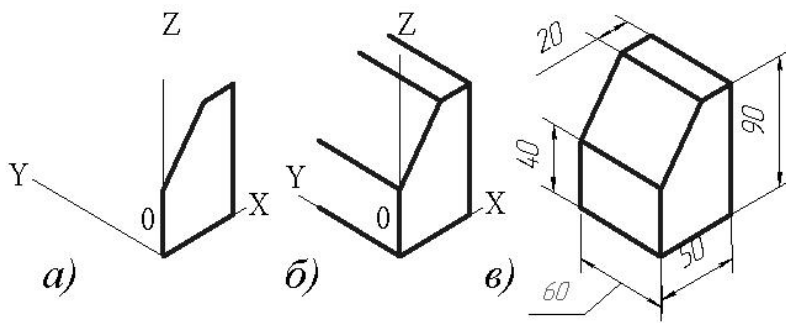


Рис. 8.15. Побудова ізометричної проекції чотирикутної призми зі зрізом

На рис. 8.15 показаний порядок побудови ізометричної проекції предмета, три види якого наведені на рис. 8.5, *a*. Побудова проведена в такий спосіб: накреслено ізометричні осі x, y, z . У площині xOz побудована передня грань предмета (рис. 8.15, *a*).

Потім із всіх вершин отриманої фігури проведені прямі, які паралельні осі y (рис. 8.15, *b*), тому що бічні ребра призми перпендикулярні до передньої грані. По осі y відкладений відрізок 60 мм, і проведені лінії, що паралельні передньої грані. Після цього обведено видимий контур, проставлено розміри (рис. 8.15, *в*).

8.5. Зображення кіл в ізометричній проекції

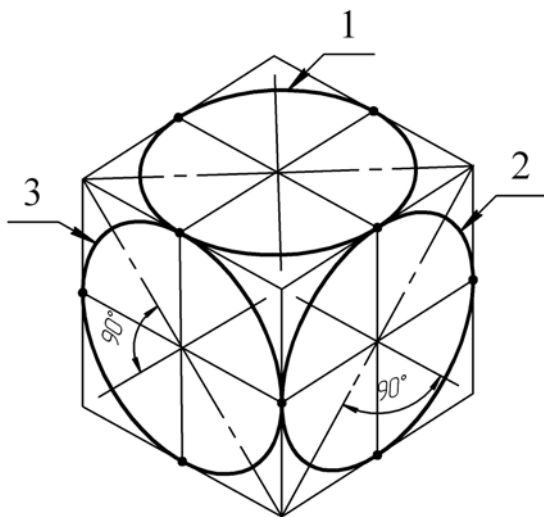


Рис. 8.16. Ізометричне зображення кіл, які вписані в грані куба

Розглянемо, як в ізометричній проекції 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 у вигляді трьох однакових еліпсів.

Для спрощення роботи еліпси замінюють овалами, що окреслюють дугами кіл (рис. 8.16). Викреслюють ромб, у який повинен вписуватися овал, що зображує дане коло в ізометрії. Для цього на осях відкладають від точки O в чотирьох напрямках відрізки, які дорівнюють радіусу зображуваного кола (рис. 8.17, *a*).

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 , який дорівнює відрізку Ca (Ob).

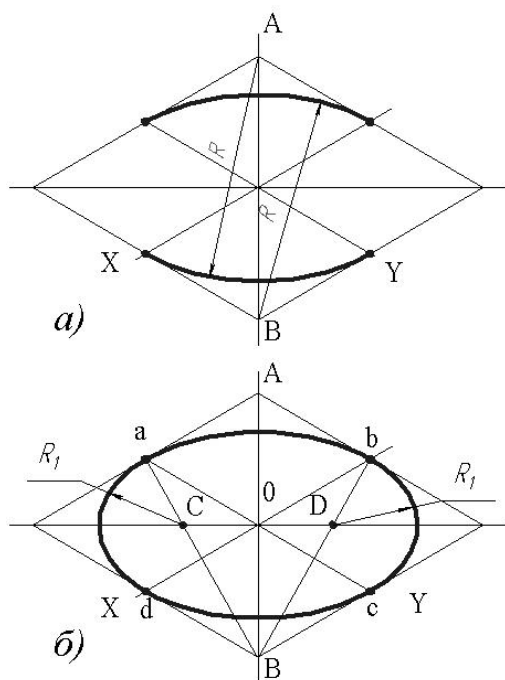


Рис. 8.17. Побудова овалу

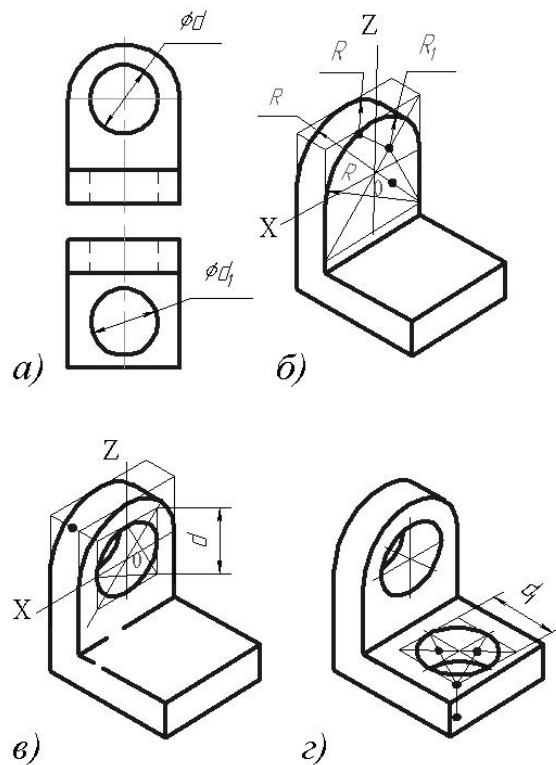


Рис. 8.18. Побудова ізометричної проєкції деталі

8.6. Побудова ізометричних проєкцій деталей

Для застосування розглянутих вище побудов зображено процес побудови ізометричної проєкції деталі, два види якої дані на рис. 8.18, а.

Побудову проводять у такому порядку: спочатку викреслюють вихідну форму деталі – кутик. Потім будують 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 . Такою побудовою одержують ромб, в який вписана половина овалу (рис. 8.18, б). Овали на паралельно розташованих площинах будують перенесенням центрів дуг на відрізок, що дорівнює відстані між даними площинами. На рис. 8.18 кружечками показані центри цих дуг. На тих самих осях x і z будують ромб зі стороною, яка дорівнює діаметру кола. У ромб вписують овал.

Знаходять центр кола на горизонтально розташованій грані, проводять ізометричні осі, будують ромб, у який вписують овал (рис. 8.18, г).

8.7. Диметрична косокутна проєкція

Диметрична проєкція одержуваного зображення на вигляд схожа на прямокутну диметричну проєкцію.

Розташування осей диметричної проєкції і спосіб їхньої побудови наведені на рис. 8.19. Вісь z проводять вертикально, вісь x під кутом близько 7° до горизонталі, а вісь y утворює із горизонталлю кут приблизно 41° (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.

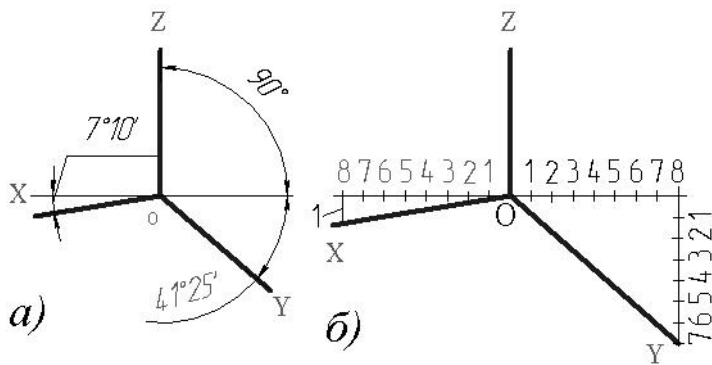


Рис. 8.19. Розташування осей диметричної проекції і спосіб їх побудови

Висота їх дорівнює: для перпендикуляра до осі x – одному відрізку, а для перпендикуляра до осі y – семи 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.

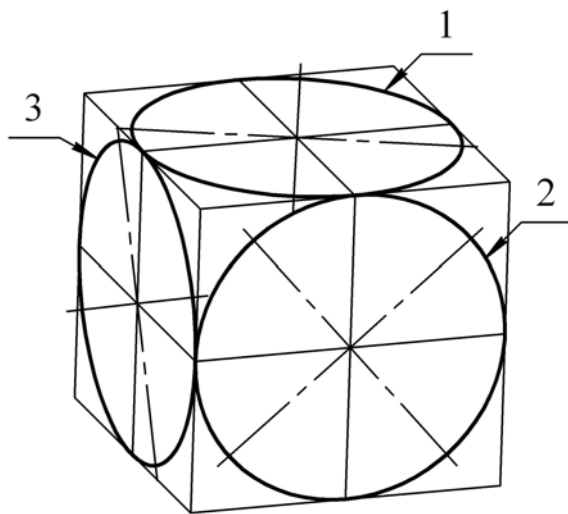


Рис. 8.20. Зображення в диметричній проекції кіл, які вписані в грані куба

На рис. 8.20 показана диметрична проекція 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° . Більша і менша осі третього еліпса проходять по діагоналях ромба.

Контрольні питання

1. Як розташовуються осі фронтальної диметричної проекції? По якій осі скорочуються розміри?
2. Яка послідовність побудови фронтальної диметричної проекції?
3. Який вигляд має вписане коло залежно від положення грані куба?
4. Як розташовуються осі ізометричної проекції? Чи відбувається скорочення розмірів по її осях?
5. Як будують овали, що заміняють еліпси в ізометрії?

Розглянутий в розділі матеріал надає студентам навички по виконанню начального зображення деталей, яке використовується, в основному, як ілюстративне на комплексних кресленнях.

РОЗДІЛ 9. БУДІВЕЛЬНІ КРЕСЛЕНИКИ

Мета розділу - ознайомлення студентів із стадіями проектування підприємств, з умовами і особливостями будівельного креслення, з правилами виконання генеральних планів та планів автотранспортних споруд.

9.1. Порядок проектування автотранспортних підприємств (АТП)

Процес проектування підприємства починають з підготовки завдання, яке розробляють й затверджують у замовника та узгоджують із проектною організацією.

Проектування АТП може здійснюватися в одну або дві стадії. В одну стадію розробляють проекти для підприємств, будівництво яких буде здійснюватися по типових проектах або проектах, що повторно застосовуються, насамперед для технічно нескладних об'єктів, а також проектів реконструкції, розширення й технічного переозброєння підприємств. В інших випадках проектування проводиться у дві стадії.

При проектуванні в одну стадію розробляють робочий проект (зі зведеними кошторисними розрахунками вартості), який складається із загальної пояснювальної записки й креслень.

Креслення робочого проекту включають:

- ситуаційний план розміщення підприємства в районі забудови;
- генеральний план;
- принципову схему технологічного процесу;
- технологічне планування із вказівкою розташування основного стаціонарного встаткування (підйомників, каналів та ін.);
- схеми електропостачання, тепlopостачання та інших комунікацій;
- будівельні креслення (плани, розрізи, фасади);
- траси інженерних комунікацій (плани, схеми).

Кожний комплект робочих креслень, що входять у проектну документацію, має свою марку. Марка зберігається на всіх стадіях проектування й складається із заголовних букв назви частини робочого проекту, наприклад:

- генеральний план і споруди транспорту – ГТ;
- генеральний план – ГП;
- спорудження транспорту – ТР;
- архітектурні розв'язки – АР;
- електропостачання –ЕС тощо.

При проектуванні у дві стадії спочатку розробляють проект із зведеними кошторисними розрахунками вартості, а потім (після його затвердження) - робоча документація з кошторисами.

Кінцевим результатом технологічного проектування є розробка генерального плану та об'ємно-планувального розв'язку підприємства, що забезпечує виконання встановленої програми, обсяг робіт по ТЕ (технічному обслуговуванню) і ТР (технічному ремонту), а також зберігання рухливого состава АТП.

9.2. Графічне оформлення будівельних креслеників

При виконанні будівельних креслеників слід керуватися стандартами СПДБ (система проектної документації для будівництва). Стандарти СПДБ доповнюють стандарти СКД (системи конструкторської документації) з урахуванням специфіки проектної документації для будівництва.

Основний вид будівельних креслеників – це робочий кресленик будинку або споруди. Він містить у собі комплекс зображень, які дають повну уяву про проєктоване 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 назва виду, як правило, надписують над його зображенням по типу «Фасад І-3». Вид може мати буквене, цифрове або яке-небудь інше найменування. При необхідності напрямок проєктування може бути зазначений однією або двома стрілками. Найменування виду може бути дане й без вказівок напрямку погляду.

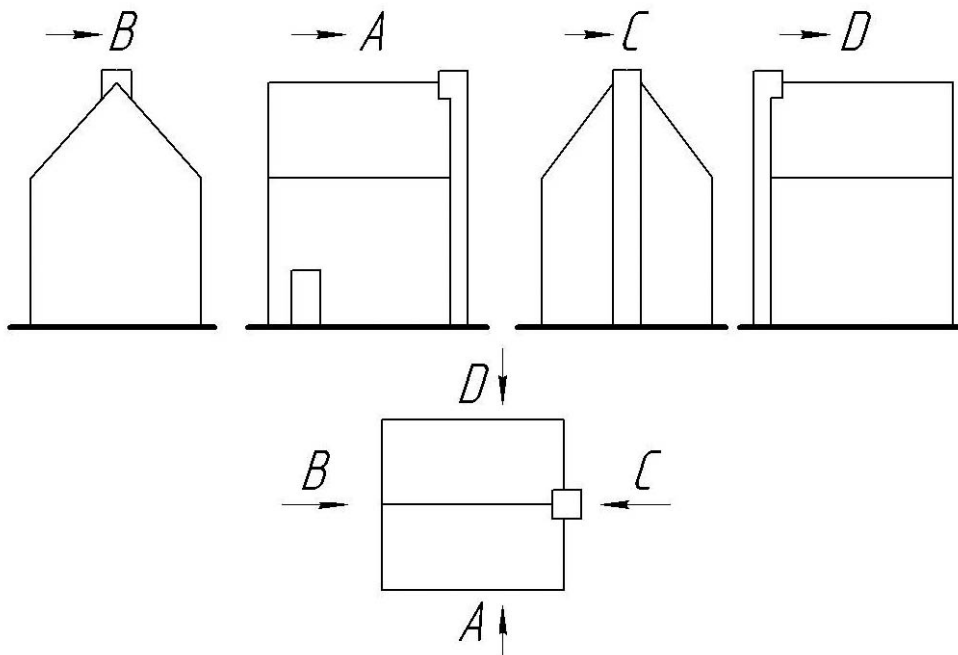


Рис. 9.1. Розташування зображень на будівельних креслениках

Розрізи. Розрізи будинків здійснюють горизонтальними й вертикальними січними площинами.

Горизонтальні розрізи називають *планами*. Горизонтальну січну площину проводять на рівні віконних та дверних прорізів і не позначають. У правому нижньому куті приміщень указують їхні площі у квадратних метрах із двома десятковими знаками й підкреслюють суцільною тонкою лінією.

Вертикальні розрізи служать для виявлення висот внутрішніх приміщень і визначення взаємного розташування окремих конструкцій. Січну площину проводять по віконних, дверних прорізах і сходовим кліткам.

У робочих креслениках основного комплексу напрямок погляду для розрізів ухвалюють за планом знизу нагору і з права наліво.

Для найменування розрізу допускається застосовувати букви, цифри й інші позначення. У найменуванні зображення допускається включати слово «розріз», наприклад: «Розріз 1–1». Штрихування різних матеріалів у розрізах виконується відповідно до ГОСТ 2.306-68.

Перетини. У будівельних креслениках лінія, що вказує напрямок січної площини, може бути із стрілками або без них. Перетин позначають буквами або цифрами. У назві перетину вказують позначення відповідної січної площини.

На робочих креслениках планів, розрізів і фасадів не допускається надмірна деталізація зображень. Усі необхідні подробиці конструювання наводять в креслениках вузлів і фрагментів, а також на виносних елементах.

При виконанні виносних елементів і вузлів відповідне місце на фасаді, плані або розрізі позначають замкненою суцільною тонкою лінією (окружністю або овалом) із вказівкою на полку лінії-виносення порядкового номера або літерного позначення зображення, а під полицю поміщають «адресу», по якій його можна знайти.

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 і їх елементів у натуральну величину або в масштабі збільшення. У табл. 9.1 наведені масштаби, які рекомендують для будівельних креслеників (ГОСТ 2.302-68).

Залежно від складності будівель, споруд, конструкцій і від виду креслення приймають мінімальні масштаби зображень так, щоб кресленики були компактними, але достатньо чіткими та зручними для користування й розмноження сучасними способами.

Таблиця 9.1. Масштаби зображень на креслениках будинків

Найменування	Масштаби зображень	
	Основний	Що допускається 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, вузлів.	1:100	1:50, 1:10, 1:20, 1:5

На будівельних креслениках, як правило, масштаб не проставляють. Однак, при необхідності, масштаб зображення може бути зазначений в основному написі по типу 1:10, 1:100, а над зображенням по типу 1-1/1:10, А / 1:20.

Лінії креслення. На будівельних креслениках використовують типи ліній, які наведені в ГОСТ 2.303-68. Товщина ліній для всіх зображень, які виконані в одному масштабі, повинна бути однаковою.

Однак у будівельних креслениках є деякі особливості 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.

Товщину допоміжних ліній ухвалюють наступним чином:

рамки аркушів, основні написи, основне членування таблиць, експлікації, специфікації.....0,8 мм

кружки для нумераційного маркування вузлів:

внутрішні лінії.....0,8 мм

маркувальні кружки модульних

координаційних осей.....0,3-0,4 мм

Зразкова товщина ліній, якою обводять основні будівельні кресленики наведена в табл. 9.2 і табл. 9.3.

Таблиця 9.2. Товщина ліній, мм, якою обводять кресленики планів, розрізів і фасадів

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 попадають у перетин	0,4	0,4-0,5	0,6-0,7	0,8
Дерев'яні елементи, що попадають у перетин	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, плетінь і полотен, воріт, дверей і вікон	0,2	0,2	0,2	0,2-0,3

Таблиця 9.3. Товщина ліній, мм, якою обводять кресленики деталей

Найменування	Для масштабів				
	1:20	1:10	1:5	1:2	1:1
Перетин: 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 перетинів, що не попадають у розріз	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

9.2.3. Основний напис будівельних креслеників

Основний напис для креслеників проектної та робочої документації на зведення будинків та споруд різного призначення встановлює стандарт Б А.2.4-4-99 (СПДБ). У графах основного напису наводять (рис. 9.2):

1 – позначення документа, в тому числі розділу проекту, основного комплексу робочих креслеників. Наприклад, 1345-1-АР, де 1345 — шифр об'єкта будівництва, 1 – номер будинку за генеральним планом, АР – марка комплексу робочих креслень;

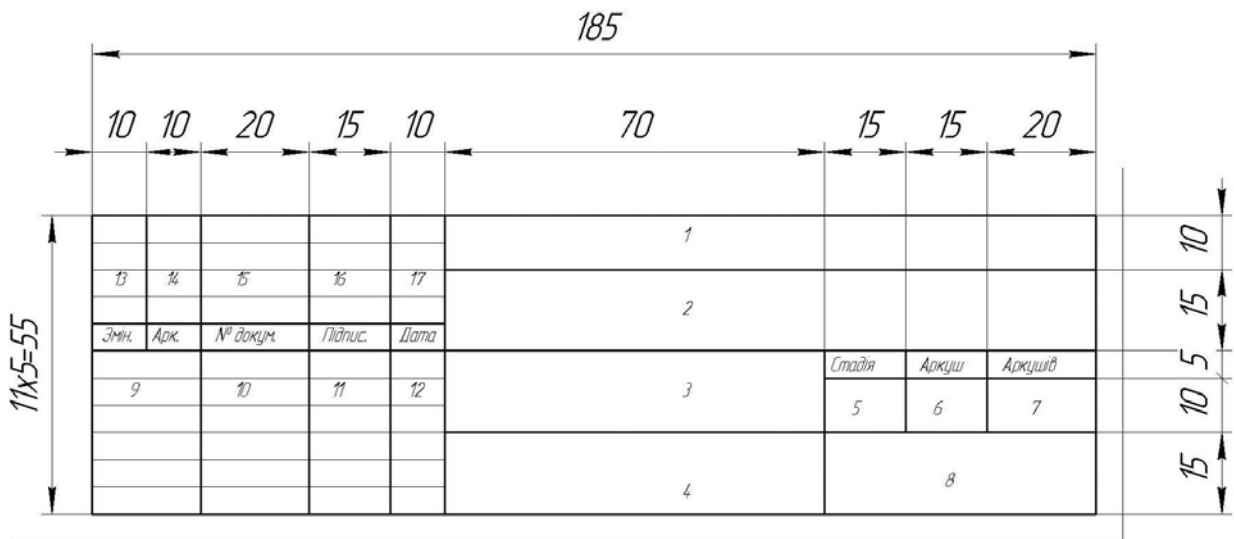


Рис. 9.2. Основний напис для креслеників проектної та робочої документації:

- 2 – найменування об'єкта будівництва, до складу якого входить будинок (споруда);
- 3 – найменування будинку (споруди);
- 4 – найменування зображень, що розміщені на даному аркуші;
- 5 – умовне позначення стадії проектування:
- П – для проектної документації,
- Р – для робочої документації;
- 6 – порядковий номер аркуша (на документах, які складаються з одного аркуша, 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, указаних у графі 9, та дата підписання;
- 13-17 – графи таблиці змін при внесенні змін інформації.

9.2.4. Координаційні осі 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 (стіни і колон), називають поздовжніми та поперечними координаційними осями.

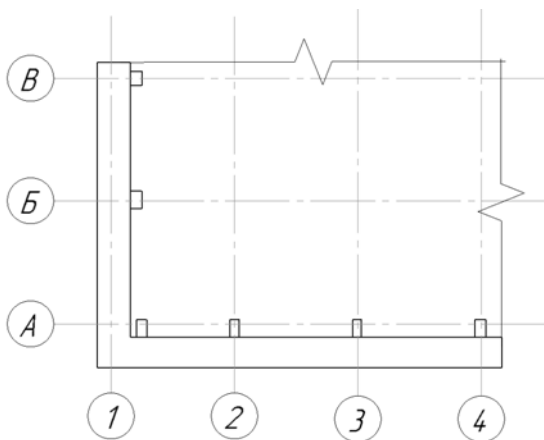


Рис. 9.3. Розташування координаційних осей на плані

Відстань між координаційними осями в плані будинку називають кроком. По переважному в плану напрямку крок може бути поздовжнім або поперечним. Відстань між поздовжніми координаційними осями будинку, який відповідає прольоту основної несучої конструкції перекриття або покриття, називають прольотом.

Для визначення взаємного розташування елементів будинку застосовують 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 прописні букви, за винятком букв З, В, О, Х, Ї. Розмір шрифту для позначення координаційних осей повинен бути на один-два номери більше, ніж розмір шрифту чисел на тому ж аркуші.

Цифрами маркують осі по стороні будинку з більшою кількістю координаційних осей. Послідовність маркування осей ухвалюють з ліва на право і знизу нагору. Маркування осей, як правило, розташовують по лівій та нижній сторонам 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 вказують у вигляді замкненого ланцюга. Розміри допускається повторювати. Щоб обмежити розмірні лінії, на перетинанні розмірних ліній з виносними лініями контуру або осьовими лініями можна замість стрілок застосовувати зарубки у вигляді короткої суцільної основної лінії під кутом 45° до розмірної лінії; при цьому розмірні лінії повинні виступати за крайні виносні лінії на 1...4 мм. (рис. 9.4). Якщо бракує місця для зарубок на розмірних лініях, які розташовані ланцюжком, зарубки можна замінити крапками.

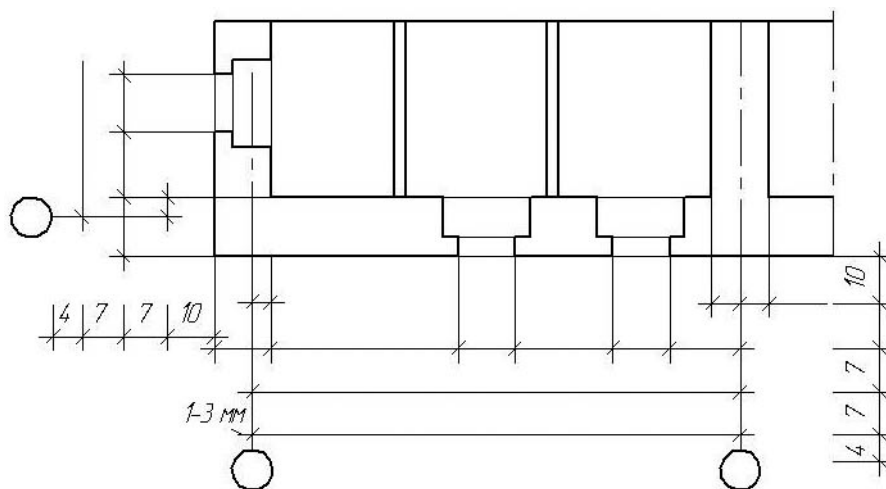


Рис. 9.4. Розташування розмірів на плані будівлі

У тому випадку, якщо в зображенні присутні декілька однакових елементів, що розташовані на рівній відстані одні від інших (наприклад, осей колон), то між такими елементами розміри проставляють тільки на початку та наприкінці ряду, або вказують відстані між крайніми елементами, наприклад $6 \times 100 = 600$.

Відповідно до ГОСТ 21.105-79 оцінки рівнів (висоти, глибини) елемента будинку або конструкції від якого-небудь відлікового рівня, що прийнятий за нульовий, розташовують на виносних лініях і позначають відповідним знаком. Знак оцінки рівня являє собою стрілку у вигляді прямого кута, який вершиною опирається на виносну лінію рівня саме відповідної поверхні (рис. 9.5). Вертикальний відрізок і горизонтальну полицю знака виконують тонкими лініями. На планах будинків оцінки рівнів наносять у прямокутнику або на полиці лінії-винесення. У цих випадках рівень вказують зі знаком плюс.

Оцінки рівнів вказують у метрах із трьома десятковими знаками. Умовну нульову оцінку позначають «0,000», оцінки нижче умовної нульовий позначають зі знаком мінус (-4,800), оцінки вище умовної - без знака. У якості нульової оцінки для будинків ухвалюють, як правило, рівень підлоги першого поверху.

Уклони. На будівельних креслениках ухил вказують у вигляді простої дроби.

Позначення ухилу наносять безпосередньо над лінією контуру або на полиці лінії-винесення. На планах напрямом ухилу вказують стрілкою. При необхідності над стрілкою ставлять значення ухилу (рис. 9.6).

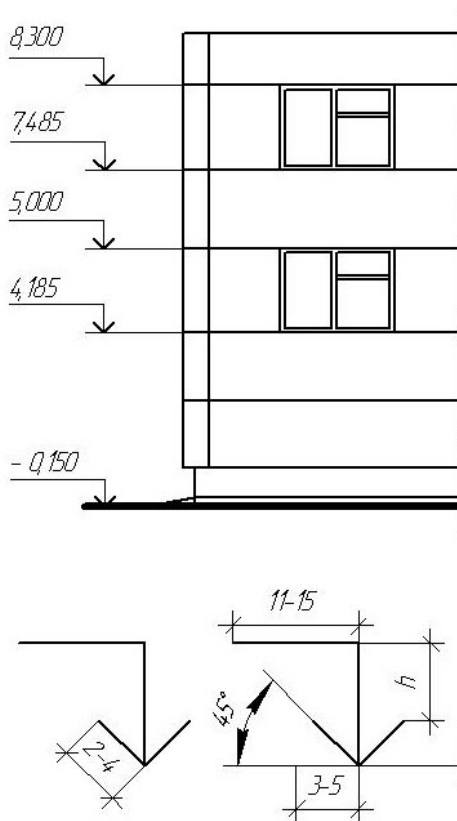


Рис. 9.5. Нанесення позначок рівня та їх зображення

Виносні написи до багатошарових конструкцій виконують у вигляді «прапорців». Послідовність написів до окремих шарів має відповідати послідовності їх розташування на кресленіку зверху вниз або з права наліво (рис. 9.7).

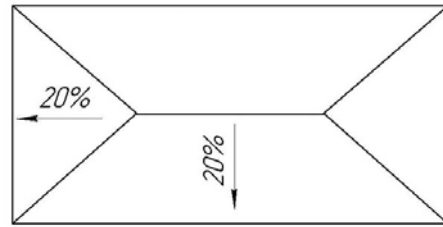


Рис. 9.6. Позначення уклону на плані

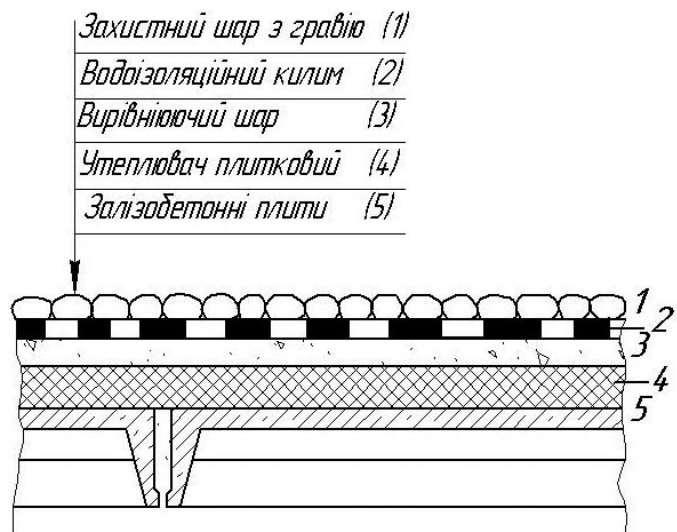


Рис. 9.7. Виносний напис багатошарових конструкцій

9.3. Основні конструктивні елементи промислових споруд

Фундамент – це частина будинку, яка перебуває в землі та на яку опираються стіни і колони. Фундамент служить для передачі та розподілу навантаження від будинку на ґрунт. Верхню частину фундаменту називають поверхнею, а нижню – підшовою фундаменту. Відстань від нижнього рівня поверхні землі до підшови фундаменту називають глибиною закладення.

Стіни захищають приміщення від зовнішніх температурних та атмосферних впливів. У більшості випадків стіни в промислових будівлях виконують із залізобетонних, бетонних плит або з цеглини. За основну товщину стіни взята товщина у 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 внутрішній об'єм на окремі приміщення. У середині цих стін розміщують вентиляційні канали. Неспаленими стінами ізолюють від інших приміщень ділянки з високим ступенем підривної та пожежної небезпеки (наприклад, ковальсько-ресорний, мідницький, зварювальний ділянки АТП).

Перекрыття – розділяють будинок по висоті на поверхи або відокремлюють верхній поверх від горища. У першому випадку перекрыття називають міжповерховими, у другому – горищними.

Кожне перекриття складається з несучої частини і наповнювачів, що забезпечують теплоізоляційні та протипожежні властивості.

Покриття відокремлюють внутрішні приміщення споруди від впливу зовнішнього середовища (опадів і вітру). Розрізняють площинні і просторові покриття. Площинні покриття (застосовувані в тому числі й в будинках АТП) найбільш універсальні, прості у зведенні та надійні в експлуатації.

Колони передають навантаження на фундаменти від покриття, підйомно-транспортного встаткування та стінового заповнення. Для одноповерхових будинків автотранспортних підприємств найбільше поширення отримали уніфіковані будівельні конструкції прольотом 24 і 18 м із кроком колон 12 м і висотою 4,8 і 6,0 м. Для багатоповерхових будинків сітка колон – 9x8 м і висота поверху — 3,6 м.

Застосування прольотів більш 24 м забезпечує покриття приміщень без колон, що створює кращі умови розподілу зон стоянки і технічного обслуговування, у яких відбувається розміщення і маневрування великогабаритного рухливого состава.

Вікна служать для освітлення та провітрювання приміщення. Для досягнення необхідної освітленості розміри вікон промислових будинків роблять значно більших розмірів, чим у цивільних будинків. Їх площа повинна складати 2/3 – 3/4 площі підлоги, а розміри призначають кратними по ширині 0,5м і по висоті 0,6м. У будівельній практиці зараз досить часто використовують віконні блоки. Віконний блок складається із віконної коробки, закслених плетінь та підвіконної дошки.

Двері. Для зв'язку між приміщеннями, що розташовані на одному поверсі, у стінах виконують дверні відчини. По числу полотен двері бувають однопільні, полуторні (з двома полотнами різної ширини) і двопільні. За способом відкриття – в одну сторону, в обидві сторони (що гойдаються), складчасті, які обертаються й двері-штори. На планах у масштабі 1:400 і дрібніше відкриття дверей і воріт не показують. На планах у масштабі 1:200 та крупніше надають позначення дверей і воріт з вказівкою напрямку відкриття. Зображення відкриття дверей і воріт для планів 1:100 і крупніше - обов'язково.

Розміри дверних отворів для промислових будівель: однопільні – 780, 964, двопільні – 1490, 1890, 2290.

Ворота. У стінах промислових будівель для пропуску транспорту влаштовують ворота: распашні, откатні, підйомно-секційні та шторні. Отвір воріт обрамляють збірною залізобетонною рамою, яка вписується за зовнішніми розмірами в прийнятий отвір панельної стіни.

Розміри воріт а x b, м:

Для автомашин вантажопідйомністю до 1,5 т	3,0 x 3,0
Ті ж 2,5 – 5,0 т.....	4,0 x 3,0; 4,0 x 4,2

Число воріт у будинку, що розташовані у першому або цокольному поверхах, ухвалюватися залежно від числа автомобілів у приміщенні: до 25 машин – одні ворота, від 25 до 100 – двоє воріт, а більш 100 – додатково одні ворота на кожні 100 автомобілів.

9.4. Генеральний план споруд транспорту

Генеральний план підприємства (ГП) – це план відведеного під забудову земельної ділянки території, яка орієнтована відносно проїздів загального користування і сусідніх володінь, із вказівкою на неї будинків і споруд по їхньому габаритному обрису, майданчика для безгаражного зберігання рухливого состава, основних і допоміжних проїздів та шляхів руху рухливого состава по території (рис. 9.8).

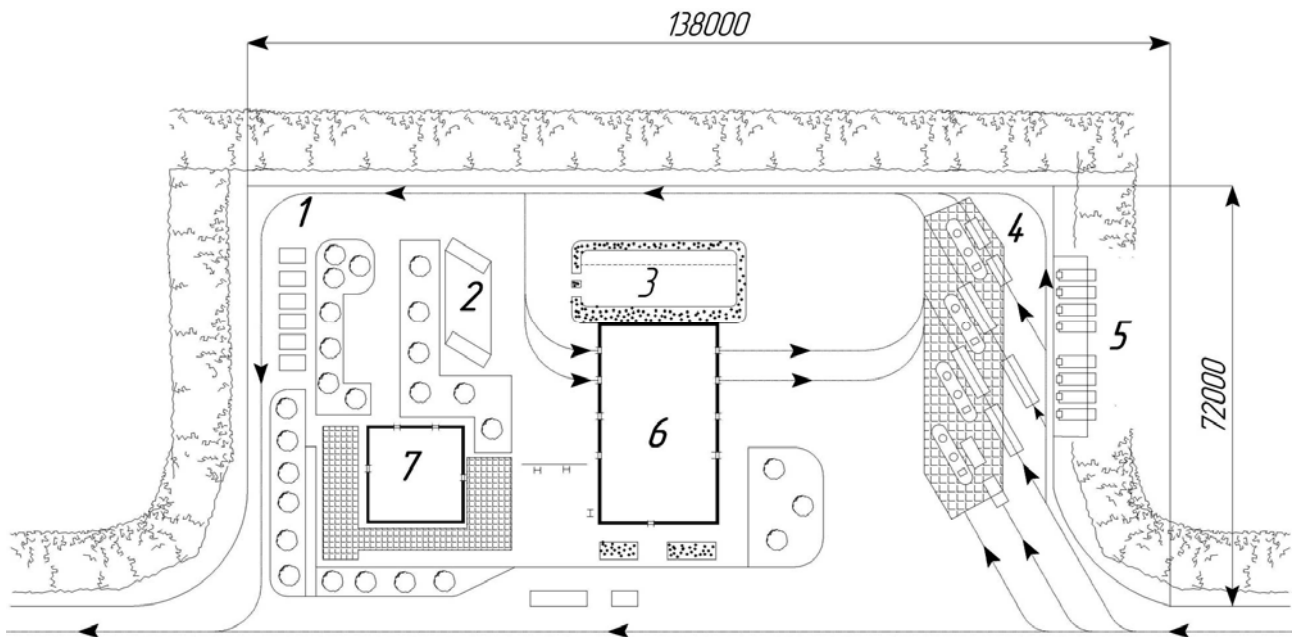


Рис.9.8. Генеральний план станції обслуговування в комплекті на три пости в комплекті з автозаправочною станцією:

1 – стоянка легкових автомобілів; 2 – стоянка автомобілів, що чекають обслуговування; 3 – очисні споруди; 4 – заправні островці АЗС; 5 – резервуари палива; 6 – виробничий корпус станції; 7 – їдальня.

Будинки і споруди розташовують щодо сторін світла й переважних напрямків вітрів, при цьому ураховують забезпечення найбільш сприятливих умов природнього освітлення, провітрювання майданчика та запобігання сніжних наметів.

Генеральні плани будинків і споруд із виробничими процесами, що супроводжуються виділенням в атмосферу диму і пилу, а також з вибухонебезпечними процесами, необхідно розташовувати стосовно інших будинків і споруд з навітряної сторони.

На генеральних планах викреслюють діаграму, яка має назву «роза вітрів», та показує напрямок переважних вітрів. На зображенні «рози» (рис. 9.9) видно, що в районі будівництва переважають західні вітри: з них 11% - західних, 23% - північно-західних і 20% - південно-західних. Сума всіх відрізків «рози» повинна дорівнювати 100%.

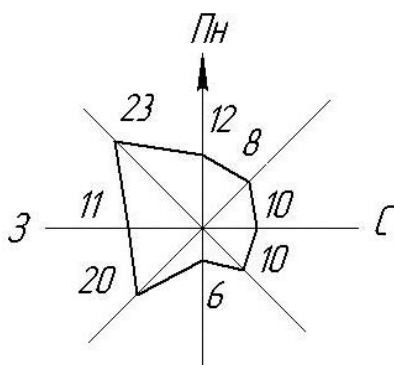


Рис. 9.9. Роза вітрів

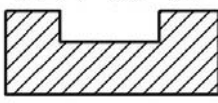




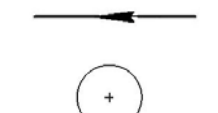

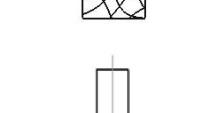





Рух автомобілів по території підприємства рекомендують передбачати у вигляді одностороннього кільця, що забезпечує відсутність зустрічних потоків і перехресть. Ширина проїзної частини зовнішніх проїздів повинна бути не менш 3 м - при односторонньому та не менш 6 м - при двобічному русі. Мінімальна відстань від краю проїзної частини дороги до огорожень території підприємства і відкритих майданчиків – 1,5 м.

Підприємства, де передбачають більш 10 постів обслуговування або зберігання більш 50 автомобілів, повинні мати не менш двох в'їздів (виїздів) на територію.

Ворота для в'їзду на підприємство або виїзду необхідно розташовувати з відступом від червоної лінії. Цей виступ повинен бути не менш довжини основної моделі автомобілів, що обслуговуються. При відстані між воротами менш 30 м в'їзд на підприємство повинен передувати виїзду, уважаючи по напрямку руху на проїзній частині дороги з боку підприємства.

Основні умовні позначки елементів генерального плану представлено в таблиці 9.4.

Таблиця 9.4. Умовні позначення елементів генеральних планів та планів промислових будівель

Генеральних планів	Виробничих будівель
 <p>Споруда, яка проектується</p>	 <p>Залізобетонна колона</p>
 <p>Існуюча споруда, що зберігається</p>	 <p>Металічна колона</p>
 <p>Існуюча збірна споруда</p>	 <p>Однопільна дверь</p>
 <p>Існуюча споруда, яка реконструюється</p>	 <p>Двопільна дверь</p>
 <p>Огородження ділянки</p>	 <p>Ворота розпашні</p>
 <p>Шосейна дорога</p>	 <p>Ворота підйомні</p>
 <p>Газон</p>	 <p>Ворота складчасті</p>
 <p>Ділянки зберігання автомобілів</p>	 <p>Вікна з одинарними палітурками</p>
 <p>Ділянки зберігання автопотягів</p>	 <p>Вікна з подвійними палітурками</p>
 <p>Напрямок руху автомобілів</p>	 <p>Капітальна стіна</p>
 <p>Дерево</p>	 <p>Суцільна перегородка</p>
 <p>Трава</p>	 <p>Роз'ємна перегородка</p>
 <p>Квітник</p>	 <p>Перегородка із світло прозорих матеріалів</p>
 <p>Машиномісце</p>	 <p>Перегородка сітчаста</p>
	 <p>Робоче місце</p>
	 <p>Підвід холодної води</p>
	 <p>Підвід електрики</p>
	 <p>Видалення холодної води</p>
	 <p>Вентиляція</p>
	 <p>Робочій пост</p>
	 <p>Місце очікування</p>

Контури умовних позначень обводять лініями завтовшки 0,4–0,6 мм, решта контурів – лініями завтовшки 0,3 мм.

Із розмірів проставляють лише розміри (у метрах) земельної ділянки, ширину проїздів, спеціальних майданчиків.

При масштабах 1:1000, 1:2000, 1:5000 написи заміняють цифрами і на кресленні поміщають експлікацію: перелік будівель і насаджень, позначених цифрами. (рис. 9.10).

Експлікація будинків та споруд

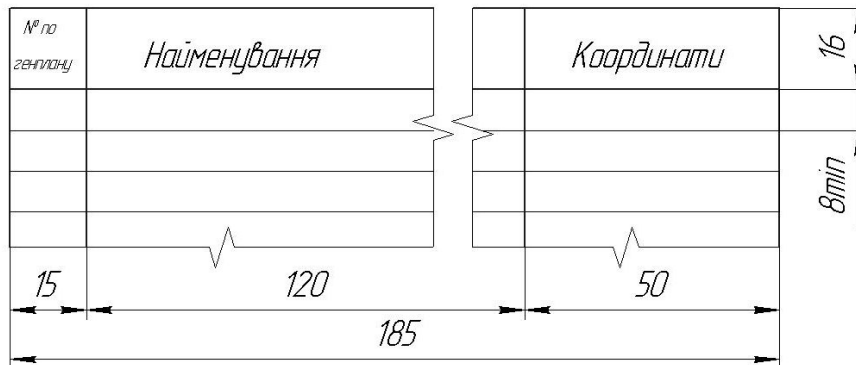


Рис. 9.10. Таблиця експлікації будівель для генеральних планів

9.5. Кресленик плану автотранспортного підприємства

При кресленні планів промислових приміщень горизонтальну січну площину проводять на рівні характерних висотних відміток. По цих відмітках називають одержані плани, наприклад: «план на відмітці 0,000» (рис. 9.11).

План дає уявлення про об'ємно-планувальну композицію будівлі, про розташування стін, колон та інших розгороджуючих і несучих конструкцій, їх прив'язці до сітки координаційних розподільних осей; про розташування всіх приміщень поверху, про їх призначення, розміри і форму; про розташування сходів, вікон, дверей, технологічних отворів та їх розмірах; про розташування устаткування (наприклад, мостових кранів, підйомників), рейкових шляхів, санітарно-технічного устаткування. Основні умовні позначення планів промислових приміщень надані в таблиці 9.4.

Етапи викреслювання плану будівлі:

- компоновка кресленика плану і викреслювання сітки модульних координаційних осей;
- прив'язка і викреслювання несучих і розгороджуючих конструкцій на плані будівлі;
- викреслювання деталей плану;
- нанесення розмірів і написів;
- оформлення.

Компоновка кресленика плану і викреслювання сітки модульних розподільних осей. Плани промислових будівель і споруд розташовують довгою стороною уздовж нижньої горизонтальної сторони листа так, щоб подовжня розподільна вісь будівлі була паралельна цій стороні і розташовувалася до неї ближче, ніж інші подовжні осі.

Для прив'язки будівлі до будівельної координатної сітки генерального плану і визначення взаємного розташування елементів будівлі (споруди) викреслюють сітку розподільних осей його несучих конструкцій (стін, колон).

Прив'язка і викреслювання несучих і розгороджуючих конструкцій на плані. Шляхом нанесення розмірів проводять прив'язку всіх несучих конструкцій будівлі до модульних розподільних осей, тобто проводять координацію елементів плану. До подовжніх розподільних осей прив'язують осі підкранових балок і рейок мостових та підвісних кранів.

Після прив'язки викреслюють тонкими лініями контури всіх зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок, колон, осі підкранових балок тощо.

План на відм. 0.000

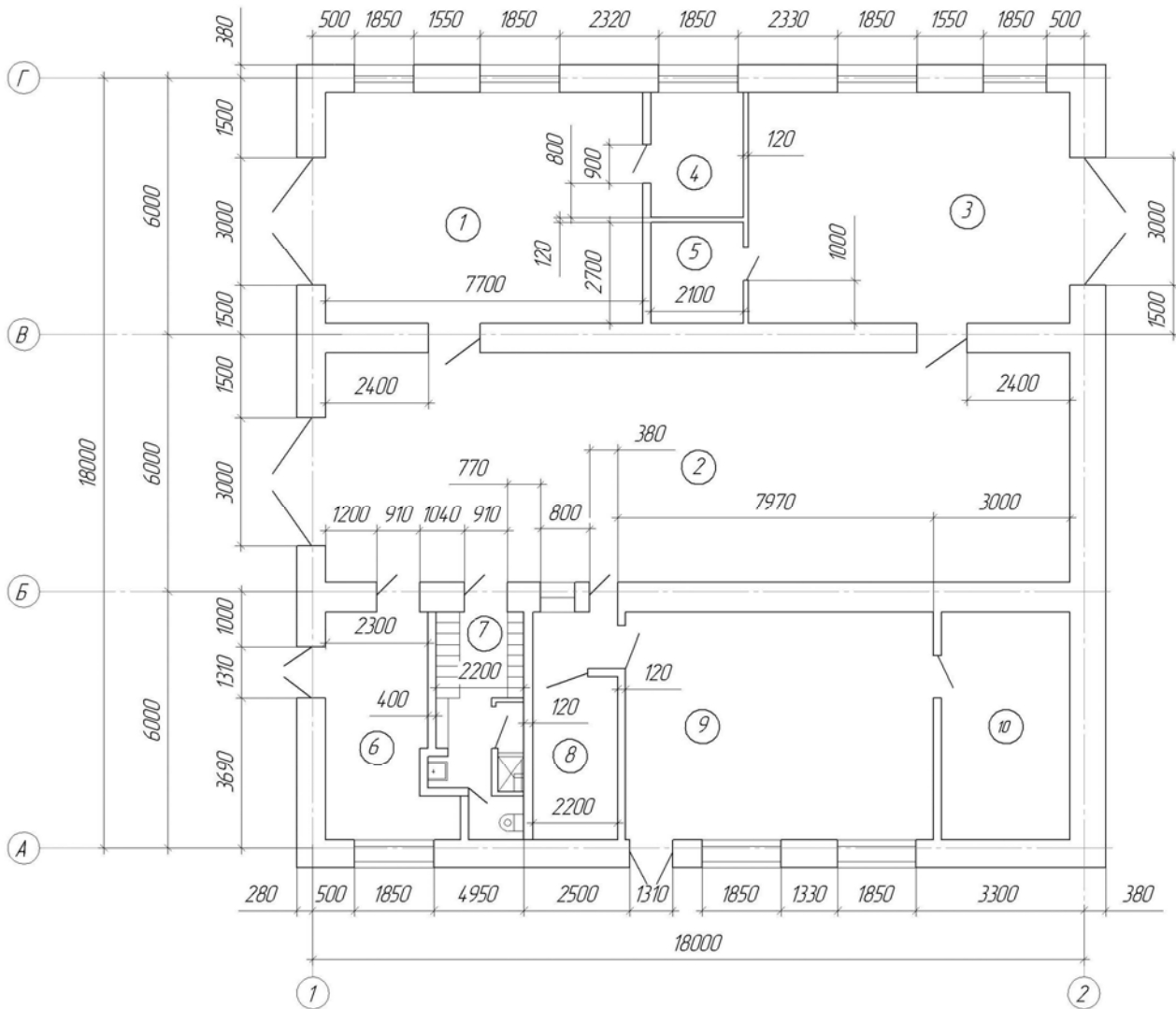


Рис.9.11. План станції технічного обслуговування на чотири робочі місця з крамницею:
 1 – пост для регулювання та шиномонтажних робіт; 2 – дільниця слюсарно-кузовних робіт;
 3 – пост змащувальних робіт; 4 – вулканізаційна; 5 – кладова; 6 – клієнтська; 7 – побутове приміщення; 8 – щитова; 9 – крамниця по продажу дрібних запасних частин; 10 – кладова

Для окремих елементів конструкції, технологічних, санітарно-технічних і інших установок, інженерних мереж і т.п. застосовують розмірну прив'язку до найближчих розподільних осей будівлі (споруди) або до поверхонь основних елементів конструкцій.

Нанесення деталей плану. Деталі плану викреслюють тонкими лініями спрощено. При цьому проводять розподіл і викреслювання отворів дверей, вікон, воріт в зовнішніх і внутрішніх стінах, показують відкриття дверей, викреслюють сходи, санітарно-технічні прилади тощо.

При виконанні *розподілу устаткування* між конструкційними елементами будівлі треба витримувати відстань згідно техніки безпеки, охорона праці, гарантувати свободу руху працюючих і транспортних засобів та забезпечити зручність при експлуатації і ремонті устаткування. Устаткування (верстати), що має електроживлення, повинне бути розташовано від стіни на 0,6 м., решту устаткування можна розташовувати впритул до стіни, на кресленні 1–2 мм

Форму устаткування зображають спрощено з прив'язочними розмірами.

Окрім перерахованих деталей, на планах промислових будівель викреслюють і обводять тонкою суцільною лінією відкриті прямки, канали, лотки, виступи в підлозі,

майданчики заввишки до 2 м, гардеробне устаткування побутових приміщень (шафи, вішалки, лави) тощо.

Викреслюють і обводять штриховою лінією підкранові шляхи і монорельси, мостові і підвісні крани, майданчики і антресолі, які розташовані на висоті більше 2 м від підлоги поверху. Так само обводять діагоналі, що перехрещують габаритні прямокутники цих кранів, майданчиків і антресолей.

Прибудови на основному плані допускають не показувати, обмежуючись нанесенням лінії обриву.

Нанесення розмірів написів. Зовні габаритів плану проставляють три-чотири ланцюжки розмірів:

1-, 2-й ланцюжки: прив'язка простінків і зовнішніх граней стін до розподільних осей, розміри простінків і отворів.

3-й ланцюжок: відстані між всіма розподільними осями, прив'язка осей крайніх колон;

4-й ланцюжок: габаритні розміри будівлі, тобто відстані між крайніми розподільними осями.

Розмірну лінію першого розмірного ланцюжка проводять на достатньої відстані від контуру плану з тим, щоб мати місце для нанесення пояснюючих написів та марок, і не затрудняти при цьому читання плану. Відстані між суміжними розмірними лініями приймають 6 - 10 мм (рис.9.4).

Зовні габарити плану промислової будівлі проставляють в мм габаритні розміри отворів воріт. Ці розміри проставляють над полицею лінії-виноски, що відводиться від отвору, по типу: «4600 × 5700».

Усередині плану проставляють розміри: прив'язка стін до розподільних осей, а перегородок – до розподільних осей або до поверхні стін; товщина стін і перегородок; розміри приміщень (ширина і довжина); розміри отворів у внутрішніх стінах і стаціонарних перегородках; прив'язка граней отворів до розподільних осей або характерних вузлів стін; прив'язка осей підйомного устаткування до розподільних осей.

Найменування приміщень наводять в експлікації (рис 9.12) з відповідною їх нумерацією на плані. Номери приміщень і ділянок проставляють на плані в колах діаметром 6-8 мм.

Експлікація приміщень

№ по плану	Найменування	Площа м ²	Категорія площадки

Рис. 9.12. Таблиця експлікації приміщень для планів будівель

Оформлення кресленика. На етапі оформлення кресленика - його перевіряють, вносять необхідні виправлення, видаляють зайві лінії та проводять остаточне обведення. Контури перетинів несучих стін і колон обводять суцільною основною лінією.

На перетинах наносять умовні графічні позначення матеріалів. При цьому стінний матеріал, що є для даної будівлі (споруди) переважаючим, умовним позначенням не виділяють, додатковий матеріал штрихують. Вузькі площі перетинів (до 2 мм), перетини колон допускається зачернювати суцільно із залишенням просвітів між суміжними перетинами не менше 0,8 мм. Контури перетинів перегородок обводять тонкими суцільними лініями завтовшки $s/2$ чи $s/3$ і штрихуванням не виділяють.

Розподільні осі обводять зовні габарити плану будівлі, при цьому починають від маркувального кружка і закінчують на 3–5 мм усередину плану. Усередині габаритів плану осі видаляють, за винятком місць прив'язки елементів плану, розташування колон, устаткування тощо.

Контрольні питання

1. У яких випадках проектування будинків здійснюють в одну стадію, а в яких – дві стадії?
2. Що називають маркою комплекту робочих креслеників?
3. Якими знаками позначають на креслениках оцінки рівнів елементів будинків або конструкцій?
4. Як виконують виносні написи до багатошарових конструкцій?
5. Назвіть основні конструктивні елементи промислових будинків.
6. На якому рівні проводять січну площину для виконання плану будинку?
7. Назвіть етапи креслення плану промислового будинку.

Отримані з розділу свідчення нададуть студенту можливість читати та виконувати кресленики генеральних планів та планів споруд автотранспортних підприємств з використанням прийнятих умовних позначень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боголюбов С.К., Воинов А.К. Черчение [Текст]: Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных учебных заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с., ил.
2. Гидик Е.И. Техническое черчение [Текст]: учебник для студентов высших технических заведений / Годик Е.И., Лысянский В.М., Михайленко В.Е., Понамореv А.М. – 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.: НГУ, 2009. – 200 с. – ISBN 966-8271-64-5.
4. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение [Текст]: Учебн. Для студентов высших технических заведений. – 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]. /Прерис А.М., Бубырь Ю.В., Павленко А.В. и др. – Х. УЗПИ, 1986. – 151 с.
6. Романычева Э.Т., Соколова Т.Ю., Шандурина Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика [Текст]. – 2-е изд., перераб. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 592 с. (Серия «Проектирование»).
7. Справочник по инженерной графике [Текст] / Крушевская Д.П., Потишко А.В.; Под ред. А.В.Потишко. – 2-е изд, перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1983. – 264 с.
8. Стандарты ЕСКД за станом на 01.01.86 р.
9. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению [Текст].– 14-е изд., перераб. и доп. /Под ред. Г.Н.Поповой. – Л.: Машиностроение, 1983. – 416 с., ил.
10. Чалый А.Т. Курс начертательной геометрии [Текст]. – М.: Машиностроение, 1964. – 279 с.
11. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: підруч. для студ. вищих закл. освіти [Текст] / За ред.. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2003. – 344 с.
12. Напольский Т.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Ученик для вузов [Текст]. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
13. ДСТУ, БА.2.4.-4-96 (ГОСТ 32.101.-93), СПДБ. Основні вимоги до робочої документації. – К.: Держкоммістобудування України, 1996.
14. ДСТУ, БА.2.4.-7-95 (ГОСТ 32.501.-93), СПДБ. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. – К.: Держкоммістобудування України, 1996.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

АксонOMETричні проєкції 141
- осі 148, 152, 155

Б

Болт 96
Болтове з'єднання 97

В

Види 6:
- головний - Вибір 87
- кількість 87
- на будівельних креслениках 150
- основні - Розташування на креслениках 74
Види нарізі 93
Вироби:
- складові частини 122
- позначення 124
Відхилення:
- граничні 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 – Порядок побудови – 142 –
Зображення кола 145
- косокутна 149 - Зображення кола 145
Дуга:
- знаходження центру та визначення радіусу 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
- шпилькою 99
Зображення:
- деталі - Розміщення на кресленику 73
- кількість 75
- корпусних деталей 87
- нарізі 90
- однакових отворів, спрощене 77
- рухомих деталей 87
Зубчаста рейка 115:
- робочий кресленик 118

І

Ізометрія 145:
- зображення кола 147
- порядок побудови 146

К

Кількість видів 139
Класифікація:
- нарізів 90
- перерізів 60
- розрізів 65
Колесо зубчасте:
- конічне – Геометричні елементи 111 -
Робочий кресленик 113
- циліндричне косозубе - Геометричні елементи 110 - Робочий кресленик 113
- циліндричне прямозубе – Виконання ескізу з натури 109 - Геометричні елементи 106 - Робочий кресленик 108
Колони 157
Комплекс 122
Комплексний кресленик 10
Конструкторські документи:
– види і стадії проектування 123
Конусність 80
Кресленики:
- зміст 7
- комплексні 41
- робочі 6

- читання 20
- складальні 140
- Кріпильні деталі 96
- Крок нарізі 90
- Кути розподіл 26

Л

Лінії:

- зв'язку 7
- креслеників 7, 152
- розмірні і виносні 7, 8

М

- Марка комплекту робочих креслень 150
- Масштаби 17, 152
- Матеріали:
 - графічні позначення 67
- Модуль зубчастого колеса 107:
 - зовнішній 112
 - нормальний 110
 - торцевий 110

Н

Нанесення розмірів:

- внутрішніх та зовнішніх 85
- знака діаметра 10
- знака квадрата 11
- знака конусності 80
- знака радіуса 10
- знака сфери 77
- знака уклону 81, 155
- кутових 11, 79
- лінійних 10
- методи 83
- на будівельних креслениках 155
- отворів 78
- положення похилої поверхні 78
- похилих поверхонь 11
- фасок 12
- Наочні зображення 44
- Напис виносний 156
- Напис основний 18,73:
 - на будівельних креслениках 153
 - специфікації 133
- Нарізь :
 - дюймова 94
 - збіг 91
 - зображення 90
 - класифікація 90
 - метрична 93
 - позначення 93
 - трубна конічна 95

- трубна циліндрична 94
- трапецеїдальна 94
- упорна 95
- хід різьби 90
- 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– Типи черв'яків 114
 - Геометричні елементи 114 – Робочий кресленик черв'ячних коліс 115, 117 –
 - Формули визначення розмірів 115
- Перекриття 156
- Перерізи 60:
 - побудова 60, 62
 - на будівельних креслениках 150
 - накладені 60
 - винесені 61
 - позначення 61
- Перетин поверхонь 54
- План:
 - генеральний 163
 - підприємства 160 – Послідовність виконання 160
- Площина січна 56, 60. 64
- Площини проєкцій:
 - 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:
 - зображення і розміри 118
 - робочий кресленик 119
 - технічні вимоги 119
- Пряма:
 - допоміжна 44
 - проєціююча 38

Р

- Робочі кресленики:
 - розташування даних 73
- Роза вітрів 158
- Розгортка поверхонь 53
- Розміри 10:
 - граничні 13
 - для довідок 83
 - правила нанесення 10
 - складального кресленика 128
 - способи нанесення на робочих креслениках 77
 - шпонкових пазів 84
- Розмічування заготовок 36
- Розрізи 64:
 - місцеві 66
 - на будівельних креслениках 150
 - особливі випадки 70
 - прості 65
 - розташування й позначення 66
 - складні 65, 71

С

- Складальні кресленики 123:
 - вимоги 125
 - деталювання 134
 - зображення 126
 - номери позицій 129
 - послідовність виконання 136
 - розміри 128
 - умовності та спрощення 126
- Складальна одиниця 122
- Специфікація 131:

- основний напис 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 і спрощення:
 - робочих креслеників 76
 - складальних креслеників 126
- Умовні позначення елементів генпланів та планів 159

Ф

- Фаска 12
- Фітинги 100
- Формати 18, 152
- Фронтальна диметрія 142
- Фундамент 156

Х

- Хорди, таблиця 29

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:

- класи чистоти 17

- переважна 73

- позначення 14

Шпилька 96

Шпилькове з'єднання 99

Шплінт 97

Шпонка 97

Штифт 97

~~До 140-сторінки – 1 стр~~

~~після 140-сторінки – 6 стр~~

Навчальне видання

**Ванжа Геннадій Купріянович
Якушева Олена Олександрівна
Тен Ганна Семенівна
Вернер Ілля Володимирович**

МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ
Навчальний посібник

Відповідальний за випуск

Редактор О.Н. Ільченко

Підписано до друку 23.11.2009. Формат 30 X 42/2.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 5,8.
Обл.-вид. арк. 7,6. Тираж 300 прим. Зам. №

Підготовлено до друку та видруковано
у Національному гірничому університеті.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842.
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.