

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ



О.П. МОРОЗЕНКО, Г.В. МАЛИШКО

**КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ
НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ**

ЧАСТИНА 2

Дніпро НМетАУ 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

О.П. МОРОЗЕНКО, Г.В. МАЛИШКО

**КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ
НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ**

ЧАСТИНА 2

**Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,
затвердженим Вченою радою НМетАУ
Протокол №1 від**

Дніпро НМетАУ 2018

УДК 515(07)

Морозенко О.П., Малишко Г.В. Комп'ютерні методи нарисної геометрії та інженерної графіки. Частина 2: Конспект лекцій. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 52 с.

Викладено теоретичний матеріал основних розділів інженерної графіки.

Розглянуті правила, норми і практичні рекомендації з виконання виглядів, розрізів, перерізів, ескізів деталей згідно Держстандартів. Докладно розглянуті з'єднання деталей, різьби, різьбові з'єднання та простановка розмірів на різноманітних технічних формах.

Призначений для студентів спеціальності 122 – комп'ютерні науки та інформаційні технології (бакалаврський рівень). Може використовуватись для студентів усіх напрямів підготовки.

Іл. 62 Табл. 1 Бібліогр.: 11 найм.

Друкується за авторською редакцією.

Відповідальна за випуск О.П. Морозенко, канд. техн. наук, доц.

Рецензенти: Т.В. Селівьорстова, канд. техн. наук, доц. (НМетАУ)

А.В. Яцуба, Головний інженер ПАТ «Агрегатний завод»

© Національна металургійна академія
України, 2018

© Морозенко О.П., Малишко Г.В., 2018

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
МОДУЛЬ 2 МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ.....	5
Тема 1 Вигляди. Розрізи. Перерізи. Нанесення розмірів.....	5
1.1 Основні, додаткові та місцеві вигляди.....	5
1.2 Розрізи.....	10
1.3 Перерізи.....	15
1.4 Умовності та спрощення на виглядах, розрізах, перерізах.....	18
1.5 Штриховка на розрізах та в перерізах.....	19
1.6 Нанесення розмірів.....	20
1.6.1 Нанесення розмірів на простих технічних формах.....	20
1.6.2 Нанесення розмірів на кресленнях деталей, оброблених точінням і свердлінням.....	22
1.6.3 Нанесення розмірів на кресленнях деталей, виготовлених із листового матеріалу.....	24
Тема 2 Зображення та позначення різьб. З'єднання деталей. Ескізи деталей.....	24
2.1 Різьби.....	24
2.1.1 Різьба метрична.....	32
2.1.2 Різьба трубна.....	33
2.1.3 Різьба дюймова.....	35
2.1.4 Різьба трапецеїдальна.....	35
2.1.5 Різьба упорна.....	36
2.1.6 Спеціальні та прямокутні різьби.....	37
2.2 З'єднання деталей.....	38
2.2.1 Нероз'ємні з'єднання.....	38
2.2.2 Роз'ємні з'єднання.....	41
2.3 Ескізи деталей.....	43
2.3.1 Нанесення розмірів на бази.....	46
Література.....	51

ВСТУП

Автори даного конспекту лекцій ставлять задачу надати допомогу студентам усіх форм навчання у вивченні дисципліни «Комп'ютерні методи нарисної геометрії та інженерної графіки», яка входить до циклу дисциплін професійної і практичної підготовки.

При виконанні модуля 2 «Машинобудівне креслення» вивчаються фундаментальні положення курсу інженерної графіки.

В конспекті лекцій наведено відомості з теорії та практики побудов виглядів просторових фігур, розрізів, перерізів. Розглянуті з'єднання деталей, різьби, різьбові з'єднання. Викладено правила і практичні рекомендації з виконання ескізів технічних деталей у відповідності до Держстандартів.

МОДУЛЬ 2

МАШИНОБУДІВНЕ КРЕСЛЕННЯ

Тема 1 Вигляди. Розрізи. Перерізи. Нанесення розмірів

1.1 Основні, додаткові та місцеві вигляди

Способи побудови на площині зображень тривимірних предметів вивчає нарисна геометрія. Практичне застосування ці способи знаходять в кресленні.

Особливе поширення в кресленні здобули два способи зображення: аксонометричні проекції та комплексні креслення в ортогональних проекціях.

На рис. 1.1 двома способами зображена геометрична фігура. Перше зображення (рис. 1.1а) дає наочне уявлення про фігуру. Це аксонометрична проекція. Друге зображення (рис. 1.1б) – комплексне. Воно складається із трьох зображень, які називаються ортогональними проекціями.

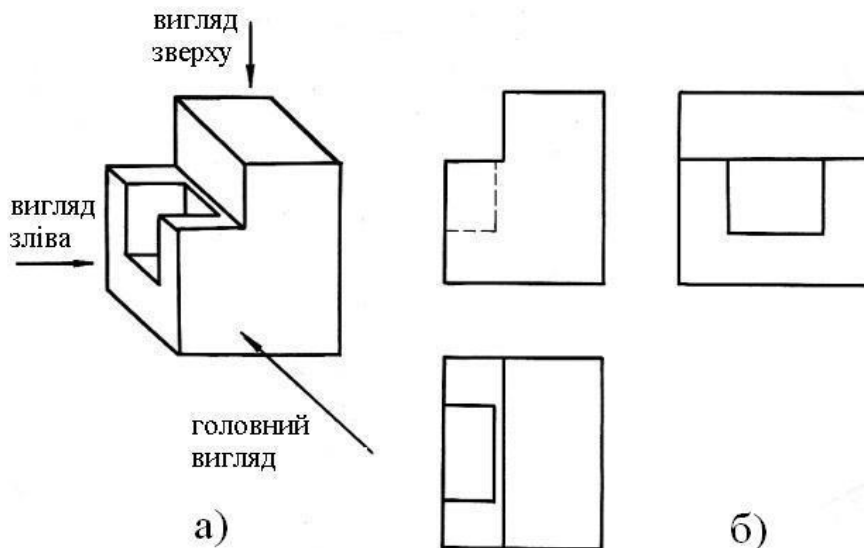


Рисунок 1.1 – Способи зображення геометричних фігур

Для побудови проекцій користуються способом прямокутного проєкціювання. Основними площинами проєкцій вважають шість граней куба

(рис. 1.2), всередині якого уявно розміщують предмет і проєкціюють його на внутрішні грані куба. Спроекціювавши предмет, розрізають куб по ребрах і розгортають його так, щоб усі грані сумістилися з фронтальною площиною. Внаслідок цього утворюється плоске комплексне креслення. Одержані зображення в кресленні називаються виглядами.

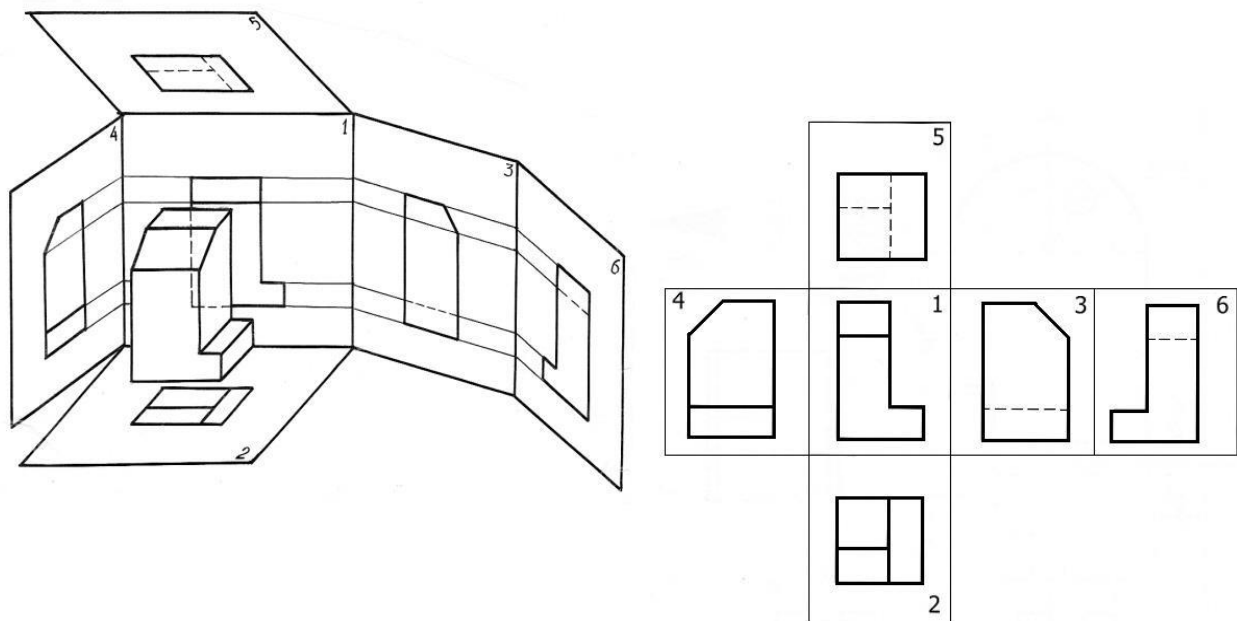


Рисунок 1.2 – Спосіб прямокутного проєкціювання

Виглядом називають зображення повернутої до спостерігача видимої поверхні предмета. Зображення на фронтальній площині проєкцій вважають головним (1). Для побудови головного вигляду предмет потрібно розміщувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб якнайповніше виявити форму і розміри предмета. Відносно головного вигляду будують вигляди зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), ззаду (6). Правильний вибір головного зображення зумовлює і мінімальну кількість потрібних зображень. Кількість їх повинна бути найменшою, але достатньою для створення повного уявлення про зображуваний предмет.

Вигляди поділяють на основні, додаткові та місцеві.

Основними називають вигляди, утворені проєкціюванням предмета на шість основних площин проєкцій (рис. 1.2).

Якщо креслення виконано на одному аркуші паперу і основні вигляди розміщено у взаємному проєкційному зв'язку, то їх не надписують. Якщо вигляди зміщені відносно головного зображення або розміщені не на одному аркуші з головним зображенням, то їх позначають на кресленні великою буквою. На головному вигляді напрям проєкціювання показують стрілкою з тією ж самою великою буквою (рис. 1.3).

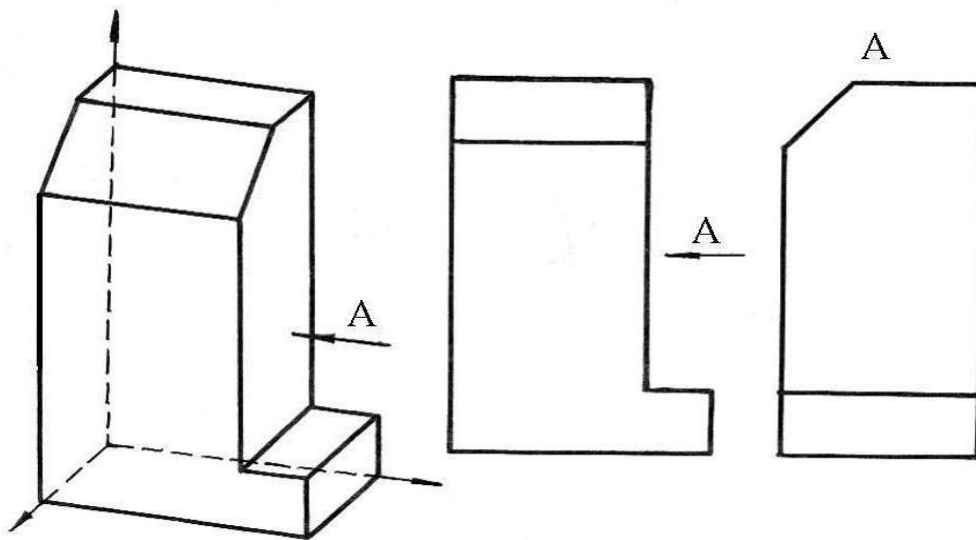


Рисунок 1.3 – Основні вигляди, розміщені не у проєкційному зв'язку

Додатковими називають вигляди, утворені внаслідок проєкціювання на довільну площину, не паралельну основним площинам проєкцій. Використовують ці вигляди тоді, коли частина предмета нахилена до основних площин проєкцій і зображується на них у спотвореному вигляді. Додаткову площину розміщують паралельно нахиленому елементу деталі. Напрямок проєкціювання показують стрілкою (рис. 1.4а). Якщо додатковий вигляд зміщено відносно головного зображення (рис. 1.4а) або повернуто (рис. 1.4б), то його позначають великою буквою, а до повернутого додають умовне графічне позначення – \odot . Якщо додатковий вигляд розміщено у проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, то стрілку не показують і напису не роблять.

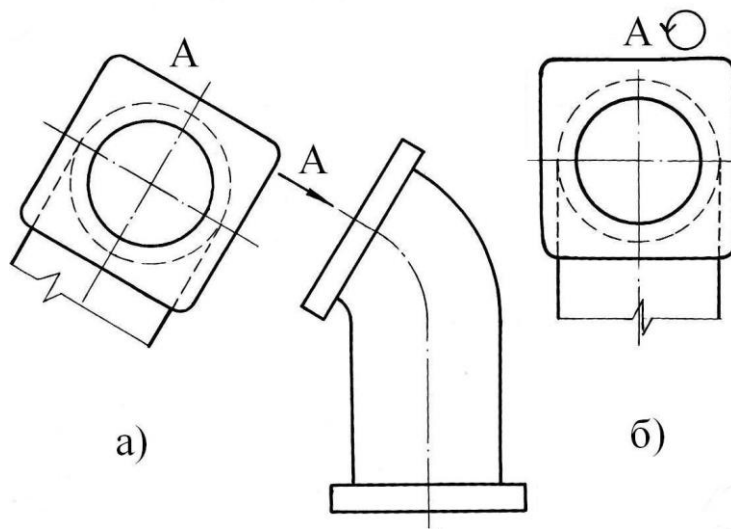


Рисунок 1.4 – Додаткові вигляди

У деяких випадках припустимо замість повного вигляду креслити тільки частину вигляду предмета – місцевий вигляд.

Місцевим виглядом називають зображення окремої, обмеженої частини поверхні предмета. Місцеві вигляди роблять для того, щоб виявити форму і розміри якогось невеликого елемента деталі. Місцевий вигляд обмежують хвилястою лінією обриву (рис. 1.5а), або не обмежують (рис. 1.5б). Проекційний зв'язок місцевого вигляду з головним зображенням здійснюється за допомогою осі (рис. 1.5а).

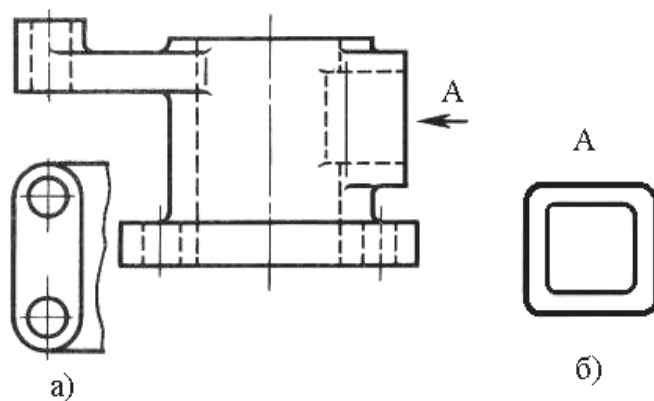


Рисунок 1.5 – Місцеві вигляди

Для зображення скривлених і гнутих предметів використовують розгорнуті вигляди (рис. 1.6), їх контури виконують суцільною основною лінією, а місця згинання – тонкою штрихпунктирною лінією з двома точками.

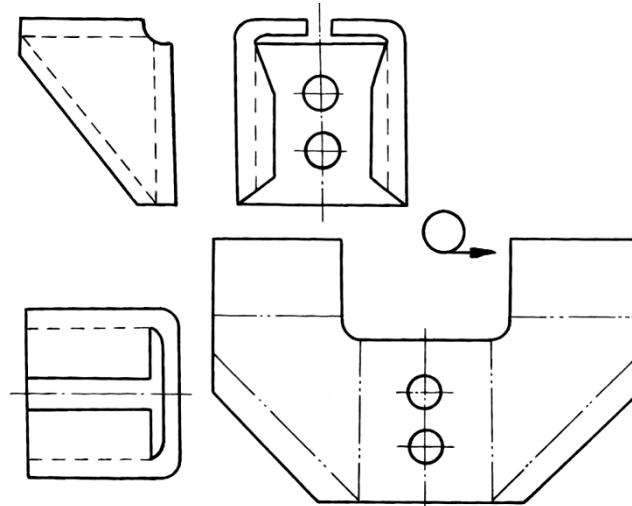


Рисунок 1.6 – Розгорнуті вигляди

На рис. 1.7 показана правильність виконання умовних знаків «повернуто» (рис. 1.7а) і «розгорнуто» (рис. 1.7б).

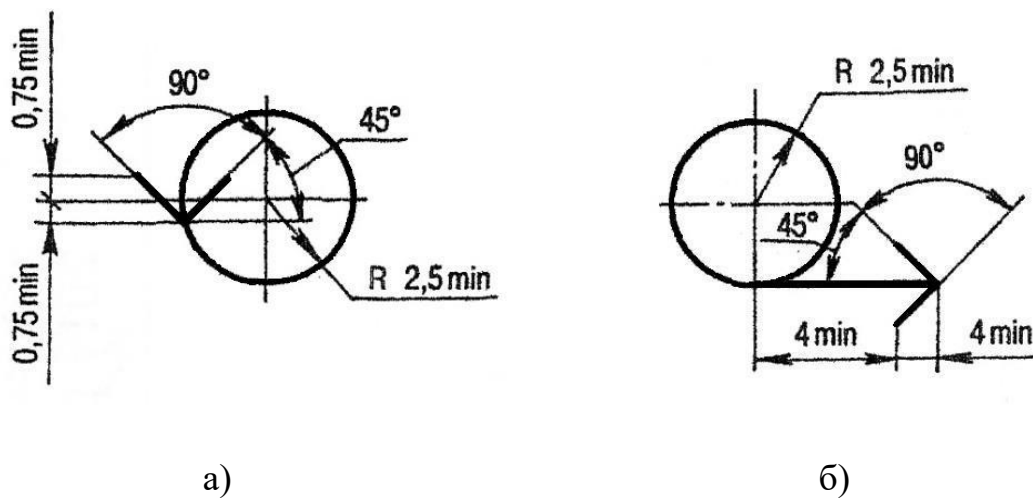


Рисунок 1.7 – Умовні знаки

1.2 Розрізи

Креслення повинно давати повне уявлення про зовнішню та внутрішню форму виробу. Щоб розкрити внутрішню будову предмета, використовують розрізи.

Розрізом називається зображення предмета, який умовно розсічено однією або кількома уявними площинами. На розрізі показують те, що утворюється в січній площині і те, що розміщено за нею. Внутрішні обриси деталі на розрізі показують суцільними основними лініями, як і видимий контур предмета.

На рис. 1.8а зображено три вигляди деталі. На головному вигляді циліндричний отвір і прямокутний паз зображені штриховими лініями (лініями невидимого контуру), а зріз нижньої основи – суцільною основною лінією.

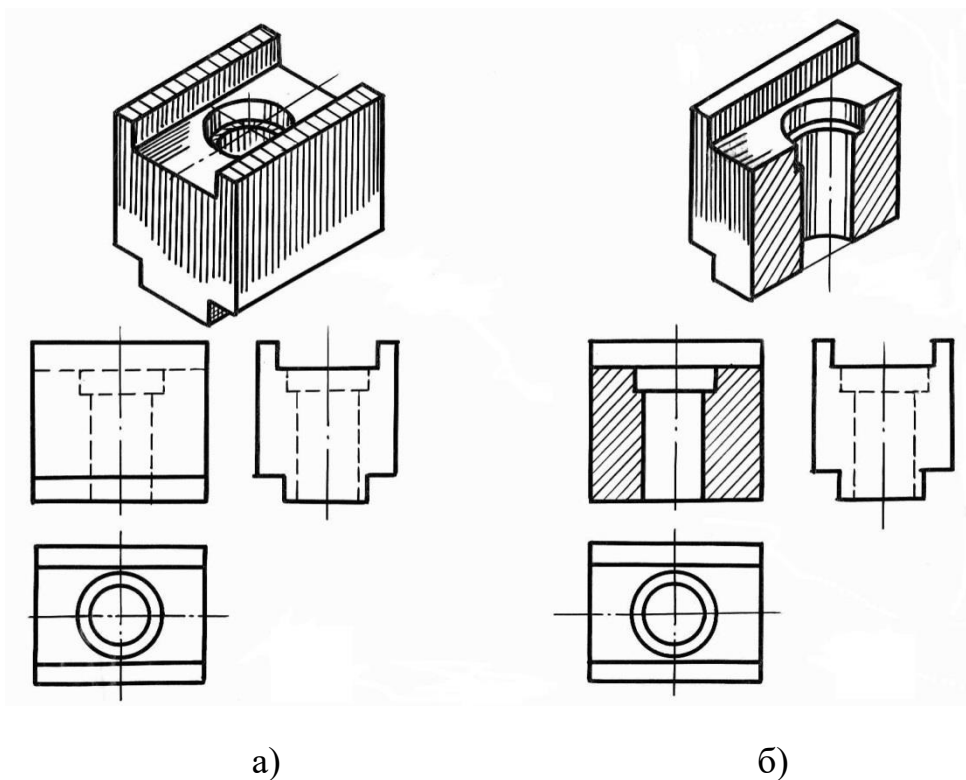


Рисунок 1.8 – Побудова розрізу

На рис. 1.8б зображена та сама деталь, але на місці головного вигляду виконано розріз. Для того щоб побудувати розріз, потрібно провести уявну січну площину через вісь циліндричного отвору вздовж паза; потім уявно відкинути частину предмета, яка розміщена між спостерігачем і січною

площиною. Частину, яка залишилась, зобразити повністю на місці головного вигляду. При цьому контури отвору та паза зображуються лініями видимого контуру – суцільними основними. Лінія зрізу нижньої основи на розрізі не показується - її було відкинута з передньою частиною предмета. На розрізі те, що попадає в січну площину (переріз), виділяють штриховкою. Розріз розміщено на місці головного вигляду, що ніяк не змінює виглядів зверху та зліва.

Розрізи класифікуються за різними ознаками.

Залежно від кількості січних площин розрізи поділяються на:

- *прості* – утворені однією січною площиною (рис. 1.8б, 1.9, 1.10, 1.11а, 1.11б);

- *складні* – утворені двома і більше січними площинами (рис. 1.12, 1.13).

Залежно від положення січної площини прості розрізи поділяють на *горизонтальні* (рис. 1.10), *вертикальні* (фронтальні рис. 1.8б та профільні рис.1.9) і *похилі* (рис. 1.11а,б).

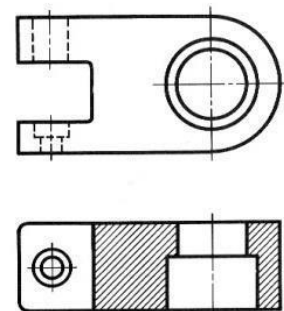
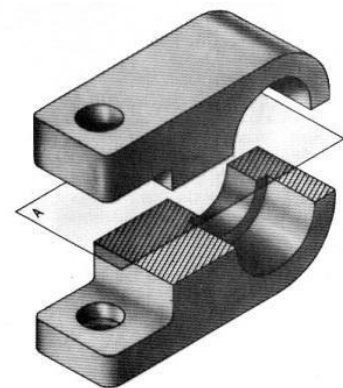
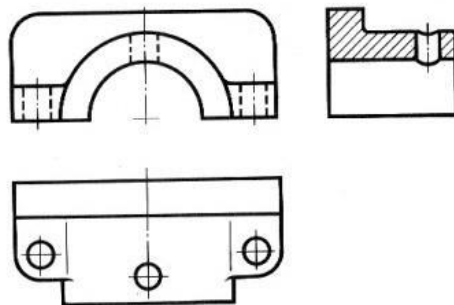
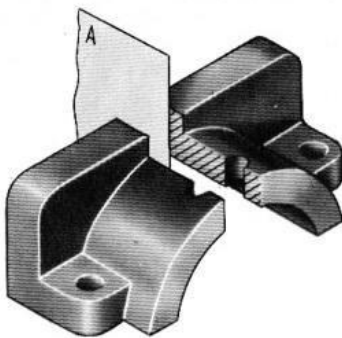
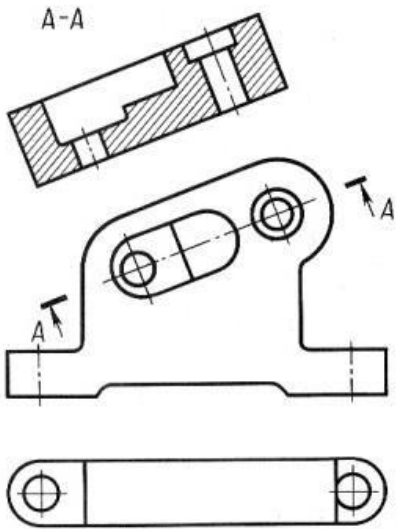
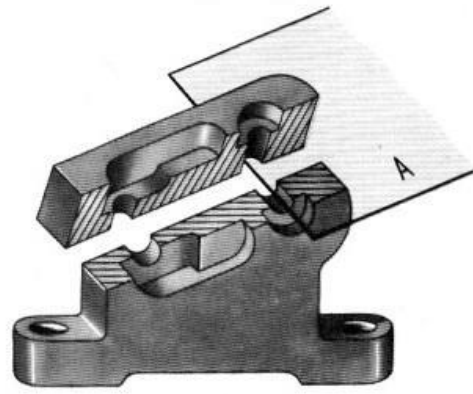
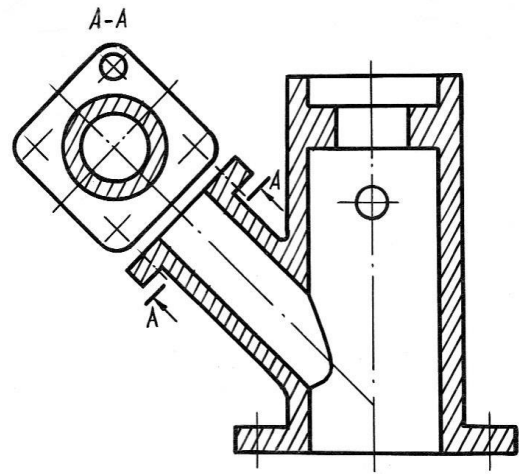


Рисунок 1.9 – Профільний розріз

Рисунок 1.10 - Горизонтальний розріз



а)



б)

Рисунок 1.11 – Похилі розрізи

Складні розрізи поділяють на:

- *ступінчасті*, якщо січні площини паралельні (рис. 1.12);
- *ламани*, якщо січні площини перетинаються (рис. 1.13).

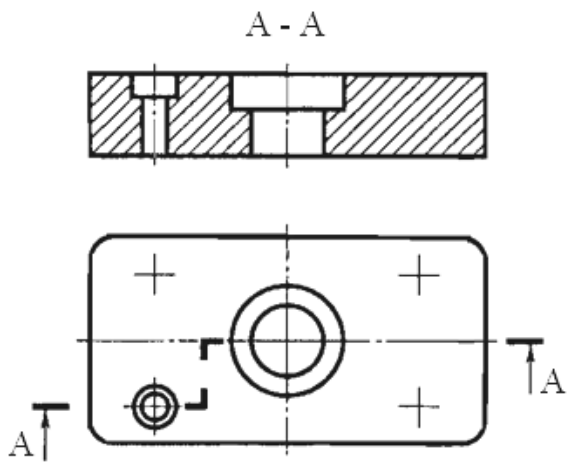


Рисунок 1.12 – Ступінчастий розріз

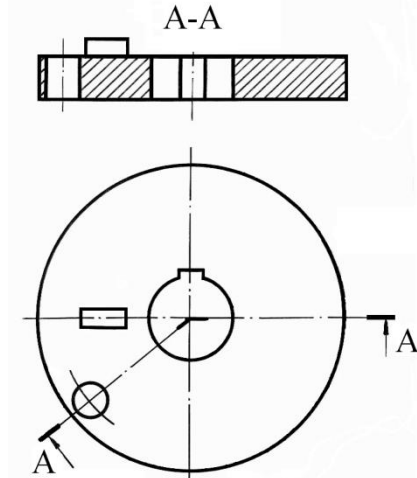


Рисунок 1.13 – Ламаний розріз

Залежно від положення січної площини відносно вимірів предмета розрізи поділяють на *поздовжні*, якщо січна площина напрямлена уздовж висоти або довжини предмета, і *поперечні*, якщо січна площина напрямлена перпендикулярно до висоти або довжини предмета.

Залежно від повноти виконання розрізи поділяють на повні та місцеві. *Місцевим розрізом* називають зображення, що виявляє внутрішню будову деталі лише в окремому, обмеженому місці (рис. 1.14). Місцевий розріз відокремлюють суцільною хвилястою лінією або лінією зі зломом.

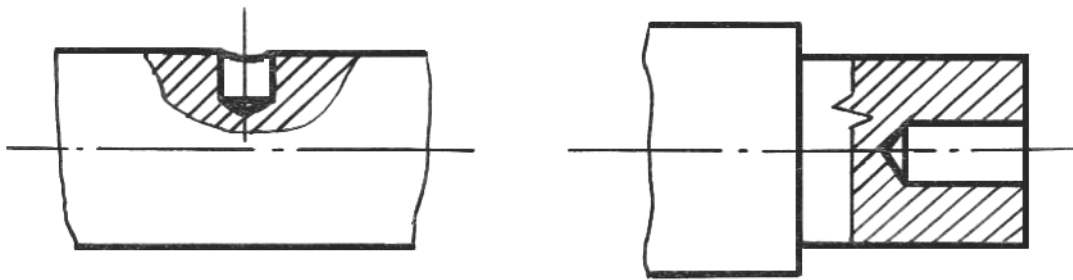


Рисунок 1.14 – Місцеві розрізи

При зображенні симетричної фігури можна поєднувати в одному зображенні половину вигляду з половиною відповідного розрізу. Лінією їх розділення є вісь симетрії фігури. На розрізі завжди зображують нижню або праву половину предмета (рис. 1.15).

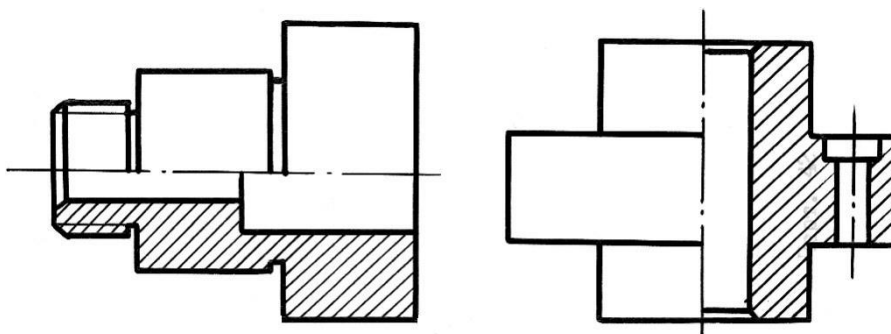


Рисунок 1.15 – Поєднання вигляду і розрізу. Симетрична фігура

Якщо на осі симетрії розташована лінія видимого або невидимого контуру, то видимість її зберігають, накресливши хвилясту лінію більш вліво (рис. 1.16а) або більш вправо (рис. 1.16б) від осі симетрії.

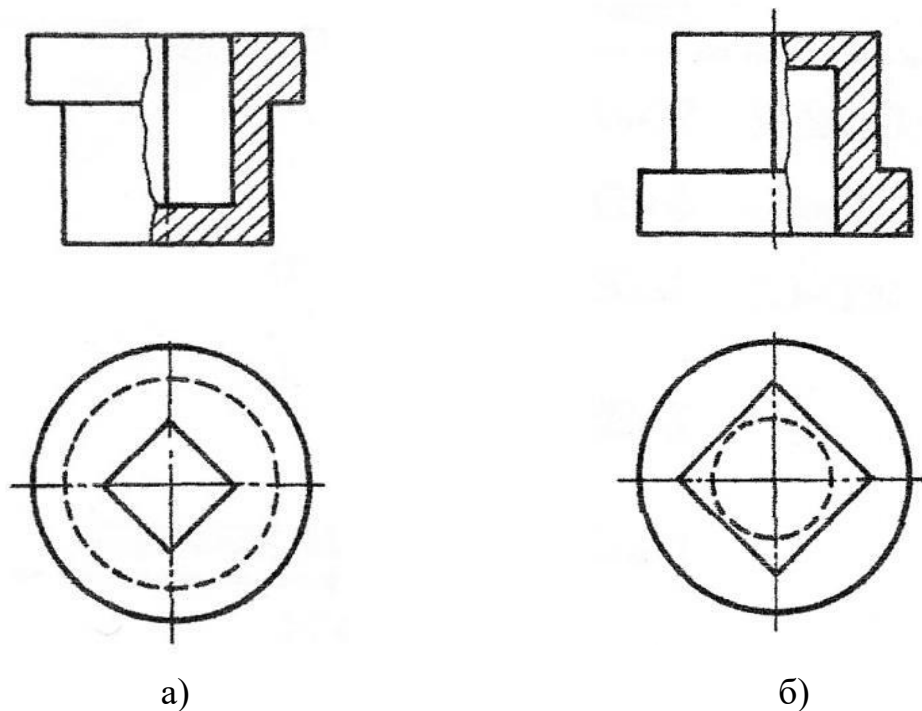


Рисунок 1.16 – Поєднання вигляду і розрізу. Фігура з ребром на вісі симетрії

Положення січної площини показують на кресленні по лінії розсічення предмета штрихами суцільною основною розімкненою лінією. Товщину лінії беруть від S до $1,5S$, де S – товщина лінії видимого контуру. Для складних розрізів штрихи проводять також в місцях перетину січних площин між собою (рис. 1.12, 1.13). Початковий і кінцевий штрихи не повинні перетинати контур відповідного зображення. На початковий і кінцевий штрихи ставлять стрілки, які показують напрям погляду. Приклад креслення стрілки подано на рис. 1.17.

Стрілки повинні наноситися на відстані 2–3 мм від кінця штриха. На початковому (над стрілкою) та кінцевому (під стрілкою) штрихах ставлять одну й ту саму велику букву. Біля зображення розрізу роблять напис, що складається з тих самих великих букв через тире А-А (рис. 1.12, 1.13).

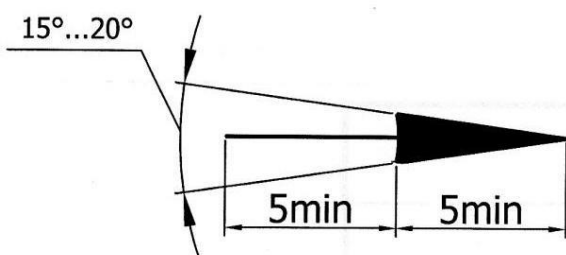


Рисунок 1.17 – Креслення стрілки

Положення січної площини не позначають, і сам розріз не супроводжується написом, якщо січна площина збігається з площиною симетрії предмета, а відповідні зображення розміщені на одному аркуші в проекційному зв'язку і не розділені якимись іншими зображеннями (рис. 1.8б, 1.9, 1.10). Половинчасті розрізи не позначають.

Горизонтальні, фронтальні та профільні розрізи можуть бути зображені на місці відповідних основних виглядів.

При зображенні повернутих і розгорнутих розрізів до написів над ними додаються умовні знаки \odot і \ominus (рис. 1.18, 1.19).

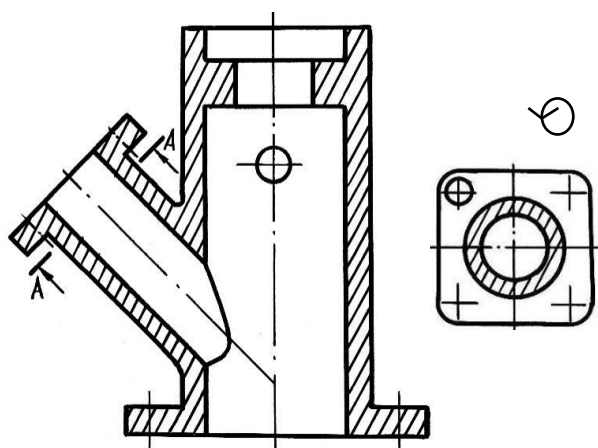


Рисунок 1.18 – Повернутий розріз

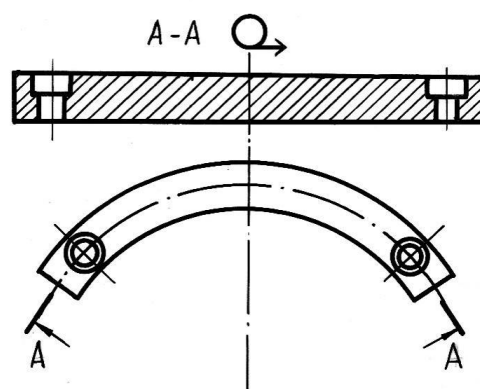


Рисунок 1.19 – Розгорнутий розріз

1.3 Перерізи

Перерізом називають зображення фігури, яке утворюється при умовному розсіченні деталі однією або кількома уявними площинами. У перерізі показують тільки те, що утворюється в січній площині.

Перерізи поділяють на такі, що входять до складу розрізів, і такі, що існують як самостійні зображення. Останні в свою чергу поділяються на винесені та накладені.

Побудову перерізів наведено на прикладі рис. 1.20. На рис. 1.20а зображено двоступінчастий вал із шпонковим пазом і плоскими зрізами. Для виявлення поперечної форми і глибини шпонкової канавки та форми зрізів вал умовно розсікають двома площинами Р і Q, перпендикулярними осі вала (рис. 1.20б). Потім уявно відкидають відрізані частини вала і розглядають плоскі

фігури, які утворилися внаслідок розсічення. Щоб зобразити фігури перерізів в натуральну величину, їх розвертають до положення, паралельного фронтальній площині проєкцій. Одержані фігури зображують на кресленні з нанесенням штриховки під кутом 45° до основного напису (рис. 1.20в,г).

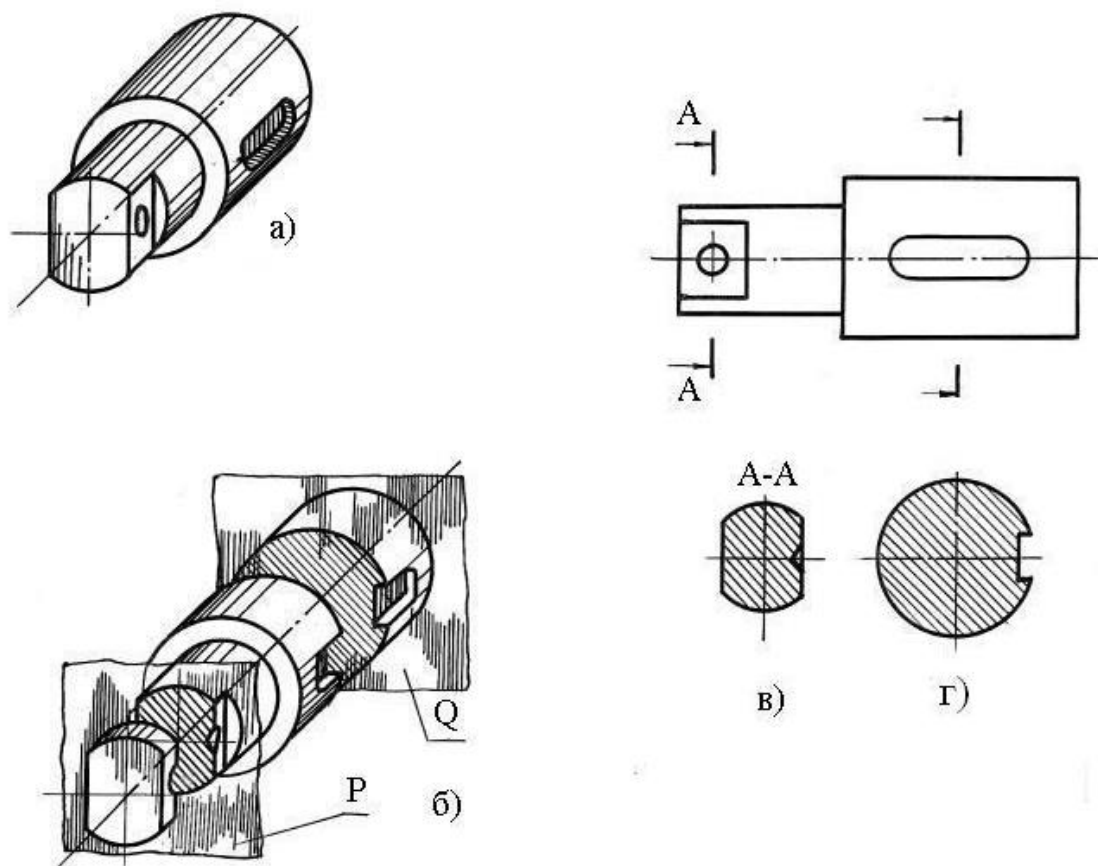


Рисунок 1.20 – Побудова перерізів

Перерізи називаються *винесеними*, якщо вони виконані окремо від відповідного зображення.

Для винесених перерізів січні площини позначають на кресленні по лінії розсічення предмета, напрямок проєктування показують стрілками і надписують однаковими великими буквами. Винесені перерізи обводять суцільною основною лінією. Зображення перерізів супроводжують написом А-А (рис. 1.20в). Винесені перерізи дозволяється розташовувати у будь-якому місці аркуша з повертанням зображення. У цьому випадку до напису над перерізом А-А додають знак \ominus (рис. 1.21г).

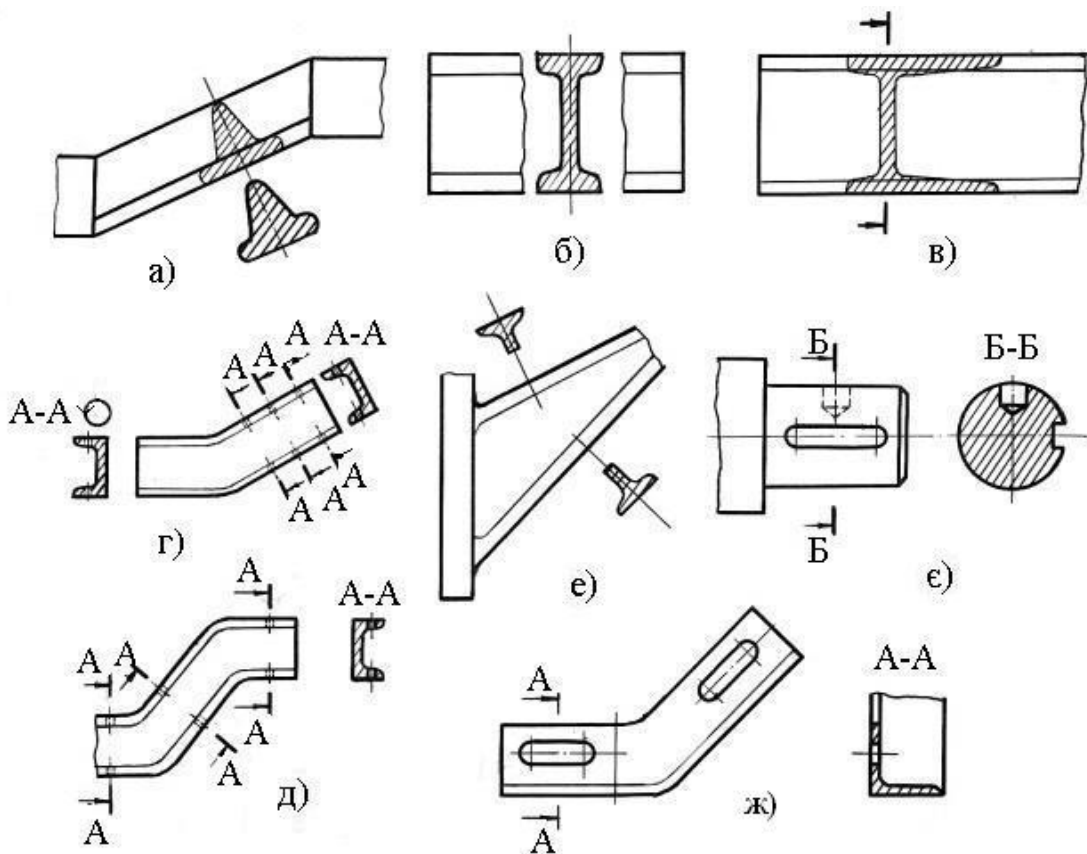


Рисунок 1.21 – Приклади виконання перерізів

Перерізи називаються *накладеними*, якщо вони розміщені на самому зображенні предмета. Накладені перерізи обводять суцільною тонкою лінією і буквами не позначають (рис. 1.21в).

Січні площини не позначають, напрямок проектування не показують, напис не супроводжує перерізи в наступних випадках:

- Переріз являє собою симетричну фігуру, розміщену на продовженні сліду січної площини, який збігається з віссю симетрії самого перерізу (рис. 1.21а, е).
- Для винесених симетричних перерізів, що розташовані у розриві між частинами зображення (рис. 1.21б).

Якщо переріз являє собою несиметричну фігуру, накладену або розташовану в розриві, січну площину і напрямок проектування показують, але буквений напис не роблять (рис. 1.20г, 1.21в).

Для кількох однакових перерізів, які належать одному предмету, січні площини позначають однаковими буквами і викреслюють лише один переріз.

Якщо при цьому січні площини напрямлені під різними кутами, то знак \ominus не ставлять (рис. 1.21г, д). Напрямок січної площини повинен бути таким, щоб утворювались лише нормальні поперечні перерізи (рис. 1.21г, д, е).

Якщо січна площина проходить через вісь поверхні обертання, яка обмежує круглі отвори або заглибини (циліндричні, конічні, сферичні), то контур отвору або заглибини показують повністю (рис. 1.21є). Якщо переріз одного і того ж предмета складається з окремих, незв'язаних між собою частин, то слід виконувати не переріз, а розріз (рис. 1.21ж).

1.4 Умовності та спрощення на виглядах, розрізах, перерізах

При виконанні креслень можливе застосування деяких умовностей і спрощень згідно з ГОСТ 2.305 - 68.

Якщо вигляд, розріз або переріз - симетрична фігура, то дозволяється креслити лише половину зображення або трохи більше. У першому випадку межею зображення є вісь симетрії (рис. 1.22а – вигляд зверху, рис. 1.22б – головний вигляд), а в другому – суцільна хвиляста лінія – лінія обриву (рис. 1.22а – головний вигляд, рис. 1.22б – вигляд зліва, рис. 1.23).

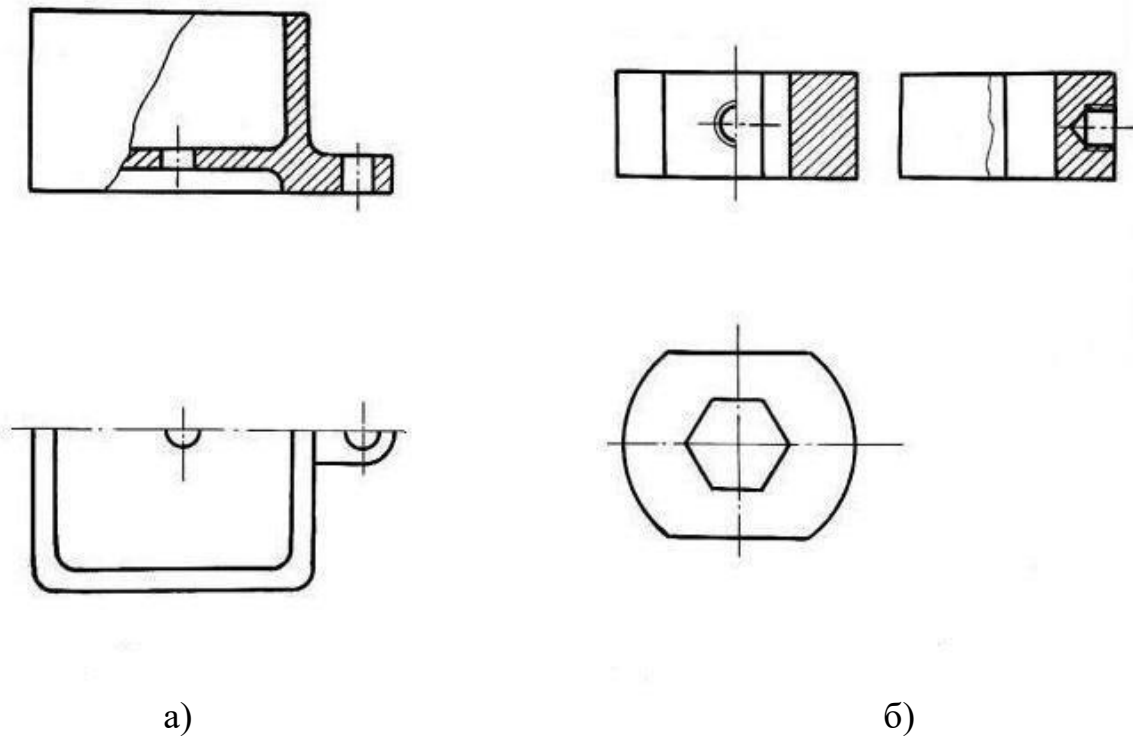


Рисунок 1.22 – Умовності і спрощення. Симетричні фігури

Розрив зображення виконується двома паралельними суцільними тонкими лініями зі зломом або двома суцільними хвилястими лініями.

Якщо предмет має кілька однакових рівномірно розташованих елементів, то на зображенні показують один такий елемент, а решту показують спрощено або умовно (рис. 1.23а).

Такі деталі, як гвинти, болти, заклепки, шпонки, непустотілі вали тощо, у поздовжньому розрізі умовно показують нерозсіченими.

Спиці коліс, шківів, тонкі стінки, ребра жорсткості тощо, якщо січна площина напрямлена вздовж осі або довгої сторони такого елемента, показують розсіченими, але не штрихують (рис. 1.23б).

Для більш повного ознайомлення з правилами зображень необхідно звернутись до ГОСТ 2.305-68.

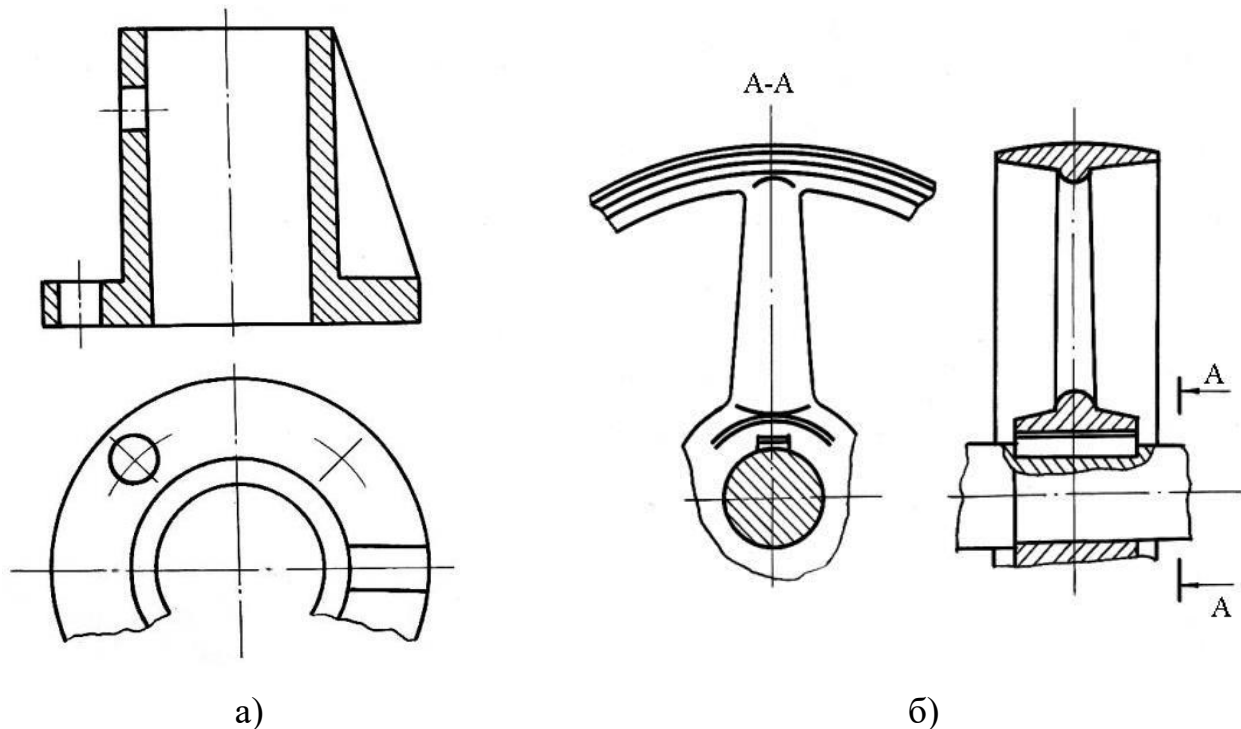


Рисунок 1.23 – Умовності та спрощення

1.5 Штриховка на розрізах та в перерізах

ГОСТ 2.306 - 68 встановлює графічні позначення матеріалів на перерізах.

Всі деталі в завданнях модулів виготовлені з металу, тому вони будуть мати штриховку, яка використовується для металів і твердих сплавів. Штриховку виконують під кутом 45° до рамки креслення з нахилом праворуч

або ліворуч, але обов'язково в один бік для всіх перерізів однієї деталі. Відстань між паралельними лініями штриховки, залежно від площі штриховки, повинна бути в межах 1 – 10 мм і однаковою для всіх перерізів, виконаних в одному масштабі.

Якщо напрям ліній штриховки співпадає з напрямом ліній контуру або осі, то слід наносити штриховку з нахилом 30° і 60° (рис. 1.24а).

На суміжних перерізах рекомендується наносити штриховку з нахилом в різні боки (рис. 1.24б)

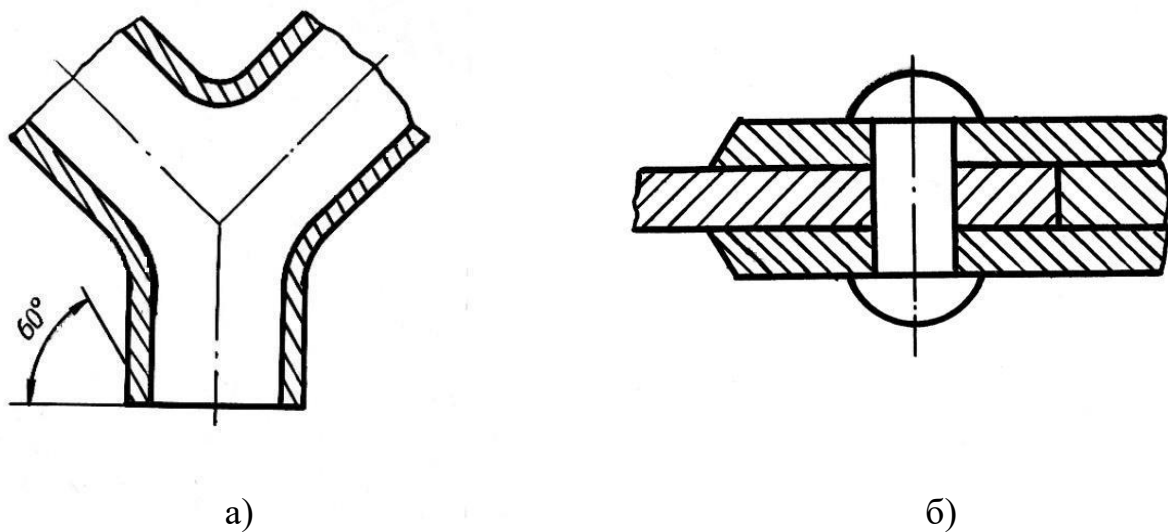


Рисунок 1.24 – Штриховка на розрізах та в перерізах

1.6 Нанесення розмірів

1.6.1 Нанесення розмірів на простих технічних формах

Нанесення розмірів на кресленнях – це важливіший етап виконання креслення деталі.

Розрізняють розміри виконавчі, кожен із яких використовують при виготовленні виробу та його прийнятті (контролі), та довідкові, які не підлягають виконанню по даному кресленню і які вказуються для більш зручного користування кресленням.

Розміри на кресленнях слід проставляти з урахуванням конструктивних умов роботи деталі в з'єднанні, технології виготовлення та контролю.

Виходячи з цього, вибирають бази, від яких обмірюють деталі при їх виготовленні, контролі та складанні. Бази поділяються на конструктивні, технологічні, вимірні та складальні.

Конструктивною базою називається сукупність поверхонь, ліній і точок, що визначають положення деталі в механізмі.

Технологічною базою називається поверхня, відносно якої орієнтують оброблювану поверхню деталі при виготовленні.

В машинобудуванні, в залежності від вибору баз, застосовують три способи нанесення розмірів елементів деталей: ланцюговий, координатний, комбінований.

1. *Ланцюговий спосіб* (рис. 1.25). Розміри окремих елементів деталі наносять послідовно, як ланки одного ланцюжка. Цей спосіб використовується рідко.

2. *Координатний спосіб* (рис. 1.26). Розміри – це координати, які характеризують положення елементів деталі відносно однієї поверхні цієї деталі.

3. *Комбінований спосіб* (рис. 1.27). Це спосіб, який об'єднує в собі координатний та ланцюговий способи, тобто при нанесенні розмірів на кресленні деталі використовують два способи: ланцюговий і координатний. Комбінованому способу нанесення розмірів віддається перевага як такому, що забезпечує достатню точність і зручність виготовлення, вимірювання та контролю деталей без якихось додаткових розрахунків розмірів.

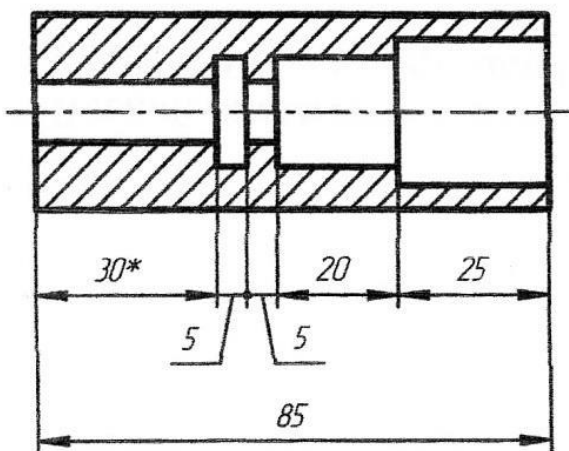


Рисунок 1.25 – Ланцюговий спосіб

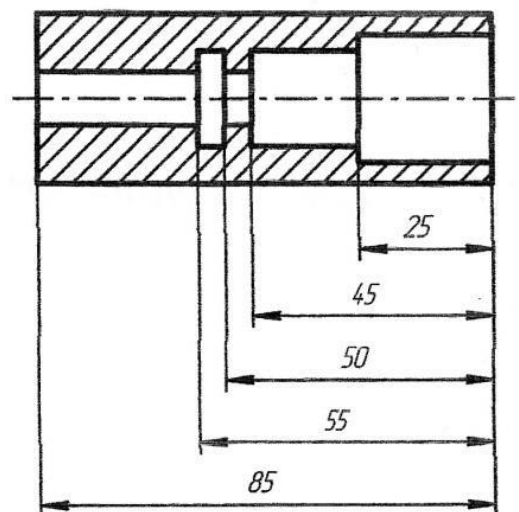


Рисунок 1.26 – Координатний спосіб

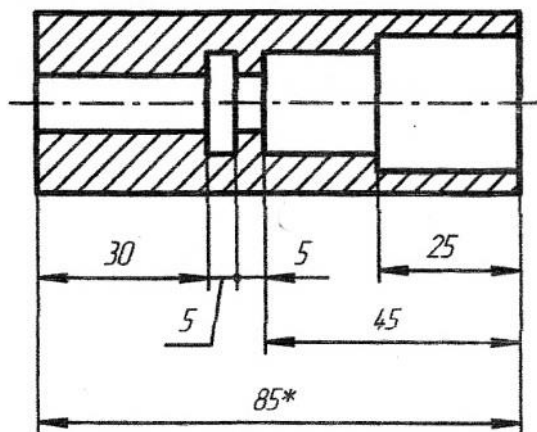


Рисунок 1.27 – Комбінований спосіб

Примітка. Зірочка біля чисел 30 (рис. 1.25) і 85 (рис. 1.27) означає, що ці розміри довідкові, тобто їх можна не проставляти.

При конструюванні деталей та нанесенні розмірів потрібно враховувати, що числові значення лінійних і кутових розмірів, а також розміри радіусів закруглень і фасок слід обирати згідно із стандартизованими рядами чисел.

ГОСТ 10948-64 встановлює розміри фасок та радіуси закруглень, ГОСТ 6636-69 – ряди нормальних лінійних розмірів, ГОСТ 8908-81 – нормальні кути.

1.6.2 Нанесення розмірів на кресленнях деталей, оброблених точінням і свердлінням

На рис. 1.28 показаний варіант нанесення розмірів на кресленні ступінчастого валика.

Валик буде оброблятися на токарному верстаті справа наліво. Обмір елементів деталі буде виконуватися від правого торця валика. Тому за технологічну базу взято правий торець деталі.

Обробляючи зовнішню поверхню валика, спочатку проточують деталь по діаметру 40 мм на довжину 60 мм, потім по діаметру 30 мм на довжину 50 мм, далі по діаметру 25 мм на довжину 35 мм і, нарешті, виконують виточку завширшки 4 мм по діаметру 20 мм на відстані 25 мм від правого торця.

На рис. 1.29 показаний варіант нанесення розмірів на кресленні ролика. Деталь буде оброблятися з обох сторін. При нанесенні розмірів за технологічні бази взято поверхні лівого та правого торців ролика. Лівий торець деталі взято за технологічну базу для обробки внутрішньої поверхні деталі та циліндра

діаметром 40 мм. Правий торець взято за технологічну базу для обробки інших зовнішніх елементів ролика.

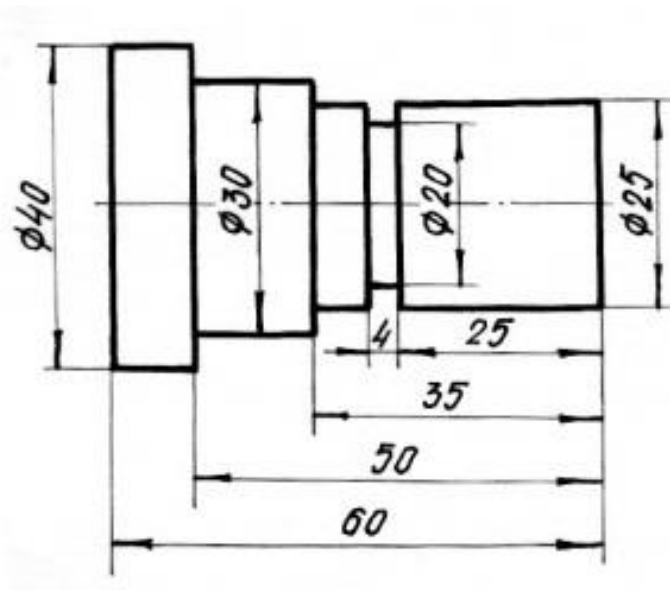


Рисунок 1.28 – Креслення ступінчастого валіка

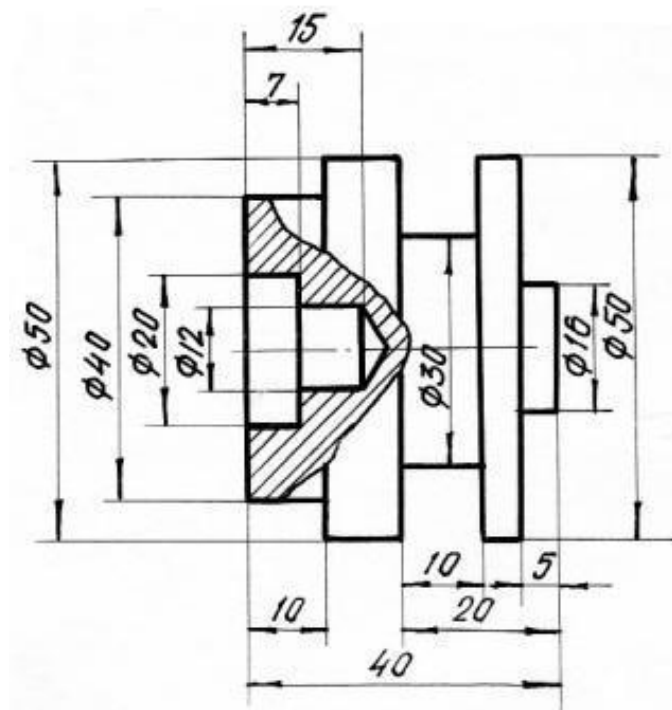


Рисунок 1.29 – Креслення ролика

1.6.3 Нанесення розмірів на кресленнях деталей, виготовлених із листового матеріалу

Виготовлення деталей із листового матеріалу починається із розмітки. Тому за бази для нанесення розмірів на кресленнях таких деталей приймаються центри отворів, вісі симетрії деталі або її елементів, плоскі торці деталі.

На рис. 1.30 показано варіант нанесення розмірів на кресленні важеля. За бази взято праву вертикальну центрову лінію і центр отвору із шпонковим пазом.

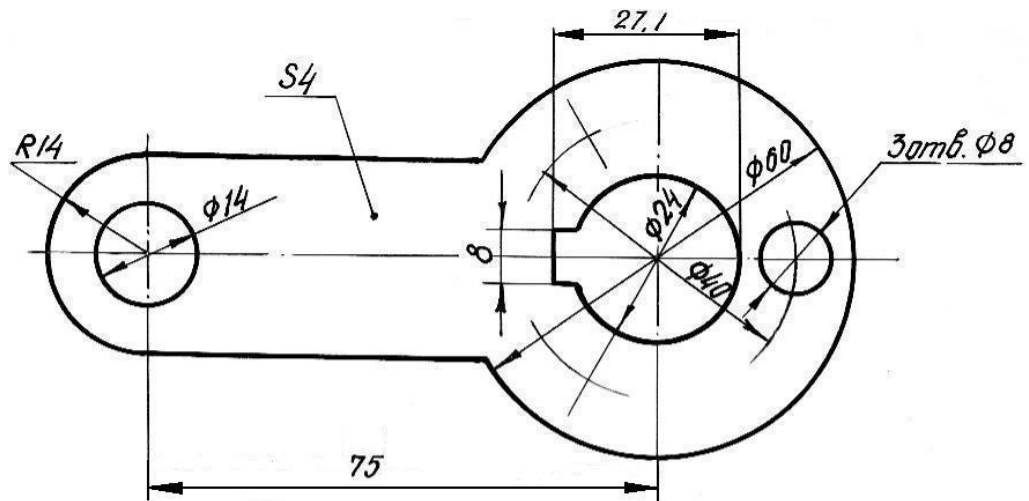


Рисунок 1.30 – Креслення важеля

При зображенні деталі, виготовленої із листового матеріалу, вказують її товщину, яку наносять над поличкою лінії-виноски з нанесенням букви S перед розмірним числом (рис. 1.30).

Тема 2 Зображення та позначення різьб. З'єднання деталей.

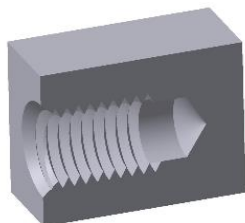
Ескізи деталей

2.1 Різьби

Різьба – це елемент деталі, утворений гвинтовим переміщенням контуру (профілю) по циліндричній або конічній поверхні.



а)



б)

За призначенням різьби розділяють на *кріпильні*, *ходові* та *спеціальні*. Кріпильні різьби використовують для з'єднання деталей між собою та герметичного з'єднання арматури, ходові різьби – для передавання руху.

За формою поверхні різьби розрізняють *циліндричні* та *конічні*. Циліндрична різьба – це різьба, яка нарізається на поверхні циліндра, а конічна на поверхні конуса.

Рисунок 2.1 – Різьби

По характеру поверхні різьби розділяють на *зовнішні* (рис.2.1а) та *внутрішні* (рис.2.1б).

Залежно від напрямку гвинтової лінії різьби бувають праві та ліві (рис. 2.2).

Правою вважається різьба, яка утворена контуром, що обертається за годинниковою стрілкою і переміщується уздовж осі від спостерігача.

Ліва різьба утворена контуром, що обертається проти годинникової стрілки і переміщується уздовж осі від спостерігача.

Права різьба не має позначення, а ліва, яка використовується значно рідше, ніж права, позначається літерами LH.

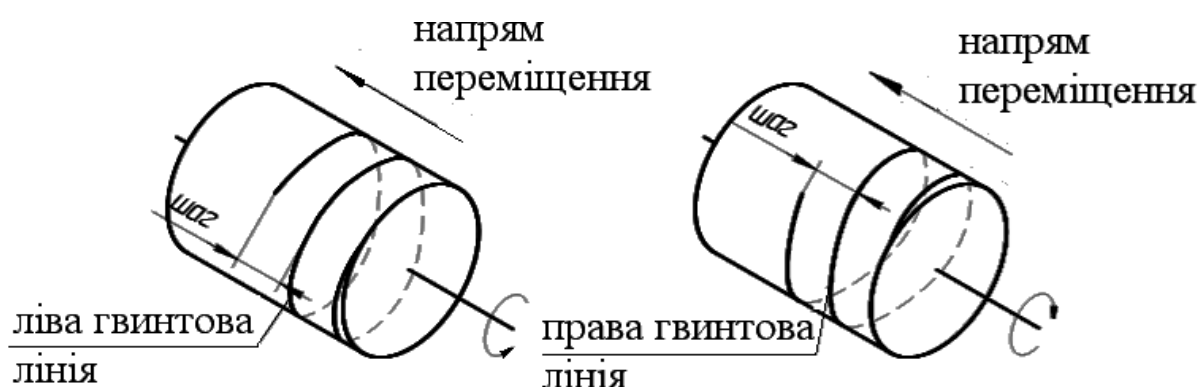


Рисунок 2.2 – Класифікація різьб в залежності від напрямку гвинтової лінії

За числом заходів різьби ділять на одноходові та багатоходові (однозахідні та багатозахідні). Захід – це місце в торці деталі де починається гвинтова лінія, по якій різець вирізає гвинтову канавку.

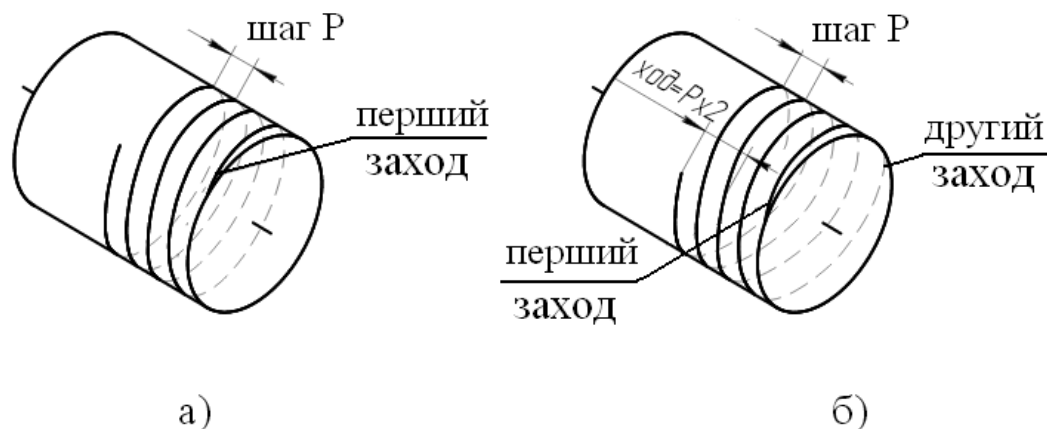


Рисунок 2.3 – Класифікація різьб за числом заходів

Одноходова різьба – це різьба, яка утворена однією гвинтовою лінією. Багатоходова – двома, трьома і т.п. гвинтовими лініями. Багатоходові різьби використовують значно рідше, ніж одноходові. На рис. 2.3а зображена одноходова різьба, а на рис. 2.3б – двоходова.

Залежно від форми профілю розрізняють різьби *трикутні* (метрична та трубна, дюймова), *трапецієвидні* (трапецеїдальна та упорна), *прямокутні* та *круглі*. Профіль різьби характеризує форму канавки, яка вирізається або формується в матеріалі деталі.

Основні параметри профілю різьби встановлює ДСТУ 2497-94.

Зовнішній діаметр різьби d – це діаметр уявного циліндра, який описаний навколо вершин зовнішньої різьби або западин внутрішньої різьби (рис. 2.4).

Внутрішній діаметр різьби d_1 – це діаметр умовного циліндра, вписаного в западини зовнішньої різьби або вершини внутрішньої (рис. 2.4).

Середній діаметр різьби d_2 – це діаметр умовного циліндра, вздовж твірних якого ширина виступу профілю дорівнює ширині западини (рис. 2.4).

У метричній, трапецеїдальній, упорній та круглій різьби діаметри вимірюються в міліметрах. Для трубної різьби діаметр проставляється в дюймах, до того ж дробові числа вказуються простими дробами.

Крок різьби P – це вимірjana паралельно осі різьби відстань між відповідними точками двох сусідніх витків (рис. 2.4). Крок різьби вимірюється в міліметрах.

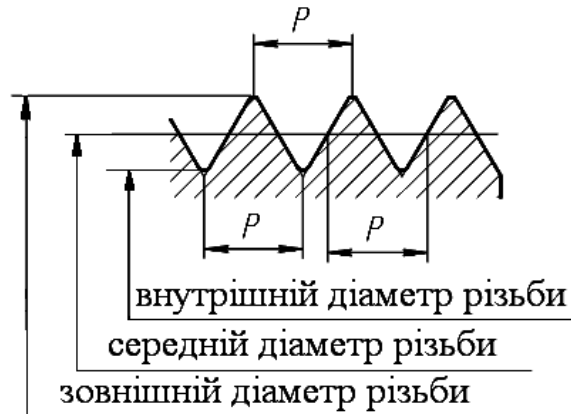


Рисунок 2.4 – Основні параметри профілю різьби

Хід різьби t – це вимірjana паралельно вісі різьби відстань, на яку переміститься гвинт (гайка) за один повний оберт. Хід різьби знаходиться по формулі $t = P \cdot n$, де n – число заходів різьби (рис. 2.3). Якщо різьба однозахідна, то хід в позначенні різьби не показується.

Кут профілю різьби α – кут між суміжними бічними сторонами профілю (рис. 2.5).

Число ниток на довжині 1" ($1'' = 25,4$ мм) n_1 – для трубних різьб.

Довжина різьби l , довжина повного профілю l_1 (рис. 2.7)

Збіг різьби l_2 – це ділянка неповного профілю в зоні переходу різьби до гладенької частини деталі. Якщо збіг різьби неприпустимий, то його можна уникнути за допомогою спеціальної проточки (рис. 2.7).

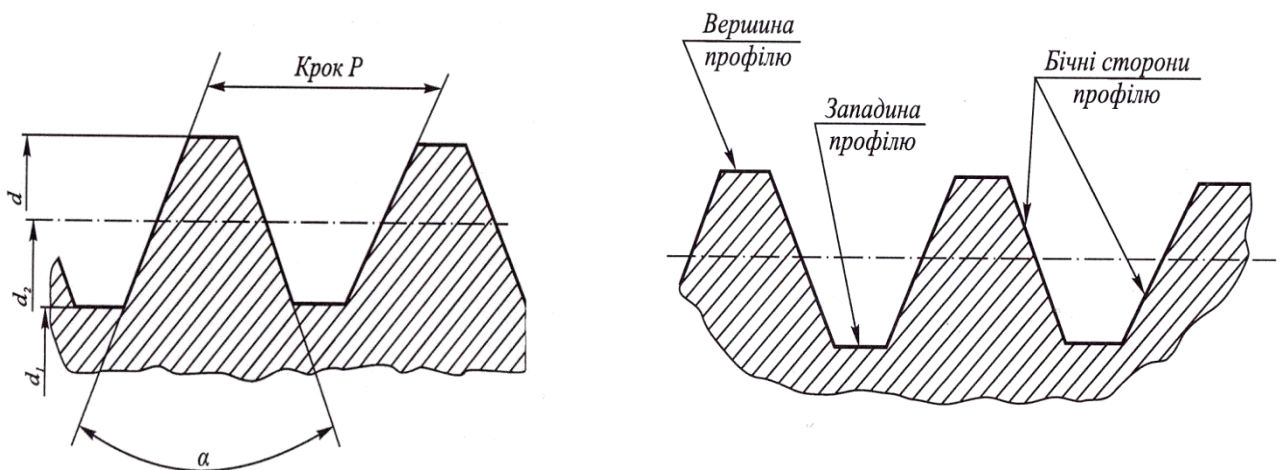


Рисунок 2.5 – Кут профілю різьби

Для того щоб правильно (відповідно до ГОСТ 2.311-68) виконати зображення зовнішньої та внутрішньої різьб потрібно дотримуватись наступних порад (рис. 2.6):

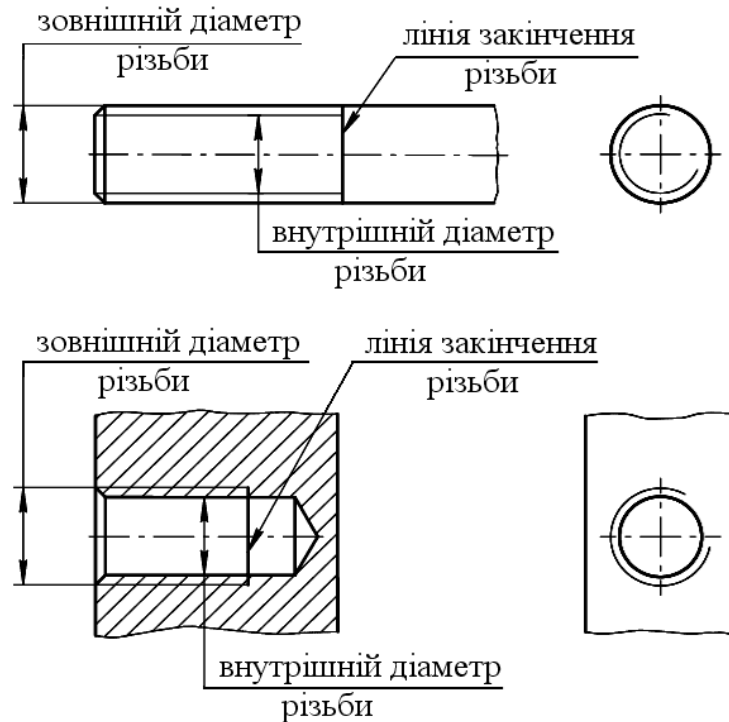


Рисунок 2.6 – Зображення різьб на кресленнях

- профіль стандартних різьб не показується, а вказується буквами в позначенні різьби (табл. 2.1);
- зображення різьби починається із викреслювання деталі суцільною основною лінією (лінією контуру) так, немов різьби немає;
- на деталі з внутрішньою різьбою виконують розріз, включаючи штриховку;
- потім в тілі матеріалу в тому місці де знаходиться різьба проводять суцільні тонкі лінії, які йдуть паралельно контурній лінії на відстані від 0,8 мм до величини кроку різьби P , які відповідають внутрішньому діаметру різьби на стрижні або зовнішньому діаметру різьби в отворі;
- на вигляді із торця суцільну тонку лінію проводять на $\frac{3}{4}$ довжини дуги кола, ця лінія може бути розірвана в будь-якому місці, але її кінці не повинні зупинятися на центрових лініях;
- лінія закінчення різьби виконується суцільною основною лінією.

Лінія закінчення різьби показує довжину різьби повного профілю l_1 . Однак при нарізанні різьби завжди є ділянка із неповним профілем (збіг різьби l_2), яка пов'язана з технологією виготовлення. Якщо є потреба в показі збігу різьби, то розміри задаються так, як показано на рис. 2.7. Знак * показує місце нанесення позначення різьби.

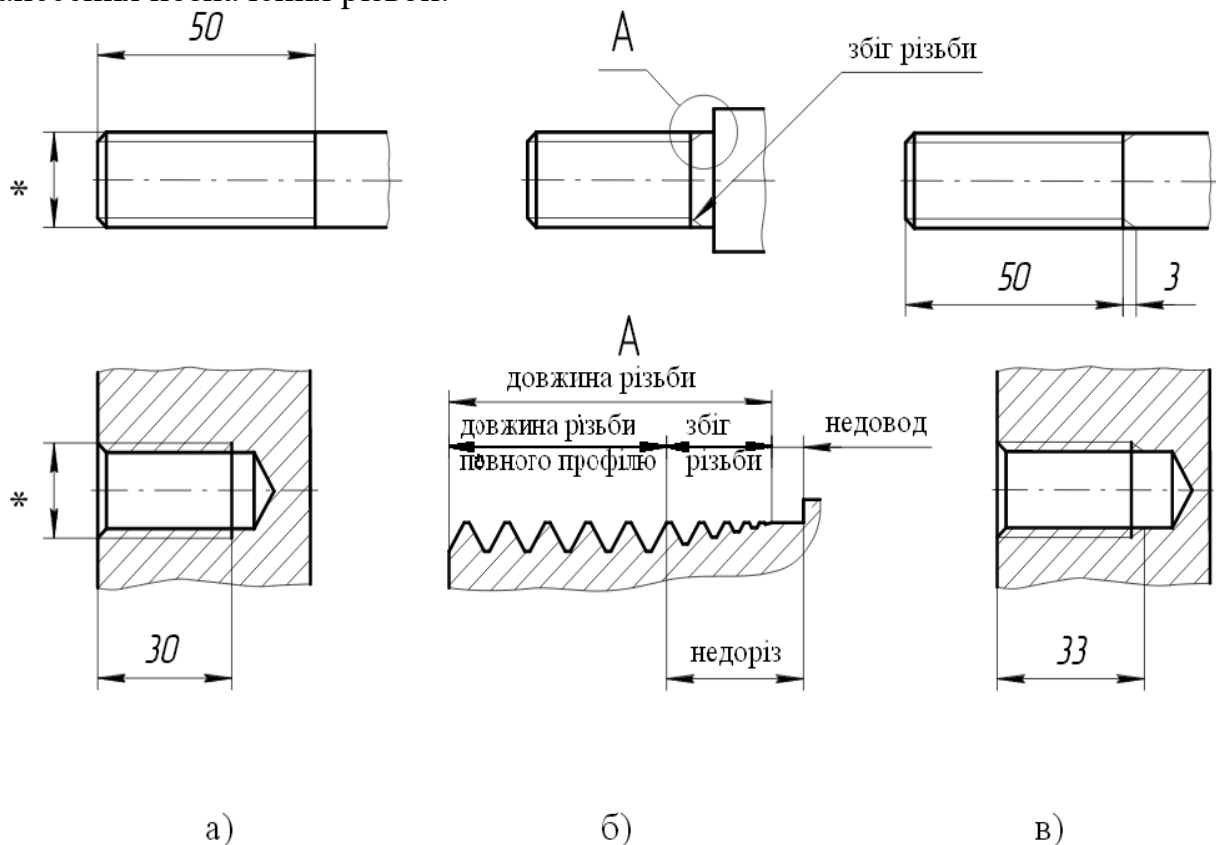


Рисунок 2.7 – Лінія закінчення різьби. Збіг різьби

Деталі з різьбою на західній торцевій стороні повинні мати фаску. З іншої сторони виконується або теж фаска, або канавка (проточка).

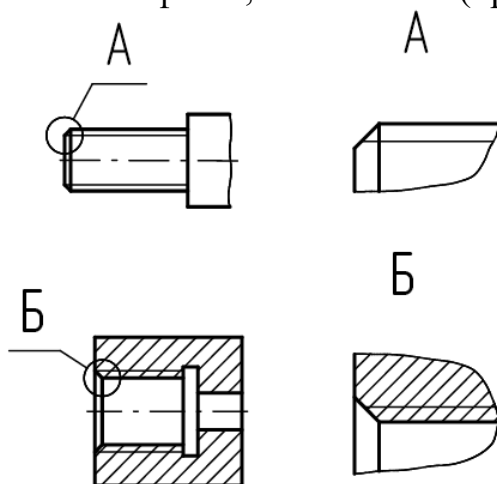


Рисунок 2.8 – Зображення фаски на кресленнях

Фаска виконується для того, щоб захистити вхід різьби від змяття або забою та полегшити початок згвинчування деталей. Фаски, які виконуються на різьбах, мають свої особливості. Всі вони виконуються під кутом 45° і їх розмір зв'язаний з кроком та типом різьби (метрична, трапецеїдальна і т. ін.). Крім того, потрібно враховувати форму поверхні (циліндрична або конічна) та характер поверхні (зовнішня або внутрішня).

При зображенні фаски на кресленнях суцільна тонка лінія внутрішнього діаметра різьби повинна упиратися в похилу лінію фаски (рис. 2.8). Якщо різьба зовнішня, то вона перетинає межу фаски. Винесені елементи на рис. 2.8 показані для найкращого розуміння і на кресленнях не виконуються.

Проточки на різьбі призначені для виходу інструменту, який нарізає різьбу. На кресленнях розміри проточок показують у масштабі збільшення на винесених елементах (рис. 2.9). Додатковий варіант Б виконується тільки для метричної різьби. Розміри проточок повинні відповідати ГОСТ 10549-80.

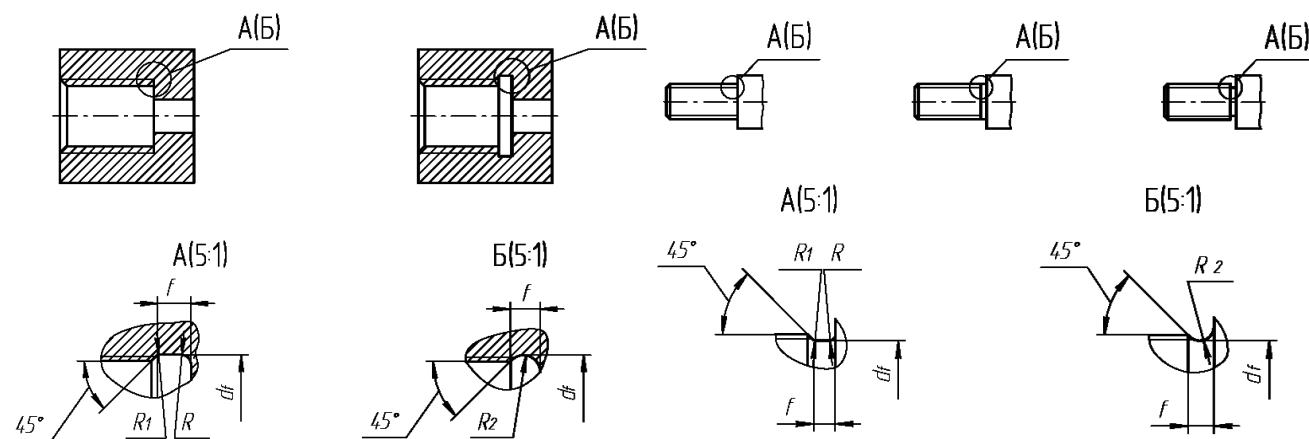


Рисунок 2.9 – Простановка розмірів проточок на кресленнях

Всі основні кріпильні і ходові різьби стандартизовані. У стандартах наведені їх профіль і основні розміри (табл. 2.1).

Позначення стандартизованих різьб базується на зазначенні профілю, номінального діаметру, кроку та ходу.

Позначення всіх різьб, окрім трубної і конічної, розміщують на розмірній лінії, яка відповідає зовнішньому діаметру, тобто проводиться від суцільної основної (контурної) лінії для зовнішньої різьби і від суцільної тонкої лінії для

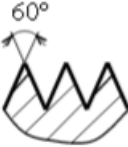
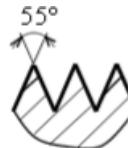

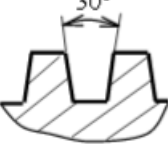
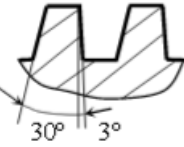
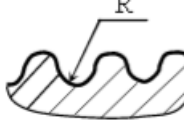
внутрішньої різьби (рис. 2.7). Знак * показує місце нанесення позначення різьби.

Позначення трубної і конічної різьб розміщують на поличці винесення, яка закінчується стрілкою. Стрілка повинна спиратися на суцільну основну лінію зображення різьби (рис. 2.10). Знак * показує місце нанесення позначення різьби.

Потрібно знати, що позначення кожної різьби проставляється на кресленні тільки на одному зображенні і не повинно повторюватися.

Таблиця 2.1

Профілі стандартних різьб

Профіль	Назва різьби	Позначення різьби	Стандарт на профіль
 <p>Рівнобічний трикутник</p>	метрична циліндрична метрична конічна	M MK	ГОСТ8724-81 ГОСТ25229-82
 <p>Рівнобедрений трикутник</p>	трубна циліндрична трубна конічна	G R, Rc	ГОСТ6357-81 ГОСТ 6211-81
 <p>Рівнобічний трикутник</p>	дюймова циліндрична дюймова конічна	1" K1"	ГОСТ 6111-52
 <p>Рівнобічна трапеція</p>	трапецеїдальна	Tr	ГОСТ 9484-81
 <p>нерівнобічна трапеція</p>	упорна	S	ГОСТ 10177-82
 <p>синусоїда</p>	кругла	Kp	ГОСТ 13536-68

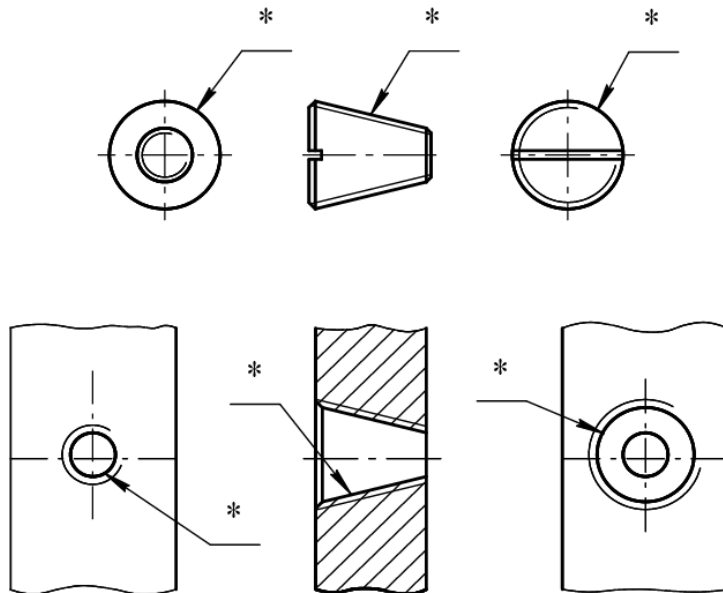
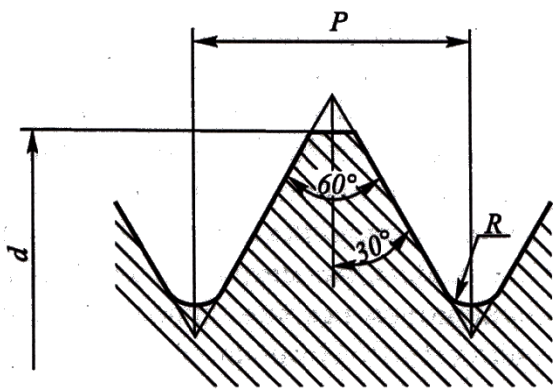


Рисунок 2.10 – Правила позначення трубної та конічної різьб

2.1.1 Різьба метрична

Різьба метрична має профіль рівнобічного трикутника з кутом $\alpha = 60^\circ$ (рис. 2.11). Основні розміри метричної різьби встановлюють ДСТУ 24705-81 та ДСТ 24706-81. Профіль метричної різьби встановлює ГОСТ 9150-81. Діаметри і кроки метричної циліндричної різьби встановлює ГОСТ 8724-81, а метричної конічної – ГОСТ 25229-82. Профіль метричної різьби, позначення літерою і

ГОСТ вказані в таблиці 2.1.



Щоб позначити метричну різьбу на кресленні, потрібно знати її зовнішній діаметр і крок. Метричні різьби мають декілька кроків, найбільший із яких (так і називається великий) в позначенні різьби не вказується. Інші кроки називають дрібними.

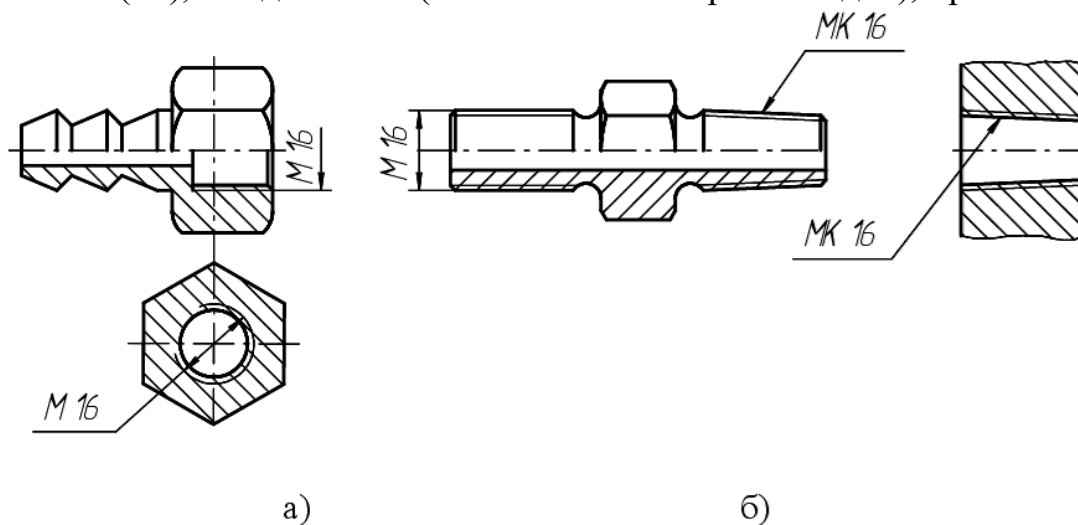
Рисунок 2.11 – Профіль метричної різьби

Приклади позначення метричних різьб та їх розшифровка:

$M 12 \times 1,5$ – різьба метрична з номінальним діаметром 12 мм, з дрібним кроком 1,5 мм, однозахідна, права.

M 24 LH – різьба метрична з номінальним діаметром 24 мм, із великим кроком (3 мм), однозахідна, ліва.

M 56x8(P2) – різьба метрична з номінальним діаметром 56 мм, із дрібним кроком 2 мм (P2), з ходом 8 мм (тобто $8 : 2 =$ чотирьохзахідна), права.



а) б)
Рисунок 2.12 – Позначення метричних різьб

На рисунку 2.12 показано позначення метричних різьб – зовнішніх та внутрішніх циліндричних (рис. 2.12а) та конічних (рис. 2.12б).

Метричні конічні різьби виконуються на конічній поверхні з конусністю 1:16. Номінальні діаметри конічної різьби повністю відповідають номінальним діаметрам циліндричної. Деталь із метричною конічною різьбою може згвинчуватись з деталлю такого самого номінального діаметру і кроку, що має метричну конічну або метричну циліндричну різьбу.

2.1.2 Різьба трубна

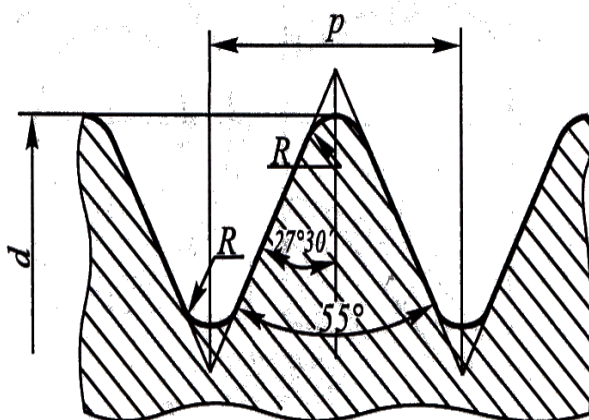


Рисунок 2.13 – Профіль трубної різьби

Різьба трубна має профіль рівнобедреного трикутника з кутом $\alpha = 55^\circ$ (рис. 2.13). Різьба трубна циліндрична регламентована ГОСТ 6357-81, а трубна конічна – ГОСТ 6211-81. Профіль трубної різьби, позначення літерою і ГОСТ вказані в таблиці 2.1.

Номінальним розміром для трубної різьби є діаметр умовного проходу в дюймах.

Оскільки діаметр умовного проходу, який приблизно дорівнює внутрішньому діаметру труби, не збігається із зовнішнім діаметром різьби, то позначення трубної різьби виносять на поличку лінії-виноски (рис. 2.14).

Трубні конічні різьби виконуються на конічній поверхні з конусністю 1:16. Номінальні діаметри конічної різьби повністю відповідають номінальним діаметрам циліндричної. Деталь із трубною конічною різьбою може згвинчуватись з деталлю такого самого номінального діаметру, що має трубну конічну або трубну циліндричну різьбу. Трубна конічна різьба застосовується для з'єднань, які вимагають підвищеної герметичності або працюють під великим тиском.

Приклади позначення трубних різьб та їх розшифровка:

$G1/2$ – різьба трубна циліндрична з діаметром умовного проходу $1/2''$ (дюйма), тобто $D_y = 15$ мм, права.

$R3/4LH$ – різьба трубна конічна зовнішня з діаметром умовного проходу $3/4''$, тобто $D_y = 20$ мм, ліва.

R_c1 – різьба трубна конічна внутрішня з діаметром умовного проходу $1''$, тобто $D_y = 25$ мм, права.

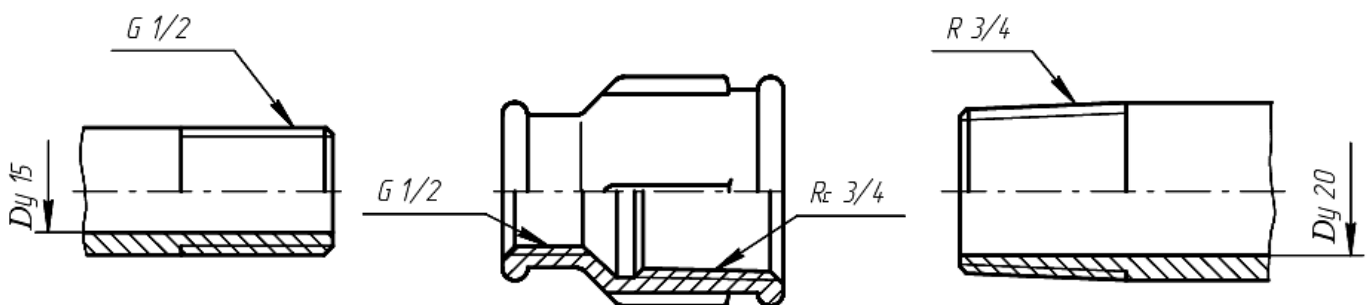


Рисунок 2.14 – Позначення трубних різьб

2.1.3 Різьба дюймова

Різьба дюймова має профіль рівнобічного трикутника з кутом $\alpha = 55^\circ$. Профіль дюймової різьби, позначення і ГОСТ вказані в таблиці 2.1.

Потрібно зауважити, що дюймові різьби використовуються тільки при виготовленні запасних деталей (в старих виробках) і не повинні використовуватися при проектуванні нових виробів.

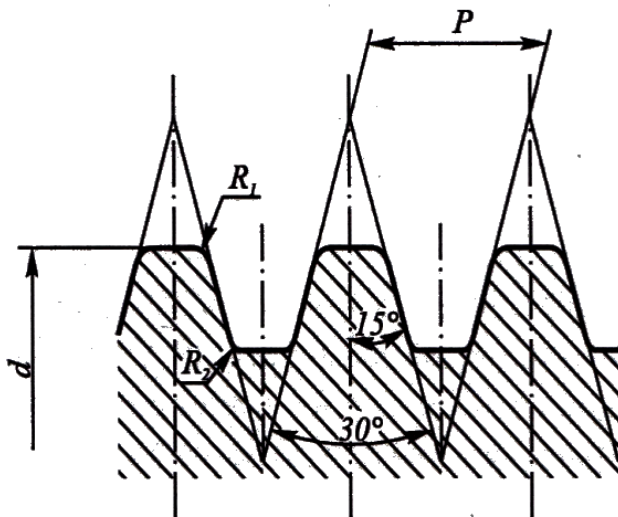
На рис. 2.15 показано позначення дюймових різьб циліндричної та конічної.



Рисунок 2.15 – Позначення дюймових різьб

2.1.4 Різьба трапецеїдальна

Різьба трапецеїдальна має профіль правильної рівнобічної трапеції з кутом $\alpha = 30^\circ$ (рис. 2.16). Профіль трапецеїдальної різьби встановлює ГОСТ 9484-81. Діаметри і кроки трапецеїдальної однозахідної різьби встановлює ГОСТ 24738-81, а багатозахідної – ГОСТ 24739-82.



Профіль трапецеїдальної різьби, позначення літерою і ГОСТ вказані в таблиці 2.1.

Рисунок 2.16 – Профіль трапецеїдальної різьби

Приклади позначення трапецеїдальних різьб та їх розшифровка:

$Tr\ 40\times 6$ – різьба трапецеїдальна з номінальним діаметром 40 мм, з кроком 6 мм, однозахідна, права.

$Tr\ 20\times 8\ (P4)\ LH$ – різьба трапецеїдальна з номінальним діаметром 20 мм, з кроком 4 мм (P4), з ходом 8 мм (тобто $8:4 =$ двохзахідна), ліва.

На рис. 2.17 показано позначення трапецеїдальних різьб – зовнішніх та внутрішньої.

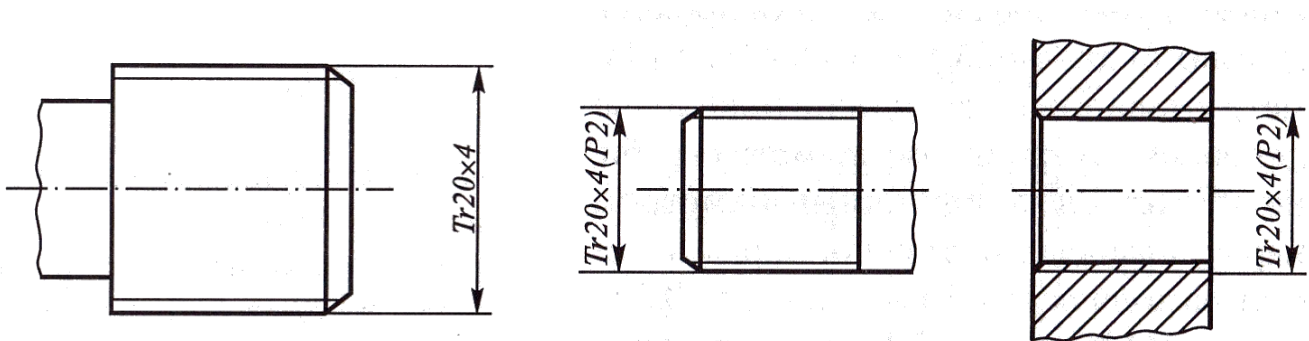
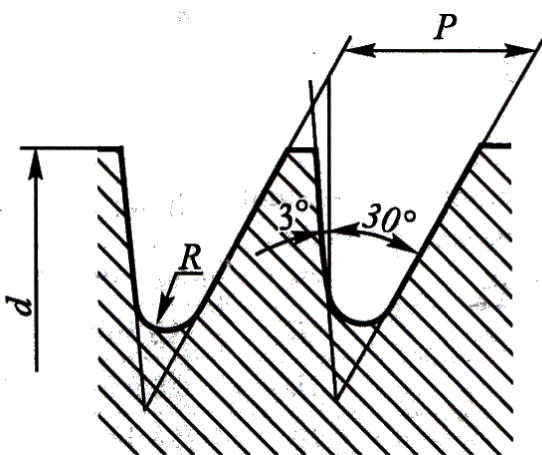


Рисунок 2.17 – Позначення трапецеїдальних різьб

2.1.5 Різьба упорна



Різьба упорна має профіль нерівнобічної трапеції (рис. 2.18) і регламентована ГОСТ 10177-82. Профіль упорної різьби, позначення літерою і ГОСТ вказані в таблиці 2.1. Така різьба застосовується у гвинтах з односторонньою дією навантаження (для передачі зусилля в одному напрямку), наприклад, у гвинтових пресах, домкратах, тощо.

Рисунок 2.18 – Профіль упорної різьби

Приклади позначення упорних різьб та їх розшифровка:

$S\ 80 \times 5\ LH$ – різьба упорна з номінальним діаметром 80 мм, з кроком 5мм, однозахідна, ліва.

$S\ 32 \times 6\ (P3)$ – різьба упорна з номінальним діаметром 32 мм, з кроком 3мм (P3), з ходом 6 мм (тобто $6:3 =$ двохзахідна), права.

На рис. 2.19 показано позначення упорних різьб – зовнішньої та внутрішньої.

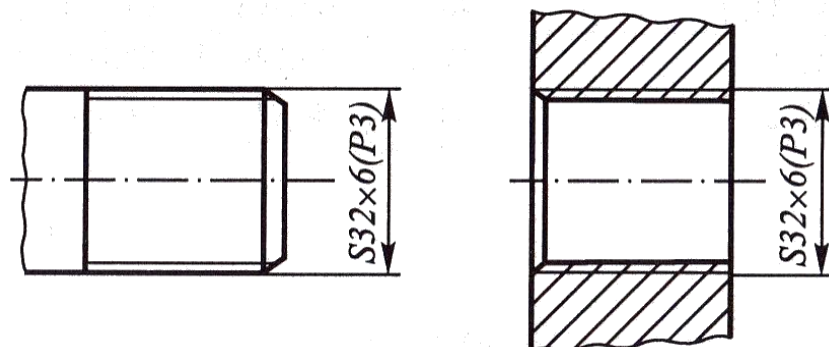


Рисунок 2.19 – Позначення упорних різьб

2.1.6 Спеціальні та прямокутні різьби

Якщо різьба має стандартний профіль, але номінальний діаметр або крок не відповідають стандартам, то така різьба називається *спеціальною*.

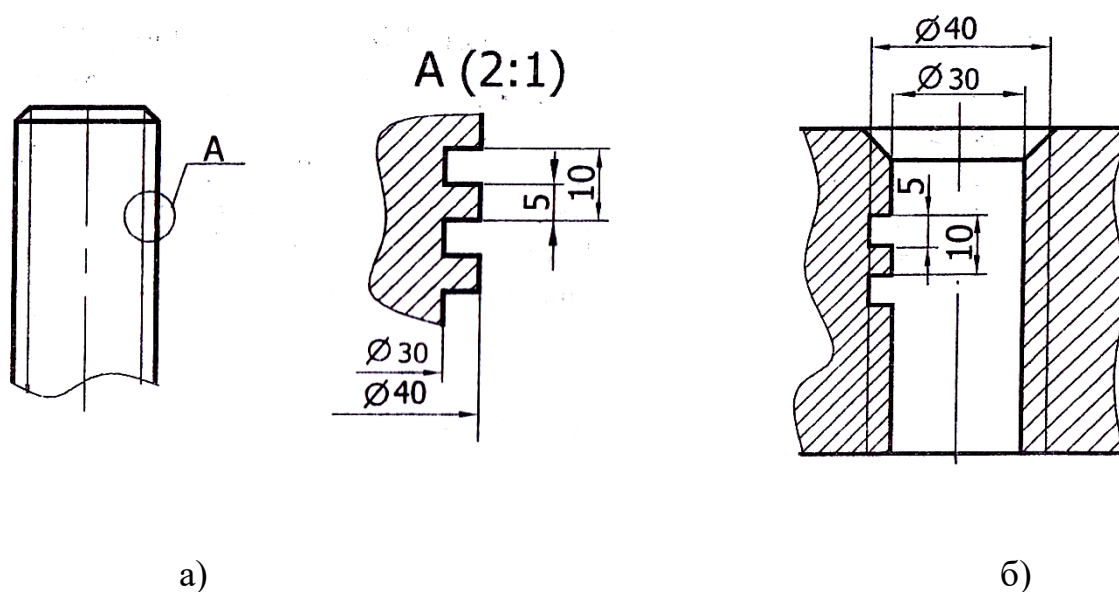


Рисунок 2.20 – Зображення прямокутної різьби

Спеціальна різьба позначається наступним образом:

SpM13x1,75 – різьба спеціальна метрична з номінальним діаметром 13мм (нестандартний), з кроком 1,75 мм, однозахідна, права.

Окрім стандартних різьб часто використовують різьбу нестандартного прямокутного профілю.

Прямокутні різьби позначень не мають, тому всі параметри різьби повинні бути задані на кресленні (зовнішній та внутрішній діаметри, товщина виступу та крок різьби).

Приклад зображення та задання прямокутної різьби показано на рис. 2.20а,б.

2.2 З'єднання деталей

Всі машини та механізми можна поділити на складові частини, які утворюють єдину функціональну систему з'єднаних між собою елементів і деталей. З'єднання деталей можуть бути *роз'ємними* і *нероз'ємними*.

До нероз'ємних відносяться з'єднання, які неможливо роз'єднати без пошкодження або пластичного деформування деталей даного з'єднання. (з'єднання зваркою, пайкою, склеюванням, тощо).

До роз'ємних належать з'єднання, які дозволяють багаторазово з'єднувати і роз'єднувати деталі без пошкодження або пластичного деформування як з'єднуваних, так і з'єднуючих деталей. Роз'ємні з'єднання поділяють на рухомі, в яких можливі відносні переміщення з'єднувальних деталей (шпонкові, шліцьові та ін.), і нерухомі, в яких з'єднувані деталі не переміщуються одна відносно одної (різьбові з'єднання за допомогою кріпильних елементів та ін.)

2.2.1 Нероз'ємні з'єднання

До головних різновидів нероз'ємних з'єднань належать:

- з'єднання заклепками — металевими стрижнями з головками, які вставляються в отвори з'єднуваних деталей і розклепуються у цьому положенні;
- зварні з'єднання, де жорсткий зв'язок між деталями виникає внаслідок плавлення металу;

– з'єднання паянням, коли деталі у нагрітому стані скріплюються одна з одною за допомогою додаткового легкоплавкого сплаву (припою);

– клейові з'єднання, які здійснюються за допомогою тонкого шару швидко твердіючого составу (клею).

До нероз'ємних з'єднань також відносяться з'єднання запресовуванням, розвальцьовуванням чи завальцьовуванням, з'єднання зшиванням та ін.

Останнім часом часто використовують комбіновані нероз'ємні з'єднання — клеєзварні та клеєзаклепкові.

Заклепкове з'єднання виконують із використанням двох зображень: фронтального розрізу на місці головного вигляду та вигляду зверху чи зліва (рис.2.21). На кресленні зображують всі елементи з'єднаних деталей і заклепок і розміри з'єднання. Дозволяється показувати не всі заклепки у шві, а тільки на початку і в кінці шва. Решту заклепок показують центровими лініями.

Типи заклепок і їх розміри стандартизовано. Умовне позначення заклепки дають у специфікації чи на поличці лінії-виноски. До умовного позначення заклепки входить назва цієї деталі, її діаметр і довжина та тип за ГОСТ, наприклад: *Заклепка 8 × 20 ГОСТ 10299-80*.

Сукупність певним чином розміщених у з'єднанні заклепок утворює заклепковий шов. Залежно від взаємного розміщення склепуваних деталей і розміщення заклепок у шві існують різні типи заклепкових швів.

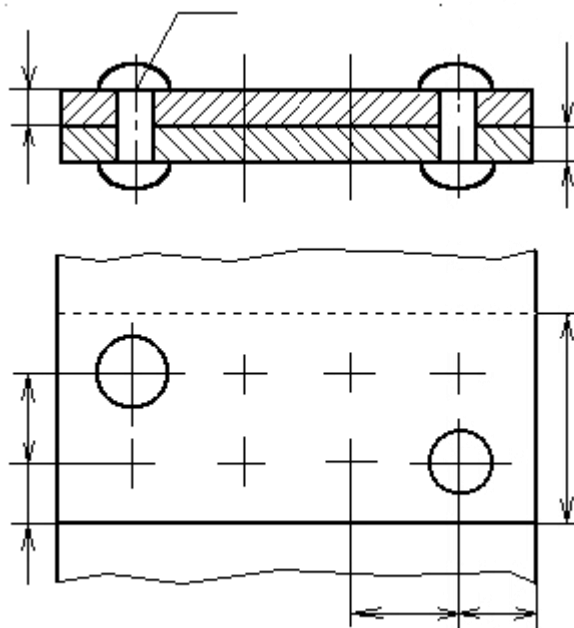


Рисунок 2.21 – Заклепкове з'єднання

Зварними з'єднаннями називають сукупність деталей, які з'єднані між собою за допомогою зварки. Зварним швом називають затвердівший після розплавлення метал, який з'єднує зварні деталі. По виду зварного з'єднання (по взаємному розміщенню зварних деталей) розрізняють наступні з'єднання: стикові – С, кутові – У, таврові – Т, нахльосточні – Н.

Стикові з'єднання (рис. 2.22а) – це з'єднання двох елементів, розміщених в одній площині або на одній поверхні.

Нахльосточні з'єднання (рис. 2.22б) – це з'єднання, в яких елементи, що зварюються між собою, розміщені паралельно і перекривають один одного.

Кутові з'єднання (рис. 2.22в) – це з'єднання двох елементів, розміщених під прямим кутом і зварених в місці дотикання їх країв.

Таврові з'єднання (рис. 2.22г) – це з'єднання, в яких до бокової поверхні одного елемента приварюється і дотикається під кутом інший елемент.

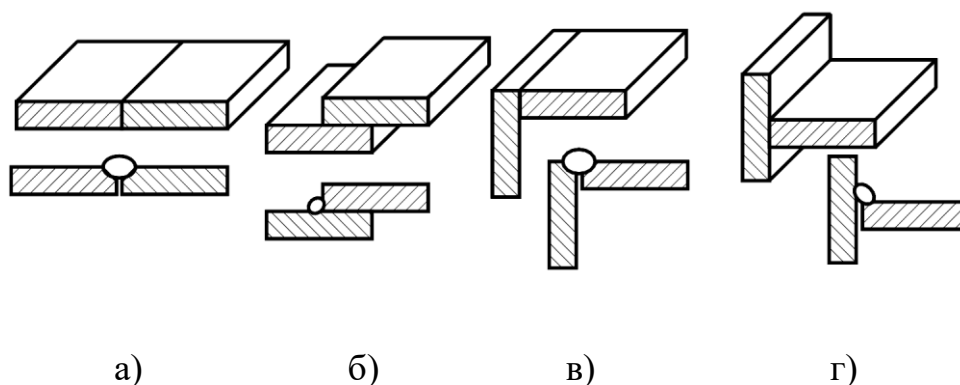


Рисунок 2.22 – Зварні з'єднання

Частина зварного з'єднання, утвореного в місці з'єднання в результаті зварювання і яка має структуру, відмінну від структури основного виробу, називається *зварним швом*. Відповідно до ГОСТ 2.312-72 шви зварних з'єднань незалежно від способу зварки умовно зображують: видимий – суцільною основною лінією товщиною S (рис. 2.23б), невидимий – штриховою лінією товщиною $S/2$ (рис. 2.23а).

Для вказування місця розташування шва зварного з'єднання використовується лінія-виноска з односторонньою стрілкою, яка викреслюється суцільною тонкою лінією товщиною $S/3 \dots S/2$. Нахил лінії-виноски до лінії шва рекомендується виконувати під кутом $30^\circ - 60^\circ$. До лінії-виноски приєднують

горизонтальну полицку такої ж товщини, на якій дають повну характеристику зварки (рис. 2.23).

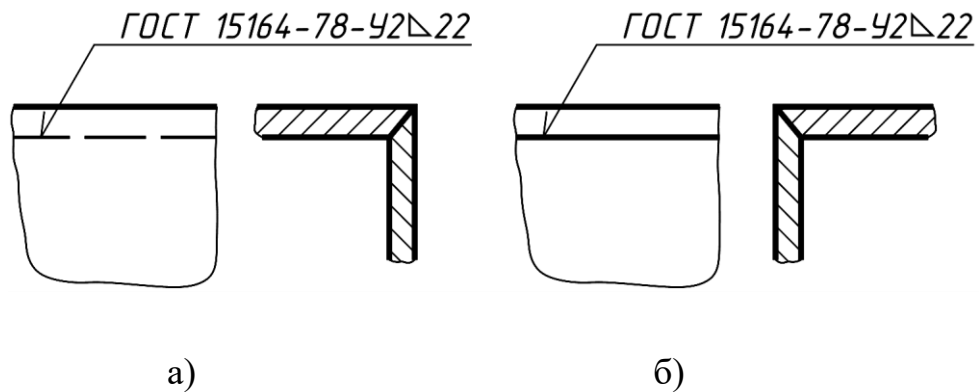


Рисунок 2.23 – Позначення зварного шву

Умовні зображення і позначення з'єднань, одержаних пайкою і склеюванням, регламентуються ГОСТ 2.313-82. Місце з'єднання елементів зображується суцільною лінією товщиною 2S.

Для позначення паяного і клеєного з'єднань прийняті умовні значки, які наносяться на лінії-виноски суцільною основною лінією: С – для пайки, К - для склеювання. Паяне з'єднання зображено на рис. 2.24а, клеєне – на рис.2.24б.

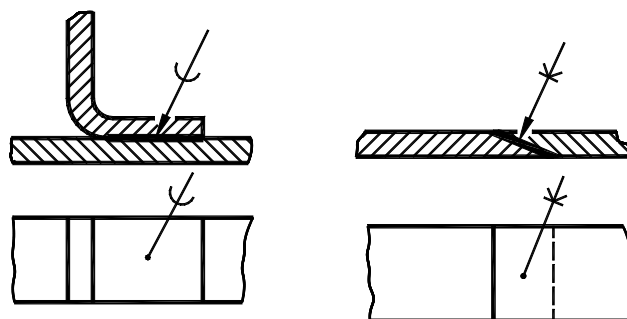


Рисунок 2.24 – Зображення паяного та клеєного з'єднань

2.2.2. Роз'ємні з'єднання

До головних різновидів роз'ємних з'єднань належать:

- різьбові з'єднання деталей, які утворюються згвинчуванням деталей між собою або згвинчуванням деталей за допомогою стандартних виробів із різьбою;

- шпонкові з'єднання, що утворюються за допомогою деталей певної форми. Ці деталі входять одночасно у паз вала та у паз деталі, яка його охоплює;
- зубчасті (шліцьові) з'єднання — спряження втулок з валами, які утворюються за допомогою виступів на валу і западин такого ж профілю у втулці;
- з'єднання за допомогою штифтів — деталей циліндричної чи конічної форми, які забезпечують точну фіксацію взаємного розміщення спряжуваних деталей чи попередження можливого перевантаження з'єднання.

Для зображення різьби у з'єднанні застосовуються перерізи площиною, яка проходить через вісь з'єднання. У місці з'єднання двох деталей отвір перекривається деталлю, на якій нарізана зовнішня різьба (рис.2.25).

Поперечний переріз різьбового з'єднання має характерні особливості: межею між контурами деталей з різьбою є суцільна основна лінія, яка відповідає діаметру кола виступів (зовнішньому діаметру) різьби на стрижні; суцільна тонка лінія (проведена на 3/4 кола) відповідає западинам (внутрішньому діаметру) різьби на стрижні.

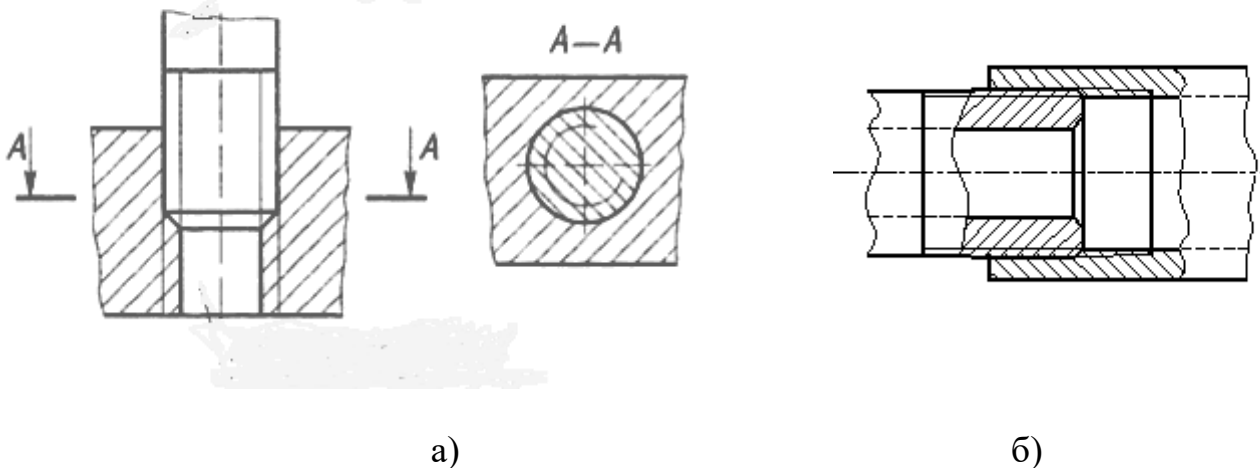


Рисунок 2.25 - Різьбові з'єднання

Всі роз'ємні нерухомі різьбові з'єднання складаються за допомогою кріпильних різьбових і нерізьбових виробів.

До кріпильних різьбових виробів відносяться болти, гвинти, шпильки і гайки. Форму і розміри різьбових кріпильних виробів регламентують відповідні

стандарти. Для стандартизованих кріпильних різьбових виробів робочі креслення, зазвичай, не виконуються, а самі вироби замовляють на основі умовного стандартного позначення.

В умовне позначення стандартних різьбових виробів в указаній послідовності входять:

- назва виробу;
- вказівки про точність виготовлення і варіант виконання;
- стандартне позначення метричної різьби;
- клас міцності матеріалу, з якого виготовлений виріб;
- товщина захисного антикорозійного покриття;
- стандарт на конструкцію.

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

2.3 Ескізи деталей

Ескіз деталі – це конструкторський документ тимчасового характеру, який виконується без допомоги креслярських інструментів і з додержанням окомірних пропорцій між елементами.

Ескізи служать основою для креслень. Іноді деталь виготовляють безпосередньо за ескізом. При проектуванні нових деталей, механізмів та машин готують проектні ескізи. Також ескізи використовують при ремонті деталей та обладнання. В цьому випадку ескіз складається із реально існуючих деталей і називається ескізом з натури.

Для ескізів користуються папером у клітку. Клітки допомагають проводити прямі лінії, додержуватися проекційного зв'язку між зображеннями і витримувати пропорційність окремих частин зображуваного предмету.

Ескіз треба виконувати відповідно до стандартів креслення. Лінії повинні бути чіткими та рівними. Дуги кола можна проводити циркулем, щоб потім їх навести від руки.

Послідовність виконання ескізу деталі можна поділити на дві стадії.

Підготовча стадія

- Уважно оглянути деталь, вивчити її конструкцію, виявити наявні отвори, фаски, проточки, різьби, виступи, симетрію чи асиметрію деталі в цілому і окремих її частин. Зрозуміти з яких простих геометричних форм складені окремі частини та елементи деталей.
- Установити найменування деталі, її призначення та робоче положення в механізмі, а також матеріал, із якого деталь виготовлено, і умови роботи. Найменування деталі вказують в основному напису у називному відмінку однини, наприклад: «Гайка накидна» (іменник на першому місці). Умовну позначку матеріалу наводять також в основному написі. Позначення матеріалу повинне містити його найменування, марку та номер стандарту.
- Вибрати положення деталі для побудови її головного зображення. Головне зображення повинно давати найповніше уявлення про форму і розміри предмета.

При виборі головного зображення необхідно враховувати деякі конструктивні та технологічні особливості деталі:

– деталі, які обробляють на токарному верстаті (осі, вали, втулки, кільця, шпинделі тощо), розміщують так, щоб їх вісі займали горизонтальне положення (рис. 2.26а);

– штамповані деталі розміщують на головному зображенні відповідно до їх положення при пресуванні (рис. 2.26б);

– литі деталі розташовують так, як вони знаходяться у виробі чи в процесі розмітки на розмічувальній плиті (рис. 2.26в).

- Визначити мінімально необхідну кількість зображень: вигляди, розрізи, перерізи, виносні елементи, які повністю розкривають зовнішню та внутрішню будову деталі.

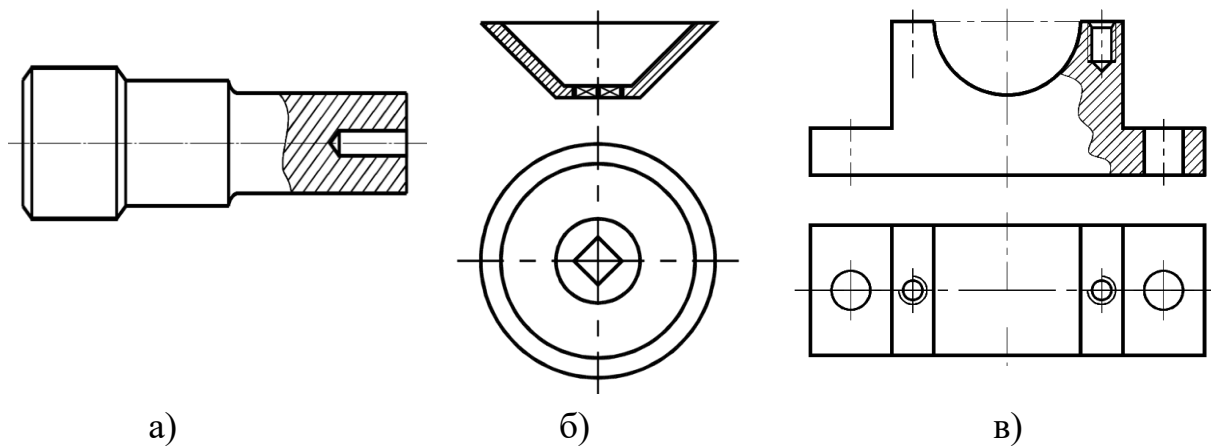


Рисунок 2.26 – Положення деталей залежно від конструктивних та технологічних особливостей

Основна стадія

- На вибраному форматі необхідно нанести рамку та в правому нижньому куті виділити місце для основного напису.
- Виконати компоунвання креслення – намітити тонкими лініями прямокутники всіх планових зображень, враховуючи при цьому площу, яка потрібна для нанесення розмірів, написів, позначень, технічних умов.
- Провести осі симетрії та осі отворів, нанести зовнішні контури кожного зображення, виконати конструктивні і технологічні елементи (фаски, галтелі, скруглення, проточки тощо), визначаючи співвідношення між частинами та елементами деталі на око, без обмірювання.
- Тонкими лініями намітити контури розрізів і перерізів, виконати, якщо потрібно, виносні елементи, додаткові і місцеві вигляди.
- Перевірити виконані зображення, прибрати зайві лінії (проекційного зв'язку, невидимого контуру, габаритні прямокутники та ін.), навести видимий контур суцільною основною лінією, виконати штриховку розрізів та перерізів.
- Нанести виносні та розмірні лінії. Обміряти деталь і проставити розмірні числа згідно з ГОСТ 2.307-68.
- Визначити та позначити шорсткість поверхні, виходячи з умов виготовлення або призначення деталі.
- Виконати необхідні написи і заповнити основний напис.

2.3.1 Нанесення розмірів на бази

Основою для визначення розміру деталей та їх елементів є проставлені на кресленні або ескізі розміри, які наносять з урахуванням технології виготовлення деталі, її конструктивних особливостей, роботи деталі у виробі.

Потрібно розрізняти номінальні та дійсні розміри. *Номінальний розмір* проставляється на кресленні, а *дійсний* отримується безпосередньо вимірюванням за допомогою вимірювального інструменту.

Розміри, які наносяться на креслення чи ескізі деталі, повинні визначати форму всіх складових її елементів і поверхонь та їхнє взаємне розташування.

Форму деталі утворюють її складові, які сполучаються у рухливих з'єднаннях, прилягають в нерухомих з'єднаннях, і недотичні до інших деталей вільні поверхні. Положення кожної поверхні визначають бази, від яких обміряють деталь під час її виготовлення, контролю та складання виробу. Бази поділяють за призначенням на конструкторські, технологічні та вимірювальні (ДСТУ 2232-93). Бази можуть бути основними та допоміжними.

Конструкторськими базами називають сукупності поверхонь, ліній і точок, які визначають положення деталі у виробі. Основна база – визначальне положення самої деталі, допоміжна – визначальне положення деталей, що приєднуються (рис. 2.27).

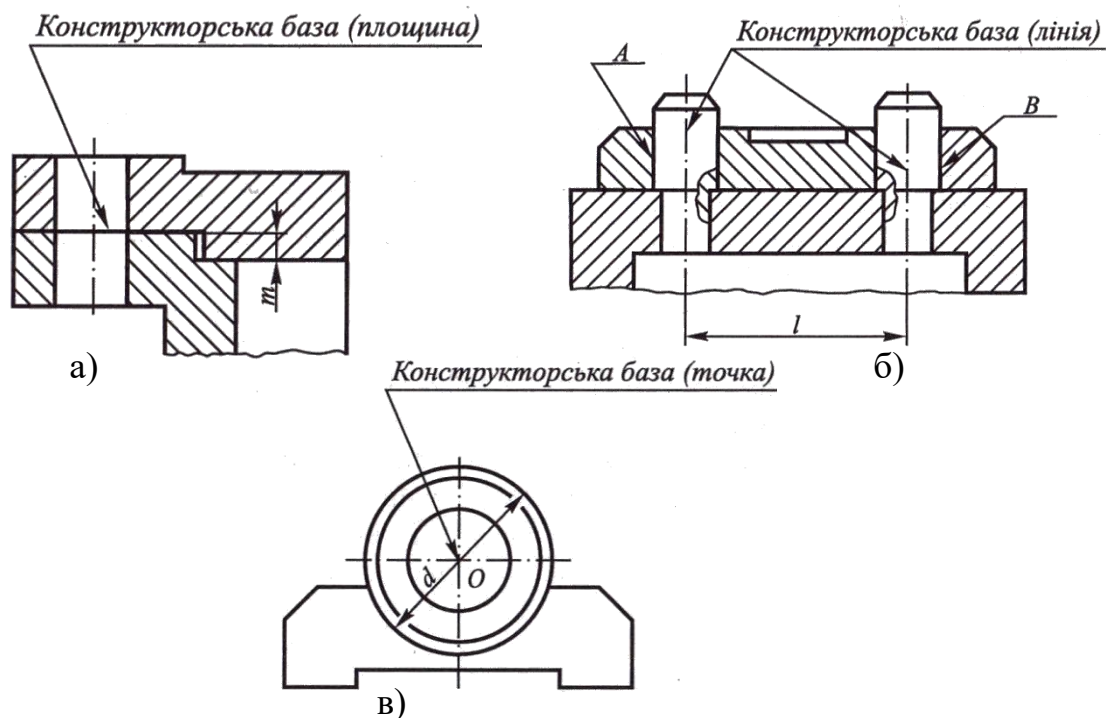


Рисунок 2.27 – Конструкторські бази

Вимірювальною базою називають сукупність поверхонь, ліній і точок, відносно яких відлічують розміри при обмірюванні виготовленої деталі (рис. 2.28).

Технологічною базою називають поверхню, відносно якої орієнтують деталь під час її виготовлення. Так технологічні бази застосовують при нанесенні розмірів на деталі обертання.

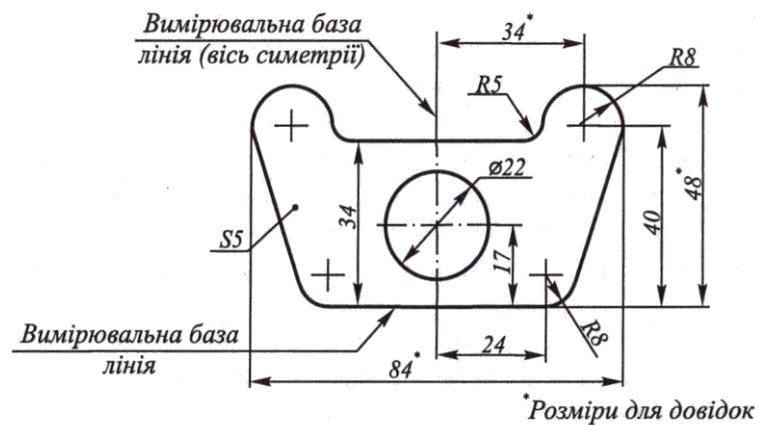
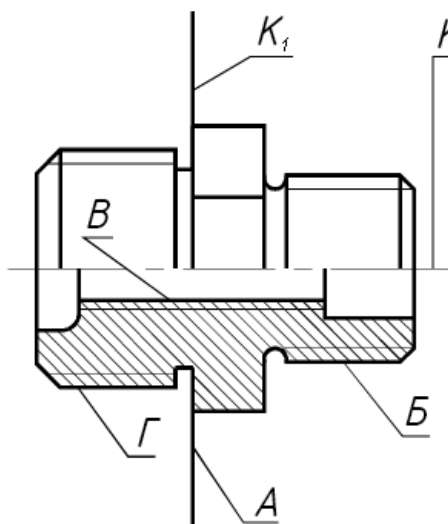


Рисунок 2.28 – Вимірювальні бази

Розглянемо креслення штуцера, зображеного на рис. 2.29. Поверхня А



і служить основною конструкторською базою K_1 , тому що вона визначає положення штуцера в корпусі. Поверхні Б, В, Г сполучаються з іншими деталями, які приєднуються до штуцера. Усі ці поверхні повинні бути взаємозалежними, і загальною базою для них є вісь штуцера K_2 . Отже, основні лінійні розміри повинні бути прив'язані до бази K_1 , а радіальні – до бази K_2 . Ці бази при виготовленні штуцера будуть технологічними базами.

Рисунок 2.29 – Креслення штуцера

На рис. 2.30 деталі 1 і 2 сполучаються поверхнею S_2 , поверхня S_1 – вільна. Тобто, основною конструкторською базою для вала є поверхня S_2 , а допоміжною – вісь вала.

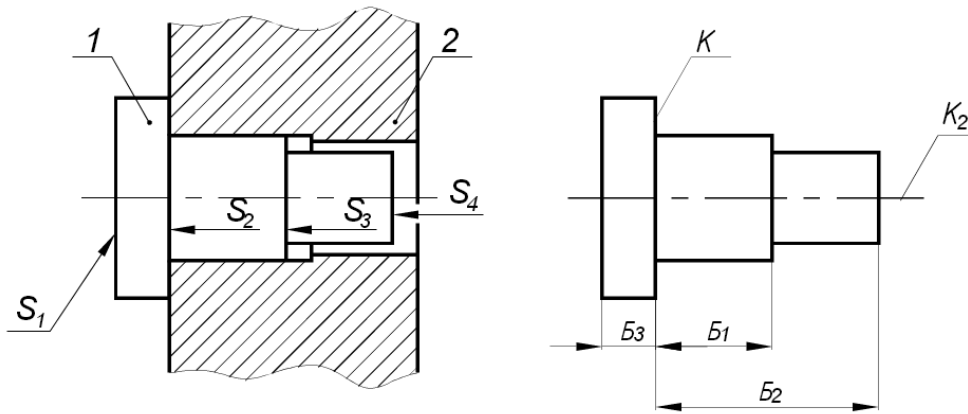


Рис. 2.30 – Основна і допоміжна конструкторські бази

При виконанні креслень деталей, які виготовляються литтям, штампуванням, куванням або прокаткою з наступною механічною обробкою, проставляють по одному розміру (за кожним координатним напрямом), які зв'язують поверхні з механічною обробкою з поверхнями, які не підлягають механічній обробці. Цей розмір визначає чистову і чорнову технологічні бази.

Чистова технологічна база є основною і обробляється першою. Положення допоміжних технологічних баз визначається відносно основних.

Чорною технологічною базою називають поверхню або вісь, по якій проводять першу операцію механічної обробки. Чорнова база – це поверхня достатньої довжини, яка паралельна або перпендикулярна до бази механічної операції. Для чорнової бази не можна використовувати поверхню, на якій проводять механічну обробку (рис. 2.31).

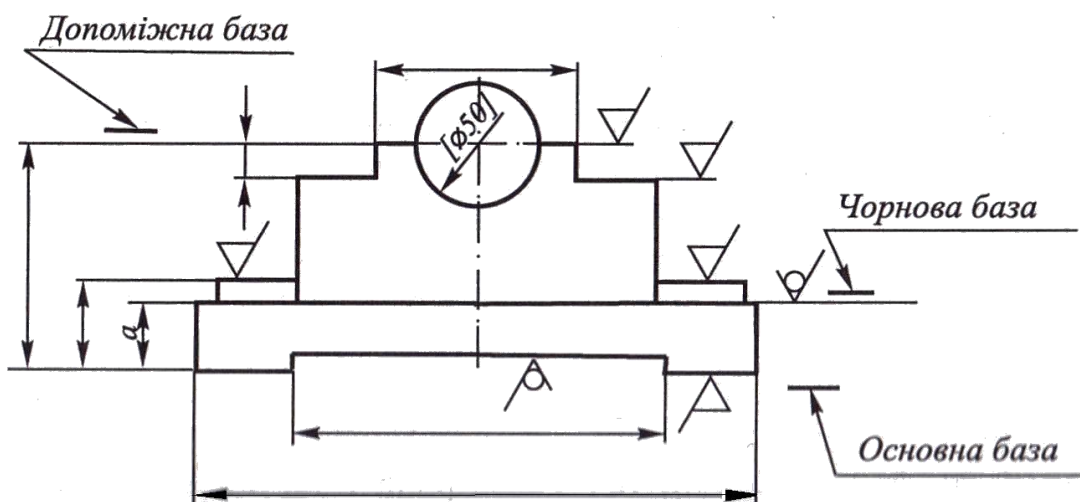


Рисунок 2.31 – Чорнова технологічна база

Усі розміри на робочих кресленнях (крім розмірів спряжених поверхонь) рекомендується наносити від технологічних або вимірювальних баз.

Розміри рекомендується наносити в такому порядку:

- габаритні розміри деталі;
- характерні розміри, що сполучаються. Їх необхідно погоджувати на всіх деталях, які сполучаються;
- розміри, що координують елементи від вибраної бази;
- вільні розміри.

При нанесенні розмірів на кресленнях слід використовувати ряди чисел, яким треба віддавати перевагу, враховуючи вимоги відповідних стандартів для нормальних лінійних розмірів та кутів (ГОСТ 6636-69 табл.2.2), нормальних радіусів скруглень і фасок (ГОСТ 10948-64 табл. 2.1), нормальних конусностей та кутів конусів (ГОСТ 8593-81 табл.2.3) тощо.

На рис. 2.32 показано етапи виконання ескізу.

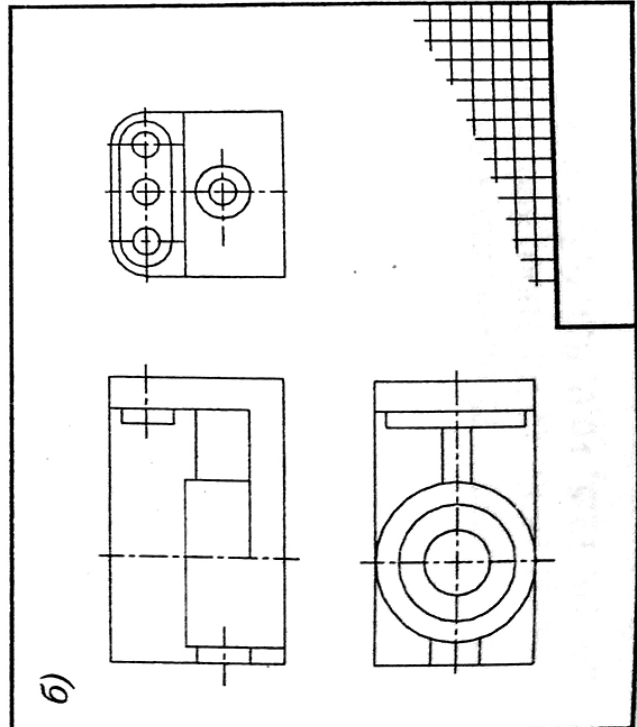
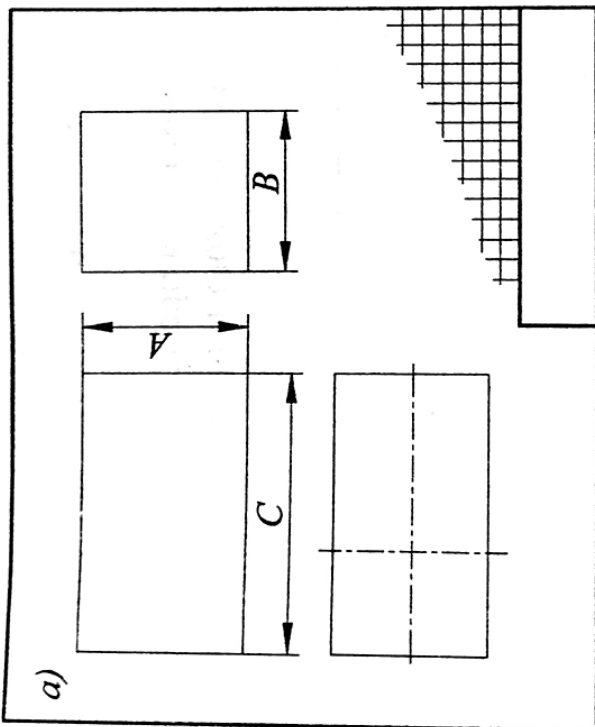
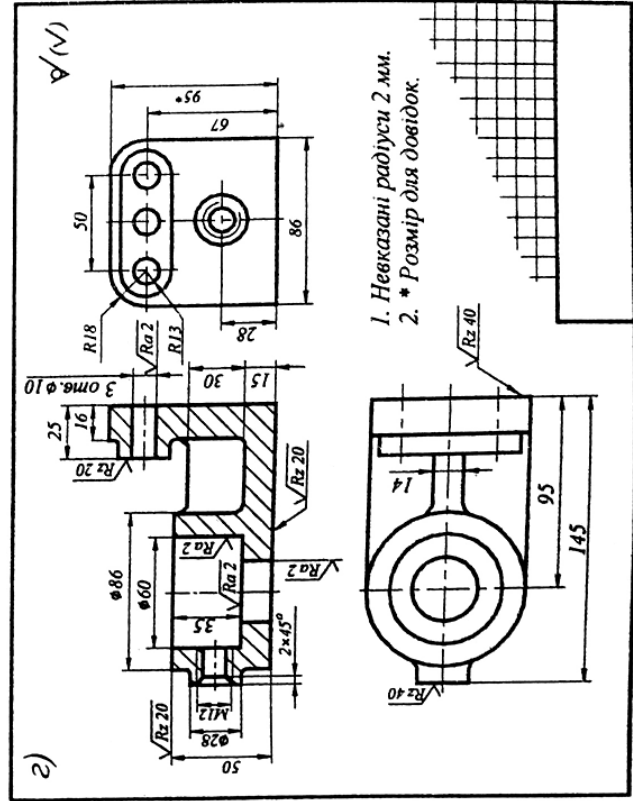
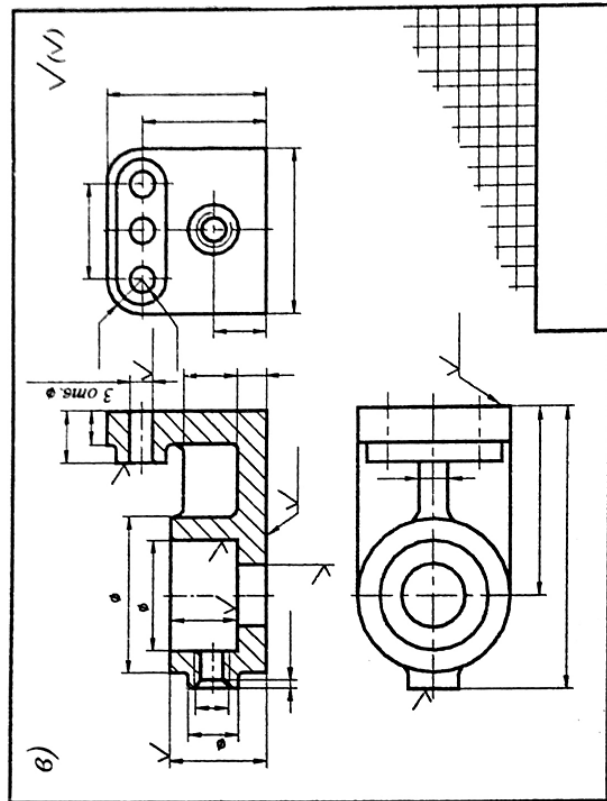


Рисунок 2.32 – Етапи виконання ескізу

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан. Підручник/ За ред. В.Є. Михайленка. – 2-ге вид., перероб. – К.: Вища школа, 2001. – 350 с.
2. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Під ред. В.Є. Ходакова. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2008. – 584 с.
3. Морозенко О.П. Інженерна графіка / О.П. Морозенко, С.Е. Кукель, І.П. Карпенко, І.В. Вишневський. Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. – 52 с.
4. Морозенко О.П. Правила виконання та оформлення креслень / О.П. Морозенко, Г.В. Малишко. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. – 48 с.
5. Морозенко О.П. Правила виконання та оформлення креслень. Частина 2/ О.П. Морозенко, Г.В. Малишко, Н.Ю. Грибанова: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – 80 с.
6. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка. – К.: Каравела, 2008. – 272 с.
7. Федоренко В.А. Справочник по машиностроительному черчению/ В.А. Федоренко, А.И. Шошин – Л.: «Машиностроение», 1972. – 304 с.
8. Матвеев А.А. Черчение/ А.А. Матвеев, Д.М. Борисов, П.И. Богомолов: Учебник. – Л.: Машиностроение, 1979. – 479 с.
9. Фролов С.А. Машиностроительное черчение/ С.А. Фролов, А.В. Воинов, Е.Д. Феоктистова: Учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 1981. – 304 с.
10. Мерзон Э.Д. Машиностроительное черчение/ Э.Д. Мерзон, И.Э. Мерзон, Н.В. Медведовская: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1987. – 335 с.
11. Додатко О.І. Інженерна графіка. Навчальний посібник. Вид. – 5-е, доповн. та виправл. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 200 с.

Навчальне видання

Морозенко Олена Петрівна

Малишко Ганна Віталіївна

Комп'ютерні методи
нарисної геометрії та інженерної графіки
Частина 2
Конспект лекцій

Тем. план. 2018, поз. 139

Підписано до друку 01.08.2018 . Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. 2,94. Умов. друк. арк. 2,90. Тираж 100 пр. Замовлення № 127

Національна металургійна академія України
49600, м.Дніпро-5, пр. Гагаріна,4

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ