

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерна графіка

УЧБОВІ ЗАВДАННЯ З ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

Навчальний посібник

Київ – 2022

УДК 744
ББК

Рецензенти:

Колосова О.П., Баскова Г.В.

Учбові завдання з технічного креслення: навчальний посібник для студентів приладобудівного факультету усіх форм навчання / О.П. Колосова, Г.В. Баскова. – К.; НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. -

Навчальний посібник розроблений для студентів 151 спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» приладобудівного факультету та інших факультетів для полегшення сприйняття навчального матеріалу з технічного креслення курсу інженерної графіки.

Посібник містить відомості з основних тем курсу, завдання для самостійної роботи, приклади оформлення креслеників деталей, складальних креслеників, довідкову інформацію та запитання для самоконтролю.

Навчальний посібник призначений для студентів технічних спеціальностей очної та заочної форм навчання.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

О.П. Колосова

Г.В. Баскова

Інженерна графіка

УЧБОВІ ЗАВДАННЯ З ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

Навчальний посібник
для студентів приладобудівного факультету
усіх форм навчання

Рекомендовано Вченою радою НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
протокол № від

Київ – 2022

Зміст

Вступ.....	5
1.Загальні правила оформлення креслень.....	6
2.Зображення – види, розрізи, перерізи.....	21
3.Розрізи складні.....	37
4.Вироби. Робочі кресленики та ескізи деталей.....	45
5.Загальні правила виконання креслеників деталей.....	58
6.Робочий кресленик деталі з нарізкою. Послідовність та правила виконання ескізів деталей.....	66
7.Робочий кресленик деталі типу «Вал».....	71
8.Робочий кресленик деталі типу «Кришка».....	80
9.Робочий кресленик зубчастого колеса.....	87
10.З'єднання.....	93
11.Складальний кресленик.....	102
12.Специфікація.....	110
13.Читання креслеників загального виду.....	115
Список літератури.....	119

Вступ

Навчальний посібник призначений для організації самостійної роботи студентів в ході вивчення курсу інженерної графіки.

Посібник розроблений згідно з робочими програмами з технічного креслення та інженерній графіці. Він містить методичні та довідкові матеріали, в яких узагальнені рекомендації стандартів і багаторічний досвід роботи кафедри з питання навчання студентів технічному кресленню.

В запропонованому посібнику зручно для студентів наведені основні теми курсу за схемою: теоретична інформація з теми, завдання для самостійної роботи, приклад його оформлення, запитання до самоперевірки, що не потребує багато часу для вивчення тем і виконання завдань.

Особливості викладання інженерної графіки в сучасних умовах , методики, напрацьовані колективом кафедри, різні форми навчання надають можливість знайти більш ефективну форму подання методичних матеріалів, яка полегшує сприйняття навчального матеріалу студентами.

Тема 1: ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

Формати

Формати креслярських аркушів вибирають залежно від габаритних розмірів креслення. *Формат* аркуша визначається розмірами зовнішньої рамки кресленика, виконаною тонкою лінією (рис.1). Формати поділяються на основні та додаткові.

Додатковий формат утворюють збільшенням меншої сторони основного формату на величину, кратну до її розміру, наприклад: A0x2, A4x8 (ГОСТ 2.301–68, ДСТУ 3321:2003)

Формат з розмірами сторін 1189×841 мм, площа якого дорівнює 1м², та інші формати, що їх отримують послідовним діленням його на дві рівні частини паралельно до меншої сторони відповідного формату, приймають за основні. Позначка та розміри основних форматів наведені в табл.1. У разі необхідності використовують формат A5 з розмірами сторін 148×210.

Таблиця 1

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Формат, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

На форматі виконують внутрішню рамку, в правому нижньому куті розташовують основний напис (ДСТУ 3321:2006, ДСТУ ГОСТ 2.104:2006) (рис.1). Внутрішню рамку виконують суцільною товстою лінією.

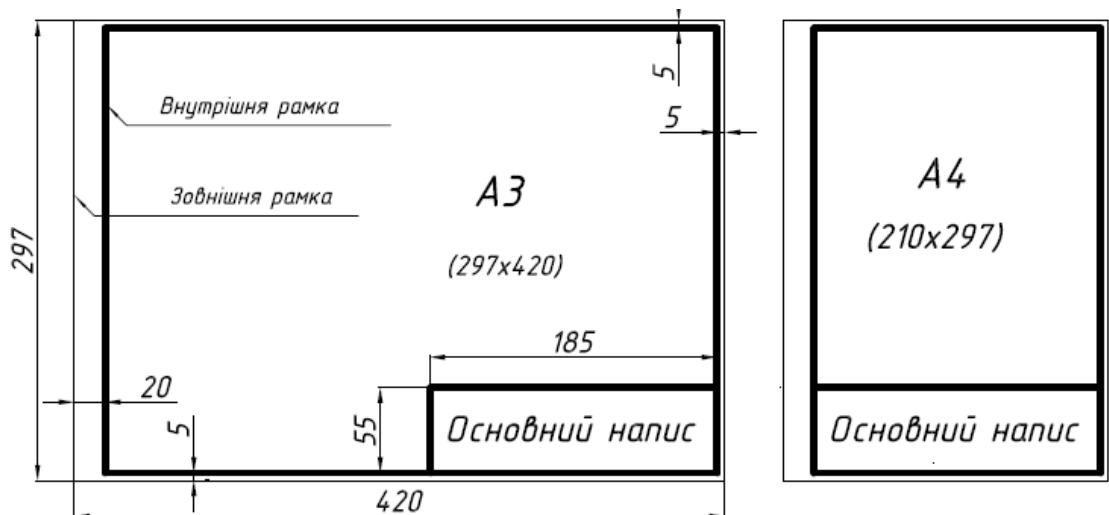


Рис.1

На форматі A4 основний напис розміщується вздовж меншої сторони формату.

Основний напис виконується за ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 – це сукупність установлених характеристик виробу і виконаного на нього конструкторського документа, які зазначають разом з установленими підписами та відомостями

про зміну документа в спеціальному штампі, розміщеному в правому куті над нижньою лінією рамки поля документа(рис.2).

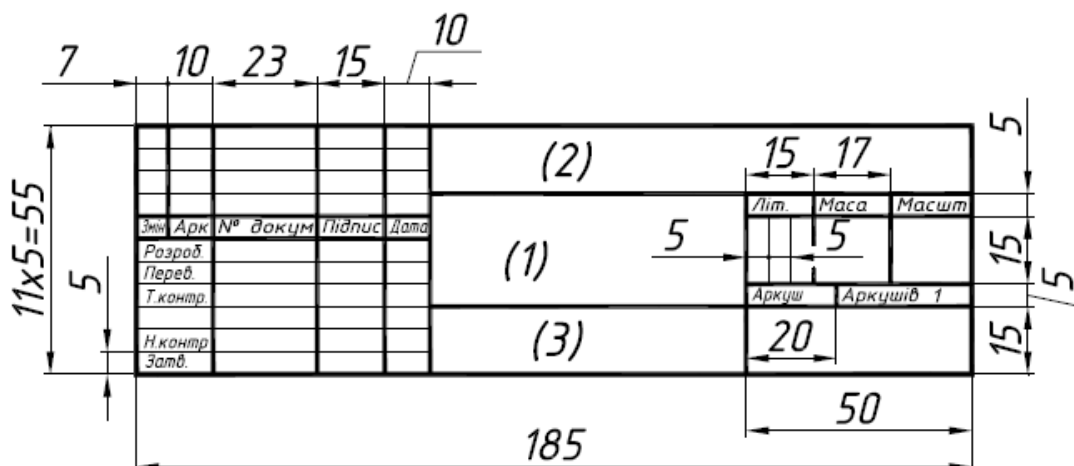


Рис.2

В графі 1 записують найменування виробу (починаючи з іменника), в графі 2 – позначення документа, в графі 3 – позначку матеріалу деталі.

Масштаби

Масштаб – це відношення лінійних розмірів зображення предмета до відповідних розмірів самого предмета (ДСТУ 3321:2003). Ряд масштабів наведено в табл.2. Перевагу віддають зображенню предмета в натуральну величину, тобто в масштабі 1:1.

Таблиця 2

Масштаби зменшення	Натуральна величина	Масштаби збільшення
1:2 1:2,5 1:4 1:5 1:10 1:15 1:20	1:1	2:1 2,5:1 4:1 5:1
1:25 1:40 1:50 1:75 1:100 1:200		10:1 20:1 40:1 50:1
1:400 1:500 1:800 1:1000		100:1

Масштаб у відповідній графі основного напису слід позначати так: 1:1, 5:1, 1:2 і т.д., на полі кресленика масштаб вказують в дужках поряд з умовним позначенням зображення. Наприклад: А(5:1), Б – Б (2:1)...

Лінії

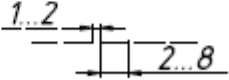
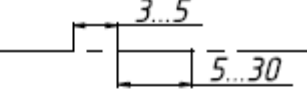
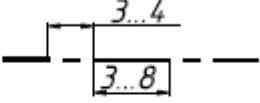
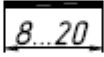
ГОСТ 2.303 – 68 регламентує 9 типів ліній, кожен з них має своє зображення, товщину та призначення (табл.3).

Призначення найбільш поширених типів ліній:

1.Суцільна товста основна – лінії видимого контуру; лінії контуру перерізу.

2. Суцільна тонка – лінії розмірні та виносні; лінії штриховки; лінії – виноски.
3. Суцільна хвиляста – лінії обриву; лінії розмежування виду та розрізу.
4. Штрихова – лінії невидимого контуру.
5. Штрихово – пунктирна тонка – лінії осьові та центрові.

Таблиця 3

Назва	Товщина	Зображення
1. Суцільна товста основна	$S=(0,5...1,4)\text{мм}$	
2. Суцільна тонка	$S/3...S/2$	
3. Суцільна хвиляста	$S/3...S/2$	
4. Штрихова	$S/3...S/2$	
5. Штрихово–пунктирна тонка	$S/3...S/2$	
6. Штрихово–пунктирна потовщена	$S/2...2S/3$	
7. Розімкнена	$S...1,5S$	
8. Суцільна тонка зі зламами	$S/3...S/2$	
9. Штрихово–пунктирна з двома точками тонка	$S/3...S/2$	

Приклад використання окремих типів ліній показано на рис.3 [1].

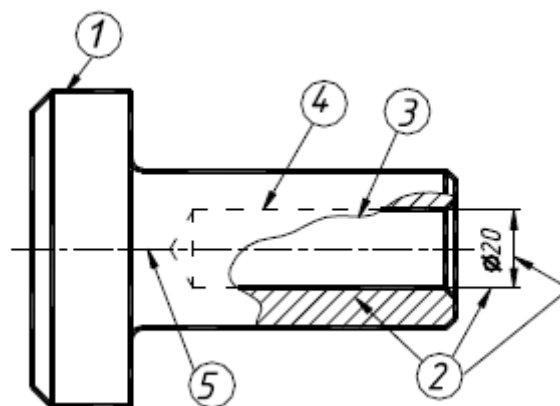


Рис. 3

Вибрані товщини ліній мають бути однаковими для всіх зображень на даному кресленику. Штрихи штрихових ліній та штрих-пунктирних ліній, а також відстані між штрихами мають бути однакової довжини. Штрих-пунктирні лінії повинні закінчуватись штрихами. Центр кола позначають перетином штрихів.

Шрифти креслярські

Усі написи на креслениках і схемах виконують креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304 – 81.

Встановлено такі типи шрифтів:

- тип А без нахилу,
- тип А з нахилом ($\approx 75^\circ$),
- тип Б без нахилу,
- тип Б з нахилом ($\approx 75^\circ$).

Розміри шрифту слід вибирати з ряду: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

На учбових креслениках використовуємо шрифт типу Б з нахилом.

Розмір шрифту (h) визначає висоту великої літери (в мм). Товщина ліній шрифту становить $d=h/10$ для шрифту типу Б і $d=h/14$ – для шрифту типу А.

Для шрифту Б висота малих літер становить $c=7d$, ширина букв та цифр наведена в табл. 4. Побудова шрифту здійснюється на допоміжній сітці, крок якої дорівнює товщині ліній шрифту d (Рис.4). На рис.5 ілюструється написання букв, цифр та деяких символів, виконаних рекомендованим для застосування шрифтом типу Б з нахилом.

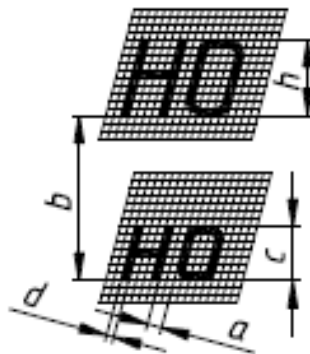


Рис. 4

Відстань між літерами (a): $(2/10) h = 2d$;

Мінімальна відстань між словами: $(6/10) h = 6d$;

Мінімальний крок рядків (b): $(17/10) h = 17d$.

У разі написання одного й того самого тексту на кресленику товщина ліній літер і цифр має бути однаковою.

Щоб швидко й правильно писати літери та цифри, слід вивчати конструкцію їх та тренуватися писати за допомогою сітки (див. рис.4 та рис.5).

Таблиця 4

Великі букви	Ширина	Малі букви	Ширина	Цифри	Ширина
Ж,Ф,Ш,Щ	8d	ж,т,ф,ш,щ	7d	1	3d
А,Д,М,Х,Ю	7d	м,ю	6d	решта	5d
Е,Є,З,С	5d	е,є,з,с	4d		
І	3d	і	3d		
І	d	і	d		
решта	6d	решта	5d		

АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМН

ОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

1234567890 3

R3 Ø5* □ 7 > 1:10 ▷ 1:5 s4

абвгдеєжзиіїйклмн

опрстуфхцчшщьюя

Рис. 5

Графічні позначки матеріалів та правила їх нанесення на креслениках

Загальну позначку матеріалів у перерізах (ГОСТ 2.306 - 68) незалежно від виду матеріалів показано на рис.6.



Рис. 6

Похилі паралельні лінії штриховки слід проводити під кутом 45° до лінії контуру зображення, або до його осі, або до ліній рамки кресленика. Якщо лінії штриховки, проведені під кутом 45° до ліній рамки кресленика, збігаються за напрямком з лініями контуру або осьовими лініями, то замість кута 45° слід брати кут 30° або 60° .

На рис.7 подано штриховки на креслениках для найбільш поширених матеріалів, де

а – метали та тверді сплави,

б – неметалеві матеріали, за винятком наведених нижче,

в – кераміка,

г – скло та інші прозорі матеріали,

д – ґрунт.

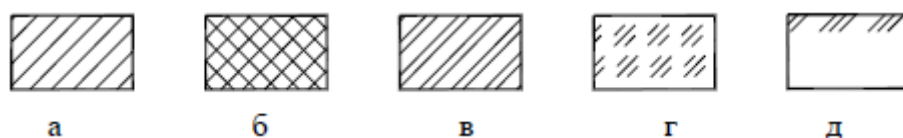


Рис. 7

Штриховку виконують суцільною тонкою лінією товщиною $s/3 \dots s/2$.

Відстань між лініями штриховки в залежності від площі штриховки має бути $1 \dots 10$ мм. Для всіх перерізів деталі на кресленку нахил та відстань між лініями штриховки, як правило, мають бути однаковими.

Нанесення розмірів (ДСТУ 2.307:2013)

Загальні вимоги

1.Розмірні числа є основою до визначення величини зображеного виробу й розмірів його складових частин.

2.Розміри поділяють на лінійні та кутові. Лінійні розміри наносять у мм без вказівок одиниць вимірювання, кутові - у градусах, хв, с з одиницями вимірювання.

3.Дозволяється розміри показувати у таблицях, тексті, на вільному місці кресленика чи у пояснювальній записці й тоді біля розмірного числа пишуть одиницю вимірювання.

4.Розмірні числа наносять у десяткових дробах (крім розмірів у дюймах).

5.Кожен розмір на кресленку наносять тільки один раз.

6.Нанесення розмірів у вигляді замкненого ланцюга не дозволяється, за виключенням випадка, коли один з розмірів задається у вигляді довідкового.

7.Загальна кількість розмірів повинна бути мінімальною, але достатньою до того, щоб за креслеником можна було виготовити виріб та проконтролювати точність його виготовлення.

Розміри на креслениках наносять за допомогою наступних елементів: виносних ліній, розмірних ліній, стрілок, розмірних чисел, умовних позначок.

Розмірні та виносні лінії

Розміри на креслениках показують розмірними числами, які наносять над розмірними лініями. У необхідності розташовують над її продовженням або на полиці лінії-виноски. Розмірна лінія вказує межі вимірювання елемента предмета, її проводять між виносними лініями або безпосередньо між лініями контуру, осьовими, центровими та іншими лініями. Бажано, виносні, розмірні лінії розміщувати поза контуром зображення, праворуч або знизу від зображення.

Основні вимоги до проведення виносних та розмірних ліній:

а) для розміру прямолінійного відрізка – розмірну лінію проводять паралельно цьому відрізку такою ж довжиною, а виносні лінії перпендикулярно до розмірних (рис.8а);

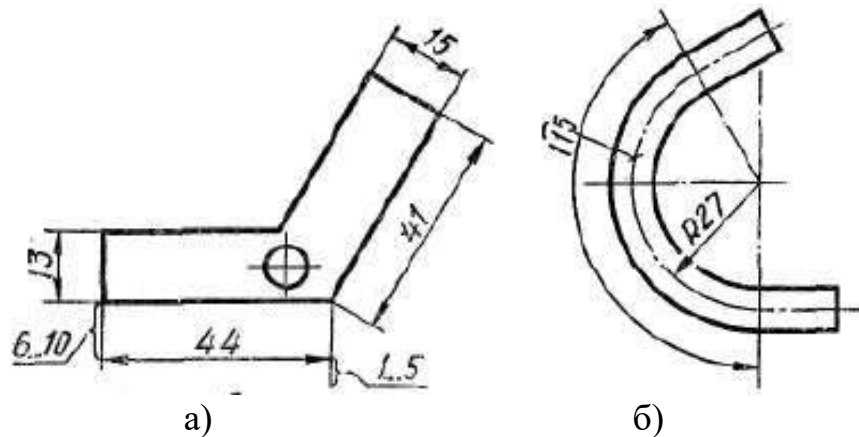


Рис. 8

б) для розміру кутів – розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у вершині кута, а виносні лінії проводять радіально (рис.8б,9а);

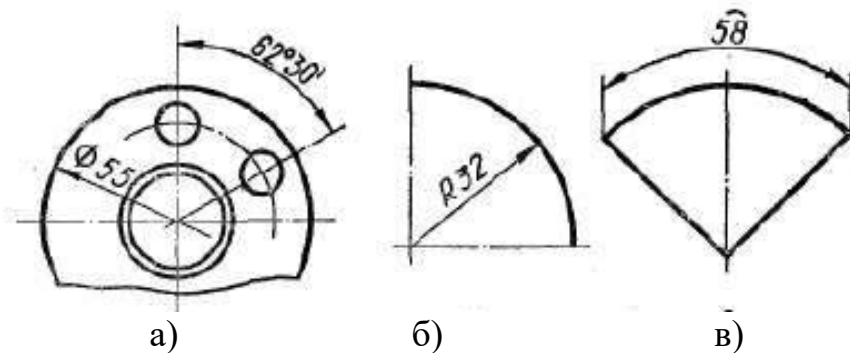


Рис.9

в) для розміру радіуса – розмірну лінію проводять між дугою (чи її продовженням) та центром дуги (рис.8б, рис.9б);

г) для розміру діаметра кола – розмірну лінію проводять через центр або паралельно одному з його діаметрів (рис.9а);

д) для розміру дуги кола – розмірну лінію проводять концентрично дуги, а виносні лінії паралельно бісектрисі кута та над розмірним числом наносять знак « $\frown$ » дуги (рис.9в).

Основні вимоги до нанесення розмірів:

- а) розмірні та виносні лінії виконують суцільними тонкими лініями товщиною $s/3 - s/2$;
- б) відстань між розмірною лінією та контуром мінімальна дорівнює 10 мм, а мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями – 7 мм і залежить від розмірів зображення на кресленику;
- в) виносні лінії проводять від ліній видимого контуру, осьових, центрових (у виключних випадках від ліній невидимого контуру);
- г) виносні лінії мають виступати за кінці стрілок розмірних ліній на 1 – 5 мм;
- д) необхідно уникати перетину розмірних та виносних ліній;
- е) не дозволяється використовувати, як розмірні лінії, лінії контуру, осьові, центрові, виносні чи їх продовження. За винятком нанесення розмірів на лекальному контурі, де, як розмірні лінії, використовують виносні (рис.10б);
- ж) у випадку розриву зображення розмірну лінію проводять повністю (рис.10а,г);

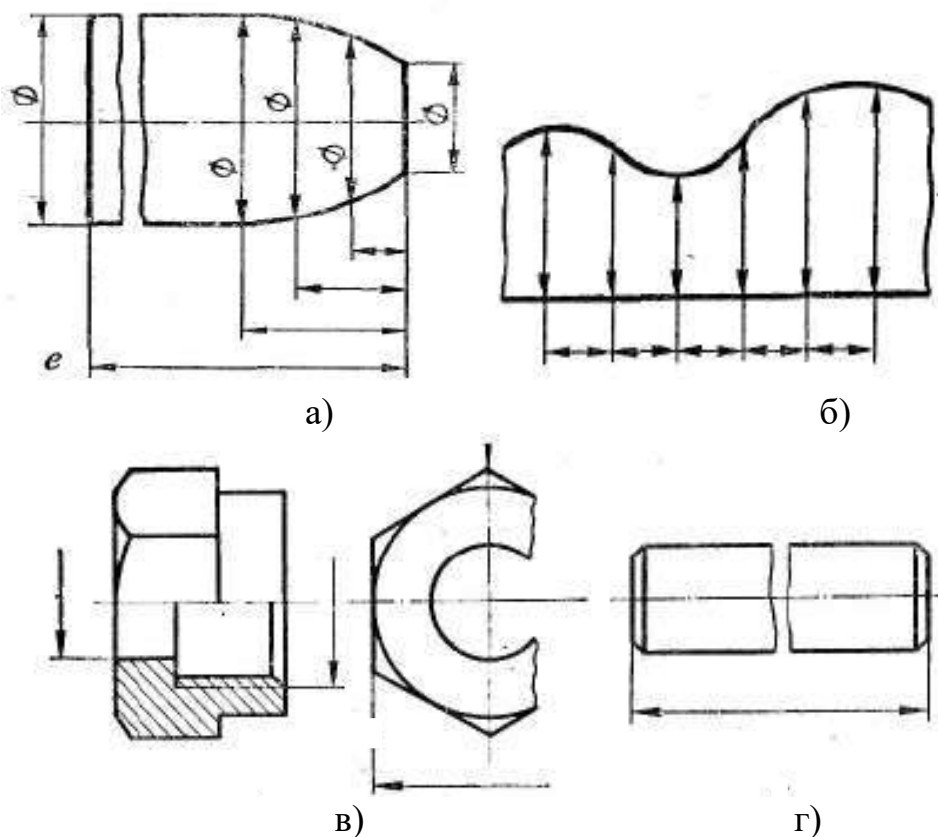


Рис.10

- з) розмірну лінію проводять з обривом далі осі або лінії обриву зображення предмета, якщо:
 - симетричний предмет зображується половиною виду та половиною розрізу (рис.10в);

-у разі нанесення діаметра кола незалежно від того, зображене коло повністю чи частково, розмірну лінію роблять далі від центра кола (рис.9а,10в);

-нанесення розміру від бази не повністю зображеного предмета на кресленику (рис.10в).

Стрілки

1.Величину стрілки розмірної лінії обирають залежно від товщини лінії видимого контуру та зображення предмета.

2.Частіше стрілки роблять довжиною 4 – 5 мм (min 2,5) з кутом 10° - 15° (max 20°) (рис.11). Стрілки роблять на кінцях розмірної лінії між виносними, осьовими, центровими та лініями контуру.

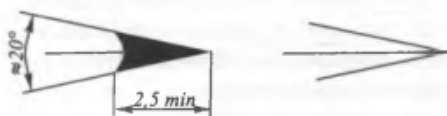


Рис. 11

3.Якщо довжина розмірної лінії (менше 10мм) не дозволяє звичайне розміщення стрілок, її потрібно продовжити та стрілки зробити з зовнішньої сторони (рис.12).

4.При послідовному розміщенні розмірів у вигляді ланцюга і відсутності місця

для стрілок можна замінити їх точками або штрихами., які наносяться під кутом 45° (рис.12).

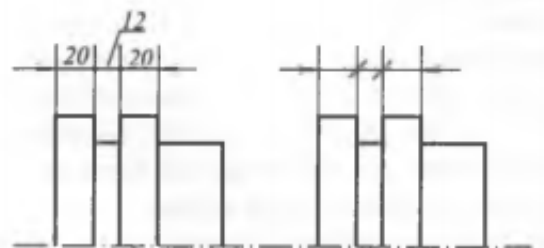


Рис. 12

5.Якщо стрілка перетинає лінію контуру, виносну лінію або лінії штриховки то останні у місці розташування стрілок переривають (рис.13).



Рис. 13

Розмірні числа

1. Числа пишуть стандартним шрифтом розміром 3,5;5мм.

2.Наносять числа над розмірною лінією паралельно їй , якщо можливо, ближче до її середини.

3. У разі нанесення діаметра всередині кола розмірні числа зміщують відносно середини розмірних ліній (рис.9а).

4. У випадку, коли кілька паралельних або концентричних розмірних ліній наносяться на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними слід розташовувати у шаховому порядку (рис.14).

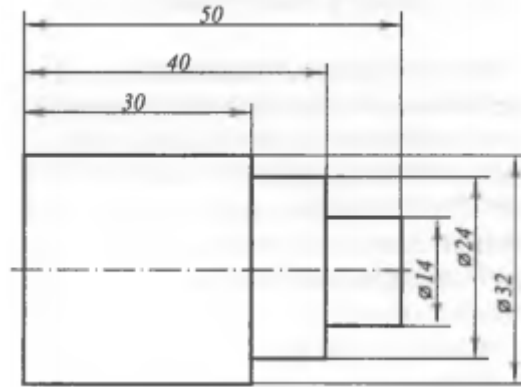


Рис. 14

5. Розмірні числа лінійних розмірів для різних нахилів розмірних ліній розміщують так, щоб вони прочитувалися праворуч (основою донизу) у межах показаних кутів на полицях ліній – виносок (рис.15). Теж саме для кутових розмірів (рис.16).

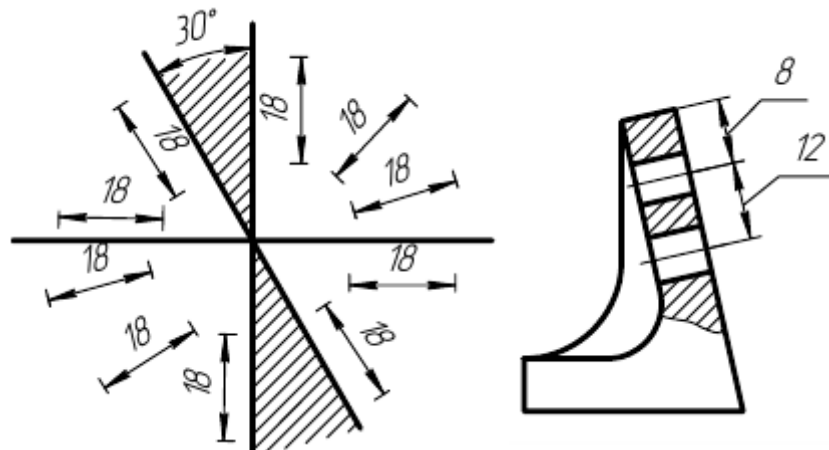


Рис. 15

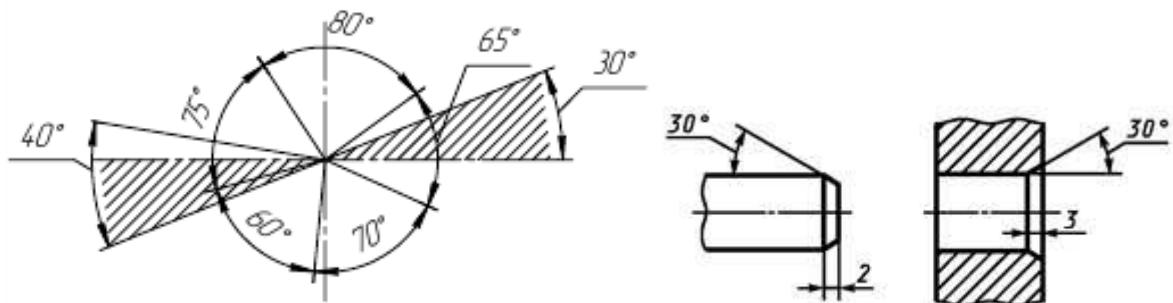


Рис. 16

6. Для малих кутів, незалежно від розташування, розмірні числа наносять на полицях ліній – виносок.

7. Якщо для написання розмірного числа недостатньо місця над розмірною лінією, його розташовують над її продовженням або на полиці лінії - виноски.

8. Розмірні числа не дозволяється розділяти або перетинати жодними лініями кресленика.

9. Не допускається розривати лінію контуру для нанесення розмірного числа.

10. Не допускається наносити розмірні числа у місцях перетину розмірних, осьових чи центрових ліній.

11. У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові та лінії штриховки переривають (рис.13).

12. Якщо елемент зображено з відступом від масштабу, то розмірне число слід підкреслити.

13. Призначаючи розміри виробу, рекомендується розмірні числа вибирати з ряду нормальних лінійних розмірів за ГОСТ 6636 – 69, нормальних кутів за ГОСТ 8908 – 81.

Умовні позначки

З метою підвищення інформативності розмірів перед розмірними числами ставлять символи, що пояснюють форму елемента, до якого відноситься розмірне число.

1. Радіус – велика літера *R*. На розмірну лінію, розміщену між центром та дугою кола, наносять лише одну стрілку з боку дуги кола (рис.8б, рис.9б).

2. Діаметр – перед розмірним числом ставиться знак діаметра $\varnothing$ (рис.17).

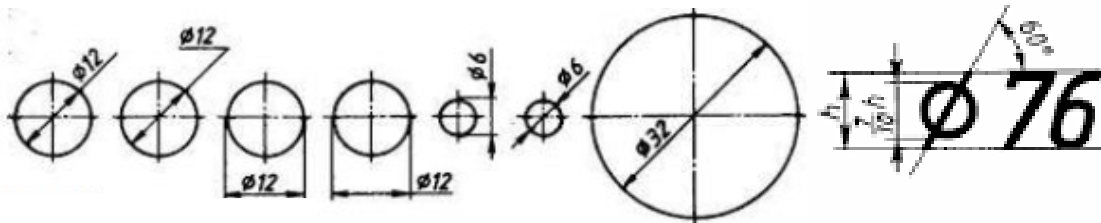


Рис. 17

-Рекомендується діаметри зовнішніх й внутрішніх поверхонь деталі розмішувати у протилежні сторони від зображення (рис.18).

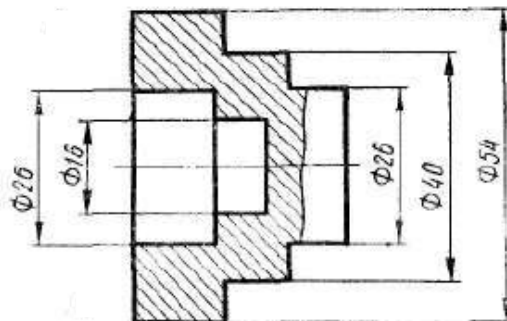


Рис. 18

-Якщо коло зображено частково (більше 180°), обрив розмірної лінії роблять далі від центра кола.

-Якщо деталь має декілька однакових отворів, то на полиці лінії – виноски пишуть їх кількість та діаметр одного з них.

-Перед розмірним числом діаметра (радіуса)сфери також ставиться знак $\varnothing, (R)$ без напису «Сфера»

3. Сфера – знак $\bigcirc$ ставлять ,якщо на кресленку складно відрізнити сферу від інших поверхонь. Діаметр позначки сфери має дорівнювати висоті розмірних чисел на кресленку.

4. Квадрат – перед розмірним числом, що відноситься до сторони квадрата. ставиться знак $\square$. Висота позначки $\square$ має дорівнювати висоті розмірних чисел на кресленку.

5. Товщина, довжина – знак s та l відповідно наносять на полиці лінії-виноски перед розмірним числом (у разі зображення деталі в одній проекції). Висота знаків менша висоти розмірного числа.

6. Уклон – перед розмірним числом, що визначає уклон, наносять знак $\angle$, гострий кут якого має бути направленим у бік уклону (рис.19).

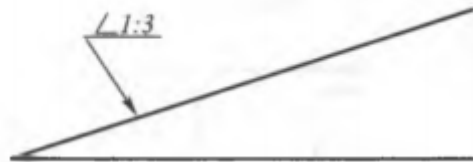


Рис.19

7. Конусність – перед розмірним числом наносять знак $\triangleleft$,гострий кут якого має бути направленим у бік вершини конуса. Знак конуса і конусність у вигляді відношення слід наносити над осьюовою лінією або на полиці лінії-виноски (рис.20).

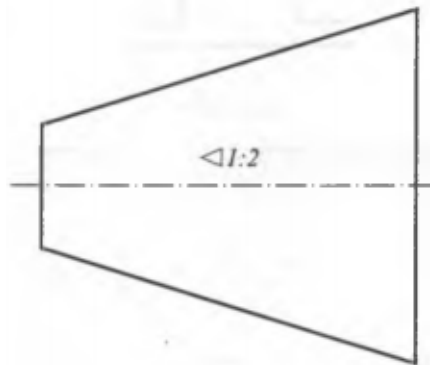


Рис. 20

Завдання

Виконати в тонких лініях на форматі А3 кресленик, показаний на рис.3. Модель, зображена на рис.1 Накреслити зовнішню поверхню моделі за розмірами , показаними на зразку роботи (рис.4), в масштабі 2:1.

Розташування зображень моделі на форматі А3 наведено на рис.2.

Кількість необхідних зображень та їх раціональне розміщення наведено на рис.3.

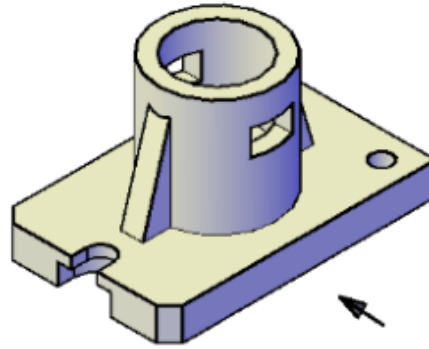


Рис.1 Модель

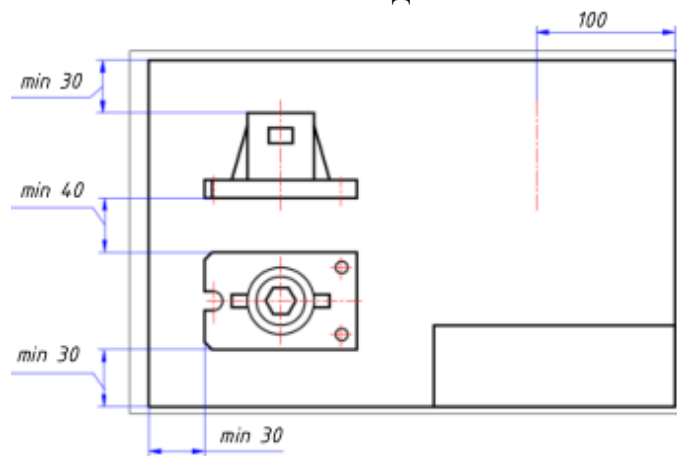


Рис. 2 Розташування зображень моделі

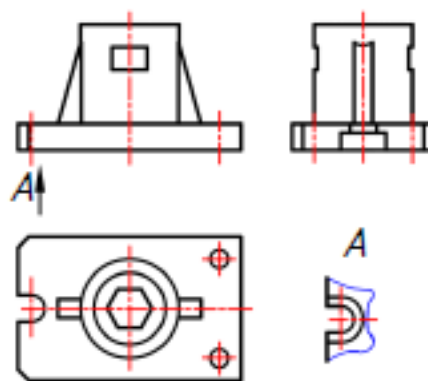


Рис. 3 Раціональне розміщення зображень

Зауваження до виконання завдання:

- звернути увагу на розташування осей та їх проведення (довжина штриха, відстань між штрихами);
- відстань між зображеннями повинна бути достатньої для нанесення розмірів;
- вид зліва треба розташувати так, як показано на рис.2 (посередині основного напису).

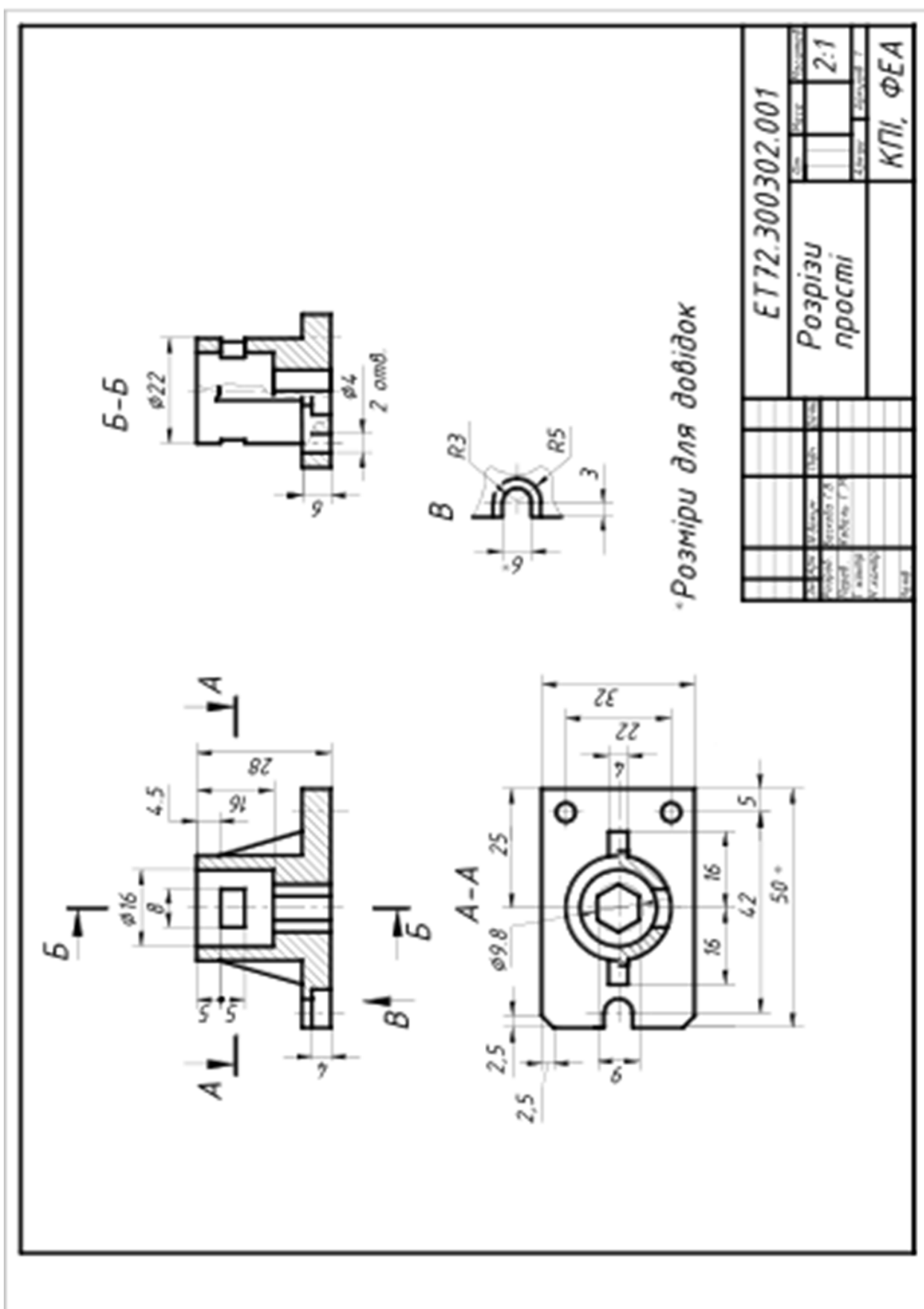


Рис. 4

Запитання до теми

1. Що називають форматом? Як поділяють формати?
2. Чим відрізняється основний формат від додаткового?
3. Як проводять рамку кресленика?
4. Що таке основний напис та які встановлені форми основних написів?
5. Що називають масштабом?
6. Як використовують різні типи ліній на креслениках?
7. Чому дорівнює товщина основної суцільної лінії?
8. Які розміри та типи шрифтів рекомендовані стандартом на креслениках?
9. Який тип шрифту використовують на учбових креслениках?
10. Що є основним параметром шрифту?
11. Які загальні правила виконання штриховки на креслениках?
12. Як вибирають відстань між лініями штриховки?
13. Як проводять виносні лінії на креслениках?
14. Як проводять розмірні лінії на креслениках?
15. На якій мінімальній відстані проводять розмірну лінію від контуру зображення?
16. На якій мінімальній відстані проводять розмірну лінію від паралельної розмірної лінії?
17. Як наносять стрілки розмірних ліній на кресленику?
18. Від чого залежить величина стрілки розмірної лінії?
19. Які вимоги до нанесення розмірних чисел на кресленику?
20. Які правила нанесення розмірів конусності та нахилу?
21. Які умовні позначки ставлять перед розмірними числами?
22. В яких випадках ставлять позначку радіуса R , а в яких діаметру $\varnothing$ перед розмірним числом?
23. В яких випадках ставлять позначку сфери $\circ$ перед позначкою R або $\varnothing$ розмірних чисел.

Тема 2: ЗОБРАЖЕННЯ – ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ.

Зображення предметів на технічних креслениках мають виконуватися за методом ортогонального (прямокутного) проєкціювання. При цьому слід дотримуватися положень ГОСТ 2.305-2008. Відповідно до стандарту для побудови зображень предметів використовують лише спосіб проєкціювання у першому квадранті. Залежно від їх змісту зображення поділяють на *види, розрізи, перерізи* (рис.2). Кількість зображень на кресленику має бути найменшою, але такою, що забезпечує повне уявлення про предмет.

Види

Вид - це ортогональна проєкція повернутої до спостерігача видної частини поверхні предмета (ДСТУ 3321:2003). Для зменшення кількості зображень допускається на видах показувати необхідні невидні частини предмета за допомогою штрихових ліній.

Види поділяють на *основні, допоміжні(додаткові) та місцеві* (рис.3).

Основний вид – це результат суміщення зображення предмета на одній з граней порожнистого куба, у середині якого уявно розміщено предмет, із площиною кресленика (рис.1)[1]. Залежно від взаємного розташування спостерігача і предмета їх може бути шість:

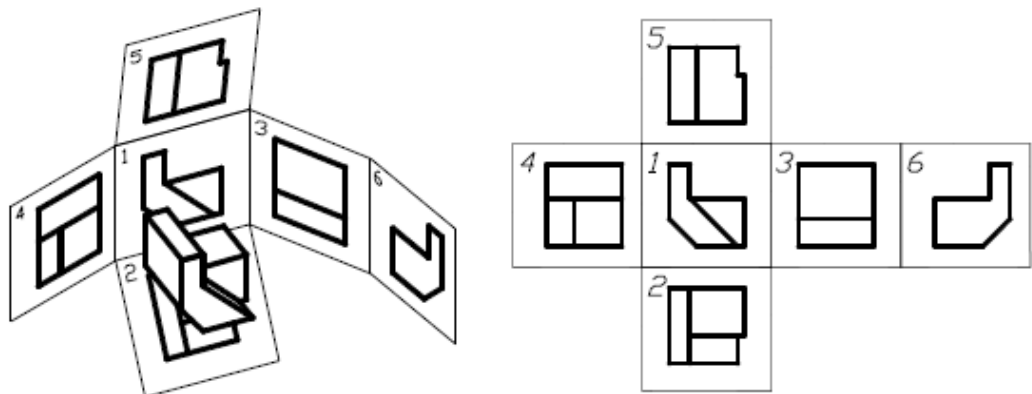


Рис.1

1 – вид спереду, він головний, отриманий проєкціюванням предмета на фронтальну площину проєкцій і суміщений з площиною кресленика. За змістом цей вид повинен бути найбільш інформативний про зовнішню форму предмета; 2 – вид зверху; 3 – вид зліва; 4 – вид справа; 5 – вид знизу; 6 – вид ззаду.

На рис.4 наведено модель, для якої на рис.5 показані місця взаємного розташування основних видів, відносно її головного виду.

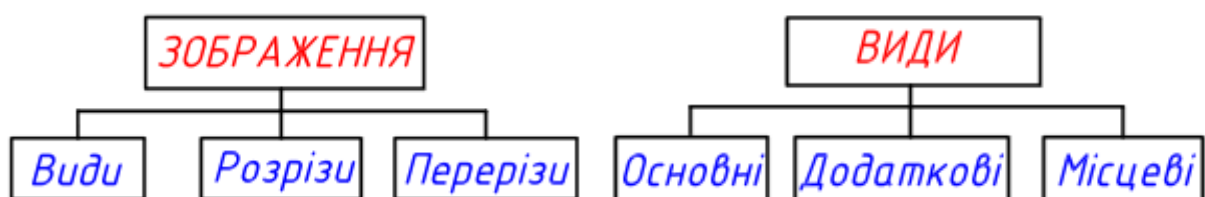


Рис. 2

Рис. 3

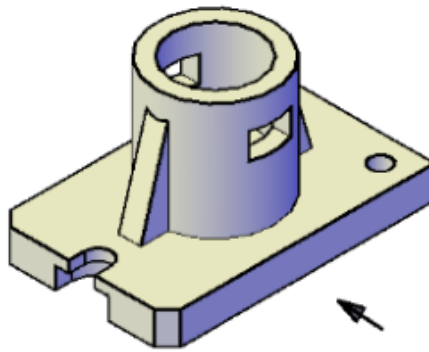


Рис.4

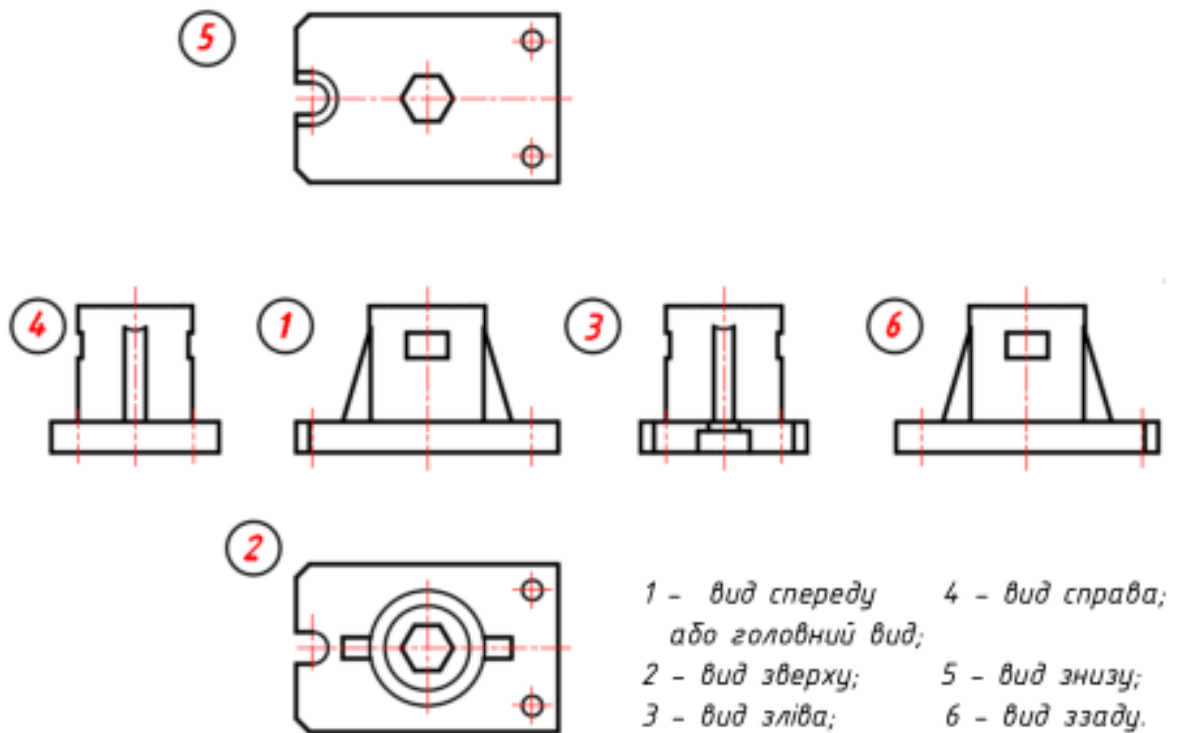


Рис.5

Якщо види зверху, зліва, справа, знизу, ззаду не перебувають у безпосередньому проекційному зв'язку з головним зображенням, то напрямок проєкціювання має бути вказаний стрілкою біля відповідного зображення. Біля стрілки і над отриманим зображенням(видом) слід нанести одну й ту саму літеру, як показано на рис.6. Розмір шрифту літерних познач має бути більшим за розмір цифр розмірних чисел, які застосовуються на цьому самому кресленку, приблизно у два рази ($h = 7; 10\text{мм}$).

Допоміжний(додатковий) вид – це вид предмета на площині, непаралельній до жодної основної площини проєкцій. Допоміжний вид має бути позначений на кресленку великою літерою, а біля відповідного зображення предмета має бути стрілка, що вказує напрямок погляду, з відповідною літерною позначкою (рис.6) [1].

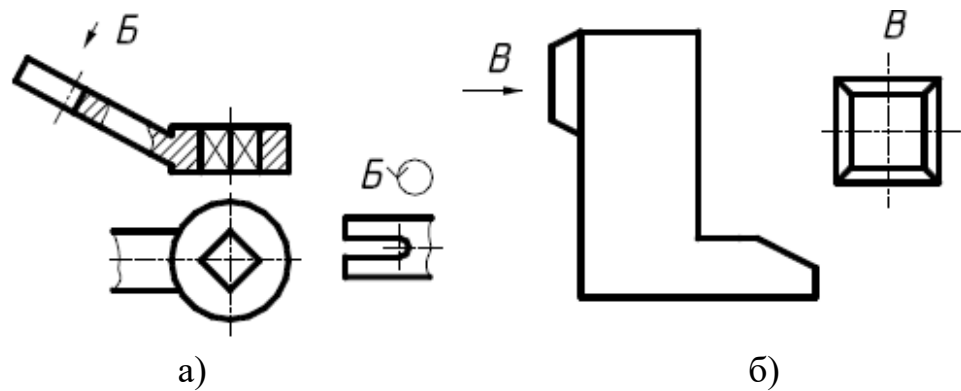


Рис. 6

Якщо допоміжний вид розташований у безпосередньому проекційному зв'язку з відповідним зображенням, стрілку та позначку виду не наносять (рис.7).

Допоміжний вид можна повертати, але зі збереженням положення, прийнятого для даного предмета на головному зображенні. При цьому позначка виду має бути доповнена умовною графічною позначкою $\cup$ (рис.6а).

Місцевий вид – це зображення окремої обмеженої ділянки поверхні предмета. Місцевий вид показано на рис.7 у проекційному зв'язку та на рис.8 – з його позначкою на раціональному його розміщенні. Місцеві види позначають так само, як і допоміжні.

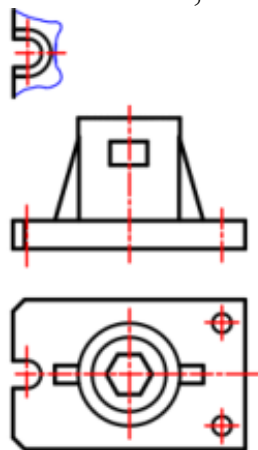


Рис. 7

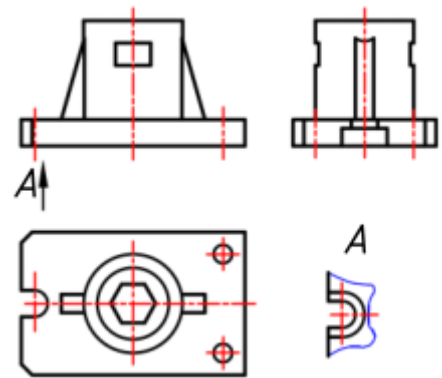


Рис. 8

На рис.9 показано три основних види моделі, зображеної на рис.4, з нанесенням штриховими лініями її внутрішньої поверхні.

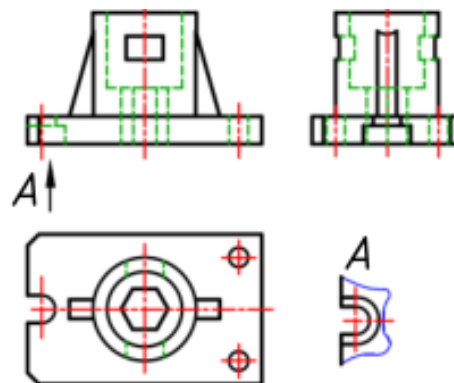


Рис. 9

Розрізи

Розріз – ортогональна проекція предмета, якого цілком чи частково уявно перерізано одною чи кількома площинами, щоб показати його невидні поверхні. На розрізі показують те, що одержано в розтинальній площині та що розміщено за нею.

Класифікацію розрізів наведено на рис.10.

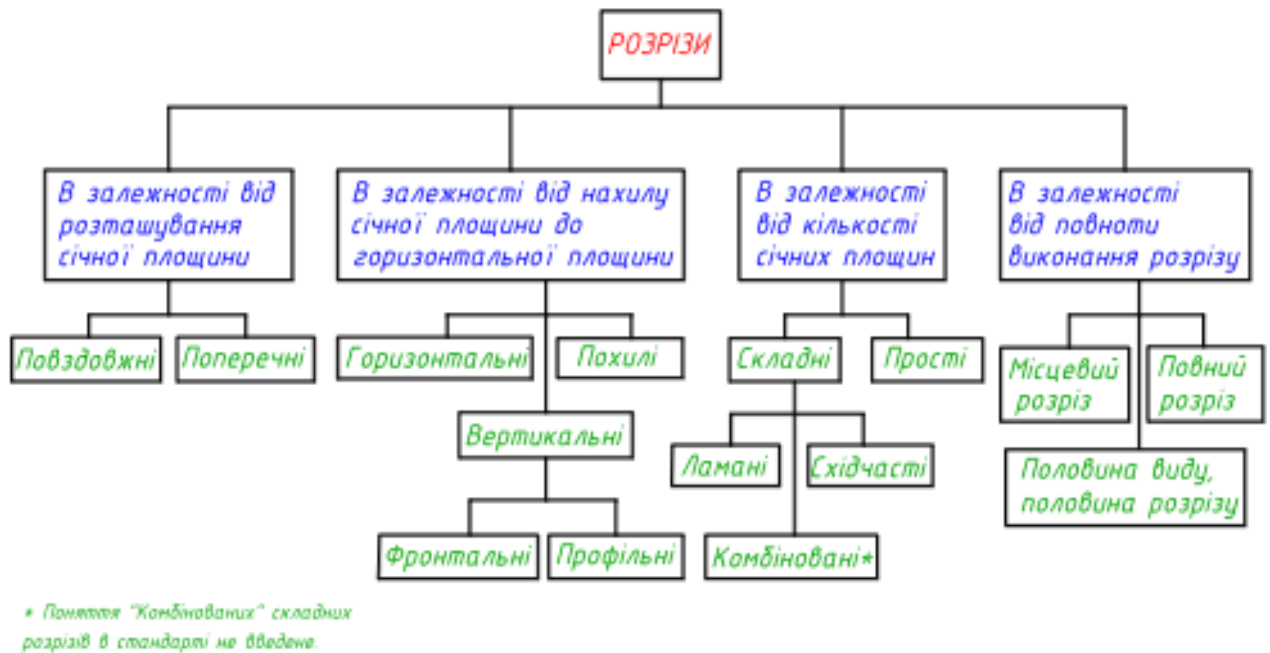


Рис.10.

Положення розтинальної площини вказують на кресленику за допомогою лінії перерізу. Для лінії перерізу слід використовувати розімкнену лінію, як показано на рис.14,17,18,19). Початковий та кінцевий її штрихи не повинні перетинати контур відповідного зображення. Напрямок проекціювання показують стрілками, які розміщують на відстані 2...3 мм від зовнішніх кінців штрихів(див. рис.14, рис.19, рис.20). На початку та в кінці лінії перерізу, а, якщо необхідно, і біля місць переходу однієї розтинальної площини в іншу, ставлять одну й ту саму велику літеру ($h = 7; 10\text{мм}$). Проставляють літери біля стрілок, їх слід брати в алфавітному порядку і на одному кресленику вони не повинні повторюватись. Зображення розрізу слід позначати написом, який складається з тих самих великих літер, між якими ставлять тире.

Якщо розтинальна площина збігається з площиною симетрії предмета (див.рис.11), зображення розрізу написом не позначають (рис.13) .

Горизонтальні, фронтальні, профільні розрізи можуть бути розташовані на місці відповідних основних видів, як показано на рис.13, 14, 17,18,21.

Розрізи дають змогу виявити внутрішню форму предмета, коли лінії невидимого контуру не дають однозначної картини або їх читання на зображенні ускладнене.

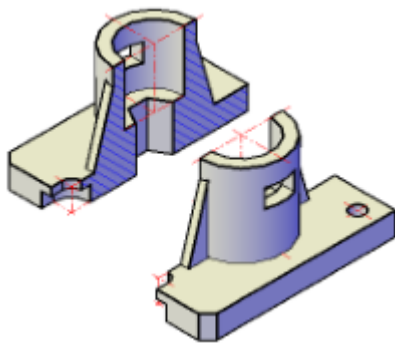


Рис.11 Розріз повздовжній; простий вертикальний

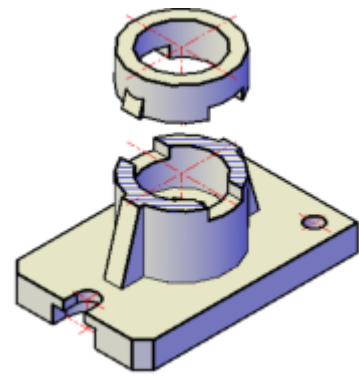


Рис.12 Розріз поперечний; простий; горизонтальний

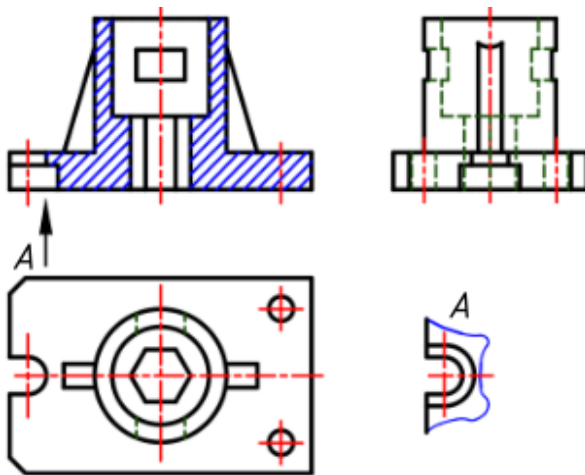


Рис.13 Розріз повздовжній; простий; фронтальний; повний

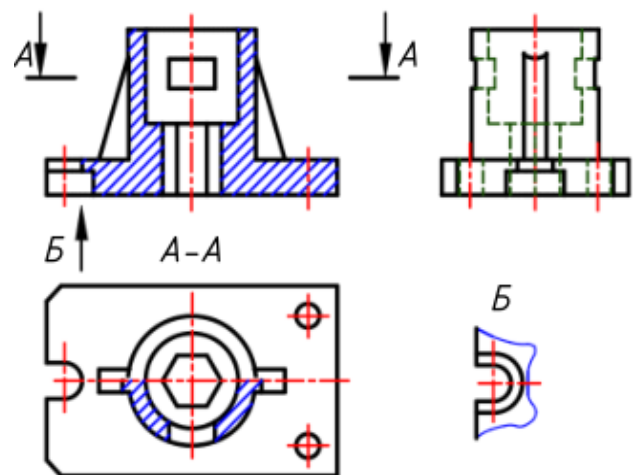


Рис. 14 Розріз поперечний; простий; горизонтальний; половина виду, половина розрізу

На розрізі внутрішні форми зображують лініями видимого контуру, а переріз, тобто те що розміщено в розтинальній площині, заштриховують відповідно до матеріалу деталі.

Розріз, призначений для з'ясування конструкції предмета в окремому обмеженому місці, називають *місцевим* (див рис.16, 18).

Місцевий розріз виділяють на виді суцільною тонкою хвилястою лінією. Для зменшення кількості зображень на кресленику частину виду та частину відповідного розрізу дозволяється з'єднувати, відокремлюючи їх суцільною хвилястою лінією. Якщо з'єднуються половина виду та половина розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, то лінією, що їх розділяє, є вісь симетрії. У випадку, коли з віссю симетрії збігається лінія видимого чи невидимого контуру деталі (наприклад, ребро), розріз від виду відділяється суцільною тонкою хвилястою лінією (на виді зліва рис.17, рис 18).

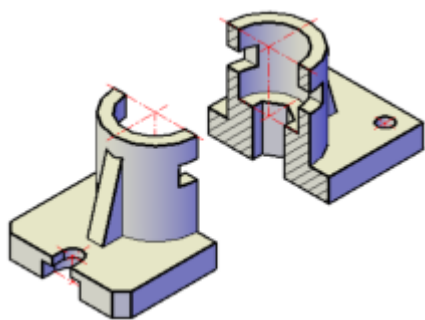


Рис.15 Розріз поперечний; простий; профільний; вертикальний

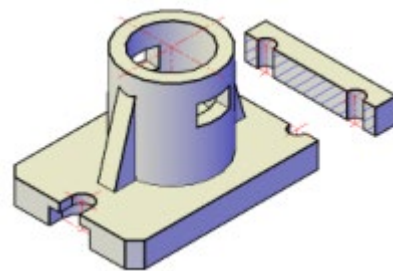


Рис. 16 Розріз поперечний; профільний; вертикальний; простий

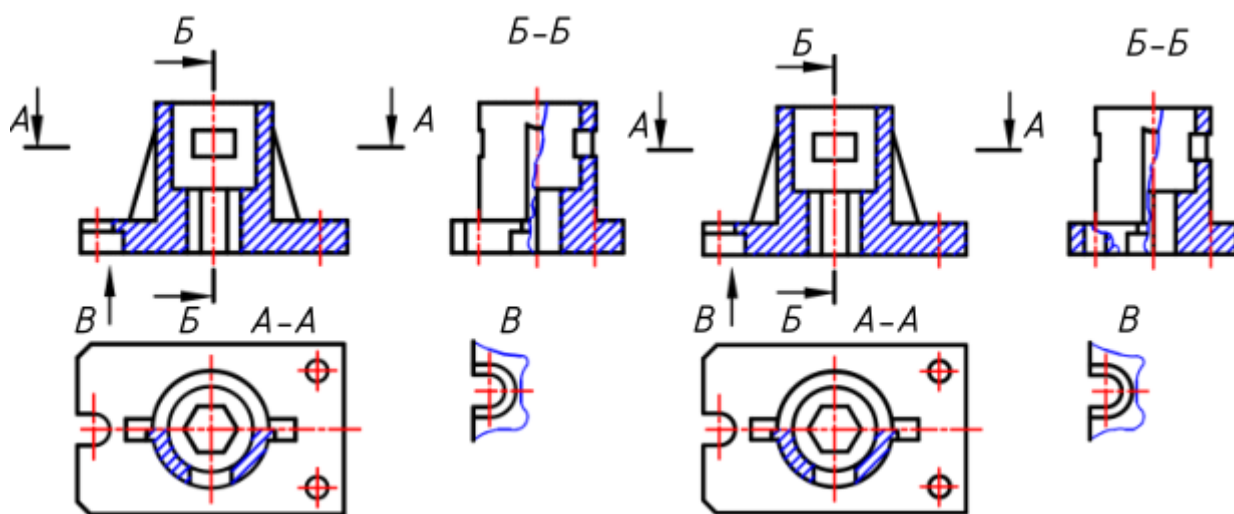


Рис. 17 Розріз Б-Б поперечний; простий; профільний; половина виду, половина розрізу

Рис. 18 Розріз поперечний; простий; профільний; місцевий на виді зліва

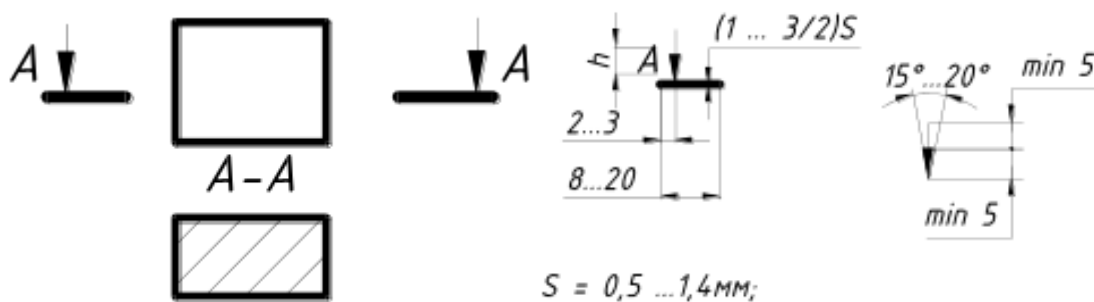


Рис. 19 Позначення простого розрізу

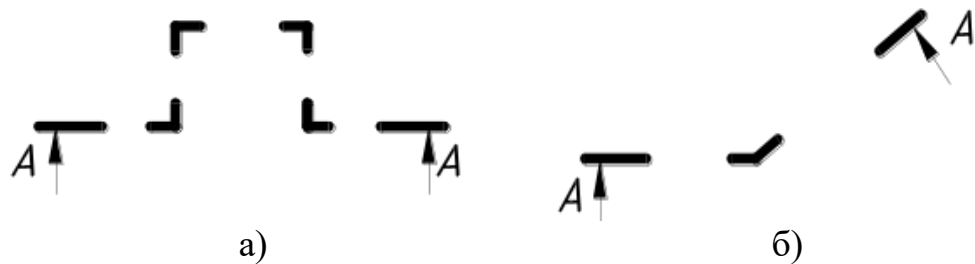


Рис. 20 Позначення складних розрізів: а) - східчастих; б) - ламаних.

На рис. 21 наведено приклад оформлення кресленика «Розрізи прості».

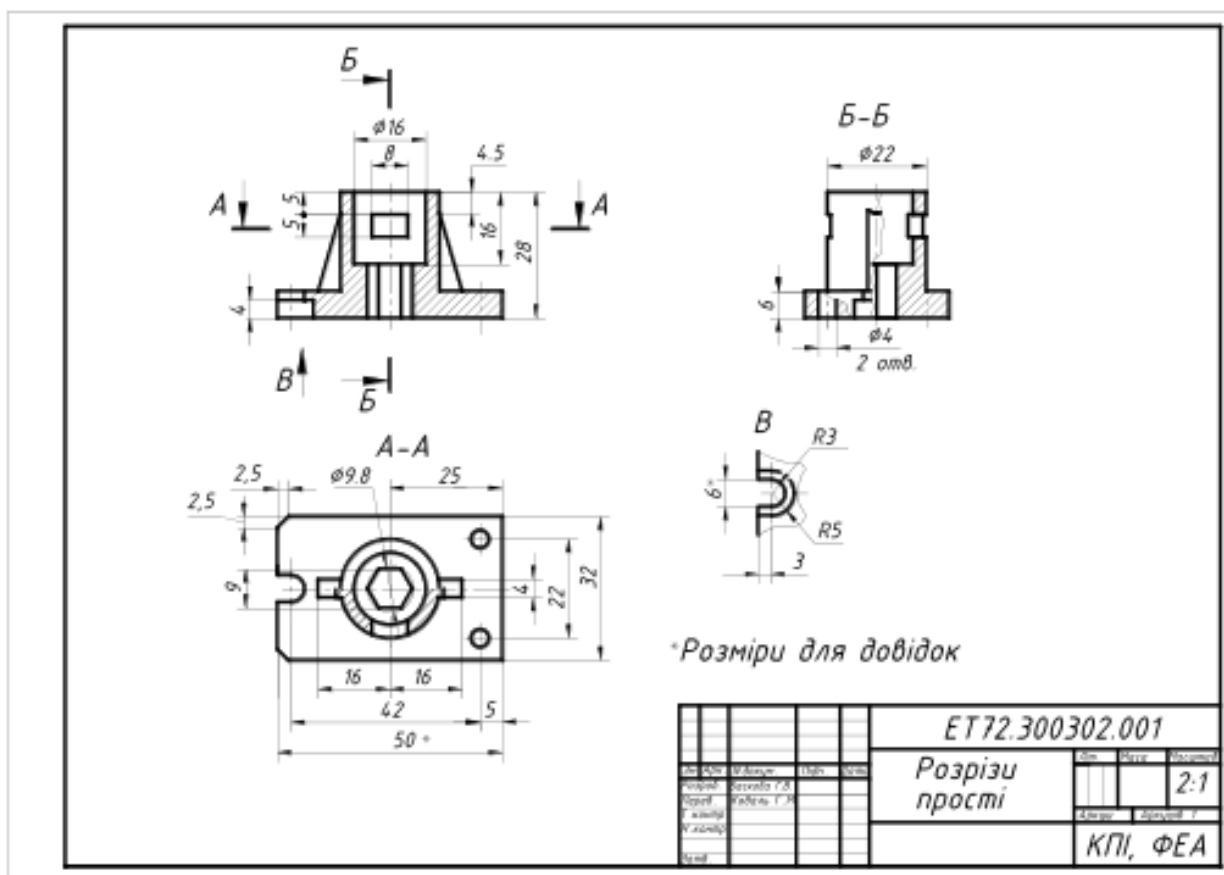


Рис. 21

Перерізи

Переріз – це ортогональна проекція фігури, що утворилася внаслідок уявного перерізу предмета одною чи кількома площинами. На перерізі показують тільки те, що одержано в розтинальній площині. Перерізи, що не входять до складу розрізів, поділяють на винесені та накладені. Винесеним перерізам слід надавати перевагу над накладеними (рис.22а) [1]. Положення розтинальної площини винесеного перерізу показують за допомогою лінії перерізу аналогічно до того, як це виконують для розрізів. Зображення перерізу супроводять написом « А-А» (рис.22а). В деяких випадках, для

симетричного перерізу літерні позначення та лінії перетину не наносять, коли вісь симетрії винесеного або накладаного перерізу співпадає зі слідом-проекцією відповідної розтинальної площини (рис.22а, рис.22б).

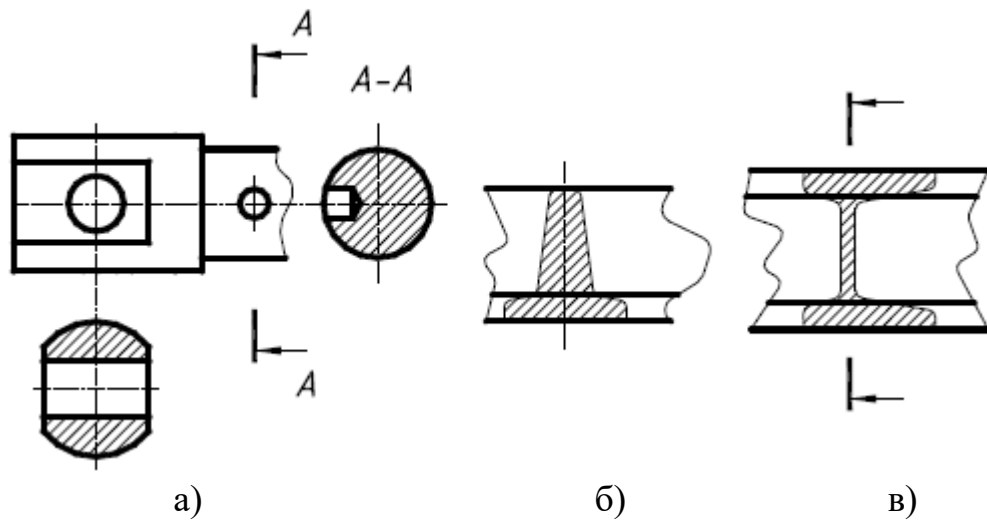


Рис. 22

У деяких випадках ,наприклад накладених несиметричних перерізів, літери позначення не наносять, а проводять розімкнену лінію та показують стрілками напрям зору (рис.22в).

Отже, існує відмінність між розрізом та перерізом: переріз є складовою частиною розрізу (рис.23).

Якщо розтинальна площина проходить через вісь поверхні обертання, що обмежує отвір чи заглиблення, то контур отвору чи заглиблення в перерізі показують повністю (рис.19а).

Якщо розтинальна площина перетинає некруглий отвір і переріз складається з кількох окремих частин, то слід застосовувати розріз, а не переріз.

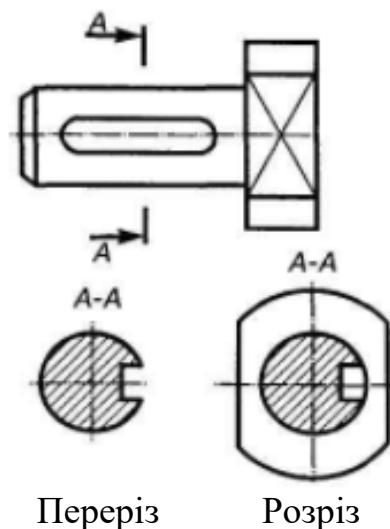


Рис.23

Завдання 1 до графічної роботи « Види. Розрізи прості»

Завдання: виконати креслення моделі (рис.1) за варіантами (див.табл.1)
Зображення виконати в масштабі 2:1, на форматі А3. Розміри моделі вказані на рис.2. Форма і параметри вертикальних отворів відрізняються за варіантами.

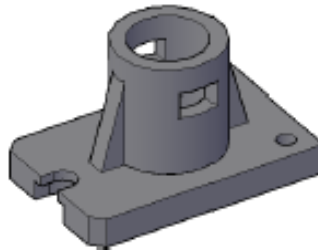


Рис.1

Таблиця 1

Завдання

№ вар.	Форма	Розміри, мм		Форма вертикальних отворів моделі
		d	D	
1	1	10	16	① ②
2	2	8	18	
3	3	10	18	
4	4	12	18	
5	5	12	18	
6	6	10	16	
7	1	16	16	③ ④
8	2	10	18	
9	3	10	16	
10	4	10	18	
11	5	16	16	
12	6	8	15	
13	1	12	18	⑤ ⑥
14	2	10	16	
15	3	12	18	
16	4	10	16	
17	5	12	16	
18	6	10	18	
19	1	18	18	
20	2	8	15	
Приклад рис.15		9,8	16	

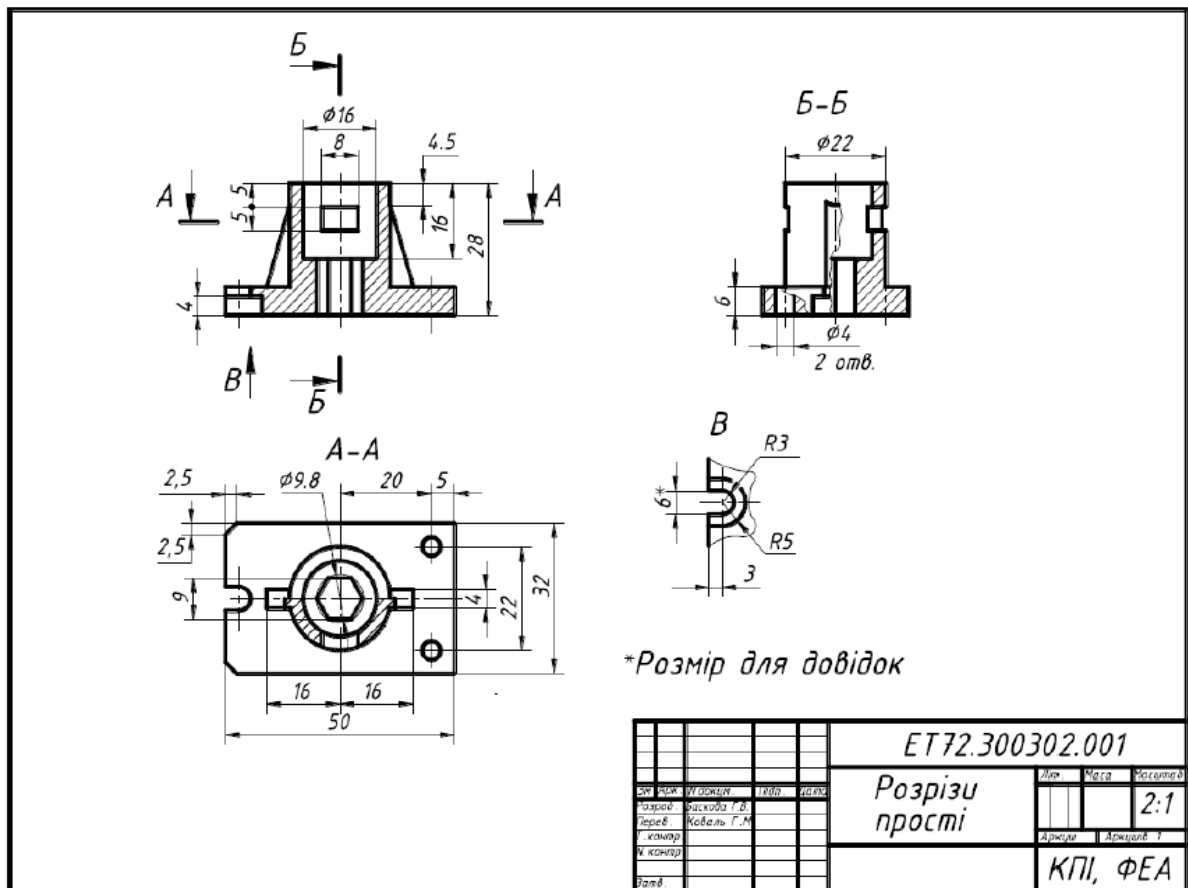


Рис. 2 Приклад виконання графічної роботи «Розрізи прості»

Завдання 2 до графічної роботи «Види. Розрізи прості»

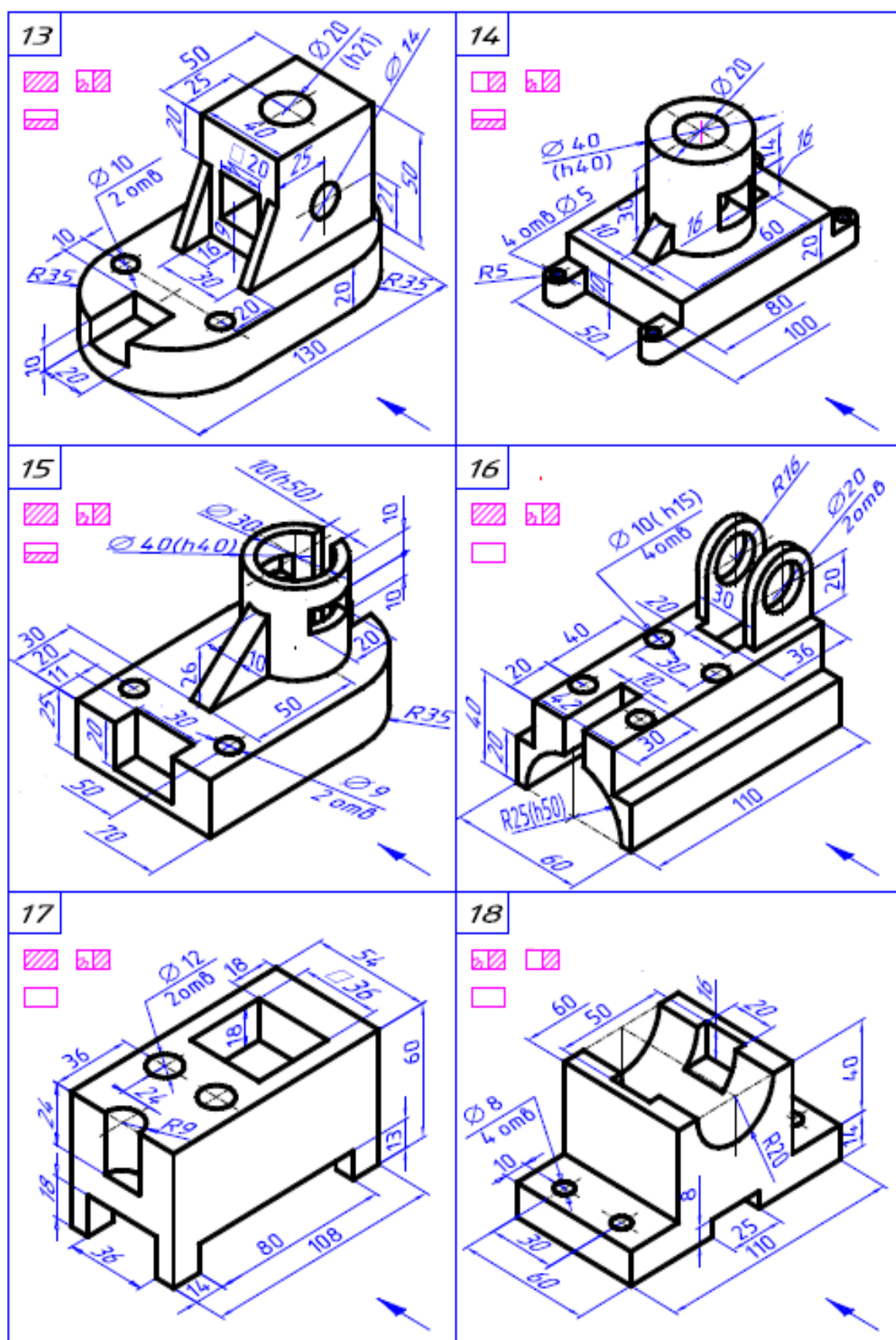
Завдання: виконати кресленик моделі за варіантами (табл.2-5)[1].
Зображення виконати на форматі А3 в масштабі 1:1.

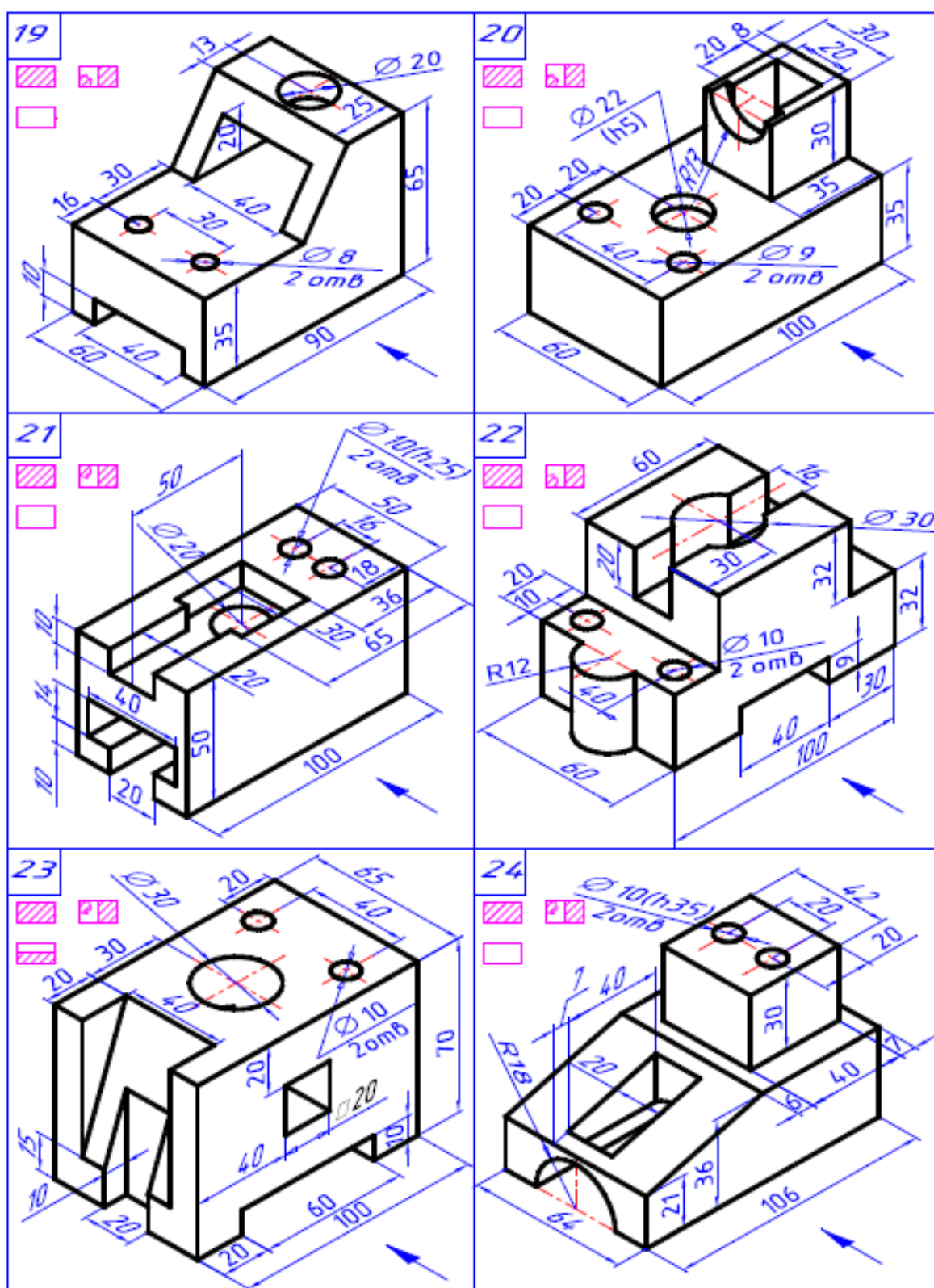
Послідовність виконання кресленика «Види. Розрізи прості»

1. Виконати три види моделі за розмірами варіанту.
2. За наведеною схемою виконати розрізи.
3. Нанести розміри та виконати позначення розрізів.
4. Оформити основний напис та записати необхідні технічні вимоги (див. приклад роботи (рис.3, рис.4).

Запитання до теми

1. Як поділяють зображення залежно від їх змісту? Дайте їх визначення.
2. Які види називають місцевими?
3. Що таке розтинальна площина?
4. Як поділяють розрізи залежно від положення розтинальної площини?
5. Позначення розрізів, коли розрізи не позначаються?
6. Для чого застосовують перерізи на креслениках?
7. Чим відрізняються між собою винесений і накладений перерізи?





Приклад виконання графічної роботи «Розрізи прості» за аксонометричним зображенням деталі (рис.3) та рекомендованими розрізами наведено на рис.4.

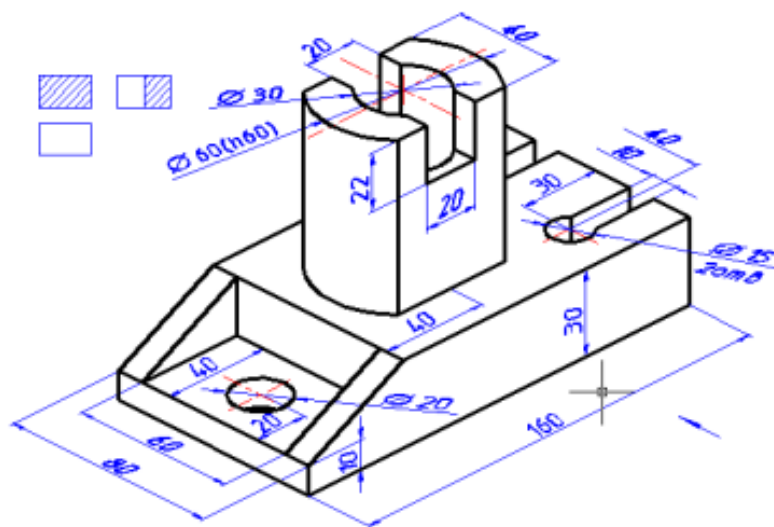


Рис. 3

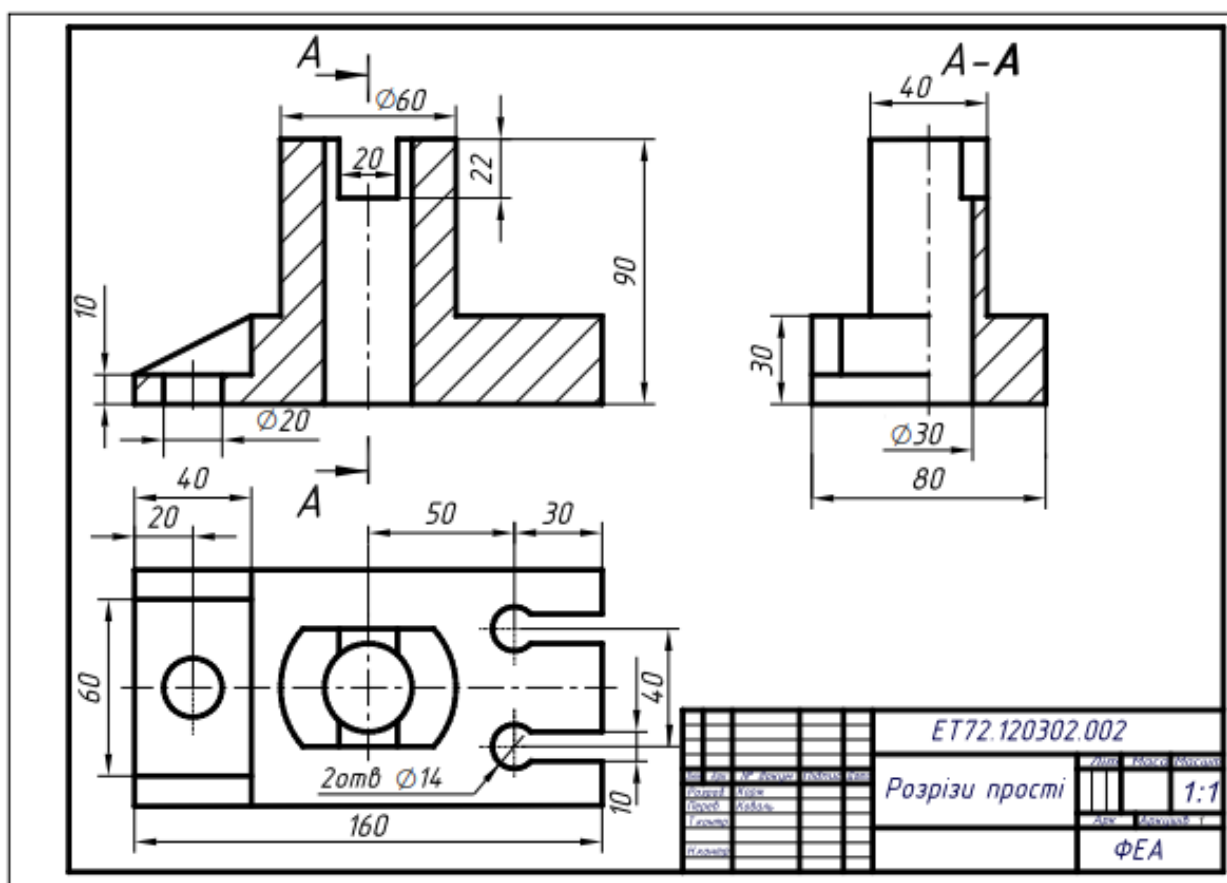


Рис.4 Приклад виконання графічної роботи «Розрізи прості»

Основні зауваження до виконання завдання «Розрізи прості» :

- звернути увагу на проекційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь предмета, особливо за варіантами з заданими шестигранними призматичними поверхнями;
- штриховка виконується однаковою на всіх зображеннях;
- висота великих літер позначки розрізів однакова на всіх зображеннях (7мм або 10мм);
- позначка простого розрізу не виконується, якщо січна площина співпадає з площиною симетрії предмету;
- звернути увагу на проведення розімкнених ліній та стрілок позначки розрізів, тобто товщину ліній, довжину, розташування;
- звернути увагу на оформлення простого розрізу на симетричному зображенні предмета, тобто треба виконати половину виду та половину розрізу;
- лінія розділу розрізу та виду виконується штрих-пунктирною тонкою лінією, яка збігається зі слідом площини симетрії предмета, але у випадку, коли з віссю симетрії збігається лінія видимого чи невидимого контуру предмета (наприклад, ребро), розріз від виду відділяється суцільною хвилястою лінією;
- відстань першої розмірної лінії від лінії контуру дорівнює $\min 10\text{мм}$;
- відстань між розмірними лініями $\min 7\text{мм}$ і витримується однаковою на всіх зображеннях кресленика;
- стрілки розмірних ліній однакові на всіх зображеннях кресленика та відповідають стандарту, тобто довжиною $\min 2.5\text{мм}$ (на учбових роботах 5мм) та кутом $\max 20^\circ$, але краще кут витримувати $12^\circ\text{-}15^\circ$;
- висота розмірних чисел однакова на всіх зображеннях і відповідає стандарту, тобто 3.5мм або 5мм ;
- у випадку, коли кілька паралельних або концентричних розмірних ліній наносяться на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними слід розташовувати у шаховому порядку;
- звернути увагу на креслення позначки (зірочки) довідкового розміру;
- розташування технічних вимог (напис «Розміри для довідок», тощо) на кресленику над основним написом на відстані $\min 12\text{мм}$;
- розміри проставляються на всіх зображеннях;
- осьові лінії зображень та виносні лінії виступають на $(1\text{-}5)\text{мм}$ за контурні лінії та стрілки розмірних ліній відповідно.

Тема 3: РОЗРІЗИ СКЛАДНІ.

Розріз складний – це ортогональна проекція предмета, який уявно перерізано кількома площинами, щоб показати його невидні поверхні.

Складні розрізи поділяють на *східчасті*, якщо розтинальні площини паралельні між собою, і *ламані*, якщо розтинальні площини перетинаються.

Зображуючи східчастий розріз розтинальні площини умовно суміщають в одну площину, паралельну до площини зображення (див.рис.1, рис.1а).

На ламаних розрізах розтинальні площини умовно повертають до суміщення в одну площину (див.рис.2, рис.2а). Якщо суміщені площини виявляться паралельними до однієї з основних площин проекцій, то ламаний розріз допускається розташовувати на місці відповідного виду. У разі повороту розтинальної площини елементи предмета, розташованого за нею, зображають так, як вони проєкціюються на площину, з якою здійснюють суміщення. Складні розрізи завжди позначаються А – А (див.рис.1а, рис.2а).

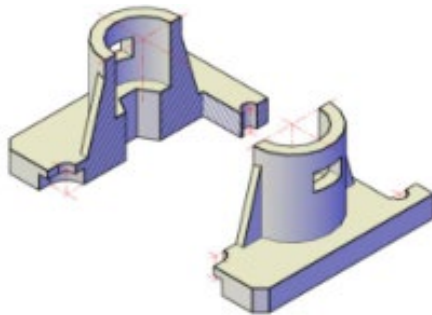


Рис. 1

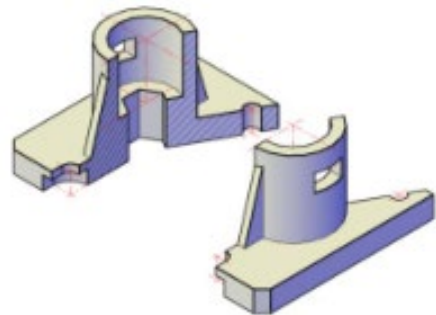


Рис. 2

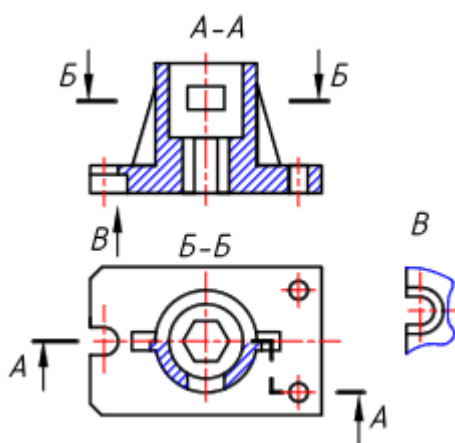


Рис. 1а

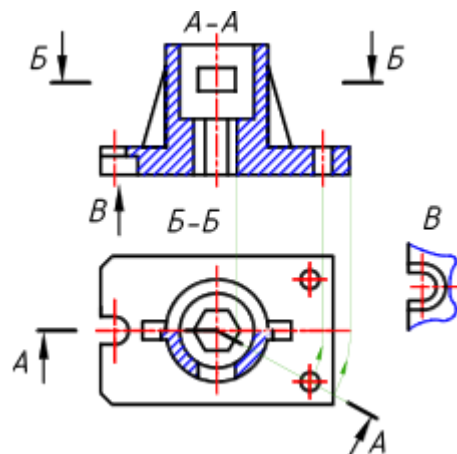


Рис. 2а

На практиці часто використовують *комбіновані* складні розрізи, коли розтинальних площин більше двох: є площини паралельні між собою і є площини, що перетинаються.

Складні розрізи дозволяють зменшити кількість зображень на кресленику. Так для наведеної моделі на рис.1 та на рис.2, виконуючи складний розріз, як показано на креслениках рис.1а та рис.2а, скорочена кількість основних видів до двох.

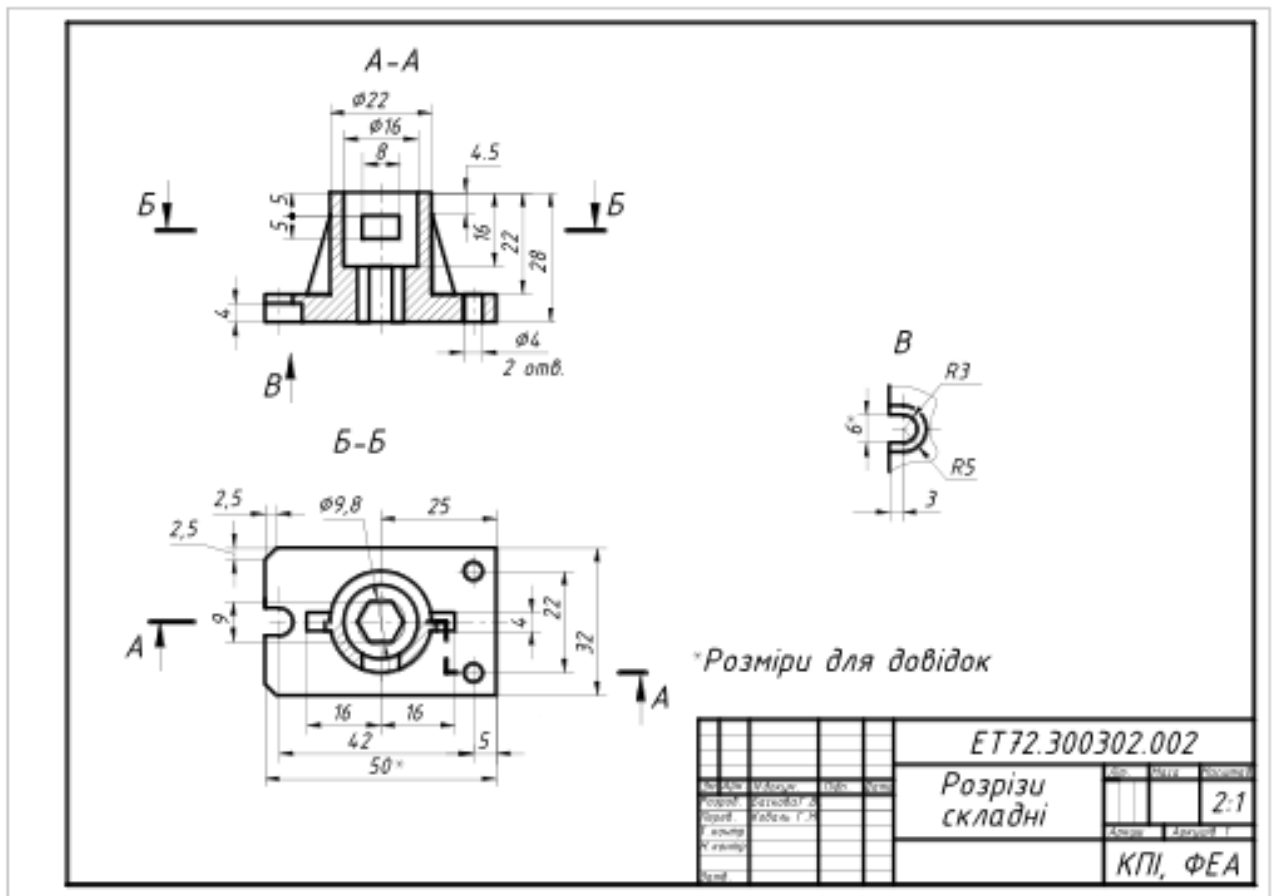


Рис. 3 Приклад оформлення кресленика «Розрізи складні»

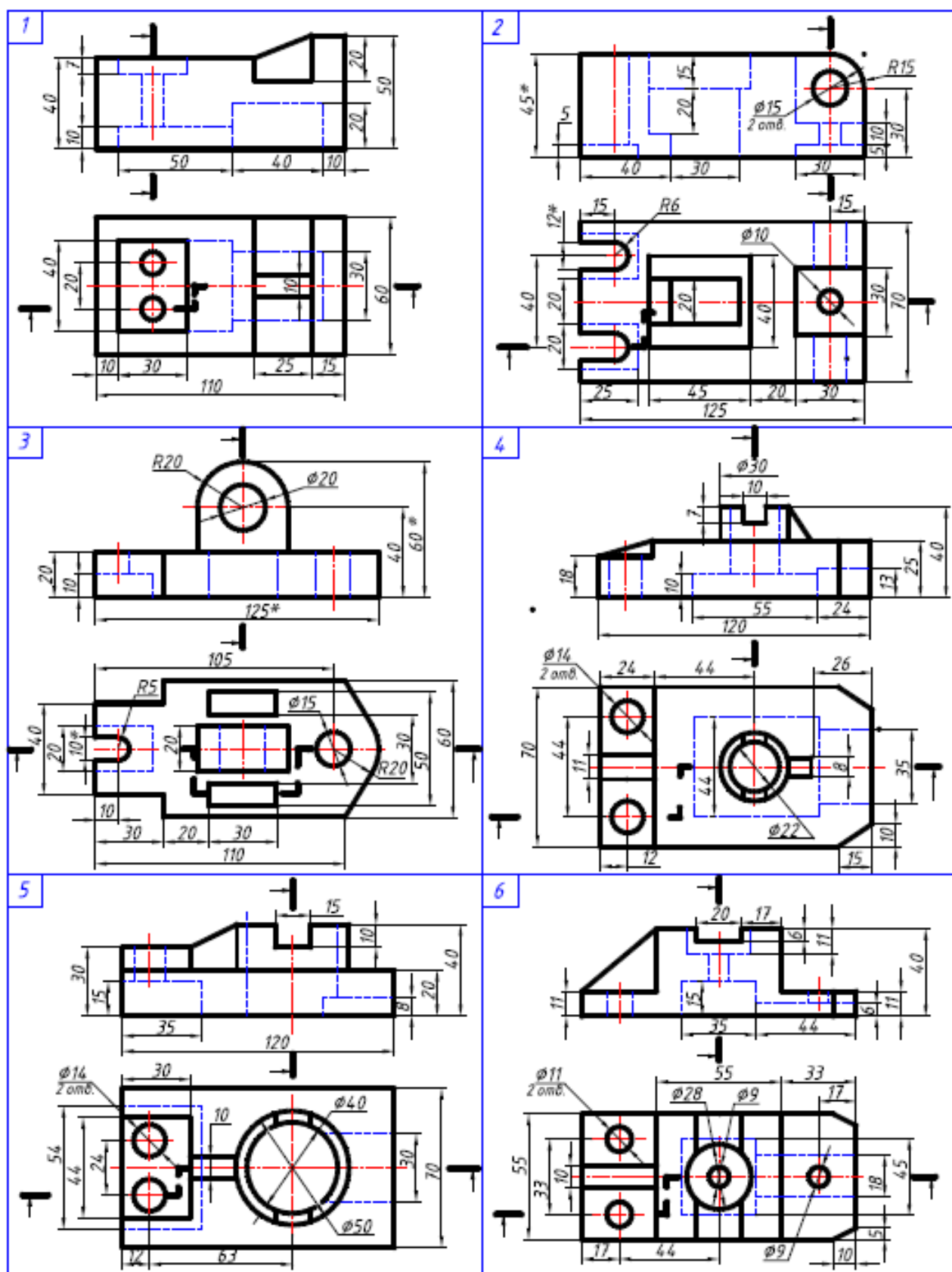
Завдання: виконати кресленик «Розрізи складні» за варіантами (табл.1-4).
Зображення виконати на форматі А3 в масштабі 1:1 [1].

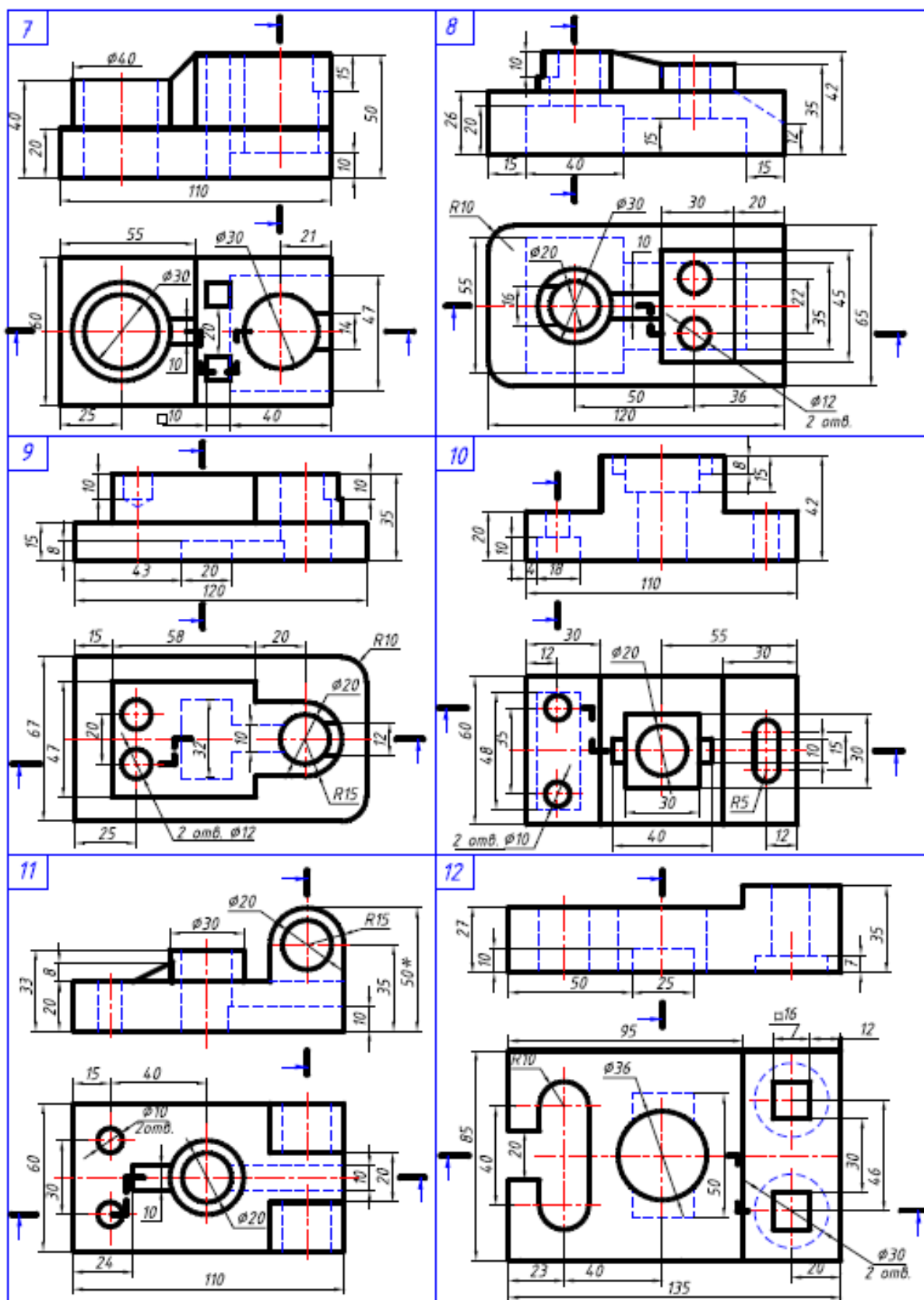
Послідовність виконання кресленика «Розрізи складні»

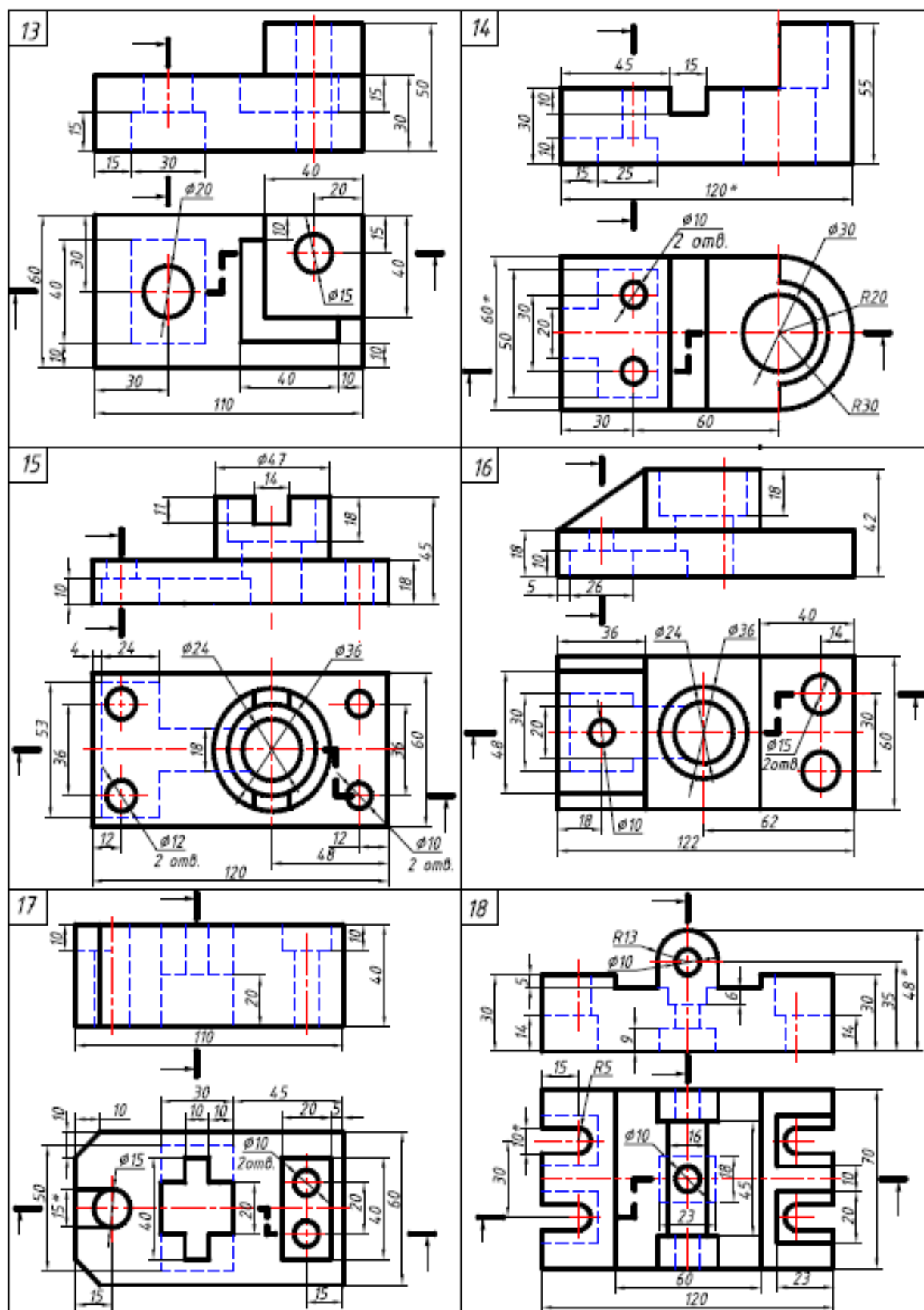
1. Виконати за розмірами варіанту зображення заданих двох видів моделі.
2. За двома видами побудувати вид зліва (див. рис.4 та рис.5).
3. На головному виді виконати заданий складний розріз.
4. На виді зліва виконати заданий простий розріз..
5. Нанести розміри та позначення розрізів.
6. Заповнити основний напис та при необхідності записати технічні вимоги.

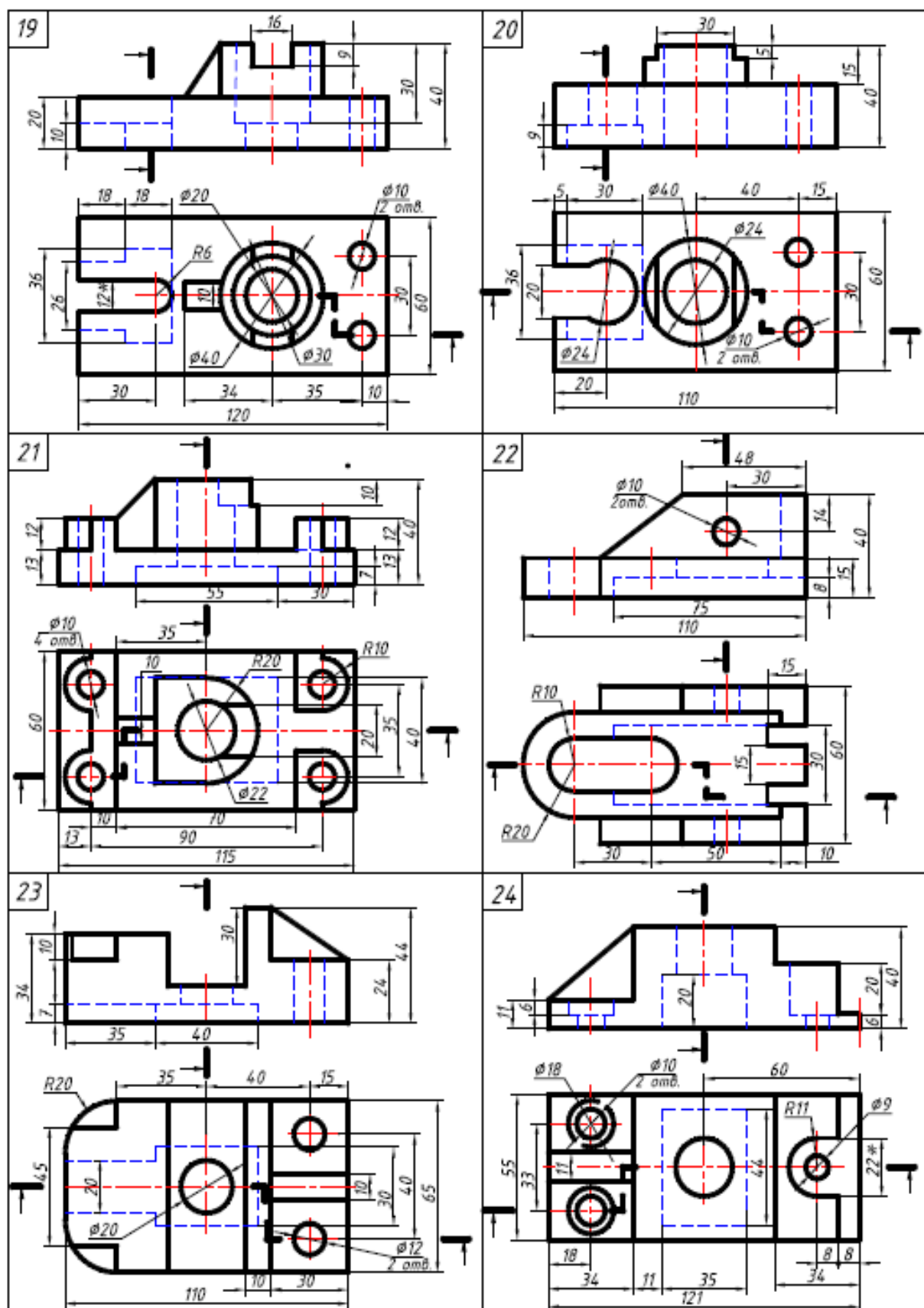
Запитання до теми

1. Як поділяють розрізи складні?
2. Як позначають розрізи складні?









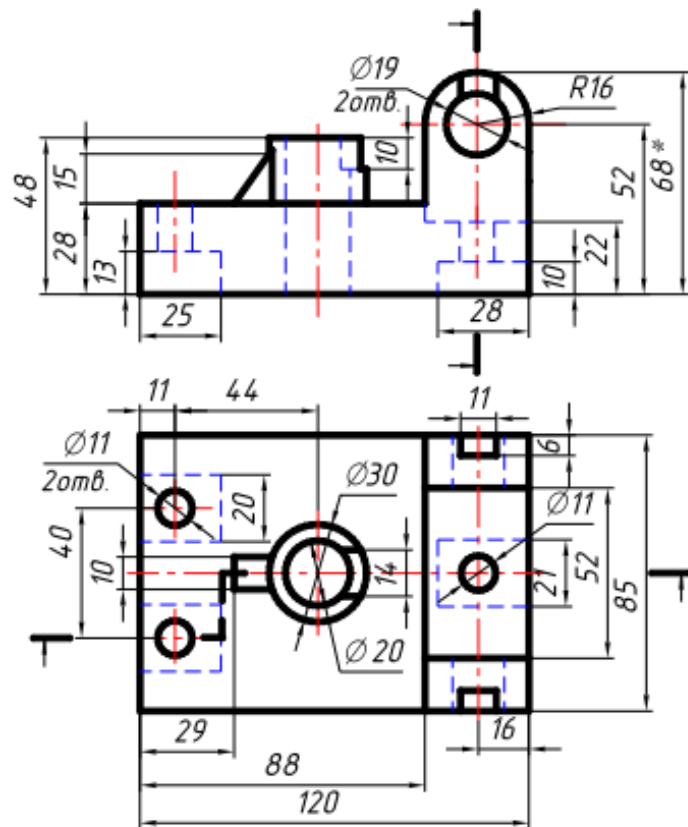


Рис. 4 Приклад завдання на графічну роботу «Розрізи складні»

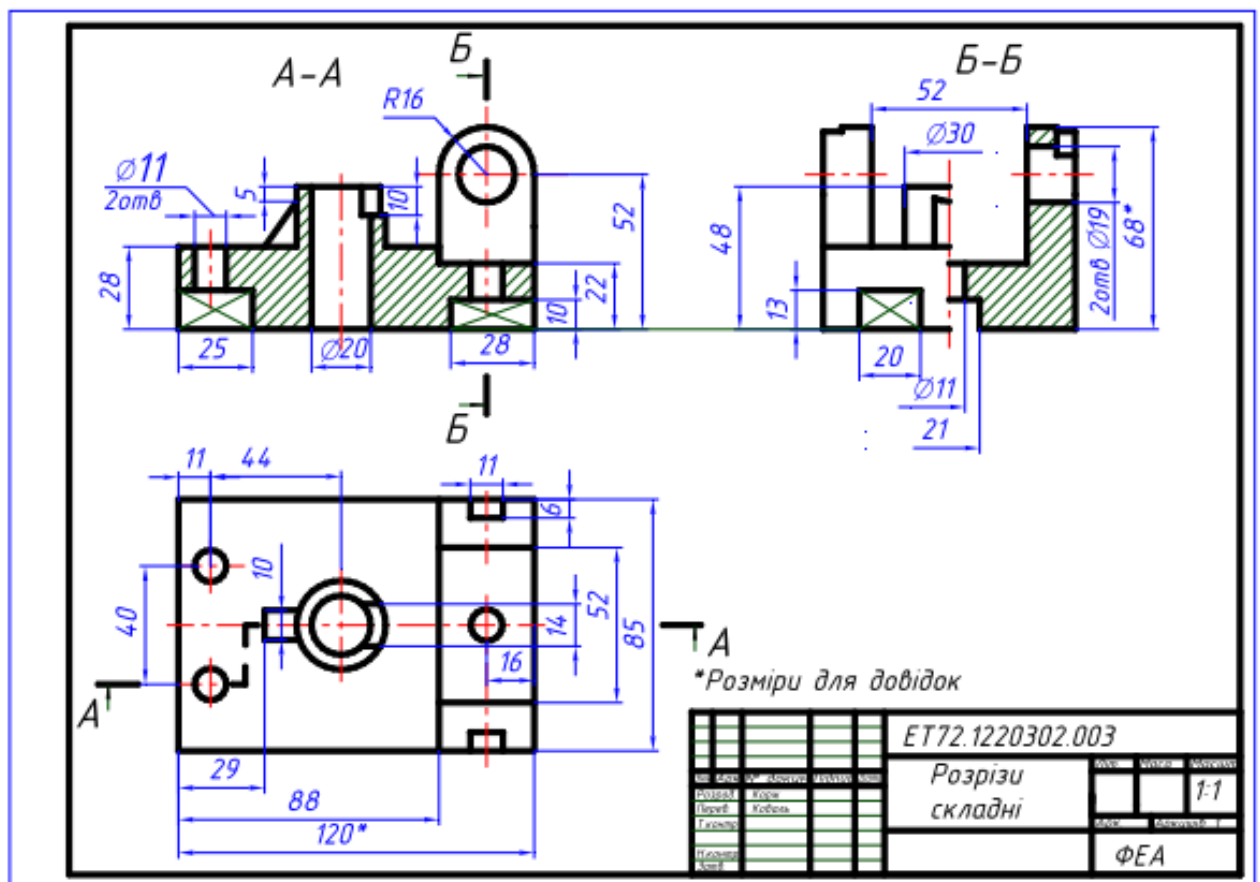


Рис.5 Приклад виконання графічної роботи «Розрізи складні»

Основні зауваження до виконання завдання «Розрізи складні» :

- звернути увагу на проекційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь предмета;
- на зображеннях не повинні залишатися штрихові лінії невидимого контуру;
- складний розріз виконується на місті головного виду предмета та лінію переходу від однієї січної площини до іншої не показують;
- штриховка виконується однаковою на всіх зображеннях;
- висота великих літер позначки розрізів однакова на всіх зображеннях (7мм або 10мм);
- позначка простого розрізу не виконується, якщо січна площина співпадає з площиною симетрії предмету;
- звернути увагу на проведення розімкнених ліній та стрілок позначки розрізів, тобто товщину ліній, довжину, розташування;
- звернути увагу на оформлення простого розрізу на симетричному зображенні предмета, тобто треба виконати половину виду та половину розрізу;
- лінія розділу розрізу та виду на зображенні виконується штрих-пунктирною тонкою лінією, яка збігається зі слідом площини симетрії предмета, але у випадку, коли з віссю симетрії збігається лінія видимого чи невидимого контуру предмета (наприклад, ребро), розріз від виду відділяється суцільною хвилястою лінією;
- відстань першої розмірної лінії від лінії контуру дорівнює $\min 10\text{мм}$;
- відстань між розмірними лініями $\min 7\text{мм}$ і витримується однаковою на всіх зображеннях кресленика;
- стрілки розмірних ліній однакові на всіх зображеннях кресленика та відповідають стандарту, тобто довжиною $\min 2.5\text{мм}$ (на учбових роботах 5мм) та кутом $\max 20^\circ$, але краще кут витримувати $12^\circ\text{-}15^\circ$;
- висота розмірних чисел однакова на всіх зображеннях і відповідає стандарту, тобто 3.5мм або 5мм;
- у випадку, коли кілька паралельних або концентричних розмірних ліній наносяться на невеликій відстані одна від одної, розмірні числа над ними слід розташовувати у шаховому порядку;
- звернути увагу на креслення позначки (зірочки) довідкового розміру;
- розташування технічних вимог (напис «Розміри для довідок», тощо) на кресленику над основним написом на відстані $\min 12\text{мм}$;
- розміри проставляються на всіх зображеннях;
- осьові лінії зображень та виносні лінії виступають на (1-5)мм за контурні лінії та стрілки розмірних ліній відповідно.

Тема 4: ВИРОБИ. РОБОЧІ КРЕСЛЕНИКИ ТА ЕСКІЗИ ДЕТАЛЕЙ.

Виробом називається будь-який предмет або набір предметів, який виробляють на підприємстві.

ДСТУ 3321:2003 встановлює такі види виробів: деталі, складанні одиниці, комплекси, комплекти.

Деталь - це виріб, виготовлений з однорідного матеріалу, без застосування складальних операцій.

Складана одиниця – виріб, складові частини якого з'єднують між собою на підприємстві-виробнику.

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

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

На всі види виробів створюють відповідну конструкторську документацію.

Робочий кресленик деталі – це основний конструкторський документ, який містить зображення деталі та інформацію необхідну для її виготовлення та контролю.

Ескіз деталі – робочий кресленик, який виконується без застосування креслярських інструментів, без масштабу, від руки.

Форма деталі визначається функцією, яку вона виконує в механізмі, технологічністю конструкції, способами з'єднання її з іншими деталями. Все це визначає наявність на деталі тих чи інших конструктивних або технологічних елементів: отворів, нарізів, пазів та ін. Більшість цих елементів має форму і розміри, що встановлюються відповідними стандартами, інші конструюються за рекомендаціями, що наводяться в довідковій літературі.

Типові елементи деталей

Отвори

Отвори-найбільш поширені елементи деталей. Вони можуть бути циліндричної, конічної та іншої форми. Розрізняють отвори глухі й наскрізні, гладкі та нарізеві, однакового перерізу по всій довжині та ступінчасті.

За призначенням отвори можна поділити на конструктивні (під кріпильні вироби та ін.) і технологічні (центрові та ін.). Розміри отворів, наносяться з урахуванням технології виготовлення і повинні відображати переміщення ріжучого інструменту при обробці поверхні.

Деякі особливості зображення отворів і нанесення розмірів [2,3].

а) при зображенні глухого циліндричного отвору звичайно зображують і конічний елемент, що залишається від забірної частини свердла. Кут при вершині конуса дорівнює 120 градусів, але цей розмір не наносять. Наносять

лише діаметр отвору d і його глибину l , що є довжиною його циліндричної частини;

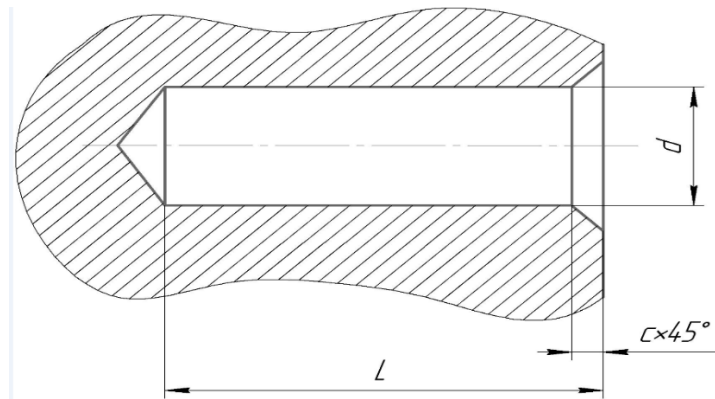


Рис.1

б) розмір глибини фаски отвору c наносять паралельно осі отвору, цей розмір входить у загальну глибину отвору l ;

в) розмір глибини розточки отвору на більший діаметр звичайно координують від зовнішньої поверхні деталі (рис.2);

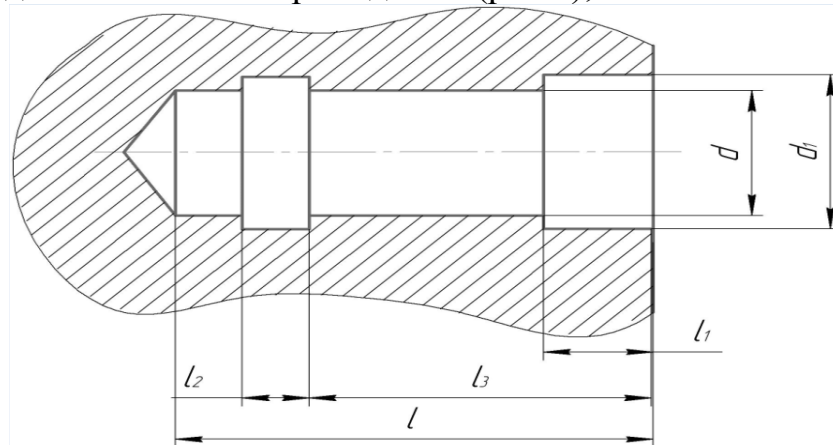


Рис. 2

г) розміри кількох однакових отворів проставляють один раз з позначенням їх кількості (рис.3). При цьому можливі лише два варіанти позначення кількості отворів: над розмірною лінією перед позначенням діаметра і під розмірною лінією після позначення діаметра;

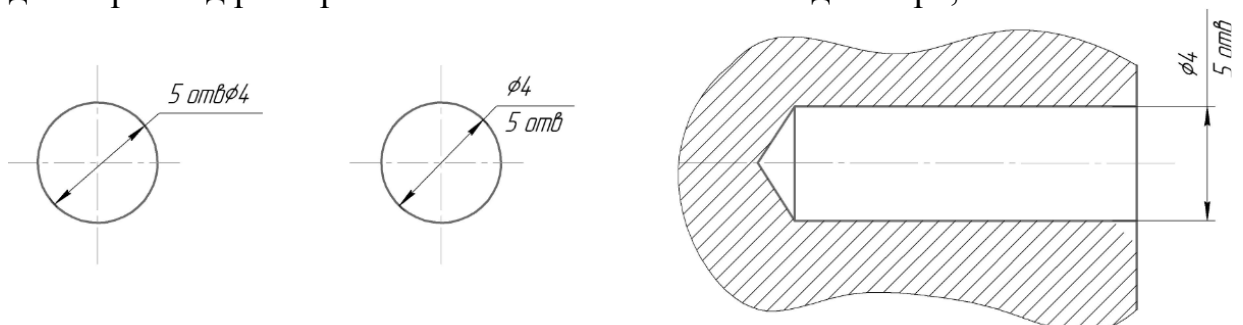


Рис. 3

д) якщо предмет має кілька однакових, рівномірно розміщених отворів, то повністю зображують один - два отвори, а решту – спрощено або умовно;

е) отвори, розміщені на круглих фланцях, дозволяється виконувати в розрізі, навіть якщо вони не потрапляють у січну площину розрізу.

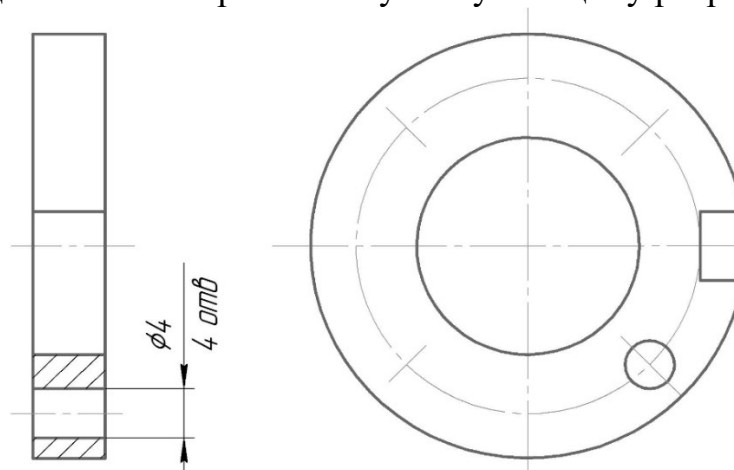


Рис. 4

Нарізь та елементи деталей з нарізью

Нарізью називають один або кілька рівномірно розміщених гвинтових виступів постійного перерізу, утворених на боковій поверхні прямого кругового циліндра або прямого кругового конуса (ДСТУ 3321:2003) (рис.5) [4].

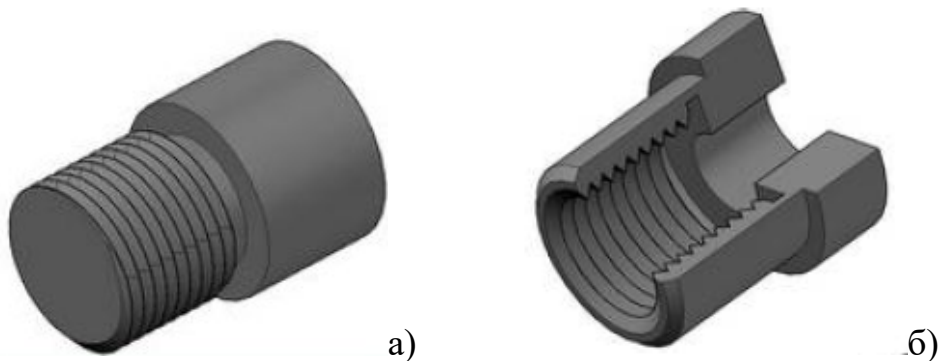


Рис. 5

Нарізі – найпоширеніший елемент різних з'єднань деталей загального машинобудування.

Нарізі поділяють залежно від характеру поверхні, на яких нарізують, на циліндричну та конічну. Залежно від розташування її поділяють на зовнішню (рис.5а) та внутрішню (рис.5б). За формою профіля нарізі поділяють на трикутну, прямокутну, трапецеїдальну, круглу. За призначенням нарізі поділяють на кріпильні (метричні, трубні), кріпильні-ущільнювальні (конічні), ходові (трапецеїдальні, упорні, прямокутні та ін.). За напрямком гвинтової поверхні нарізі поділяють на ліві та праві. За числом ходів, тобто за кількістю напрямних гвинтових ліній, нарізі бувають одно - та багатоходовими.

Циліндричні нарізі характеризують такі параметри:

1. Зовнішній діаметр, який дорівнює діаметру умовного циліндра, що містить вершини зовнішньої нарізі або западини внутрішньої нарізі (рис.6а).

2. Внутрішній діаметр.

3. Середній діаметр нарізі – це діаметр умовного циліндра, вздовж твірних якого ширина виступу профілю дорівнює ширині западини (рис.6а) [4].

4. Крок нарізі p - це виміряна паралельно осі нарізі відстань між відповідними точками двох сусідніх витків (рис.6б) [4].

5. Хід нарізі t - це виміряна паралельно осі нарізі відстань між відповідними точками на одній гвинтовій поверхні за один оберт профілю. Хід нарізі дорівнює відстані переміщення гайки за один повний оберт. Для одноходової нарізі $t = p$, для багатоголової $t = n p$, де n - число ходів.

6. Кут профілю нарізі α° - кут між бічними сторонами профілю (рис.6б).

7. Довжина нарізі $l = l_1 + l_2$, де l_1 – довжина нарізі повного профілю; l_2 – збіг нарізі (ділянка неповного профілю – переходу нарізі до гладкої поверхні) (рис.7) [4].

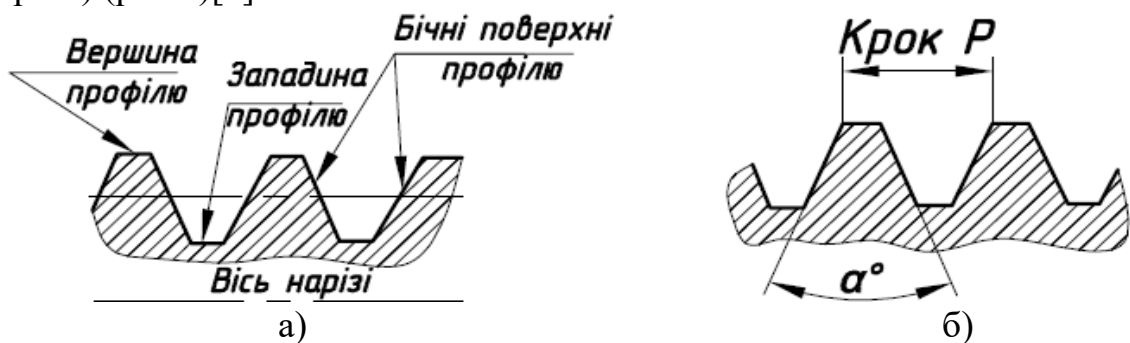


Рис. 6

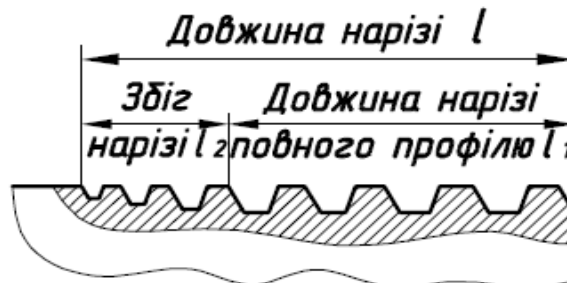


Рис. 7

Зображення зовнішньої і внутрішньої нарізі відповідно до стандарту показано на рис.8 [4].

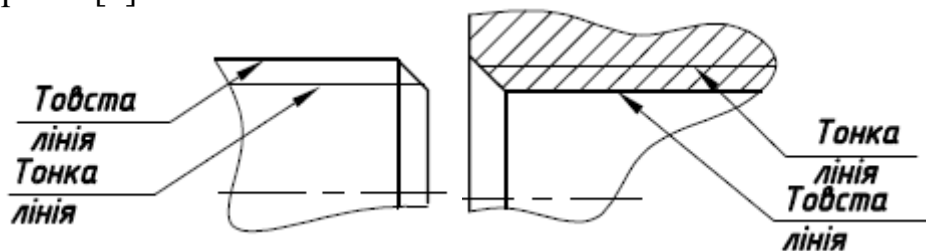


Рис.8

Особливості зображення нарізі на кресленнях (рис.10) [2,3]:

а) нарізі на кресленнях зображують умовно, замість виступів нарізі проводять суцільну основну лінію і замість западин проводять тонку суцільну лінію на всю довжину нарізі без збігу, захоплюючи фаски;

б) відстань між суцільними товстою і тонкою лініями на креслениках приймають $0.8...p$, де p – крок нарізі. Цей розмір для метричної нарізі дорівнює $0.54 p$, для трубної – $0.64 p$, для трапецеїдальної – $0.5 p$, для упорної – $0.75 p$;

в) тонка лінія нарізі перетинає фаску;

г) на площині, перпендикулярній до осі нарізевої поверхні (торець) суцільну тонку лінію проводять на $3/4$ довжини кола, причому розімкнути її можна в будь-якому місці, але не по центрових лініях;

д) фаску нарізі, що не має конструктивного призначення, на виді в торець умовно не зображують;

е) збіг нарізі не входить у її довжину і на креслениках не зображується;

ж) нестандартизовані нарізі зображують так само, як стандартизовані;

з) штриховку в розрізах і перерізах проводять до лінії зовнішнього діаметра на стрижні і до лінії внутрішнього діаметра в отворі. Всі основні кріпильні й ходові нарізі стандартизовані. В стандартах наведені їх профіль і основні розміри: номінальні діаметри і кроки [5].

Нарізь метрична циліндрична (рис.9)

Діаметр та крок метричної нарізі встановлені ГОСТ 24705 – 2004 (ISO 724:1993). Для кожного діаметра нарізі існує один великий крок і декілька дрібних (для діаметрів більше 70мм встановлені тільки дрібні кроки).

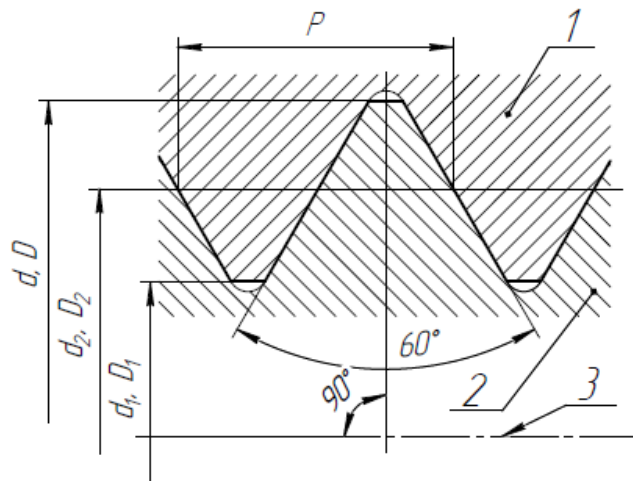


Рис. 9

1 – внутрішня нарізь;

2 – зовнішня нарізь;

3 – вісь нарізі;

d, D – номінальний зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_1, D_1 – номінальний внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_2, D_2 – номінальний середній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

p – крок нарізі.

Позначка метричної нарізі:

$M24$ – нарізь діаметром 24мм, права з великим кроком, одноходова;

$M24 \times 1.5$ – нарізь з дрібним кроком;

$M24 \times 1.5 - LH$ – нарізь ліва з дрібним кроком;

$M24 \times Ph3P1.5 - LH$ – нарізь ліва двоходова з дрібним кроком.

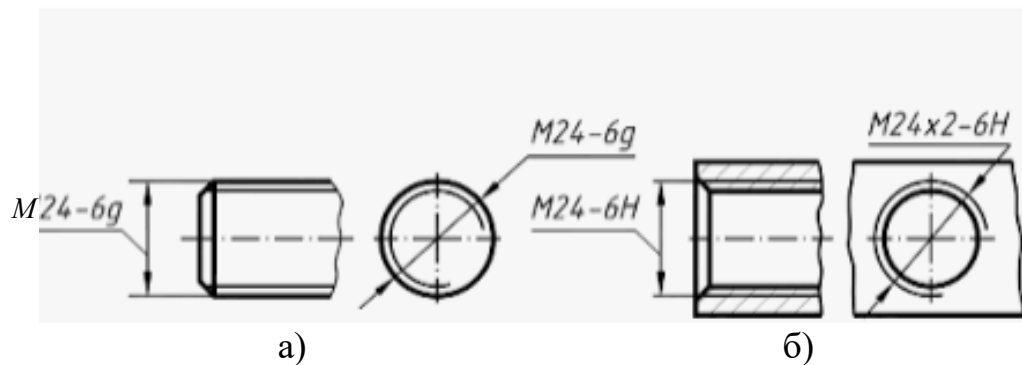


Рис. 10 Приклади зображення та позначки нарізі на креслениках

Нарізь метрична конічна (рис.11)

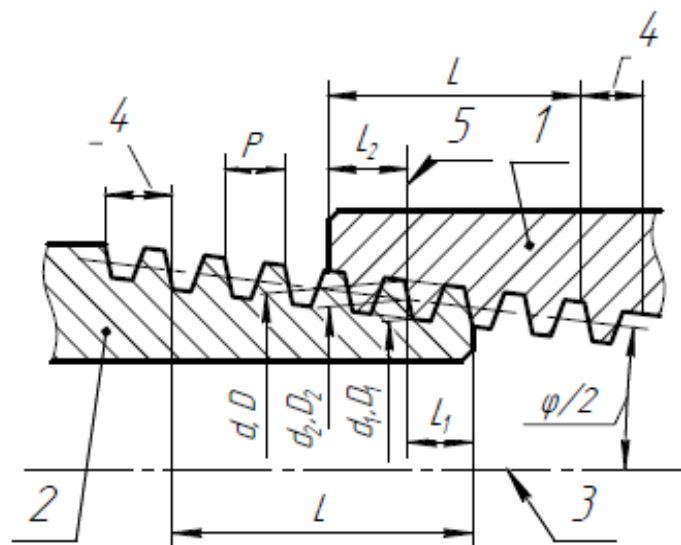


Рис. 11

- 1 – внутрішня нарізь;
 - 2 – зовнішня нарізь;
 - 3 – вісь нарізі;
 - 4 – збіг нарізі;
 - 5 – основна площина;
 - d, D – зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої конічної нарізі;
 - d_1, D_1 – внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої конічної нарізі;
 - d_2, D_2 – середній діаметр зовнішньої, внутрішньої конічної нарізі;
 - p – крок нарізі;
 - φ – кут конусу (1:16);
 - $\varphi/2$ – кут ухилу;
 - l – робоча довжина нарізі;
 - l_1 – довжина зовнішньої нарізі від торця до основної площини;
 - l_2 – довжина внутрішньої нарізі від торця до основної площини.
- Позначка метричної конічної нарізі:
- $MK24 \times 1.5$ – нарізь права;
 - $MK24 \times 1.5 LH$ – нарізь ліва.

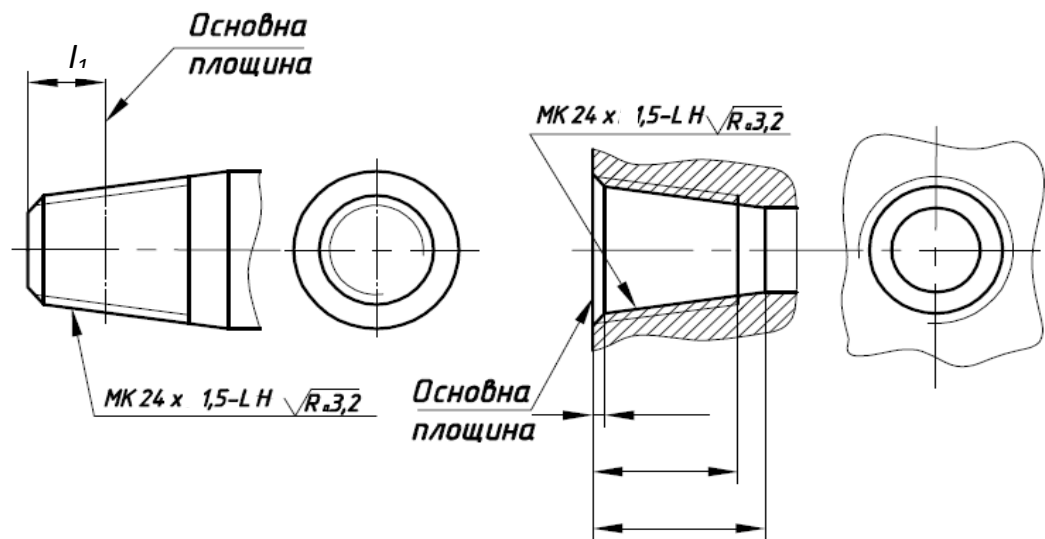


Рис. 12 Приклади зображення та позначки метричної конічної нарізі на креслениках

Вихід нарізі, збіг, недоріз та проточки для зовнішньої метричної нарізі (ДСТУ ГОСТ 27148:2008) (рис.13)

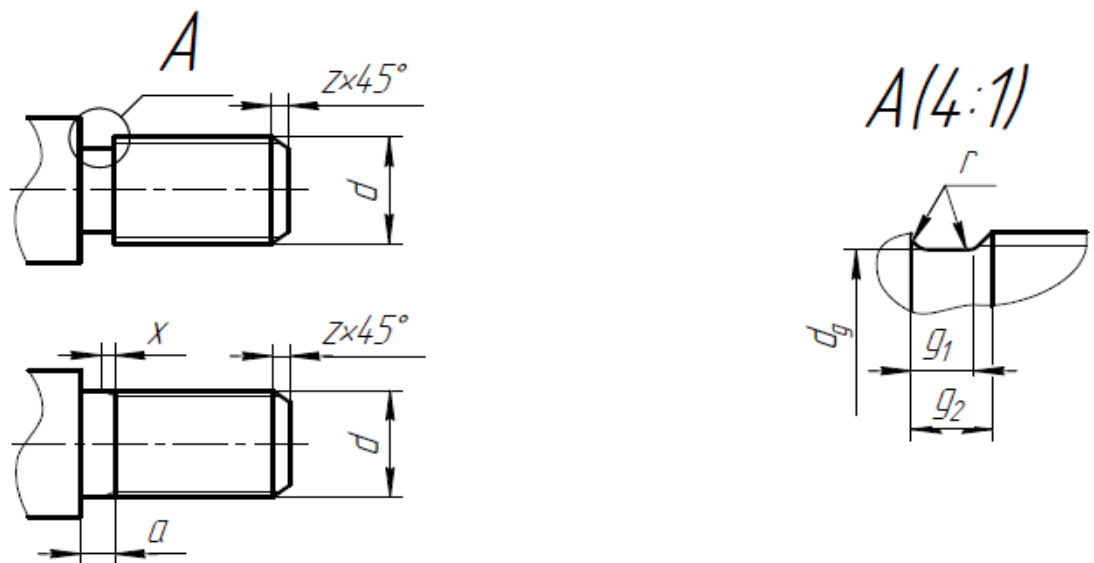


Рис. 13

d – діаметр нарізі; d_q , q_1 , q_2 , r – параметри (розміри) проточки метричної нарізі; x – збіг нарізі; a – недоріз; z – катет фаски.

Розміри фасок метричної нарізі наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Крок нарізі, P	0,5 E 0,7	0,75 E 1,0	1,25 E 1,75	2	2,5 E 3,5	4; 4,5	5 E 6
Катет фаски, z	0,5	1,0	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0

Вихід нарізі, збіг, недоріз та проточки для внутрішньої метричної нарізі (ДСТУ ГОСТ 27148:2008) (рис.14)

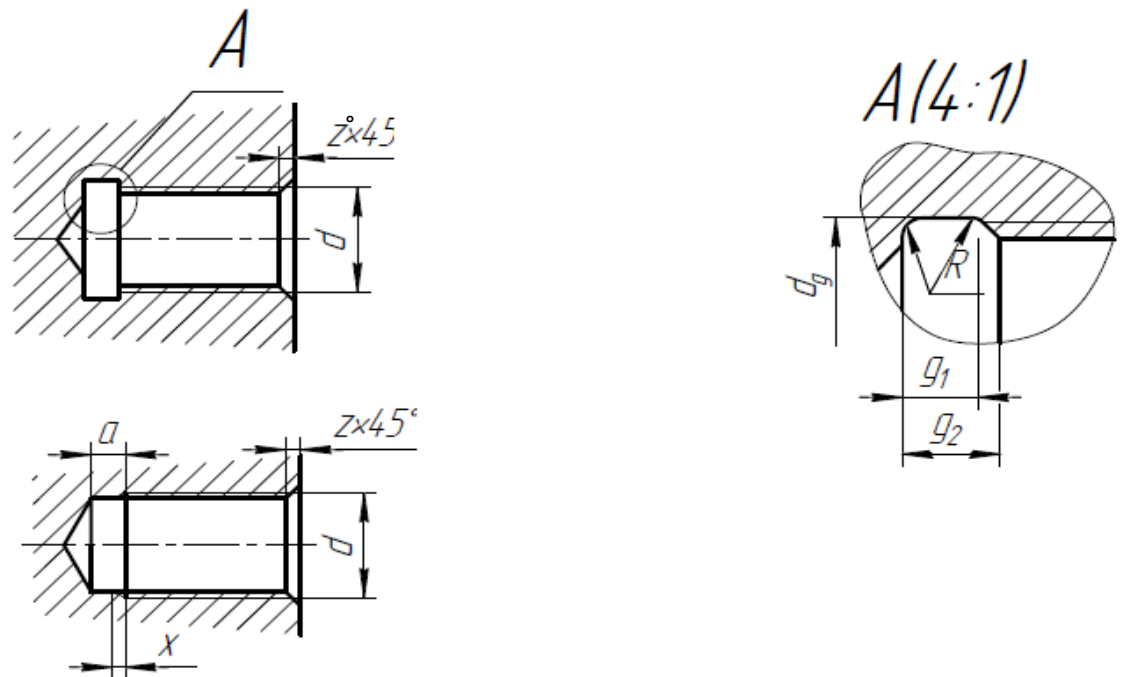


Рис. 14

Проточка метричної нарізі виконується біля кінця нарізі для виходу інструменту й отримання нарізі з повним профілем по усій її довжині. На креслениках деталі проточку зображують спрощено і доповнюють кресленик виносним елементом у збільшеному масштабі з позначенням конкретних розмірів. Розміри проточки встановлені стандартом відповідно кроку та діаметру нарізі.

Виносний елемент – це додаткове окреме зображення частини предмета, щоб з'ясувати її форму, розміри та інші дані. Особливості зображення виносного елемента:

- а) зображення виконують у збільшеному масштабі;
- б) зображення виносного елемента може вміщувати в собі подробиці, не зазначені на відповідному зображенні, і може відрізнятися від нього за змістом, тобто зображення може бути видом, а виносний елемент – розрізом;
- в) у разі застосування виносного елемента відповідне місце на зображенні обмежують замкнутою тонкою суцільною лінією – колом, овалом з позначкою виносного елемента великою літерою на полиці лінії-виноски;
- г) зображення виносного елемента розміщують якомога ближче до відповідного місця зображення предмета;
- д) над зображенням виносного елемента вказують позначку та масштаб, в якому воно виконане.

Нарізь трубна циліндрична

Профіль нарізі – рівнобічний трикутник із кутом при вершині, рівним 55° (рис.15).

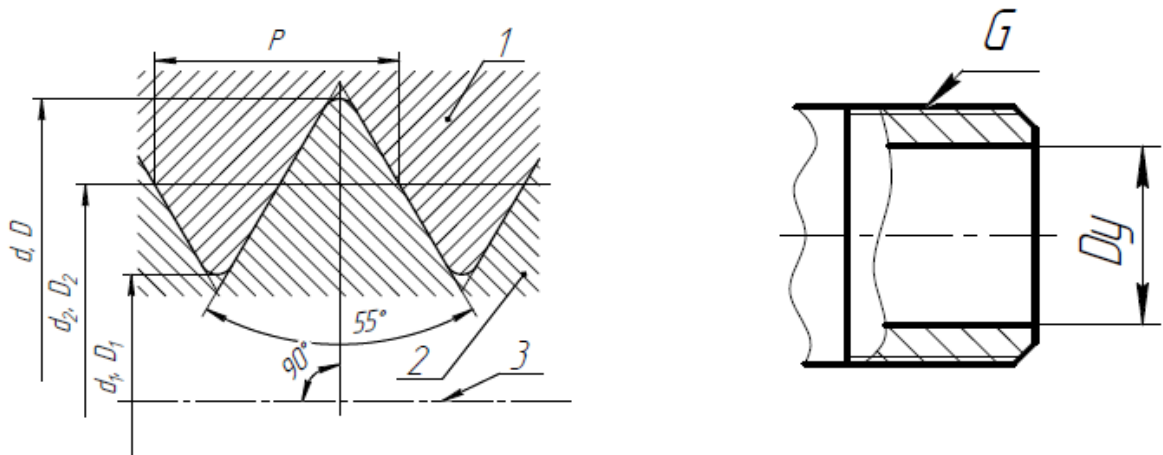


Рис. 15

1 – внутрішня нарізь;

2 – зовнішня нарізь;

3 – вісь нарізі;

d, D – номінальний зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_1, D_1 – номінальний внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_2, D_2 – номінальний середній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

D_y – внутрішній діаметр труби – розмір умовного проходу трубопроводу;

G – позначка трубної нарізі, її проставляють на полиці лінії-виноски, яка кінцем зі стрілкою доведена до лінії видимого контуру.

Приклади позначки трубної циліндричної нарізі:

$G1\frac{1}{2}-A$, де $1\frac{1}{2}$ – діаметр умовного проходу в дюймах; A – клас точності;

$G1\frac{1}{2} LH -B$ – нарізь трубна циліндрична ліва $1\frac{1}{2}$ дюйма (1 дюйм = 25.4 мм), класу точності B .

Нарізь трубна конічна (рис.16)

Нарізь має профіль аналогічний до профілю трубної циліндричної нарізі.

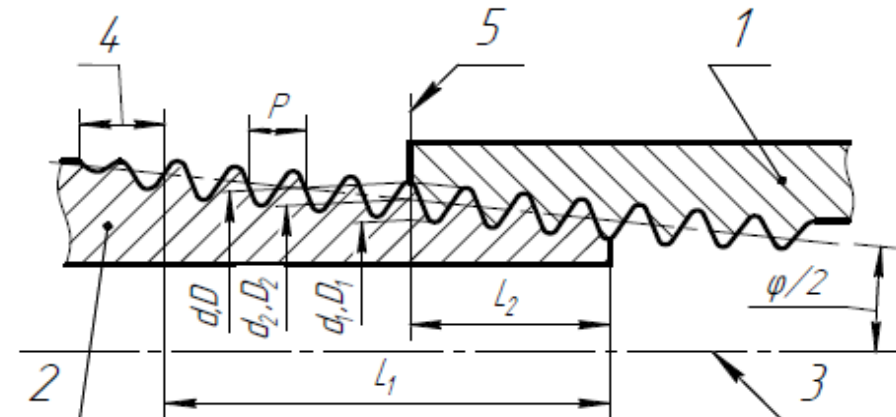


Рис. 16

1 – внутрішня нарізь;
 2 – зовнішня нарізь;
 3 – вісь нарізі;
 4 – збіг нарізі;
 5 – основна площина;
 d, D – зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої конічної нарізі;
 d_1, D_1 – внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої конічної нарізі;
 d_2, D_2 – середній діаметр зовнішньої, внутрішньої конічної нарізі;
 φ – кут конусу (1:16); $\varphi/2$ – кут ухилу;
 p – крок нарізі;
 l_1 – робоча довжина нарізі;
 l_2 – довжина зовнішньої нарізі від торця до основної площини.

Познака трубної конічної нарізі:

$R1^{1/2}$ – зовнішня трубна конічна нарізь $1^{1/2}$ дюйма права;

$R_c1^{1/2}$ – внутрішня трубна конічна нарізь $1^{1/2}$ дюйма права;

$R1^{1/2} LH$ – зовнішня нарізь ліва;

$R_c1^{1/2} LH$ – внутрішня нарізь ліва;

$R_p1^{1/2}$ – внутрішня трубна циліндрична нарізь $1^{1/2}$ дюйма для нарізевих з'єднань $R_p / R1^{1/2}$.

Форма і розміри проточок і фасок трубної нарізі відповідають ГОСТ10549-80* (рис.17).

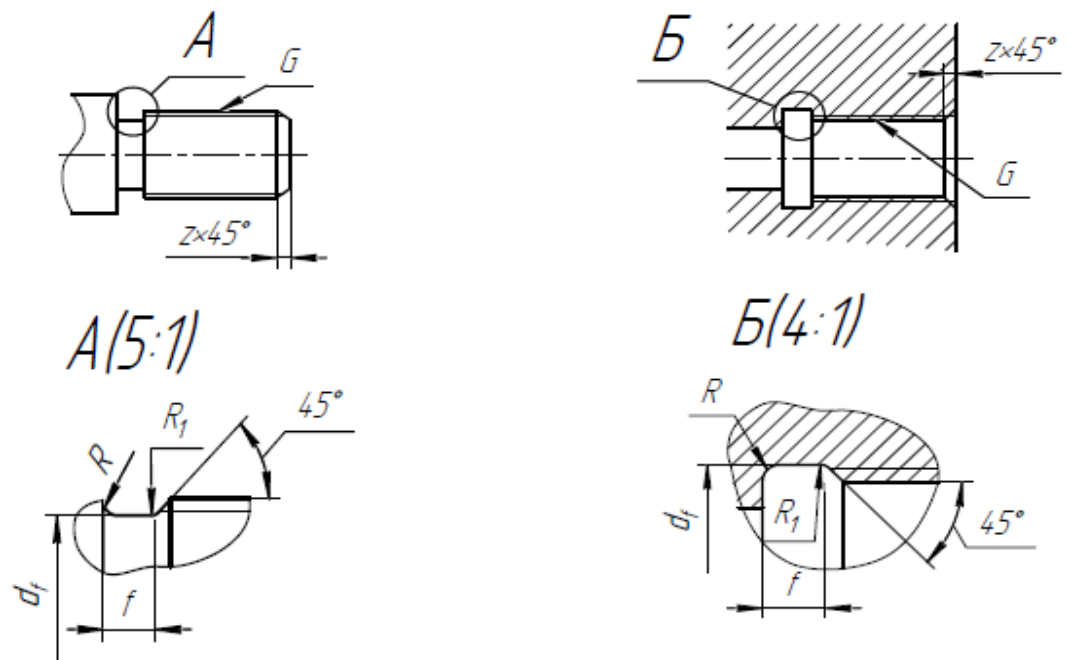


Рис. 17 Приклади зображення трубної циліндричної нарізі та її проточки

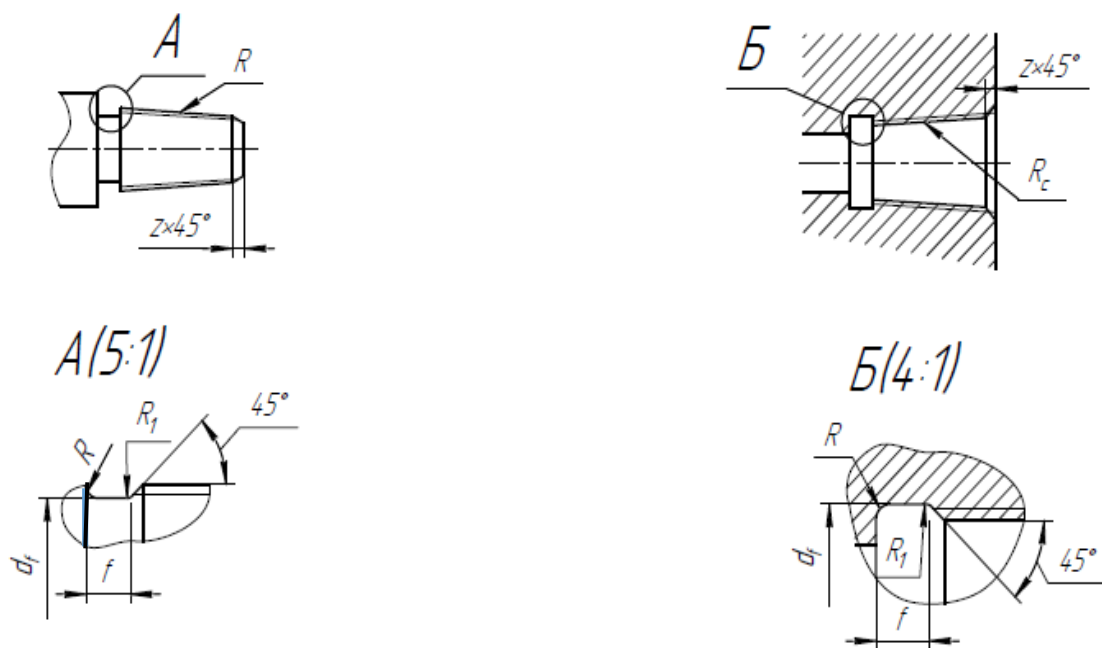


Рис. 18 Приклади зображення трубної конічної нарізі і її проточки

Нарізь трапецеїдальна. Основні розміри (рис.19)

Профіль трапецеїдальної нарізі – рівнобічна трапеція з кутом між бічними сторонами 30° .

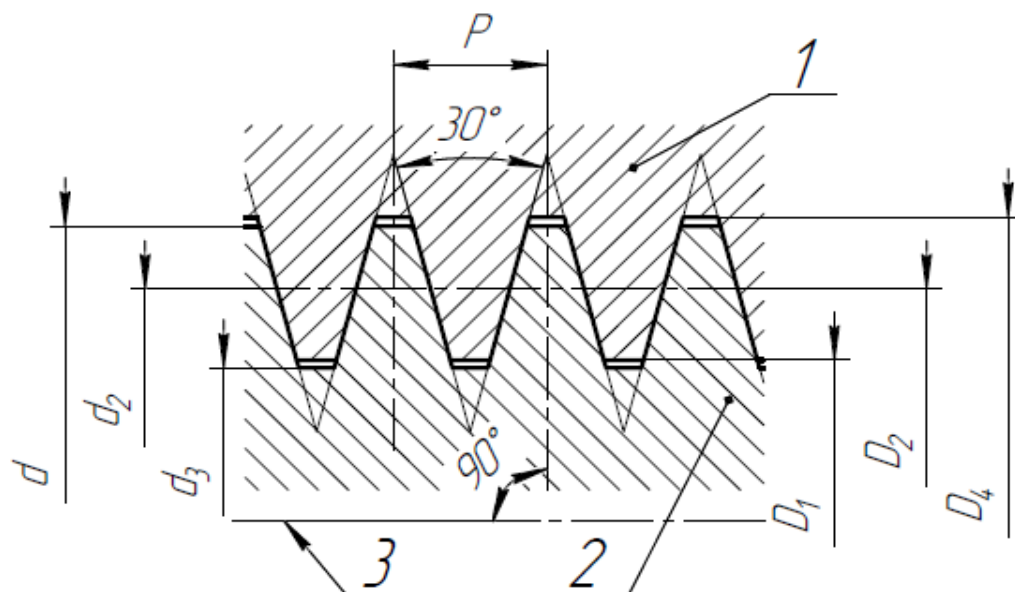


Рис. 19

1 – внутрішня нарізь;

2 – зовнішня нарізь;

3 – вісь нарізі;

d, D_4 – зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_3, D_1 – внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_2, D_2 – середній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

p – крок нарізі.

Познака трапецеїдальної нарізі:

$Tr24 \times 3$ – нарізь діаметром 24мм і кроком 3 одноходова права;

$Tr24 \times 3 LH$ – нарізь ліва;

$Tr24 \times 6(P3)$ – нарізь двоходова права;

$Tr24 \times 6(P3) LH$ – нарізь двоходова ліва.

Нарізь упорна. Основні розміри

Профіль упорної нарізі – нерівнобічна трапеція, одна із сторін якої (робоча поверхня) нахилена до вертикалі під кутом 3° , а інша - під кутом 30° .

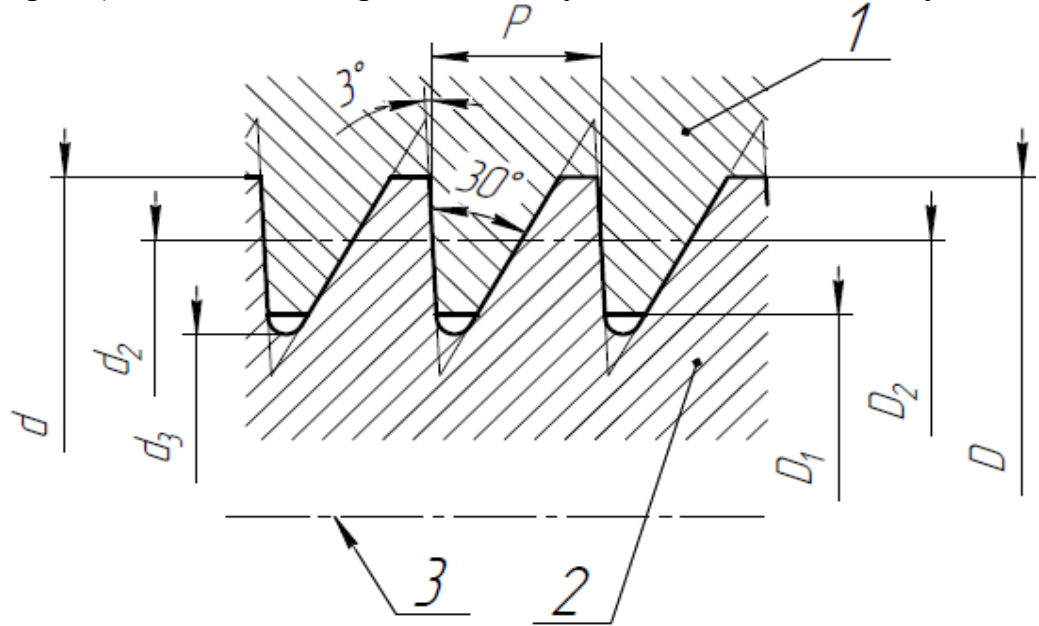


Рис. 20

1 – внутрішня нарізь;

2 – зовнішня нарізь;

3 – вісь нарізі;

d, D – зовнішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_3, D_1 – внутрішній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

d_2, D_2 – середній діаметр зовнішньої, внутрішньої нарізі;

p – крок нарізі.

Познака упорної нарізі:

$S80 \times 10$ – нарізь діаметром 80мм і кроком 10 одноходова права;

$S80 \times 10 LH$ – нарізь ліва;

$S80 \times 20(P10)$ – нарізь двоходова права;

$S80 \times 20(P10) LH$ – нарізь двоходова ліва.

Форма і розміри проточок і фасок для трапецеїдальної та упорної нарізі відповідають ГОСТ 10549 – 80*.

Для багатоходової нарізі ширина проточки дорівнює ширині проточки одноходової нарізі, крок якої дорівнює ходу $t = np$ багатоходової нарізі.

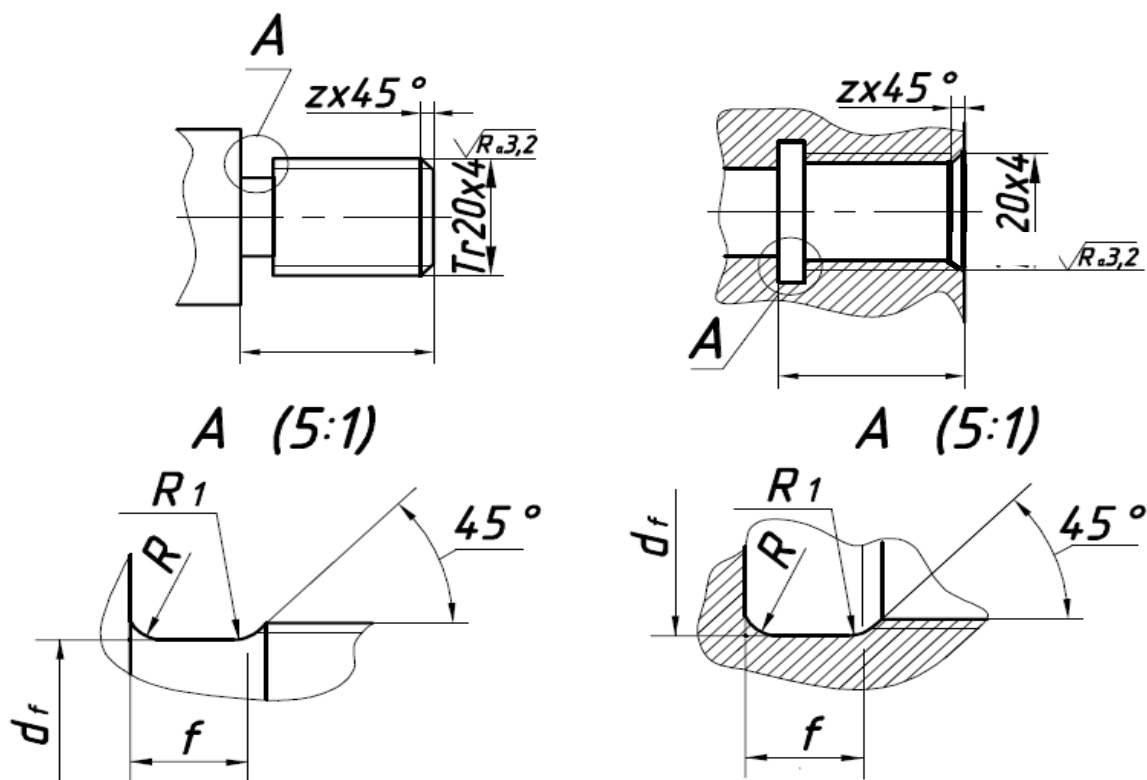


Рис. 21 Приклади зображення трапецеїдальної нарізі і її проточки

Аналогічні зображення проточок упорної нарізі.

Окрім стандартних іноді використовують спеціальні нарізі. До них відносять:

- а) - нарізі, що мають стандартний профіль, але відрізняються від стандартизованої нарізі діаметром або кроком (позначають скорочено C_n і умовною позначкою нарізі);
- б) - нарізі з нестандартним профілем (наприклад, прямокутним, квадратним), розміри профіля вказують на місцевому розрізі зображення або на зображенні профіля на виносному елементі.

Спеціальну нарізь зі стандартним профілем позначають скорочено так: $C_n M24 \times 1.5 - 6g$; $C_n Tr40 \times 6 - 8e$.

Запитання до теми

1. Як поділяють вироби?
2. Що таке деталь?
3. Що називають робочим креслеником деталі?
4. Що називають робочим ескізом деталі?
5. Що таке нарізь? Як класифікують нарізі?
6. Як на креслениках зображують і позначають нарізі?
7. Що таке трубна нарізь, як її позначають на кресленику?
8. Що таке збіг нарізі?
9. Що таке нарізева проточка, її застосування?

Тема 5: ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ДЕТАЛЕЙ

Робочий кресленик виконують на основі кресленика загального виду або за ескізом, знятим з натури [6].

Загальні вимоги

Робочий кресленик кожної деталі виконують на окремому аркуші стандартного формату з рамкою, основним написом відповідно до стандарту.

За стандартом вибирають масштаб зображень.

Робочі кресленики, як правило, розробляють на усі деталі, що входять до складу виробу (крім деталей з прокату або фасонного матеріалу, одержаних відрізанням, конструкція яких зрозуміла із складального кресленика).

Кресленики мають містити усі дані, що визначають форму, розміри, шорсткість поверхонь, матеріал, термообробку та інші відомості, необхідні для виготовлення, контролю та випробування виробу. Ці дані наведені на кресленику у вигляді зображень, спеціальних умовних позначок та текстових написів на кресленику. Кожну з цих складових виконують за певними правилами.

Зображення деталей

Зображення деталей виконують відповідно до ГОСТ 2.305 - 2008.

Кількість зображень на робочому кресленику має бути мінімальною, але достатньою для уявлення форми деталі та її елементів з урахуванням умовностей та спрощень, відповідних знаків і написів. Для складних деталей доцільно виконувати додаткові та місцеві види, місцеві розрізи, перерізи, щоб уникнути виконання повних видів і розрізів.

Масштаб зображень вибирають відповідно стандарту за умови оптимального використання поля кресленика, а також можливостей зображення та нанесення розмірів, відхилень тощо для всіх елементів деталі.

Зображення деталі на фронтальній площині проєкцій (головний вид) має давати якомога повне уявлення про форму та елементи деталі. Оптимальний вибір головного виду дає змогу досягти мінімальної кількості решти зображень. На вибір головного виду впливають різноманітні конструктивні та технологічні чинники [5].

Зображення деталі на кресленику має бути зручним для читання її під час виготовлення. Для деталей токарної групи, обмежених переважно поверхнями обертання, вісь деталі займає, як правило, горизонтальне положення (різець переміщується справа наліво) (рис.1), паралельно основному напису. При цьому деталь на зображенні обертають вправо тим боком, з якого виконуються більшість токарних операцій

(рис.1,рис.2,рис.3).Зображення деталі , яка має глухий отвір або порожнину, містить місцевий розріз для уявлення форми останніх (рис.3).

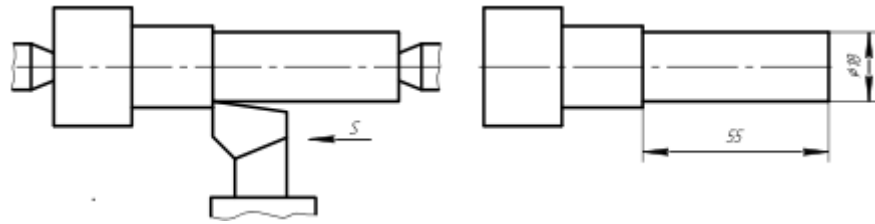


Рис. 1

Якщо деталь окрім зовнішніх поверхонь обертання обмежена співвісними внутрішніми поверхнями обертання, то на зображенні кресленика суміщають частину виду та частину фронтального розрізу. При цьому розміри для зовнішніх та внутрішніх форм розташовують по різні боки від осі симетрії (рис.2, рис.3).

Зображення деталі, яку отримують вирубкою з листового матеріалу, має тільки один вид з віссю, яка розташована горизонтально або вертикально, із зазначенням товщини матеріалу (рис.4).

Зображення ливарної деталі (головний вид) відповідає її розташуванню в механізмі або положенню її при розмітці на розмічувальній плиті, або на металорізальному верстаті в разі виконання найбільш трудомісткої технологічної операції. Наприклад, для деталей, що обмежені поверхнями обертання (фланці, маховики та інші) головний вид слід розташовувати таким чином, щоб вісь була горизонтальною, як при обробці на токарному верстаті. Головний вид деталей типу кронштейнів, опор тощо на кресленнику орієнтують так, щоб їх опорні базові поверхні були розташованими горизонтально (рис.5).

Для деталей, виготовлених гнуттям з листового матеріалу, буває доцільним показати на кресленнику розгортку (повну або частку) (рис.11).

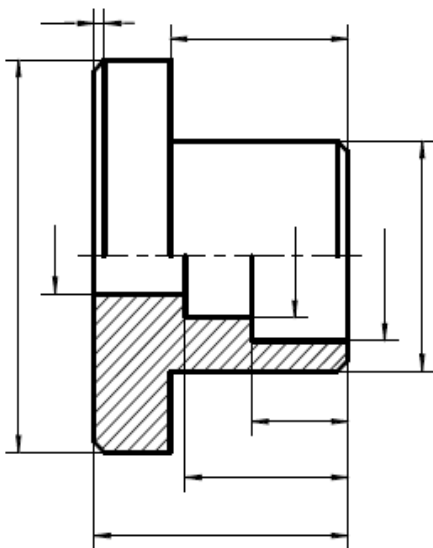


Рис. 2

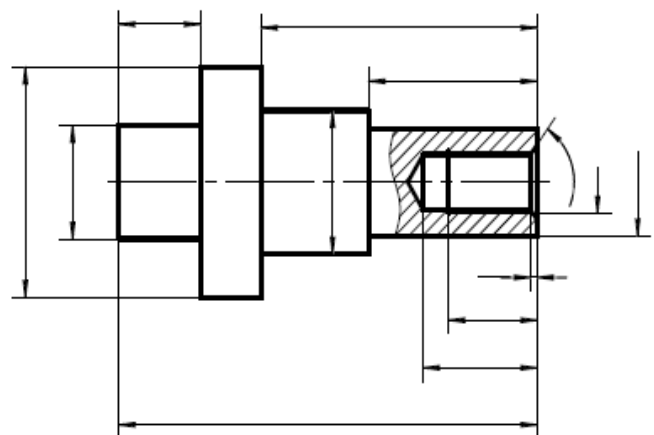


Рис.3

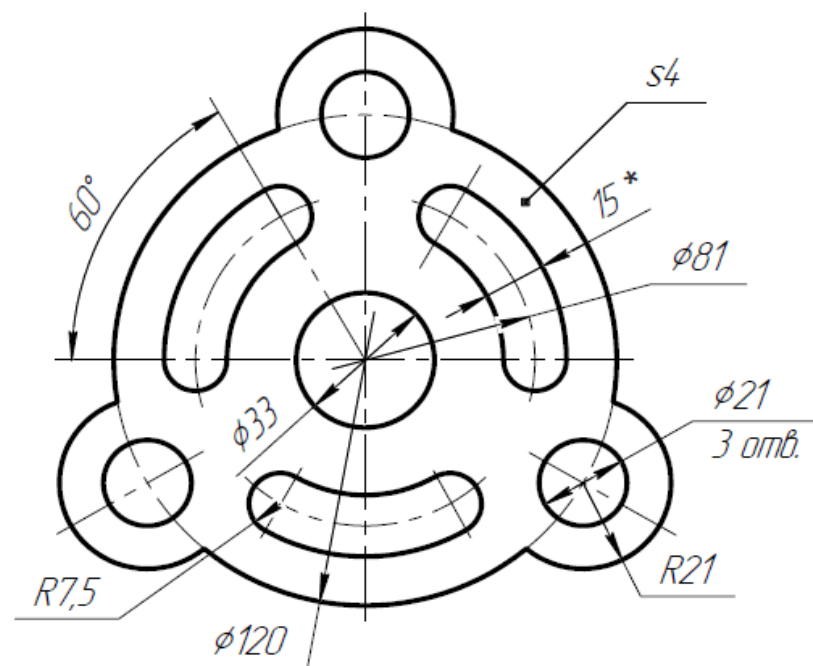


Рис. 4

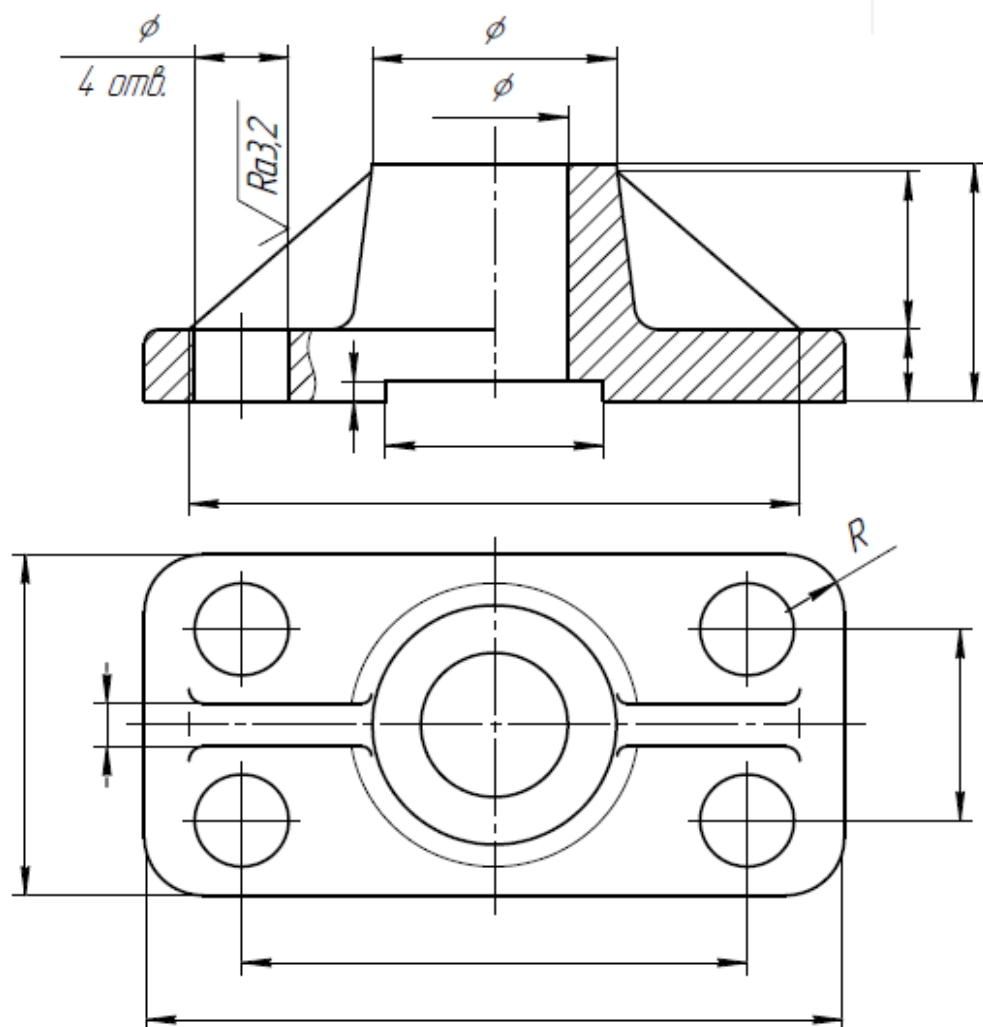


Рис. 5

Нанесення розмірів

Розміри на робочих креслениках та ескізах деталей наносять з урахуванням конструктивних особливостей роботи деталі в з'єднанні з іншими деталями, технології її виготовлення, а також необхідності контролю розмірів. Система нанесення розмірів (ДСТУ ГОСТ 2.307:2013) має забезпечувати необхідну точність виготовлення деталі, а також зручність її контролювання. Виходячи з цього, вибирають бази, від яких обмірюють деталь під час її виготовлення, контролю та складання. *Базами* називаються поверхні, площини, осі, точки, відносно яких відлічують розміри, встановлюється, орієнтується деталь у механізмі (ДСТУ 3321 – 2003). Розрізняють конструкторські, технологічні та вимірювальні бази, які можуть бути основними та допоміжними [6].

Конструкторськими базами називають сукупності точок, ліній, поверхонь, відносно яких встановлюється та орієнтується деталь у механізмі.

Технологічна база – це поверхня, відносно якої орієнтується деталь під час її виготовлення.

Вимірювальними базами називають сукупності точок, ліній, поверхонь, від яких відлічують розміри.

Одна й та сама деталь може мати кілька конструкторських, технологічних та інших баз. Виконуючи робочий ескіз деталі з натури, розміри наносять, користуючись технологічними базами, які поділяють крім основних, допоміжних ще на чорнові, які не підлягають обробці (основні -обробляються першими; допоміжні – необхідні в процесі вимірювання).

Основні вимоги при нанесенні розмірів

1. Кількість розмірів на кресленику має бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю деталі.

2. Усі розміри на кресленику мають відповідати ДСТУ ГОСТ 2.307:2013.

3. Кожний розмір наносять лише один раз і в тому місці, де він найповніше підкреслює форму деталі чи її елемента.

4. Якщо деталь має кілька однакових за формою та розмірами елементів, то розмір наносять один раз (рис.4, рис.5).

5. Розмір кола слід ставити у вигляді діаметра, а не радіуса відповідно до його оброблення та вимірювання.

6. Діаметри отворів наносять на розрізах отворів, а розташування осей отворів – на видах, одержаних проєкціюванням на площину, перпендикулярну до осей отворів (рис.5).

7. Розміри внутрішніх елементів деталі розміщують з боку розрізу, а розміри зовнішніх поверхонь – з боку виду (рис.2).

7. При виконанні робочих креслеників деталей, які виготовляються відливкою, штампуванням, ковкою, прокаткою з наступною механічною обробкою частини поверхні деталі, в кожному координатному напрямку показують не більше одного розміру, який зв'язує поверхні, що механічно

оброблюються з поверхнями, що не підлягають механічній обробці. Нанесення інших розмірів проводять так, щоб розміри обробленої поверхні були зв'язані розмірами з обробленими поверхнями, а необроблені поверхні зв'язані розмірами з необробленими поверхнями (див. рис.5).

8. Наносити розміри відносно невидимого контуру деталі, що зображується штриховою лінією, не рекомендується.

9. Габаритні розміри завжди наносять на кресленику. Необхідність нанесення цих розмірів спричинена розробкою технологічних процесів.

10. Якщо окремі елементи деталі необхідно обробити спільно з другою деталлю виробу, то розміри елементів, що їх обробляють спільно, беруть у квадратні дужки, а в технічних вимогах записують: «Обробку за розмірами в квадратних дужках виконувати спільно з деталлю...».

11. Довідкові розміри, які не виконуються за даним робочим креслеником, а призначені лише для більшої зручності в користуванні креслеником, позначають знаком «*». Якщо такі розміри є, то у технічних вимогах записують «* Розміри для довідок».

Є три способи нанесення розмірів на креслениках:

- *ланцюговий* – послідовне розміщення розмірів ланцюгом (при цьому ставлять габаритний розмір, а остаточний розмір ланцюга опускають);
- *координатний* – нанесення розмірів від бази так, що кожен розмір є координатою елемента відносно бази (див.рис.2 та рис.3) (цей спосіб переважає на практиці);
- *комбінований* – об'єднує ланцюговий і координатний способи.

Позначення матеріалів

Кресленик деталі має містити відомості про матеріал, з якого її виготовляють. Цю інформацію наводять у вигляді умовної текстової позначки, яку записують у відповідній графі основного напису. Марку матеріалу записують так, як її визначено стандартом на матеріал. Якщо стандарту на матеріал немає, позначку надають записом в технічних вимогах кресленика.

Умовна позначка складається з назви матеріалу, його марки та номера стандарту на матеріал, наприклад: *Сталь 45 ДСТУ 7809:2015; Ст 3 ДСТУ 2651:2005 / ГОСТ 380 - 2005; АЛ7 ДСТУ 2839 – 94* (допускається не писати назву матеріалу, якщо марка матеріалу містить його скорочену назву).

Позначення шорсткості поверхонь

Шорсткість поверхні – це сукупність мікронерівностей поверхні з відносно малими кроками, яку визначають на базовій довжині. Стандартом передбачено шість параметрів для оцінки шорсткості: R_a , R_z , R_{max} , S_m , S , t_p . На креслениках переважно використовують параметр R_a – середнє арифметичне відхилення профілю в межах базової довжини. Рекомендовані значення параметра R_a за стандартом: 100; 50; 25; 12.5; 6.3; 3.2; 1.6; 0.8; 0.4...мкм.

В позначенні шорсткості поверхні застосовують один із знаків, показаних на рис.6, згідно стандарту.

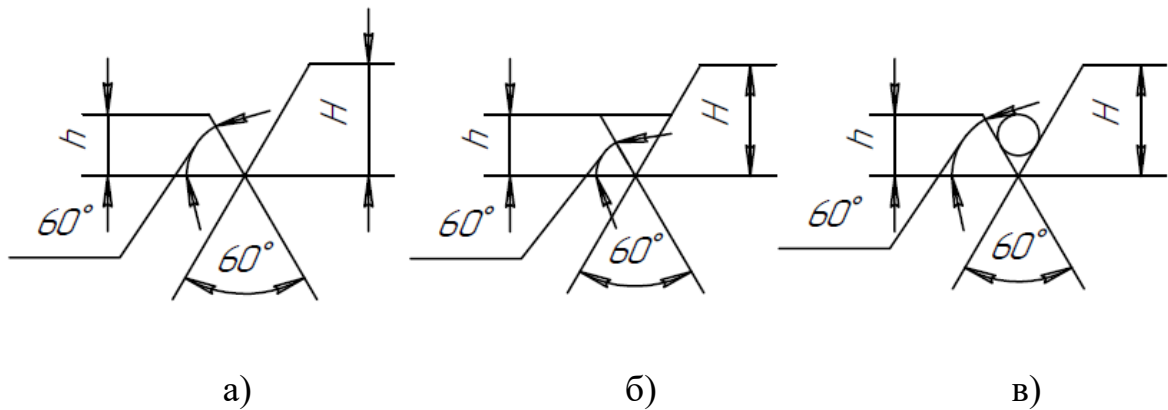


Рис. 6

h – дорівнює висоті розмірних чисел на кресленику;
 H – дорівнює $(1.5 \dots 5) h$.

У позначці шорсткості поверхні, конструктором не встановленої, застосовують знак, показаний на рис.6а. У позначці шорсткості поверхні, яка має бути утворена тільки видаленням шару матеріалу, застосовують знак, показаний на рис.6б, а для поверхні, яка має бути утворена без видалення шару матеріалу, - знак, показаний на рис.6в.

Позначку шорсткості поверхні на кресленику розташовують на лініях контуру зображення, виносних лініях (якомога ближче до розмірної лінії) або на полицях ліній-виносок. Допускається, якщо недостатньо місця, розташовувати позначку шорсткості на розмірних лініях або їх продовженнях, а також розривати виносну лінію (рис.7)[5].

Якщо усім поверхням деталі зазначена однакова шорсткість, то позначку шорсткості розташовують у правому верхньому куту кресленика (рис.8) і не наносять на її зображеннях. Розміри та товщина ліній знаку, винесеного у правий верхній кут кресленика, приблизно у 1.5 рази більше, ніж у знаків, нанесених на зображеннях кресленика.

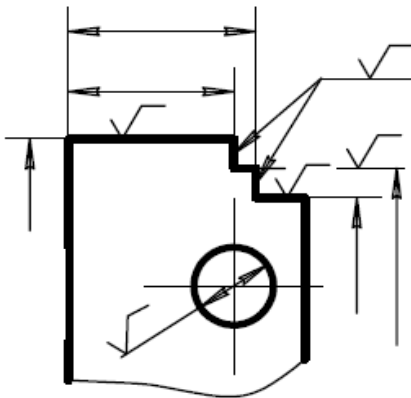


Рис. 7

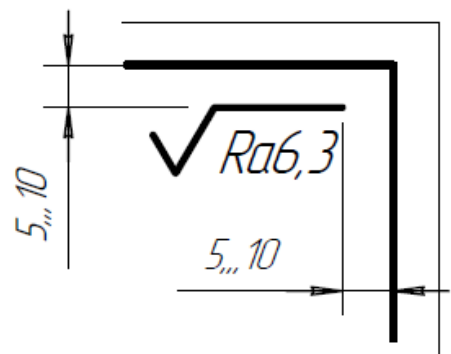


Рис. 8

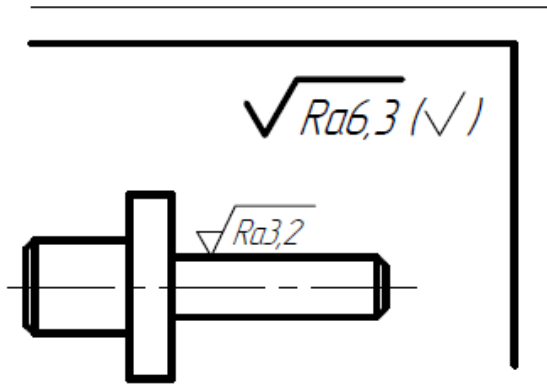


Рис. 9

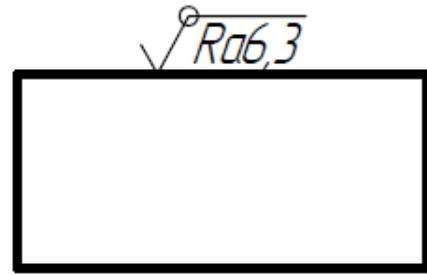


Рис. 10

Познака шорсткості, що однакова для частини поверхонь деталі, може бути розташована у правому верхньому куту кресленика разом з умовним позначенням (рис.9). Це означає, що поверхні, на яких немає позначення шорсткості, мають шорсткість, що вказана перед умовним позначенням. Розміри знаку у дужках повинні бути однаковими із розмірами знаків, що нанесенні на зображеннях деталі. Позначення однакової шорсткості поверхонь контуру деталі наносять один раз, як показано на рис.10. Діаметр кола допоміжного знаку 4...5мм.

Є рекомендації застосування числових значень шорсткості окремих поверхонь деталі залежно від їх функціонального призначення та виду їх обробки (табл.1)[5].

Значення параметрів шорсткості поверхонь в залежності від технології виготовлення

Таблиця 1

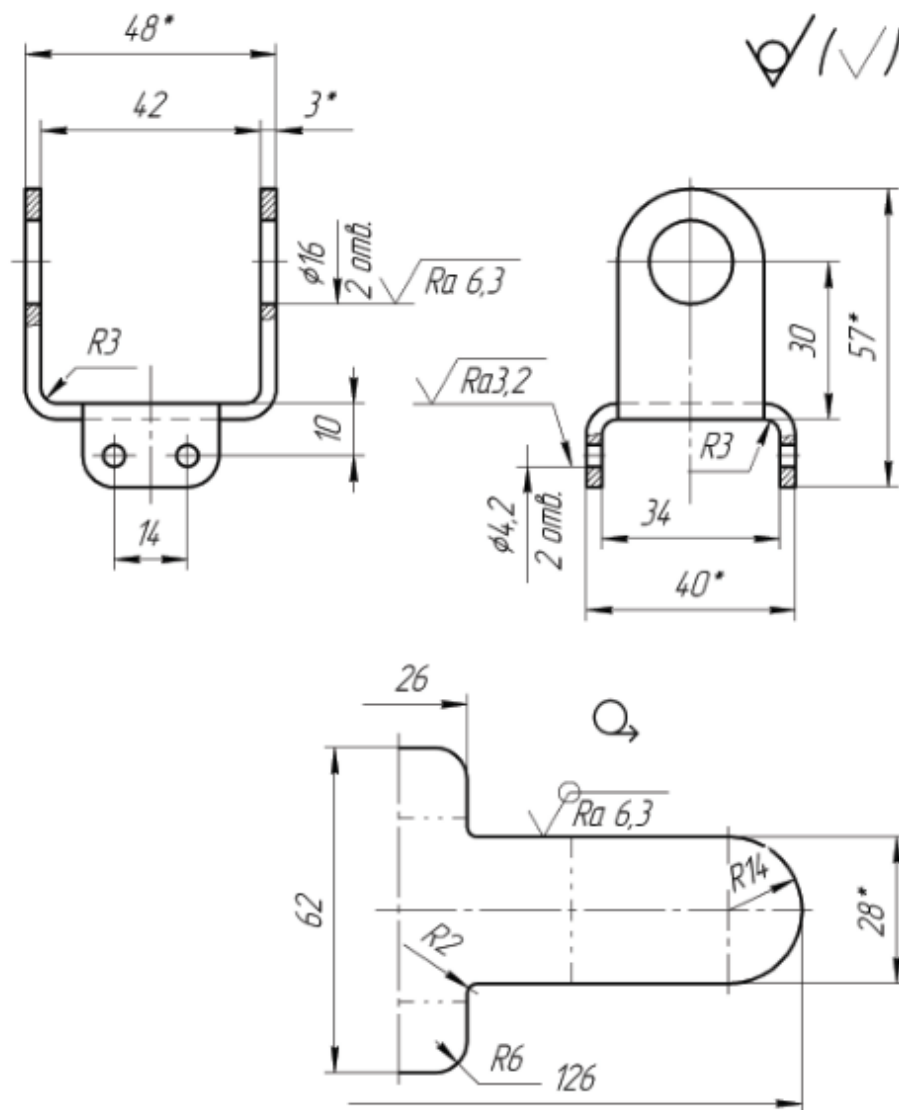
Точіння	Сверд-ління	Нарізання нарізі	Розточка	Фрезерування	Шліфування	Протягування	Розгортування
Ra6,3...Ra0,4	Ra12,5...Ra1,6	Ra6,3, Ra3,2	Ra6,3...Ra0,4	Ra1,6...Ra0,4	Ra1,6...Ra0,1	Ra1,6...Ra0,2	Ra0,8...Ra0,2

Рекомендації до позначення шорсткості

Таблиця 2

Поверхні	Шорсткість
Нарізові поверхні	Ra6,3, Ra3,2
Поверхні під підшипники та запресування	Ra1,6, Ra0,8
Опорні поверхні корпусів	Ra3,2, Ra1,6
Отвори під прохід кріпильних деталей, проточки	Ra6,3, Ra12,5
Базові поверхні призм, напрямні та ін.	Ra0,8, Ra0,4
Ділянки поверхонь циліндрів під манжети, ущільнювальні кільця	Ra1,6, Ra0,8
Ділянки поверхонь під ущільнювання	Ra3,2
Опорні поверхні під головки кріпильних виробів	Ra6,3
Вільні поверхні	Ra6,3, Ra12,5

На рис.11 наведено приклад кресленика деталі, отриманої гнуттям. Характерною особливістю виконання кресленика такої деталі є зображення її розгортки. На розгортці зазначено лише ті розміри, які неможливо показати на зображеннях готової деталі.



* Розміри для довідок

Рис. 11

Запитання до теми

1. Які дані має містити кресленик деталі?
2. Які вимоги до зображень деталі на робочому кресленнику?
4. Які основні вимоги до нанесення розмірів на кресленнику деталі?
5. Що таке технологічні, конструкторські та вимірювальні бази деталі?
- 6.
8. У чому полягає особливість нанесення розмірів на креслениках деталей, які обробляють спільно?
10. У чому полягає загальне правило позначення матеріалів на креслениках?
11. Що таке шорсткість поверхні?
12. Як на кресленнику позначають шорсткість поверхонь?

Тема 6: РОБОЧИЙ КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ З НАРІЗЮ. ОСОБЛИВОСТІ, ПОСЛІДОВНІСТЬ ТА ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЕСКІЗІВ ДЕТАЛЕЙ

З метою підвищення ефективності вивчення теми «Типові елементи деталей. Нарізь», для студентів всіх форм навчання розроблено завдання з моделювання деталі типу «Гайка накидна».

***Завдання:** виконати робочий кресленик деталі «Гайка накидна» згідно варіанту (табл. 1 на рис.1). Матеріал: сталь вуглецева звичайної якості (Ст3 ДСТУ2651:2005/ГОСТ 380 – 2005).*

Завдання для виконання кресленика представлено на рис.1. Воно включає:

1. Аксонометричні зображення двох типів гайки з нанесеними на них параметрами розмірів, а також значення цих параметрів за варіантами (табл.1).
2. Довідкові таблиці, в яких розміщено основні параметри конструктивних і технологічних елементів, необхідних для побудови кресленика.

Послідовність виконання кресленика:

1. Ознайомитись з формою деталі за варіантом (рис.1 або рис.2) на рис.1, визначити її конструктивні та технологічні елементи: отвори з нарізю та без неї, фаски, проточка, призматична поверхня.
2. Вибрати головний вид деталі за умови обробки її на токарному верстаті, тобто вісь головного виду розташована горизонтально. Головний вид найбільш інформативний, тому деталь на ньому розташовують максимальною кількістю граней призматичної поверхні та більшістю токарних операцій праворуч.
3. Визначити кількість зображень: види, розрізи, перерізи, виносні елементи. На прикладі (рис.3) показано головний вид, на якому виконано фронтальний розріз (деталь симетрична відносно осі, тому показано половина розрізу) та вид зліва, на якому показано форму грані поверхні і нанесення «розміру під ключ» S (див. табл.2 на рис.1) . Визначити зображення виносного елемента проточки для внутрішньої метричної нарізі (див. табл.4 на рис.1).
4. На форматі А3 в масштабі 2:1 виконати необхідні зображення. Визначити розміри діаметрів нарізі за ГОСТ 24705 – 2004 (див. табл.3 на рис.1).
5. На зовнішній шестигранній призматичній поверхні виконується конічна фаска з кутом 30° (рис.3). Лінії зрізу фаски гранями призми – гіперболи. Гіперболи ліній зрізу на технічних креслениках замінюються дугами кіл. Побудову дуг кіл показано на рис.2 [4].
6. Нанести розміри деталі. Розміри параметрів проточки вибрати з табл.4 на рис.1, а розмір «під ключ» S – з табл.2 на рис.1

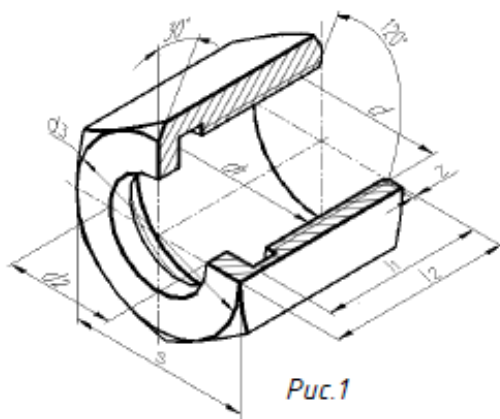


Рис.1

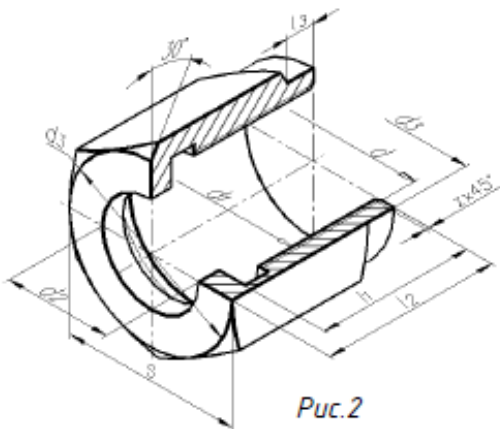
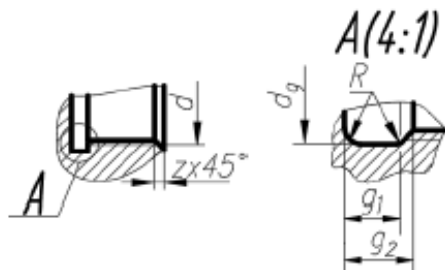


Рис.2

Проточка для внутрішньої метричної
нарізі ДСТУ ГОСТ 27148:2008



Таблиця 4 Розміри проточки (мм)

Крок нарізі, p	g, не менше		g, не більше		dg	R	z
	норм.	вуз.	норм.	вуз.			
1	4,0	2,5	5,2	3,7	d+0,5	0,6	1
1,5	6,0	3,8	7,8	5,6		0,8	1,6
2	8,0	5,0	10,3	7,3		1,0	2
3	12,0	7,5	15,2	10,7		1,6	2,5

Таблиця 1 Завдання (мм)

Номер вар.	№ рис.	s	D*	d	d ₂	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃
1	11	50	57,7	M45x2	30	50	44	50	8
2	12	30	34,6	M24**	15	28	27	30	5
3	13	36	41,6	M30x1,5	20	36	30	35	—
4	14	46	53,1	M42x2	30	44	46	50	—
5	15	41	47,3	M33x2	27	38	42	46	6
6	16	46	53,1	M39x2	25	46	40	45	8
7	17	50	57,7	M45x1,5	35	50	40	45	—
8	18	41	47,3	M36x1,5	25	40	36	40	—
9	19	32	37	M27**	16	32	32	35	5
10	20	36	41,6	M30x2	20	34	36	40	6

**Крок нарізі 3

Розміри S "під ключ" та
діаметри D* кіл, описаних
навколо шестикутників
ДСТУ ГОСТ 2839:2008

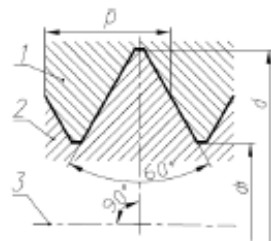
Таблиця 2

S	30	32	36	41	46	50
D* не менше	33	35	39,6	45,2	50,9	56,1

$D^* = S / 0,866$

Нарізь метрична ГОСТ 24705-2004

Основні розміри



1 — внутрішня нарізь;
2 — зовнішня нарізь;
3 — вісь нарізі;
d — номінальний
зовнішній діаметр
внутрішньої нарізі;
d₁ — номінальний
внутрішній діаметр
внутрішньої нарізі.

Таблиця 3 Розміри діаметрів нарізі (мм)

d	d ₁				
	Крок нарізі, p				
	3,5	3	2	1,5	1
M24		20,752	21,835	22,376	22,917
M27		23,752	24,835	25,917	25,917
M30	26,211	26,752	27,835	28,376	28,917
M33	29,211	29,752	30,835	31,376	31,917
M36		32,752	33,835	34,376	34,917
M39		35,752	36,835	37,376	37,917
M42		38,752	39,835	40,376	40,917
M45		41,752	42,835	43,376	43,917

Рис.1

7. Нанести шорсткість поверхонь деталі (див.рис.3).

8. Записати технічні вимоги та заповнити основний напис (див.рис.3).

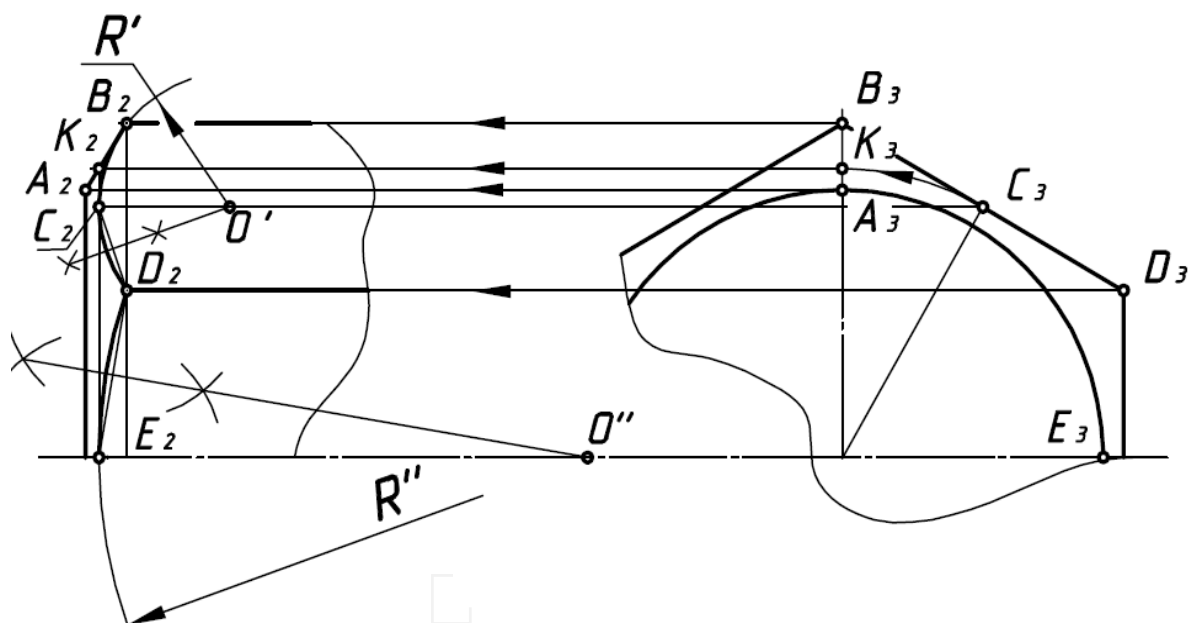


Рис. 2

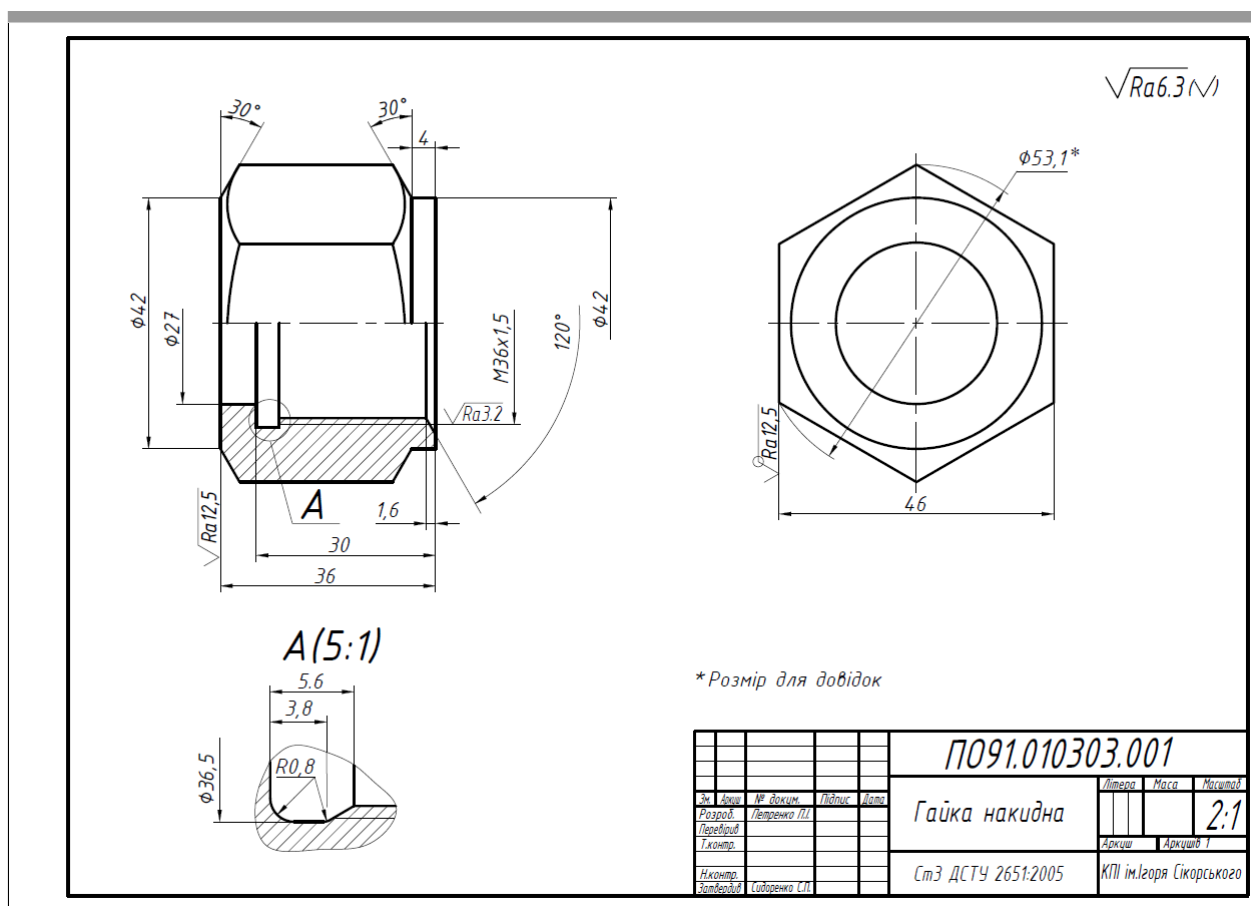


Рис. 3

Виконання завдання дозволяє вивчити алгоритм розробки креслеників деталей токарної групи, розробки ескізів деталей «з натури». Ескізи деталей широко застосовують в умовах одиничного або тимчасового виробництва. Вони відрізняються від робочих креслеників лише тим, що їх виконують від

руки, без застосування креслярських інструментів, з дотриманням лише пропорційності розмірів деталі, а не їх величини. Решта вимог щодо ескізів повністю збігається з аналогічними вимогами щодо робочих креслеників, тому аналогічна і послідовність виконання ескізу деталі з наріззю.

Крім гайкового ключа, для зручності встановлення деталі з наріззю виконують рифлення поверхні, яке може бути прямим і сітчастим (рис.4). Рифлення дозволяє згвинчувати деталі рукою, без застосування викрутки або гайкового ключа. Призматичні елементи та лиски виконують на деталях, що потребують великих зусиль під час затягування з'єднання.

Крок рифлення – відстань між сусідніми гребінцями рифлення залежить від діаметру, ширини поверхні та матеріалу заготовки. Зображення та позначення рифлення показано на рис.4 [4].

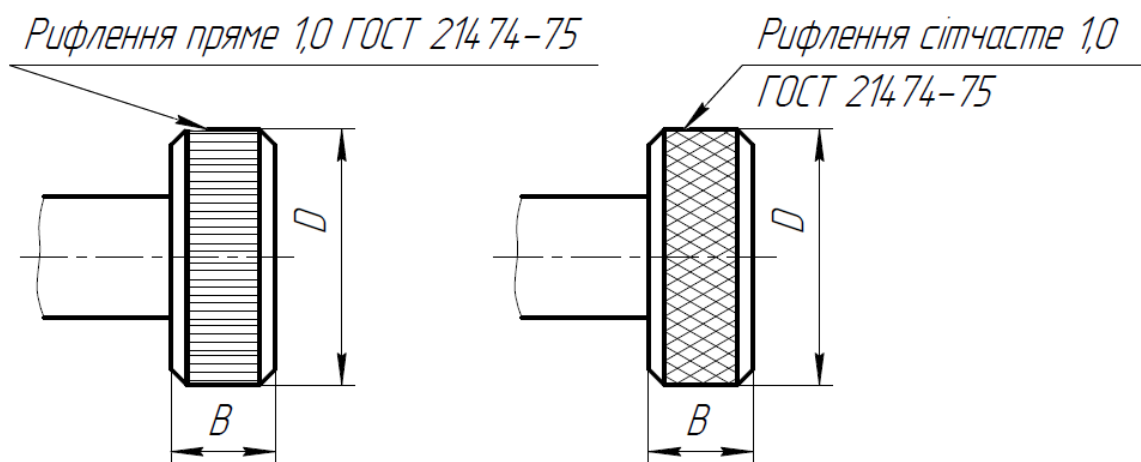


Рис. 4

Запитання до теми

1. Чим відрізняється ескіз деталі від її робочого кресленика?
2. Які особливості вибору головного виду деталі з наріззю на кресленику?
3. Як зображують фаски на призматичній поверхні?
4. Що таке розмір «під ключ»?
5. Що таке рифлення?
6. Як визначаються розміри фасок ?

Основні зауваження до виконання робочих креслеників деталей з нарізю:

- звернути увагу на зображення нарізі, тобто тонка лінія нарізі перетинає фаску та її діаметр відповідає стандартному розміру за ГОСТ 24705-2004 відповідно заданим номінальному діаметру та кроку ;
- нанесення розміру нарізі на кресленику (для зовнішньої – між контурними лініями; для внутрішньої - між тонкими лініями нарізі);
- на зображенні форми проточки на виносному елементі є лінії і тонкі, і товсті й розташування їх та нанесення розмірів за ДСТУ ГОСТ 27148:2008 (особливо звернути увагу на положення розмірів радіусів);
- висота літер і цифр масштабу позначки виносного елемента однакові з аналогічними позначками на основних зображеннях кресленника (7мм або 10мм);
- знаки шорсткості на зображеннях однакові і відповідають стандарту ГОСТ 2789-73;
- звернути увагу на розташування, розміри і товщину ліній позначки однакової шорсткості більшості поверхонь деталі (на відстані 5...10мм від ліній рамки кресленника в правому верхньому куті; основний знак в 1.5 рази більше знаку в дужках, який є такий самий що на основних зображеннях деталі);
- зображення фасок на призматичних поверхнях дугами гіпербол, для яких положення вершин зазначається діаметром фаски;
- розмір «під ключ» відповідає стандартному ряду за ДСТУГОСТ 2839:2008;
- розмір « під ключ» стає довідковим (виконується зірочка, конструкція якої відповідає стандарту на шрифти ГОСТ 2.304 – 81), якщо дорівнює розміру діаметра фаски на призматичній поверхні;
- діаметр описаного кола навколо призматичної поверхні – габаритний розмір є довідковим, якщо його можна розрахувати;
- розташування технічних вимог (напис «Розміри для довідок», тощо) на кресленику над основним написом на відстані min 12мм.

Тема 7: РОБОЧИЙ КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ ТИПУ «ВАЛ»

Вал – деталь рухома, передає обертальний рух й крутний момент за допомогою змонтованих на неї деталей (зубчастих коліс, шківів, муфт тощо). Для з'єднання з іншими деталями на валу може бути багато різних конструктивних елементів, а також технологічних елементів для їх виготовлення і обробки валу взагалі. Це деталь, яка має в основі поверхню тіла обертання, і незалежно від складності валу конструктор моделює його як сукупність найпростіших геометричних тіл, частин, елементів деталі за конструкторським або технологічним призначенням.

Завдання: виконати робочий кресленник валу згідно варіанту (табл.1).
Матеріал: сталь якісна конструкційна (Сталь 45 ДСТУ 7809:2015).

Завдання для виконання кресленика представлено на рис.1. Воно включає:

1. Зображення валу, яке відповідає його головному виду на кресленику, та його аксонометричне зображення. На зображенні показані конструктивні, технологічні елементи деталі та основні геометричні параметри.

2. Значення розмірів валу за варіантами наведено в табл.1.

Довідкова інформація до виконання кресленика валу.

1. Центрові отвори.

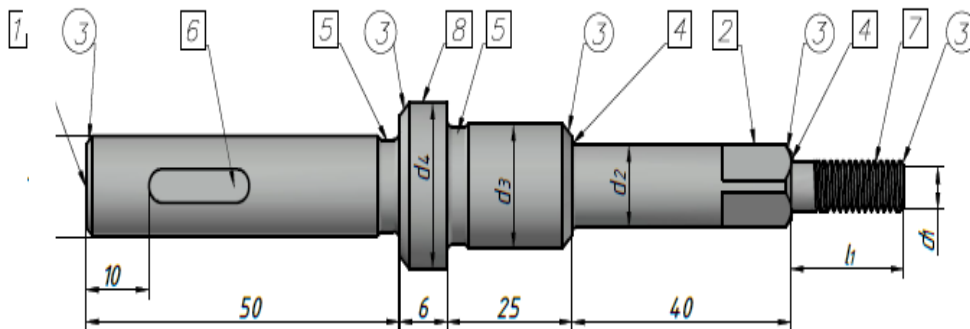
Отвори виконуються в торцях деталі є технологічними елементами і використовуються для центрування деталі при її обробці на токарному верстаті. ДСТУ ГОСТ 14034:2008 передбачає вісім типів форм центрових отворів, які позначаються великими літерами латинського алфавіту: *A, B, C, E, R, F, H, T*. Вибір отвору залежить від діаметра валу й додаткових технологічних вимог. На учбовому кресленику для позначення отвору вибирають форму *A* – це центровий отвір, який не є базою для багаторазового використання.

На кресленику деталі центрові отвори не зображують, обмежуючись лише умовним знаком і позначенням на полиці лінії-виноски (рис.2). Позначення складається з типу, номінального діаметра d центрального отвору, номера стандарту. Якщо центрових отворів два, це також відображується у позначенні.

Діаметр d центрального отвору має відповідати розмірам стандарту ДСТУ ГОСТ 14034:2008, рекомендовані значення d для форми *A, B* наведені в табл.2 і залежать від діаметру заготовки деталі D .

Після виконання центрових отворів обробляють циліндричні поверхні деталі від найбільших за величиною діаметрів до менших зняттям шару матеріалу.

Робочий кресленик деталі типу "Вал". Завдання



Таблиця 1. Завдання. Розміри мм.

Варіант	Варіант	d_1	l_1	d_2	d_3	d_4	d_5
1	16	M6x0,75	16	10	15	20	12
2	17	M8x1	20	14	20	25	14
3	18	M12x1,25	25	18	20	26	18
4	19	M16x1,5	25	22	26	32	24
5	20	M12x0,75	25	18	25	34	22
6	21	M10x1,25	20	16	22	25	16
7	22	M10x1	20	16	25	30	20
8	23	M14x1,5	30	20	25	30	18
9	24	M12x1	25	16	18	22	12
10	25	M8x0,75	20	14	18	22	14
11	26	M16x1	28	20	24	30	22
12	27	M14x1,25	25	20	24	30	20
13	28	M12x1,5	25	18	22	26	20
14	29	M10x0,75	20	16	22	30	16
15	30	M14x1	25	20	26	32	24

1. отвір центровий.
2. виступ валу.
3. тиска.
4. шліфувальний.
5. навіска для виходу шліфувального круга.
6. отвір під призматичну шпонку.
7. верхня нарізка (з недорізом).
8. шліфувальний.

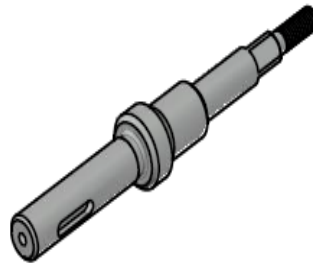


Рис. 1

2 отв. центр. А3,15 ДСТУ ГОСТ 14034:2008

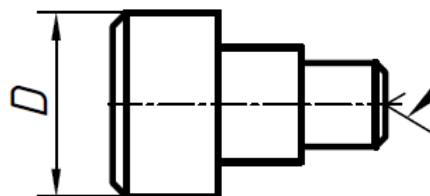


Рис. 2

Розміри, мм

Таблиця 2

D	14	20	30	40
d	2,5	3,15	4	5

2. Фаски та радіуси закруглень ГОСТ 10948 – 64*(рис.3).

Значення розмірів елементів рекомендовано вибирати $r \leq 0.1d$; $c \leq 0.1d$ з ряду : (0.5); 0.6; (0.8); 1; (1.2); 1.6; 2.0; 2.5; (3); 4; (5); 6...мм.

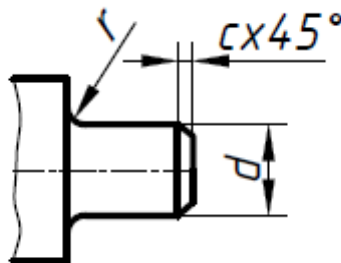


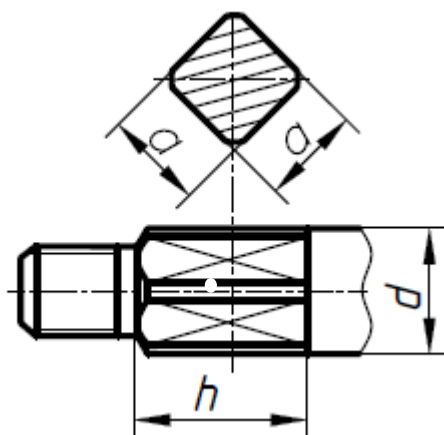
Рис.3

Фаски виконують з метою зручності монтажу та експлуатації валу.

Галтель (радіус r) – плавний перехід по кривій поверхні в місцях зміни діаметру валу. Галтелі підвищують міцність деталі, знижуючи внутрішні напруги на цій ділянці.

3. Хвостовик – це елемент валу, за допомогою якого на ньому установлюють і закріплюють іншу деталь з відповідним отвором. Форма й розміри діаметрів, квадратів, лисок хвостовиків установлені ДСТУ ГОСТ 9523:2008.

На рис.4 показано хвостовик, який має чотири грані. Основні параметри показані на основному зображенні валу та його перерізі. Розміри основних параметрів хвостовика для виконання учбового завдання наведені у табл. 3.



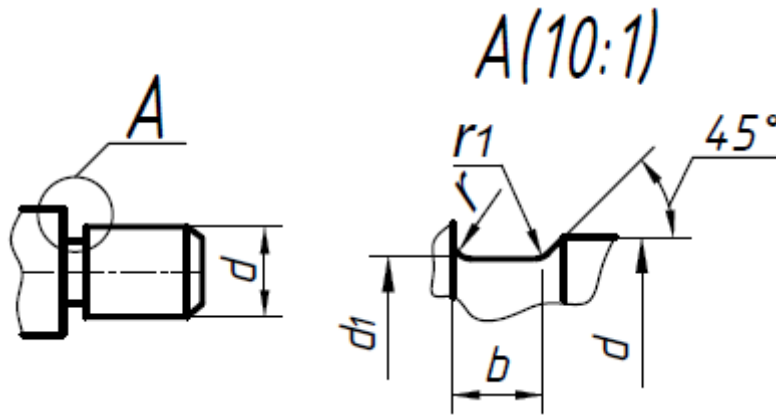
Таблиця 3

d	10	14	16	18	20	25
a	8	11,2	12,5	14	16	20
h	12	14	16	18	20	24

Рис. 4

4. Канавки для виходу шліфувального круга ГОСТ 8820 – 69

Це технологічні елементи деталей, форма й розміри яких встановлені ГОСТ 8820 – 69. На робочих креслениках канавки, як правило, показують спрощено, а дійсне їх зображення з необхідними розмірами – на виносних елементах, які виконуються у масштабі збільшення. На рис.5 показано зображення канавки для виходу шліфувального круга для зовнішнього шліфування по циліндру.



Таблиця 4

b	d	r	r_1	d_1
3	10 E 50	1	0,5	$d-0,5$

Рис. 5

В таблиці 4 наведені розміри канавки для заданих варіантів учбового завдання, в якому необхідно виконати зображення двох таких елементів на кресленику валу.

5. Паз під призматичну шпонку.

Шпонка призначена для передачі крутного моменту та осевого зусилля від валу до колеса або навпаки. Розрізняють призматичні, клинові, та сегментні шпонки. Найбільш широко застосовують призматичну шпонку, яку вставляють в паз валу. Більшість шпонок стандартизовано. Їх розміри одержують із розрахунку на міцність і уточнюють залежно від діаметра валу й повинні відповідати розмірам шпонок (табл.5), які задаються тими самими стандартами (ГОСТ 23360 – 78). Шпонковий паз призначений для деталі «шпонка». Приклад зображення та нанесення розмірів шпонкового паза на валу показано на рис.6.

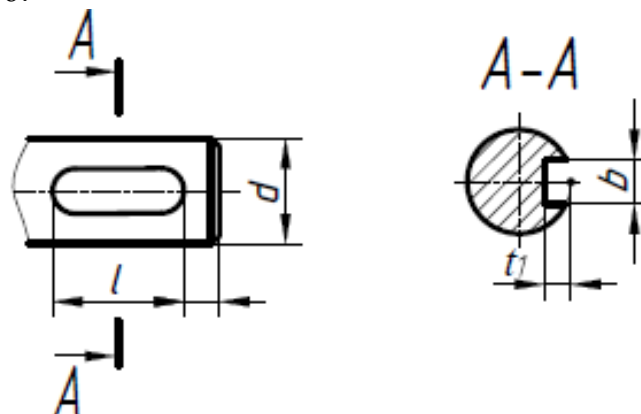


Рис. 6

Розміри, мм

Таблиця 5

d	10 E 12	12 E 17	17 E 22	22 E 30
b	4	5	6	8
t_1	2,5	3,0	3,5	4,0
l^*	8 E 45	10 E 56	14 E 70	18 E 90

* Довжини шпонкових пазів слід вибирати з ряду:
6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45...

6. Зовнішня нарізева поверхня.

Для виготовлення нарізі на поверхні валу спочатку виконують фаску $z \times 45^\circ$ та проточку, якщо проточки немає визначають недоріз a_1 для зовнішньої метричної нарізі за ДСТУ ГОСТ 27148:2006. Зображення нарізових поверхонь з недорізом a , проточкою A показано на рис.7. Розміри параметрів елементів (a_1 , d_g , q_1 , q_2 , r , z) залежать від кроку p та діаметру нарізі d і наведені в табл.6.

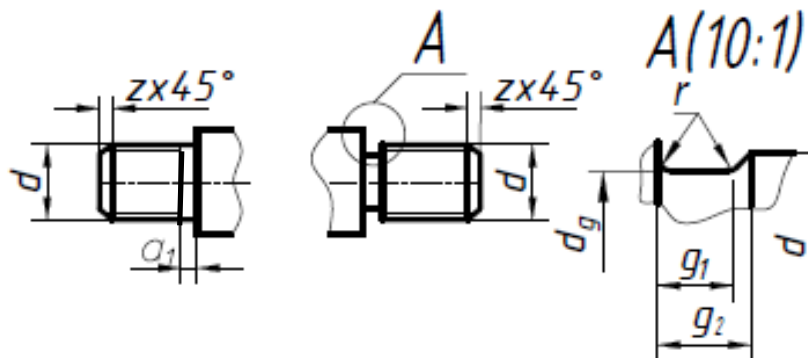


Рис. 7

Розміри, мм

Таблиця 6

p крок нарізі	q_1 норм.	d_g	g_1	g_2	r	z
0,75	2,25	$d-1,2$	1,2	2,25	0,4	1,0
1	3	$d-1,6$	1,6	3,0	0,6	1,0
1,25	3,75	$d-2$	2,0	3,75	0,6	1,6
1,5	4,5	$d-2$	2,5	4,5	0,8	1,6

Послідовність виконання кресленика валу:

1. Ознайомитись з конструкцією деталі на рис.1 та визначити її конструктивні та технологічні елементи за варіантами табл.1: центрові отвори (табл.2), проточки для виходу шліфувального круга (табл.4), нарізь та її елементи (табл.6), паз під призматичну шпонку (табл.5), галтелі, фаски, розміри хвостовика (табл.3).

2. Вибрати головний вид деталі за умови обробки її на токарному верстаті, тобто вісь головного виду розташована горизонтально. Головний вид найбільш інформативний, тому деталь на ньому розташовують максимальною кількістю граней хвостовика, паз розташований паралельно фронтальній площині проєкцій та більшістю токарних операцій праворуч.

3. Визначити необхідні зображення (окрім головного виду): місцеві види, розрізи, перерізи, виносні елементи. На кресленку треба виконати зображення двох канавок для виходу шліфувального круга на виносних елементах B та B у збільшеному масштабі, переріз хвостовика та переріз шпонкового пазу $A-A$.

4. На форматі А3 в масштабі 2:1 виконати необхідні зображення (рис.8).

5. Нанести розміри деталі, позначення перерізів та виносних елементів (рис.8).

6. Визначити та нанести шорсткість поверхонь валу. Шліфовані поверхні мають шорсткість $R_a1.6$; $R_a0.8$. Інші поверхні мають шорсткість $R_a6.3$; $R_a3.2$.

7. Записати технічні вимоги та заповнити основний напис (рис.8).

Послідовність виконання *ескізу* деталі типу «Вал» аналогічна. Кресленик виконується від руки, без застосування креслярських інструментів, з дотриманням лише пропорційності розмірів деталі, а не їх величини. Ескізи деталей у навчальних цілях виконують з натури. Послідовність такого виконання становить дві стадії: підготовчу та основну.

Підготовча стадія – це ознайомлення з деталлю, конструктивними та технологічними особливостями, матеріалом, з якого вона виготовлена.

Запитання до теми

1. Яку деталь називають валом?
2. Особливості розташування валу на головному виді?
3. Що таке центровий отвір? Як зображуються та позначаються центрові отвори на кресленику?
4. Що таке лиска, хвостовик валу?
5. Що таке галтель?
6. Як визначаються фаски та галтелі валу?
7. Що таке виносний елемент та особливості його виконання на кресленику?
8. Що таке канавка для виходу шліфувального круга? Особливості зображення канавок на кресленику?
9. Як визначають розміри канавок для виходу шліфувального круга?
10. Що таке шпонковий паз? Зображення шпонкового пазу на кресленику?
11. Як визначають розміри шпонкового пазу?
12. Особливості зображення зовнішньої нарізаної поверхні на валу?
13. Які елементи валу є конструктивними?
14. Які елементи валу є технологічними?
15. Які особливості нанесення розмірів валу на робочому кресленику?
16. Як визначають шорсткість поверхонь валу?

Основні зауваження до виконання робочого кресленика деталі типу «вал»:

- неправильне розташування осі головного виду валу на полі формату, що не дає можливості оформити кресленик за основними правилами відповідно стандартам (нанести розміри, виконати необхідні позначки тощо);
- штриховка на всіх зображеннях кресленика однакова, якщо напрям штриховки збігається з напрямом лінії контуру, кут штриховки 45° змінюється на 30° або 60° ;
- зображення перерізів та виносних елементів розташовується на кресленику якомога ближче до місць положення відповідних технологічного, конструктивного елемента деталі або січної площини;
- симетричні перерізи краще розташовувати вздовж лінії сліду-проекції січної площини;

- витримувати на кресленнику однакові розміри позначки перерізів, розрізів, виносних елементів;
- позначення шорсткості поверхонь пазів під шпонку виконуються на зображеннях відповідних перерізів;
- звернути увагу на позначку центрових отворів (положення та розміри позначки, виносна лінія не перетинає жодної лінії);
- зображення виносних елементів відповідають зображенням цих елементів у відповідних стандартах і виконуються за стандартними розмірами в збільшеному масштабі;
- звернути увагу на розміри фасок, як правильно їх обирати.

Тема 8: РОБОЧИЙ КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ ТИПУ «КРИШКА»

Кришкою називають деталь, що закриває корпус. Деталь має форму або тіла обертання, або плоску, але частіше комбіновану.

Заготовки кришок можуть бути виливками, поковками або прокатом різного сортаменту.

Для з'єднання з іншими деталями на кришках є конструктивні елементи: нарізь, фланець, отвори під кріпильні вироби, пази й привальні площини. Деякі кришки з метою герметизації з'єднань з суміжними деталями мають спеціальні канавки. Крім конструктивних, на деталях є ще технологічні елементи: ливарні ухили, бобишки, канавки, фаски тощо.

Кришки, виготовлені литтям або литтям з додатковою обробкою привальних та інших поверхонь, спряжених з іншими деталями, прийнято зображати так, як вони розташовані у ливарній формі або складаній одиниці.

Основна оброблена площина розташовується паралельно горизонтальній площині проекцій.

Усі поверхні ливарної деталі, перпендикулярні до площини рознімання форми, мають формувальні уклони, які виконуються на моделі для полегшення виймання її з форми. Формувальні уклони не перевищують 3° . Інформація про них на креслениках наводиться у технічних вимогах записом: «Формувальні уклони за ГОСТ 3212-92».

Зображення(головний вид) кришок з нарізю й великою кількістю поверхонь, які підлягають механічній обробці, мають відповідати положенню кришки при обробці на верстаті, тобто її вісь розташовують горизонтально.

Для кріплення кришки до корпусу за допомогою кріпильних деталей використовують фланець – розширену частину деталі у вигляді диску(пластини) різної форми з отворами для гвинтів, болтів або шпильок.

Послідовність виконання ескізу деталі типу «Кришка»:

1. Ознайомитися з конструкцією деталі та визначити її конструктивні та технологічні елементи.

2. Вибрати головний вид та кількість зображень деталі, враховуючи технологію її виготовлення. Якщо деталь ливарна, то вісь головного виду розташовується вертикально. Вісь головного виду розташована горизонтально, якщо більшість поверхонь деталі оброблена на токарному верстаті.

3. Виконати необхідні розрізи, перерізи та виносні елементи. При наявності симетричного зображення деталі виконати тільки половину розрізу, залишаючи половину виду.

4. Проставити розміри.

5. Визначити та позначити шорсткість поверхонь.

6. Записати технічні вимоги.

7. Заповнити основний напис.

Завдання до виконання графічної роботи «Кришка»

Завдання: виконати кресленик деталі «Кришка» згідно варіанту (таблиця 1). Матеріал – Чавун СЧ15 ГОСТ 1412 – 85.

Послідовність виконання завдання:

1. За варіантами (табл.1) визначити вид кришки (рис.1 або рис.2) та відповідні параметри.

2. За варіантами визначити вид наскрізних отворів під кріпильні деталі за ДСТУ ГОСТ 11284:2008 (табл.2) та розміри опорних поверхонь під гвинти за ДСТУ ГОСТ 12876:2008 (табл.3).

3. На форматі А4 виконати зображення головного виду кришки в масштабі 1:1 або 2:1 (рис.3 або рис.4). Достатньо одного виду, оскільки форма

зовнішньої поверхні не складна (найбільш поширена) і отвори під кріпильні вироби розташовані на фланці рівномірно по діаметру.

4. На місті головного виду виконати зображення повного фронтального розрізу деталі для *рис.2 (рис 5)* або половину розрізу деталі для *рис.1 (рис.6)*, причому її вісь орієнтована горизонтально, виходячи з технології обробки більшості її поверхонь на токарному верстаті.

5. Для уточнення форми канавки на деталі виконати виносний елемент *A* в масштабі збільшення (*4:1* або *5:1*) за варіантами відповідно заданому *рис.1* або *рис.2* та розмірами канавки для виходу шліфувального круга (*табл.4*).

6. Проставити розміри (див.*рис.5* або *рис.6*).

7. Визначити та позначити шорсткість поверхонь. Поверхні, оброблені на токарному верстаті, мають шорсткість *12.5, 6.3, 3.2, 1.6*. Необроблені поверхні позначають спеціальним знаком (див. *рис.5* або *рис.6*).

8. Записати технічні вимоги.

9. Заповнити основний напис.

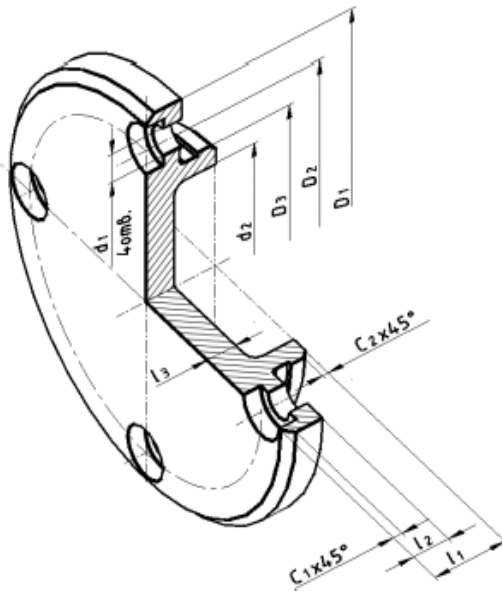


Рис.1
Завдання, мм

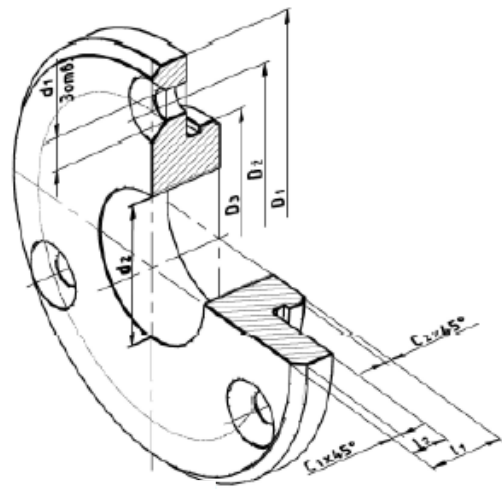


Рис. 2
Таблиця1

Номер вар.		№ рис., вид отв. (рис.3)	D_1	D_2	D_3	l_1	l_2	l_3	d_2	d'^*
1	11	1,а	110	86	64	20	10	8	52	10
2	12	2,б	100	76	62	20	10	–	50	10
3	13	2,а	94	72	60	18	10	–	48	8
4	14	1,б	95	78	60	18	10	6	50	6
5	15	1,а	86	70	52	16	8	6	44	6
6	16	2,а	66	50	42	14	8	–	32	5
7	17	2,б	64	48	40	12	6	–	25	5
8	18	1,б	76	62	48	16	8	8	40	5
9	19	1,а	100	78	58	18	10	8	45	8
10	20	2,б	95	74	62	18	10	–	50	8

d'^* - номінальний діаметр нарізі кріпильної деталі (рис.4, таблиця 3).

Розміри фасок c_1 і c_2 обирати за ГОСТ 10948 – 64* з ряду нормальних довжин: (0.5); 0.6; (0.8); 1; (1.2), 1,6; (2.0), 2.5; (3), 4.0...

Наскрізні отвори під кріпильні деталі за ДСТУ ГОСТ 11284:2008



Рис.3

Таблиця 2

Діаметр d' стрижня кріпильної деталі	Діаметр наскрізного отвору d_1		
	Ряд		
	1	2	3
5	5,3	5,5	5,8
6	6,4	6,6	7,0
8	8,4	9,0	10,0
10	10,5	11,0	12,0

Поверхні опорні під гвинти за ДСТУ ГОСТ 12876:2008

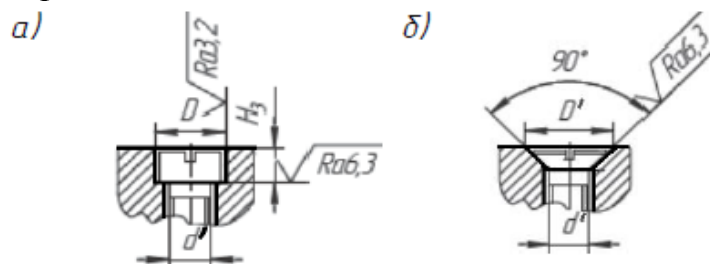
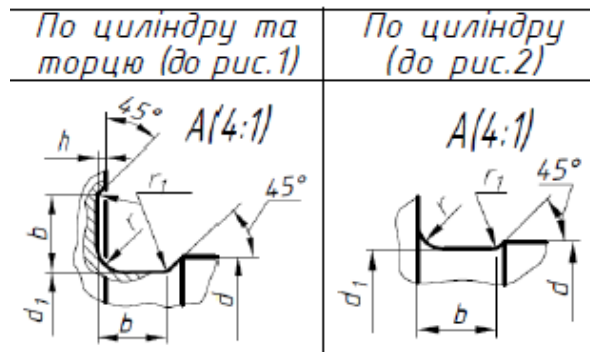


Рис. 4

Таблиця 3

Номінальний діаметр нарізі, d'	D		H_3	D'
	1-й ряд	2-й ряд		
5	10	10	3,5	10,3
6	11	12	4	12,3
8	14	15	5	16,5
10	17	18	6	20,0

Канавки для виходу шліфувального круга за ГОСТ 8829 – 69



Розміри канавок, мм

Таблиця 4

b	d	h	r	r_1	d_1^{**}
3	10E50	0,3	1	0,5	$d-0,5$
5	50E100	0,5	1,6	0,5	$d-1$

$**$ в завданні, $d = D_3$

В ході виконання ескізу деталі типу «кришка» з натури, крім розглянутих конструктивних та технологічних елементів завдання на робочий кресленик деталі типу «кришка», є багато інших елементів: нарізь, канавки, шліци, пази тощо. Слід пам'ятати, що перед нанесенням на кресленику дійсних значень розмірів елементів деталі необхідно уточнити їх значення відповідно стандартів на розміри, технологічні й конструктивні елементи. Вид матеріалу в навчальних цілях визначають наближено, на око, а марку вибирають з відповідного стандарту згідно з функціональним призначенням деталі.

Запитання до теми

1. Як розташовується вісь головного виду ливарної деталі?
2. Як розташовується вісь головного виду деталі, яка оброблена на токарному верстаті?
3. Як визначають та позначають шорсткість поверхонь кришки?
4. Які технічні вимоги вказують на робочих ескізах та креслениках ливарної деталі?
5. Які умовності та спрощення використовують на креслениках кришок з отворами під кріпильні вироби?

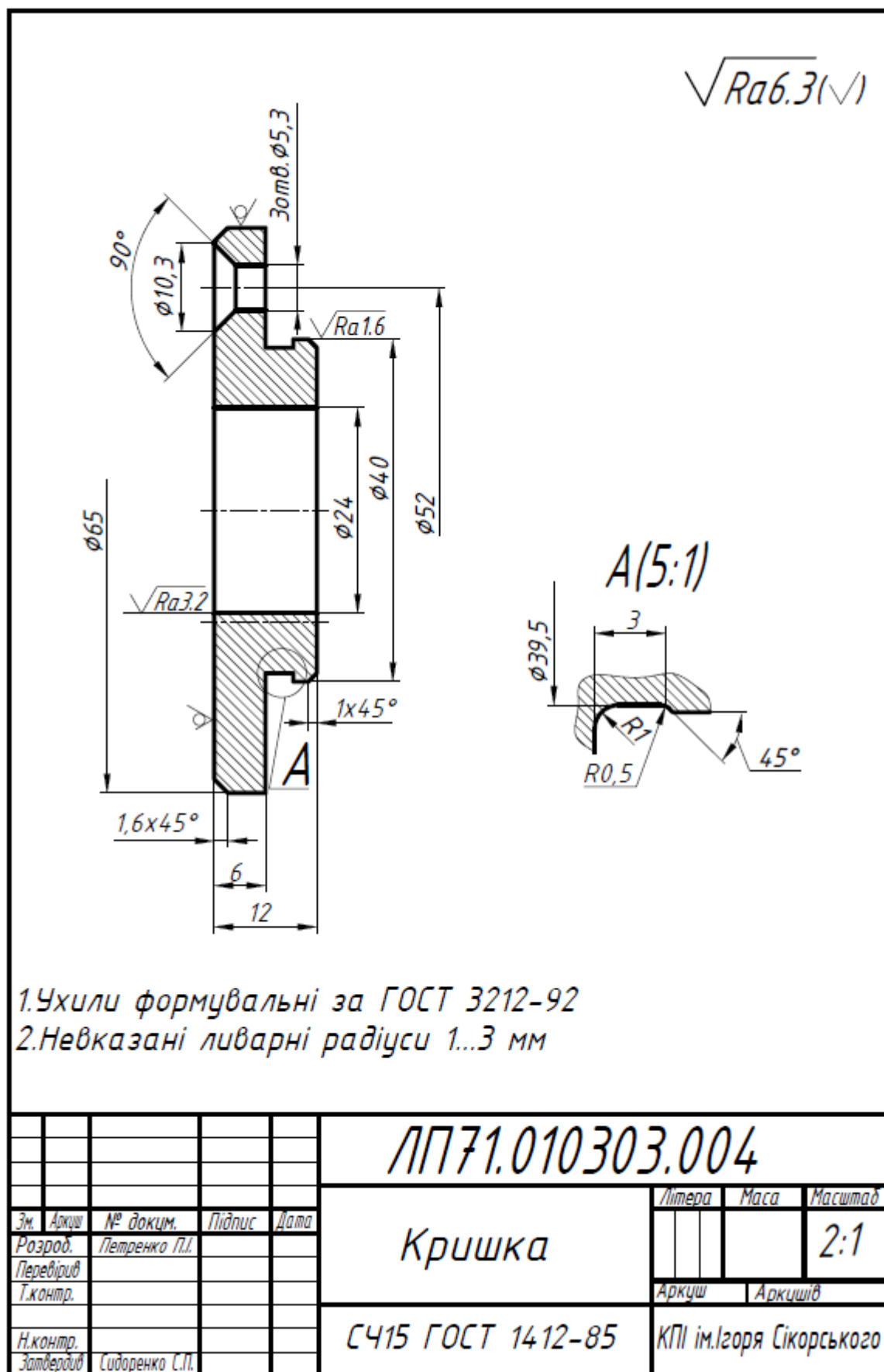


Рис. 6

Основні зауваження до виконання робочого кресленика деталі типу «кришка»:

- зображення та позначення виносного елемента (товщина ліній, нанесення розмірів), особливо канавки для виходу шліфувального круга по торцю й циліндру, виконуються за стандартом;
- запис технічних вимог на відстані ≥ 12 мм від контурної лінії рамки основного напису;
- задати вісь головного виду таким чином, щоб не виникла проблема з нанесенням розмірів на кресленику, тобто контурні лінії зображення на відстані ≥ 40 мм від рамки кресленика.

Тема 9: РОБОЧИЙ КРЕСЛЕНИК ЗУБЧАСТОГО КОЛЕСА

Зубчасте колесо є складовою частиною зубчастих передач, що призначені для передавання обертального руху з одного валу на інший або для перетворення обертального руху в поступальний. Крутний момент між валами передається безпосередньо зачепленням зубців коліс. Між паралельними валами обертання та зусилля передаються циліндричними зубчастими колесами (прямоzubі, косозубі, шевронні), між валами, що перетинаються – конічними. Для передачі руху між мимобіжними валами застосовують частіше черв'ячні передачі.

Зубчасті колеса циліндричної зубчастої передачі поділяють на *ведуче* та *ведене*. Менше з двох коліс називають *шестернею*. У колеса розрізняють тіло й зубці. Основні геометричні параметри зубчастого вінця:

p – крок зачеплення; z – число зубців; d_a – діаметр кола вершин; d_f – діаметр кола западин; d – діаметр ділильний; m – модуль зубчастого колеса – величина в π разів менша за крок, h_a – висота головки зубця; h_f – висота ніжки зубця; $h = h_a + h_f$ – висота зубця.

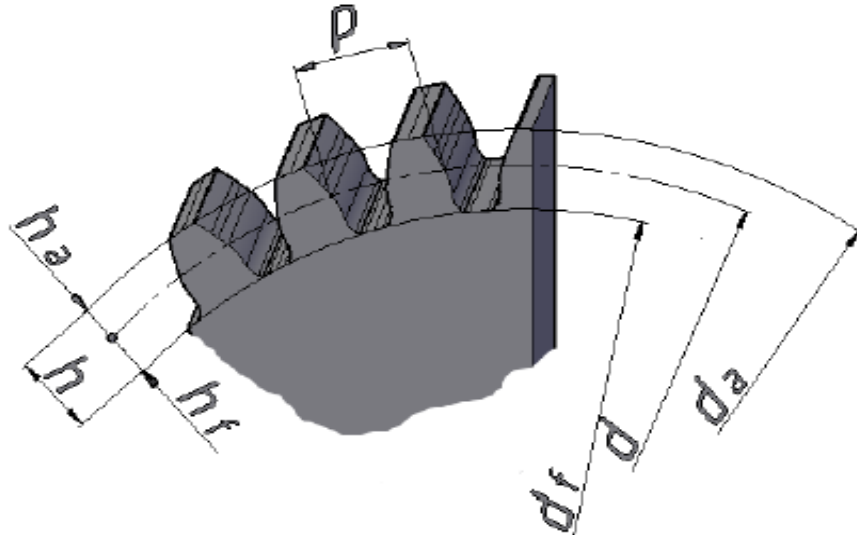


Рис. 1. Параметри циліндричного зубчастого колеса

$$\text{Модуль } m = p / \pi, \text{ мм.} \quad (1)$$

$$\text{Ділильний діаметр } d = m z, \text{ мм.} \quad (2)$$

$$\text{Діаметр кола вершин } d_a = m (z + 2), \text{ мм.} \quad (3)$$

$$\text{Діаметр кола западин } d_f = m (z - 2.5), \text{ мм.} \quad (4)$$

$$\text{Висота головки зубця } h_a = m, \text{ мм.} \quad (5)$$

$$\text{Висота ніжки зубця } h_f = 1.25 m, \text{ мм.} \quad (6)$$

$$\text{Висота зубця } h = h_a + h_f, \text{ мм.} \quad (7)$$

Робочий кресленик (ескіз) зубчастого колеса виконується за правилами відповідного стандарту й має особливості у зображеннях деталі та оформленні кресленика, які визначаються двома факторами: умовностями та спрощеннями

зображення зубців колеса та необхідністю виконання й заповнення таблиці параметрів (рис.2).

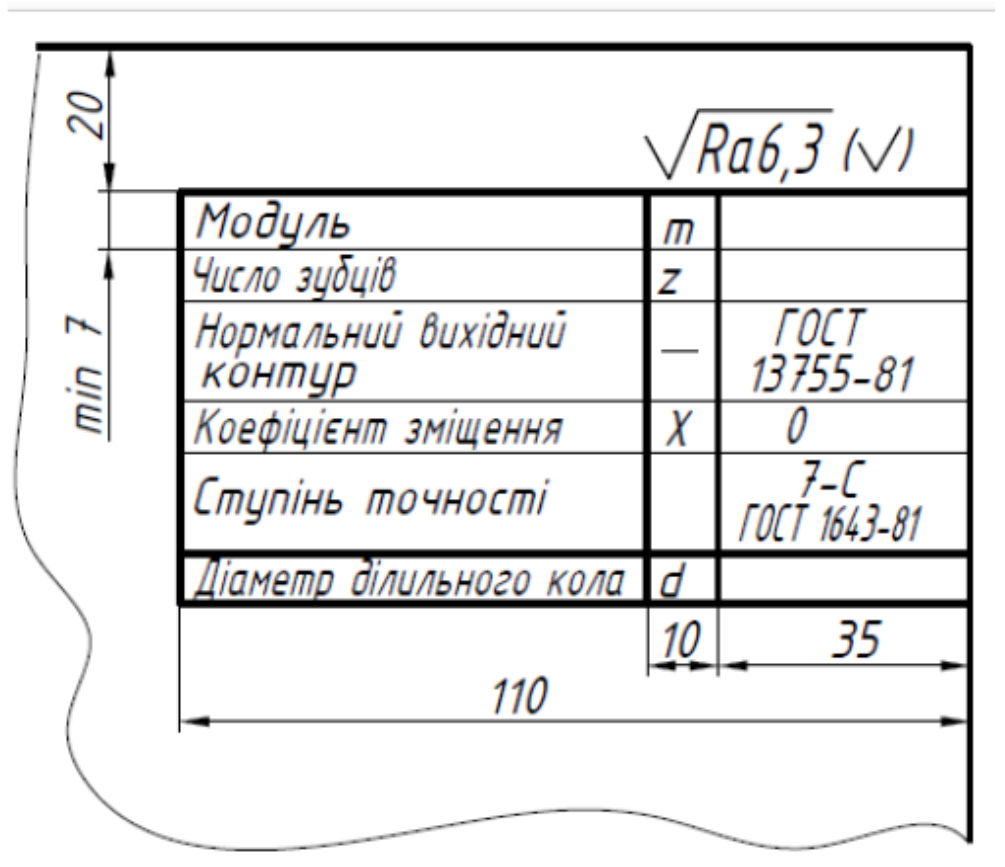


Рис. 2. Форма та розміри таблиці параметрів циліндричного зубчастого колеса

Таблиця розміщується у правому верхньому куті і складається з трьох частин, відокремлених одна від одної товстою суцільною лінією. У першій частині записують основні дані для виготовлення колеса, у другій – дані для контролю (постійна хорда $\bar{S}_c = 1.387 m$ та висота до неї $\bar{h}_c = 0.7476 m$), у третій - довідкові дані. На учбових креслениках зміст таблиці зменшують (див. табл.2).

Колеса виготовляють різної точності. Стандарт установлює всього 12 ступенів точності (сама точна 1-а). Крім ступенів точності, установлені 6 видів спряжень Н, Е, D, С, В, А.

На місці головного виду розміщують повний фронтальний розріз. Поверхню вершин та її твірну зображують суцільною основною лінією. Поверхню западин та її твірну – суцільною тонкою лінією (твірну на головному виді в розрізі – суцільною товстою). Ділильну поверхню та її твірні зображують штрих - пунктирною тонкою лінією. Зубці креслять тільки в осьових розрізах, зображуючи їх нерозсіченими. На інших зображеннях показують тільки поверхню їхніх виступів. На рис.3 показано зображення фрагменту робочого креслення прямозубого зубчастого колеса.

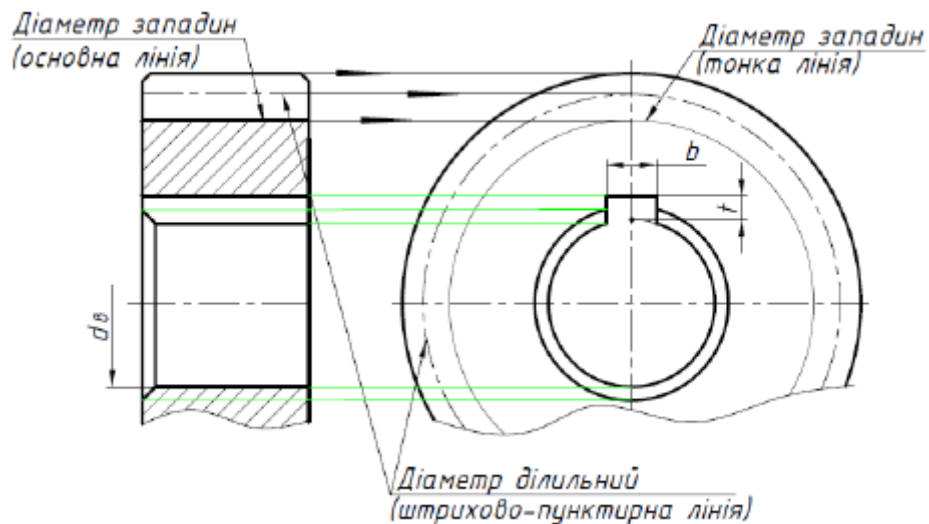


Рис. 3. Зображення зубчастого колеса

На рис.3 показано отвір d_s зі шпонковим пазом, розміри (b , t) якого відповідають ГОСТ 23360-78*(табл.1).

Розміри паза під призматичну шпонку Таблиця 1

d_s	b	t
від 8 до 10	3	1,4
від 10 до 12	4	1,8
від 12 до 17	5	2,3
від 17 до 20	6	2,8

Послідовність виконання ескізу деталі «Колесо зубчасте»:

1. Ознайомитися з конструкцією деталі і визначити її конструктивні та технологічні елементи: зубці, фаски, шпонкові пази, шліци тощо.
2. Виміряти з натури d_a .
3. Підрахувати число зубців z .
4. Визначити модуль $m = d_a / (z + 2)$ й уточнити його величину, користуючись рядом стандартних модулів: 1-й ряд :1.0; 1.25; 1.5; 2.0; 2,5; 3; 4; 5; ...
2-й ряд : 1.125; 1.375; 1.75; 2.25; 2.75; 3.5; 4.5;...
5. За визначеним стандартним модулем підрахувати діаметр ділительного кола ($d = m z$).
6. Підрахувати діаметри кіл вершин та западин ($d_a = d + 2m$; $d_f = d - 2.5m$).
7. Підготувати формат А3 з рамкою, основним написом та таблицею параметрів.
8. Виконати зображення деталі, як показано на рис.3. Вісь головного виду розташована горизонтально.

9. Нанести розміри та шорсткість поверхонь (див. рис.4).

10.Записати технічні вимоги та заповнити основний напис (див.рис.4).

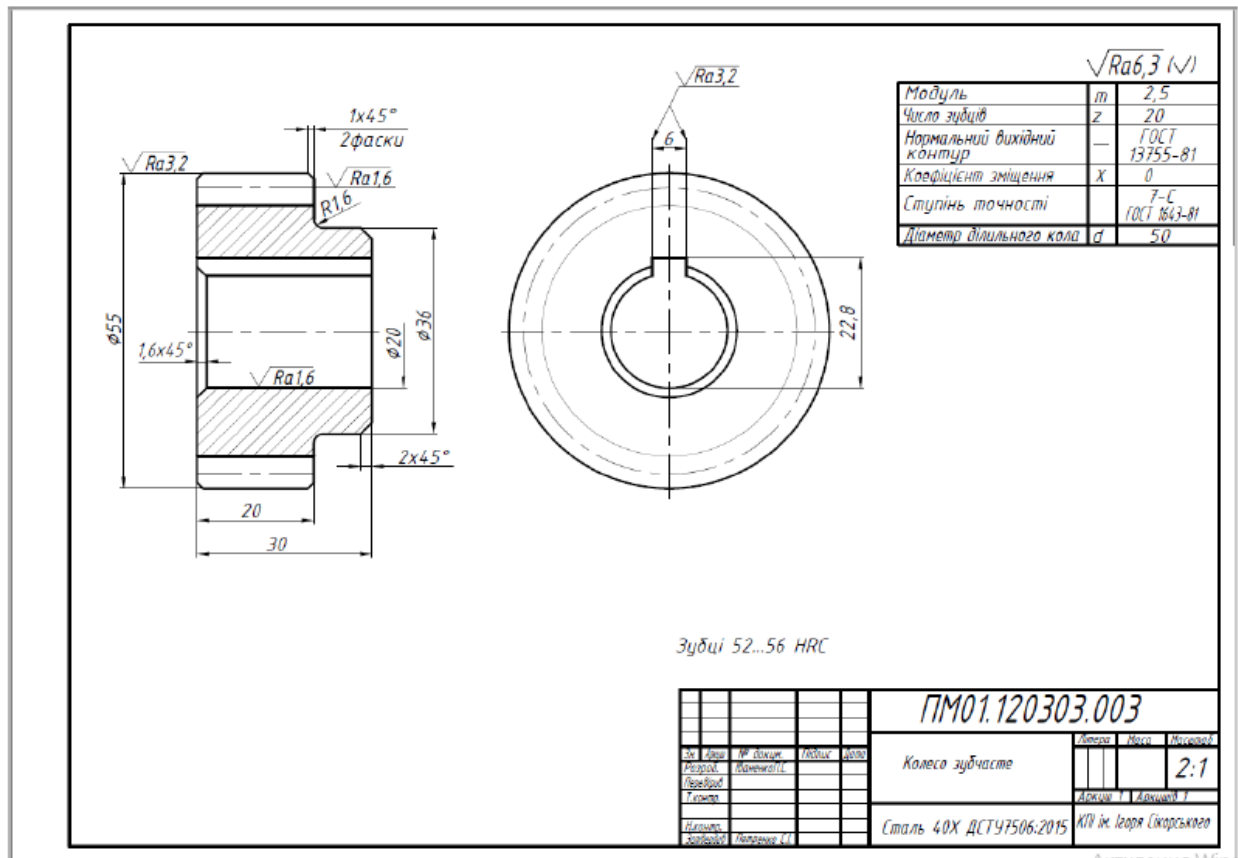


Рис.4. Приклад виконання кресленика «Колесо зубчасте»

Завдання до графічної роботи «Колесо зубчасте»

Завдання: Розрахувати та виконати на форматі А3 робочий кресленик зубчастого колеса.

Послідовність виконання завдання:

1. За варіантами (табл.2) визначити вид зубчастого колеса (рис.5 або рис.6) та відповідні параметри.
2. Розрахувати параметри d , d_a , d_f (рис.1) за формулами (2) – (4).
3. Визначити розміри паза під призматичну шпонку (табл.1, рис.3).
4. Виконати кресленик зубчастого колеса: повздовжній фронтальний розріз на місці головного виду та вид зліва в масштабі 1:1 або 2:1. При виконанні зображень врахувати особливості проведення ліній діаметрів (рис.3). Проставити розміри, вказати значення шорсткості та технічні вимоги у відповідності зі зразком кресленика (рис.4).
5. У верхньому лівому куті кресленика виконати таблицю параметрів зубчастого колеса (рис.2) і заповнити її (при виконуванні таблиці звернути увагу на товщину ліній).

6. Заповнити основний напис. Вказати матеріал (рис.4):

Сталь 20 ДСТУ7809:2015 для рис.1;

Сталь 40Х ДСТУ7806:2015 для рис.2.

Завдання, мм

Таблиця 2

№ варіанта		№ рис.	<i>m</i>	<i>z</i>	<i>d</i> ₀	<i>b</i> ₀	<i>d</i> _н	<i>l</i>	<i>c</i> ₁	<i>c</i> ₂	<i>c</i> ₃
1	15	2	1,5	36	10	10	18	20	2	1	1,6
2	16		2	24	12	12	20	22	1,6	1	2
3	17	1	2,5	40	16	15	-	-	2	1,6	-
4	18		3	32	20	20	-	-	2,5	1,6	-
5	19	2	2,5	42	18	18	26	30	3	2	2
6	20		3	36	20	16	28	28	3	1,6	1,6
7	21	1	1,5	30	8	6	-	-	1,6	1	-
8	22		2	25	10	8	-	-	1,6	1	-
9	23	2	2	21	8	8	14	16	1,6	1	1,6
10	24		2,5	38	14	14	22	25	2,5	1,6	2
11	25	1	4	30	20	20	-	-	2,5	2	-
12	26		3	40	18	16	-	-	2,5	1,6	-
13	27	2	1,5	28	8	6	16	11	1,6	1	1
14	28		4	25	20	10	40	20	2,5	2	2,5

d_0 – діаметр валу; d_m – діаметр маточини; b_0 – ширина зубчастого вінця;
 l – довжина колеса; c_1, c_2, c_3 – фаски (рис. 5 та рис.6).

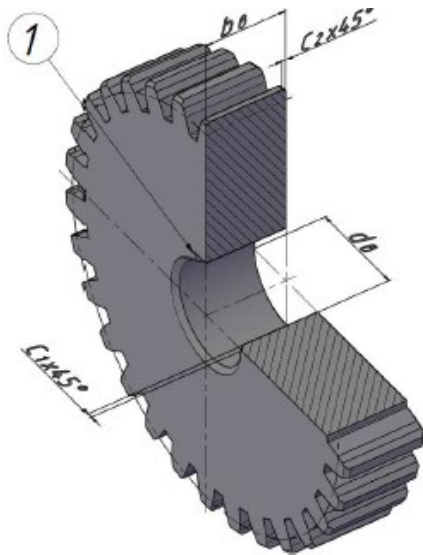


Рис.5. Циліндричне зубчасте колесо:
 1 – паз під призматичну шпонку.

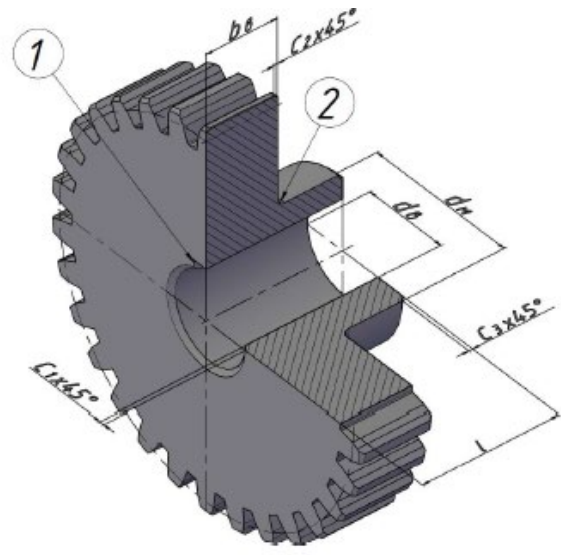


Рис.6. Циліндричне зубчасте колесо
 з маточиною: 1 – паз під призматичну
 шпонку; 2 – гальтель.

На рис.7 наведено приклад виконання кресленика зубчастого колеса зі спрощеним зображенням виду зліва. Замість виду зліва – місцевий вид, на якому зображено тільки контур отвору зі шпонковим пазом.

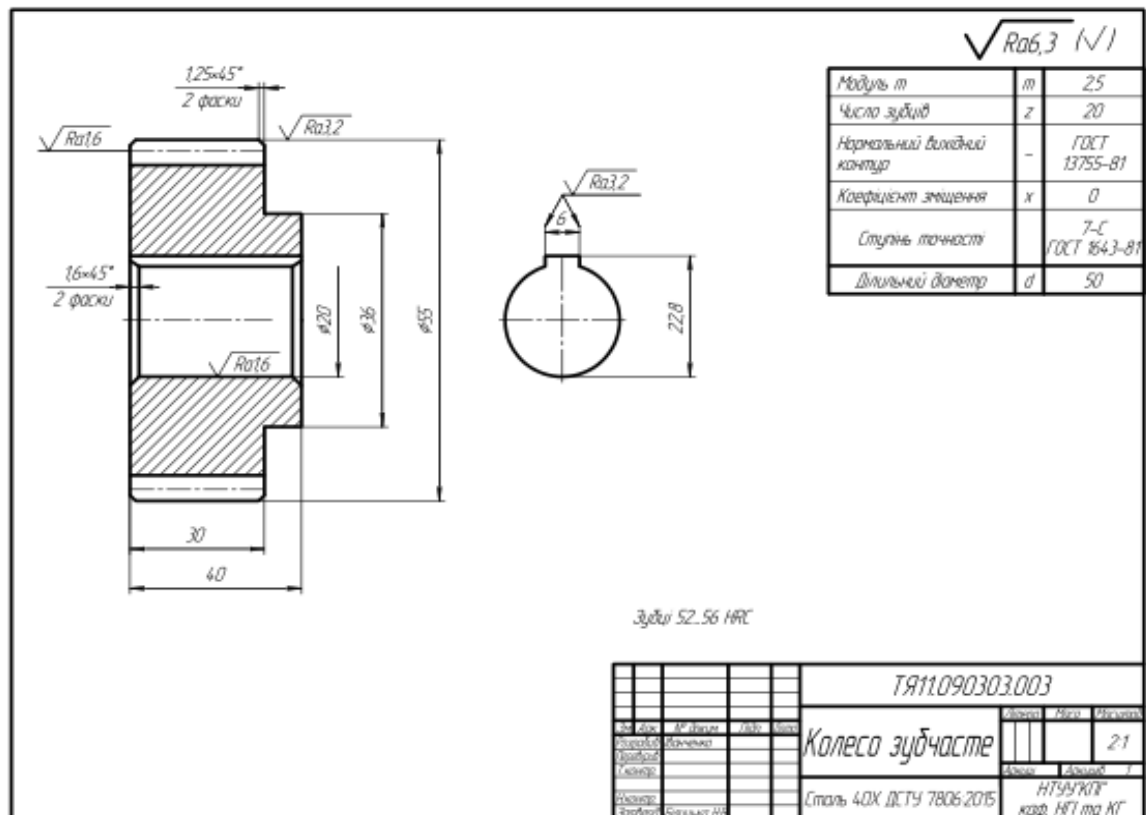


Рис. 7

Запитання до теми

1. Що таке модуль зубчастого колеса?
2. Що називається ділільним колом?
2. Які основні параметри зубчастого колеса?
3. Як умовно зображують циліндричне зубчасте колесо?
4. Як визначають модуль зубчастого колеса «з натури»?
5. Які особливості оформлення кресленика зубчастої деталі?
6. Що таке довідкова таблиця на кресленику зубчастої деталі?
7. З яких розділів складається довідкова таблиця кресленика?

Основні зауваження до виконання робочого кресленика зубчастого колеса:

- розташування та виконання довідкової таблиці за розмірами стандарту;
- звернути увагу на проекційний зв'язок зображень зовнішніх та внутрішніх поверхонь деталі;
- розташування та проекційний зв'язок зображень ділильного кола колеса на кресленику;
- нанесення розмірів та шорсткості на зображення шпонкового пазу.

Тема 10: З'ЄДНАННЯ

Для вивчення цієї теми розроблено навчальне завдання, що дозволяє вирішити наступні задачі теми «З'єднання» в курсах «Технічне креслення» і «Інженерна графіка»:

1. Ознайомитися з типами і конструкцією стандартних кріпильних деталей.
2. Ознайомитись з найбільш поширеними нарізевими з'єднаннями та навчитися їх зображувати на складальному кресленику з застосуванням рекомендованих стандартами умовностей та спрощень.
3. Вивчити структуру позначення стандартних кріпильних деталей для запису в специфікації.
4. Ознайомитися з паяними, зварними та клеєними з'єднаннями, їх зображенням та позначенням.

1. Нарізеві з'єднання

Нарізеві з'єднання – це різні з'єднання, які можуть бути реалізовані за допомогою нарізі, безпосередньо виконаної на з'єднувальних деталях (рис.1), або за допомогою нарізевих кріпильних деталей [8].

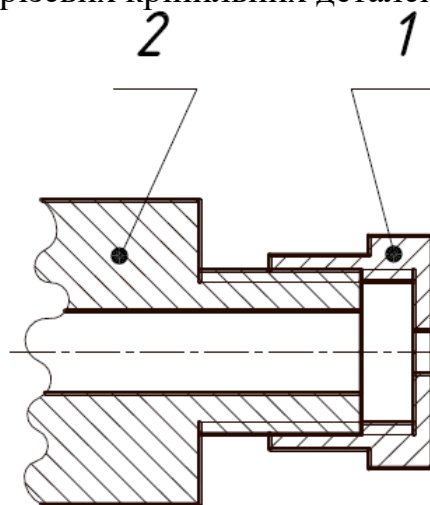


Рис. 1

До стандартних кріпильних виробів нарізових з'єднань відносять деталі: болти, гвинти, шпильки, гайки та шайби.

Розрізняють конструктивне, спрощене та умовне зображення кріпильних деталей та їх з'єднань

На складальних креслениках та креслениках загального виду рекомендується виконувати спрощене зображення з'єднань (спрощене зображення кріпильних виробів). При спрощеному зображенні для розрахунку елементів кріпильних деталей використовують умовні співвідношення розмірів в залежності від номінального діаметра нарізи; дрібні елементи з'єднань (фаски, закруглення, зазори між стрижнем та отвором, тощо) не показують; нарізь показують по всій довжині стрижня болта, гвинта та шпильки.

Болтове з'єднання

На рис.2 показано конструктивне (а), спрощене (б), умовне (в) зображення з'єднання. Воно складається з болта, гайки, шайби і деталей, що скріплюються.

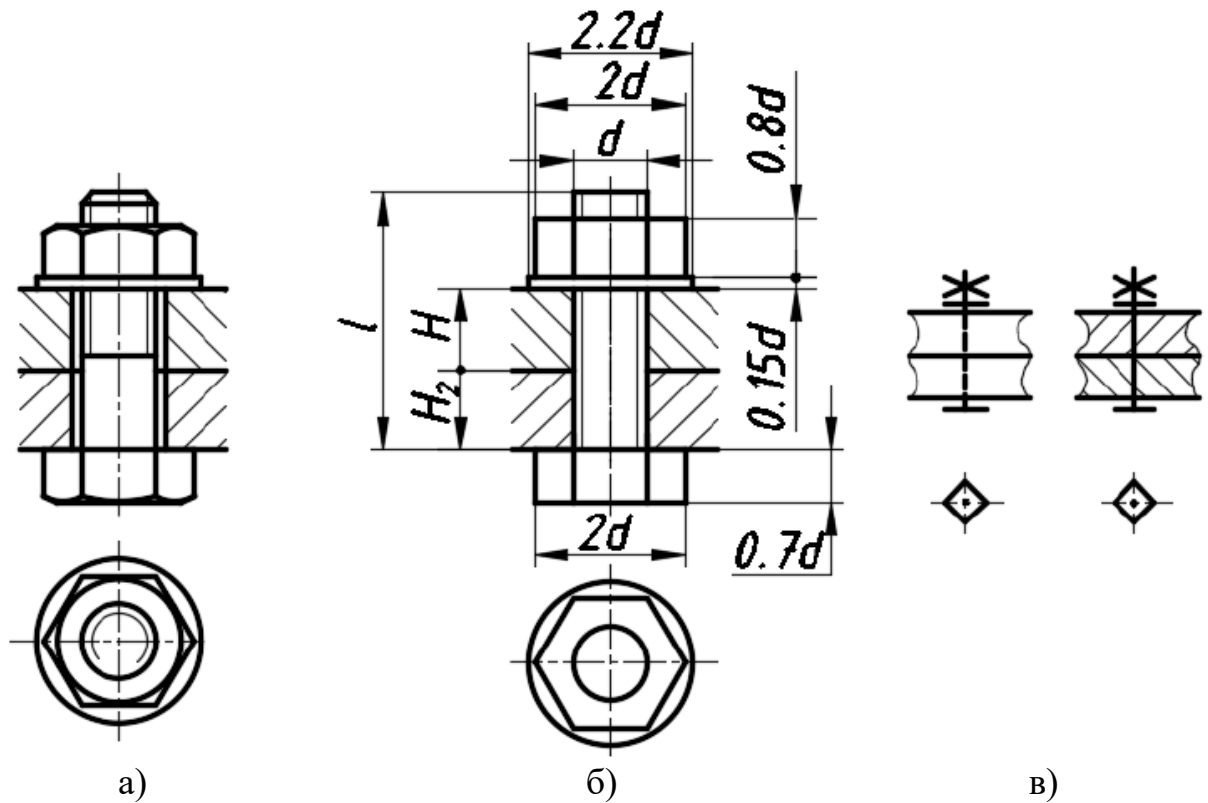


Рис. 2

Довжину l болта визначають за формулою

$$l = H + H_2 + 1,3d,$$

де H и H_2 — товщини деталей, що з'єднуються, мм;

d — номінальний діаметр нарізи болта.

Розрахункове значення довжини болта l (як і гвинта та шпильки) заокруглюють до найближчого стандартного значення, мм : ...8; 10; 12; 14; 16; (18); 20; (22); 25; (28); 30; (32); 35; 40....

З'єднання шпилькою

На рис.3 показано конструктивне (а), спрощене (б), умовне (в) зображення з'єднання, яке складається з шпильки, гайки, шайби і деталей, які з'єднуються.

Довжину гайкового кінця шпильки l визначають за формулою

$$l = H_1 + 1.3d,$$

де H_1 – товщина деталі, мм;

d – номінальний діаметр нарізі шпильки.

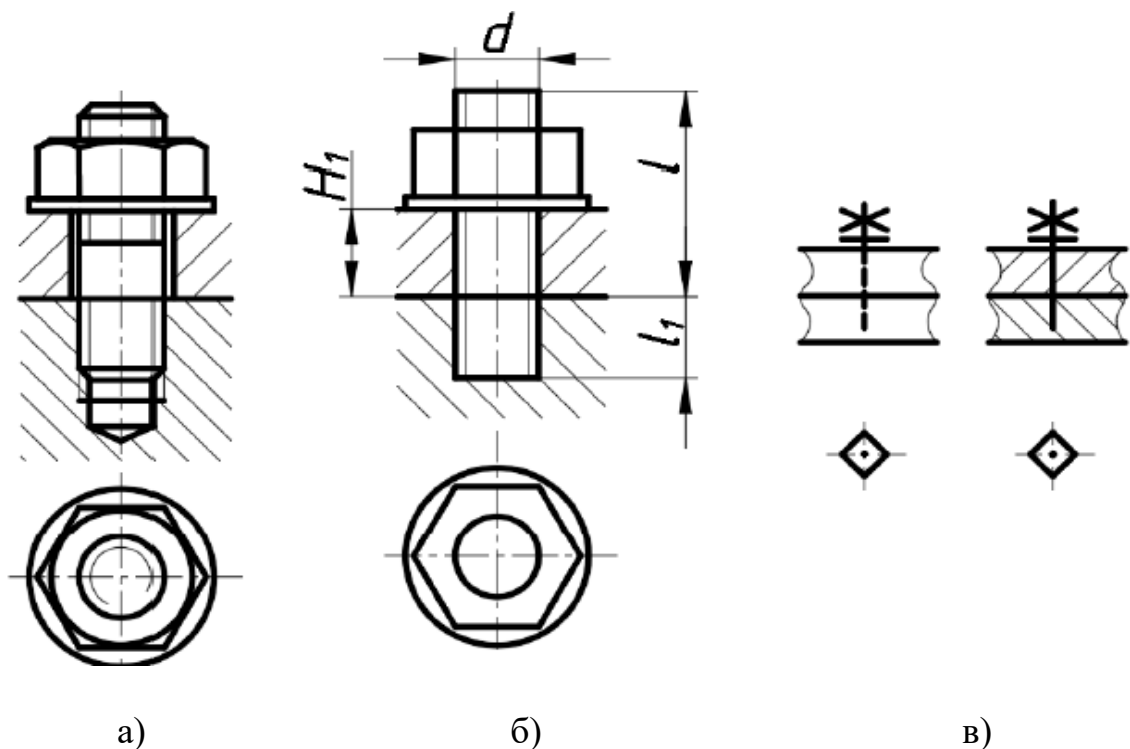


Рис. 3

Довжину l_1 кінця, яким утвинчується шпилька в деталь обирають $1d$, $1.25d$, $1.6d$, $2d$, $2.5d$ і це залежить від матеріалу деталі.

Для шпильок класу точності В:

для сталі, бронзи, титанових сплавів, латуні $l_1 = d$ (ДСТУ ГОСТ 22032:2008);

для чавуну $l_1 = 1.25d$ (ДСТУ ГОСТ 22034:2008);

для легких сплавів $l_1 = 2d$ (ДСТУ ГОСТ 22038:2008).

З'єднання гвинтами

На рис.5 показано конструктивне (а), спрощене (б) та умовне (в) зображення з'єднань гвинтом з потайною головкою (рис.4в)

(ДСТУГОСТ17475:2008)

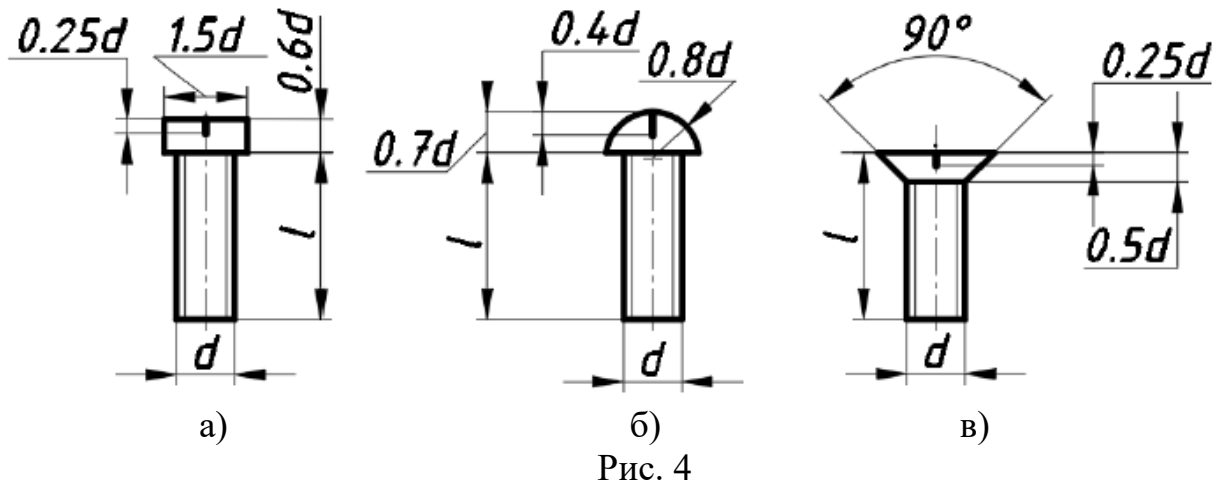


Рис. 4

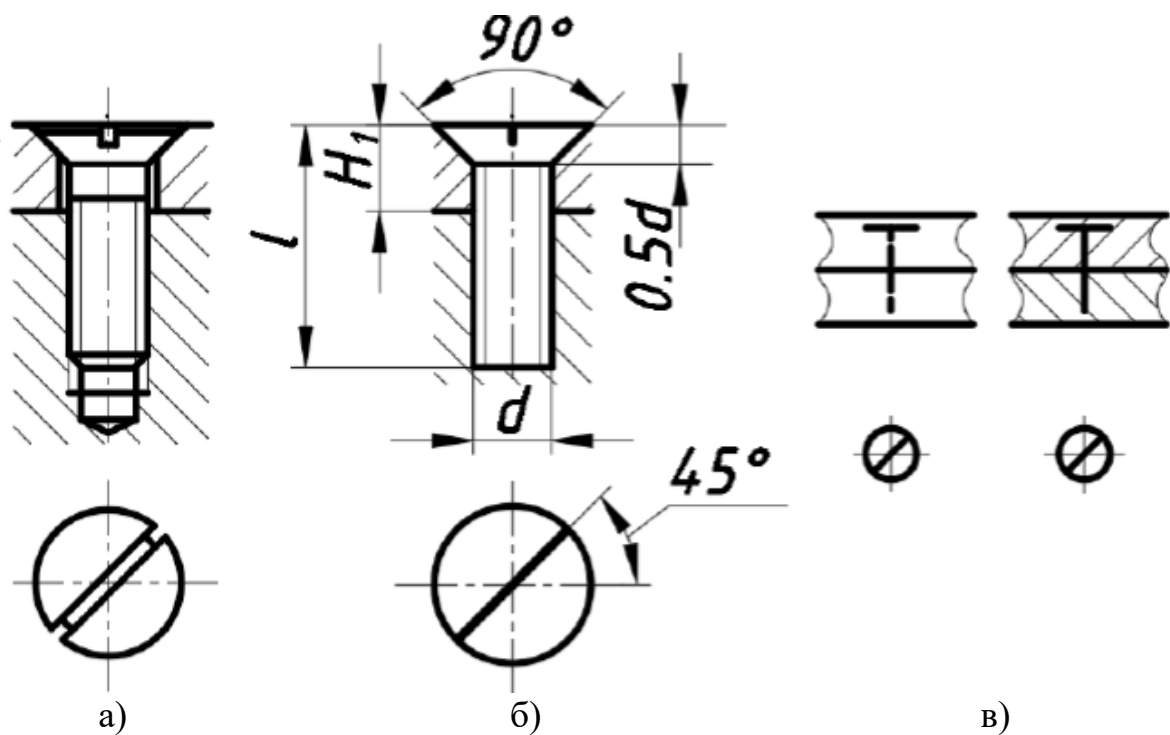


Рис. 5

Довжину гвинта l визначають за формулою:

$$l = H_l + 2d,$$

де H_l – товщина деталі, мм;

d – номінальний діаметр гвинта.

На рис.4 показано спрощене зображення гвинта з циліндричною головкою(а) (ДСТУ ГОСТ 1491:2008), спрощене зображення гвинта з напівкруглою головкою(б) (ДСТУ ГОСТ 17473:2008).

Структура позначення кріпильних виробів

Умовні позначення кріпильних виробів повністю характеризують кріпильні деталі: визначають геометричну форму, розміри, крок та ступінь

точності нарізі, фізико-механічні характеристики матеріалу, покриття, номер стандарту.

ГОСТ 1759.0-87 встановлює умовне позначення кріпильних деталей. Для болтів, гвинтів, шпильок і гайок структуру позначень складають за схемою:



де 1 – найменування деталі; клас точності (клас точності *B* не вказують, якщо стандартом на конкретний кріпильний виріб передбачаються класи точності *A* і *B*); виконання (виконання 1 не вказують);

2 – позначення і діаметр нарізі; крок нарізі (великий крок нарізі не вказують); поле допуску нарізі (допуски *8g* і *7H* не вказують);

3 – характеристика довжини виробу (для гайок, шайб цього показника немає);

4 – клас міцності (після нього вказується буква *A*, якщо виріб виготовлений з автоматної сталі); марка матеріалу виробу (вказують для болтів, гвинтів і шпильок класів міцності 8.8 і більше та гайок класу міцності 8 і більше, а також для виробів зі сталей стійких до корозії та жароміцних);

5 – вид та товщина покриття (якщо деталь без покриття, то ці показники не вказують);

6 – номер стандарту на виріб.

Наприклад, для болта з шестигранною головкою (нормальної точності), виконання 2, діаметр метричної нарізі 20 мм, крок нарізі дрібний, 1,5 мм, поле допуску нарізі 6g, довжина болта 60 мм, клас міцності 10.9, виконаний зі сталі марки 40X, з покритвом 08 (мідним) товщиною 6 мкм за ДСТУ ГОСТ 7798:2008, умовне позначення має вигляд:

Болт 2М20×1,5 – 6g×60.109.40X.086 ДСТУ ГОСТ 7798:2005

В умовне позначення шайб входять: слово "Шайба"; виконання (виконання 1 не вказують); діаметр нарізі стрижня кріпильної деталі; умовне позначення групи матеріалу; вид покриття, його товщина, номер стандарту.

Приклад умовного позначення шайби круглої, виконання 2, для болта з діаметром стрижня 12 мм, з матеріалу групи 03, з цинковим покритвом (09) товщиною 9 мкм:

Шайба 2.12.03.099 ГОСТ 11371-78

Приклад умовного позначення гвинта з потайною головкою класа точності *A*, виконання 2, діаметр нарізі 16 мм, крок нарізі великий, поле допуску нарізі 6g, довжина 50 мм, клас міцності 4.8, без покриття за ДСТУ ГОСТ 17475:2008:

Гвинт А2. М16 - 6g×50. 48 ДСТУ ГОСТ 17475:2008.

2. Паяні та клеєні з'єднання

Паяні з'єднання - це один з основних видів нерознімних з'єднань. Пайка – процес отримання з'єднання деталей шляхом змочування, розтікання,

заповнення зазору розплавленим припоєм. Основні типи і елементи паяних швів встановлює ГОСТ 19249-73, умовні зображення - ГОСТ 2.313 – 82. Клеєні з'єднання – це нерознімні з'єднання деталей. Отримують ці з'єднання за допомогою зв'язувальних речовин – клеїв, які наносять на з'єднувані поверхні деталей. Склеювати можна практично будь-які матеріали. Залежно від вимог до з'єднання та матеріалів з'єднуваних деталей застосовують різні види клеїв.

Правила зображення та позначення на креслениках паяних та клеєних з'єднань встановлює ГОСТ 2.313-82. У з'єднаннях, одержаних пайкою або склеюванням, місце з'єднання показують суцільною лінією товщиною $2s$ (рис.6 а).



Рис. 6

Якщо товщини деталей менше 2мм і на кресленику в перерізі показані зачорненими, місце з'єднання показують просвітом (рис.6б).

Позначення з'єднань, отриманих пайкою або склеюванням, виконується за допомогою символів і знаків, які розміщені на лінії-виносці, яка закінчується стрілкою, якщо вказують безпосередньо шов, або точкою, якщо вказують невидимі площини з'єднання. Умовні знаки пайки (рис.7а) та склеювання (рис.7б) виконують суцільною лінією товщиною s .

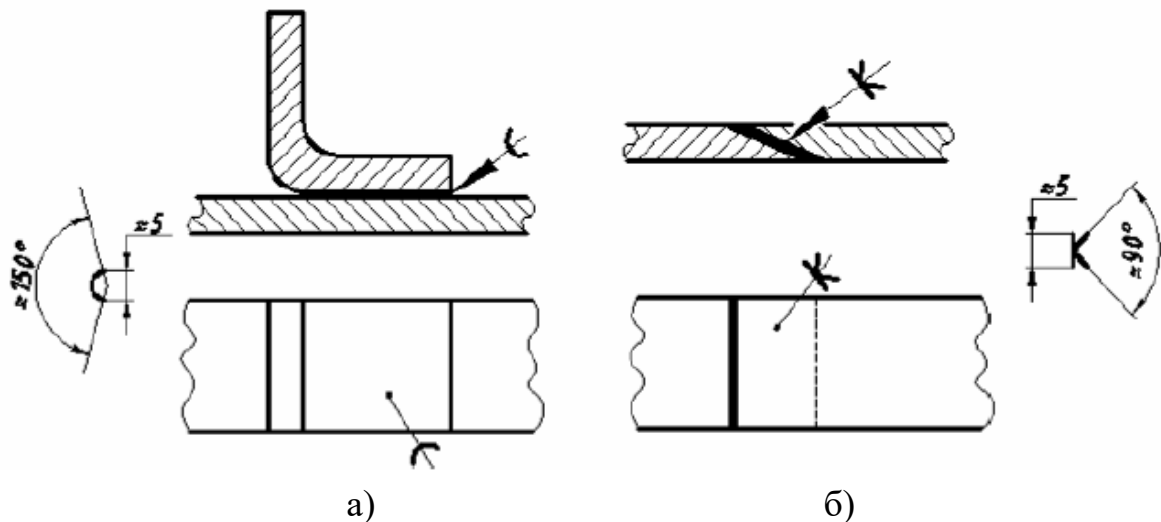


Рис. 7

Шви, виконані по замкненій лінії, позначають колом діаметром 3...5мм, яке виконують тонкою лінією (рис.8).

Марку припою та клею записують у технічних вимогах на кресленику записом типу «ПОС40 ГОСТ 21931 – 76», «Клей БФ-2 ГОСТ 12172 – 74».

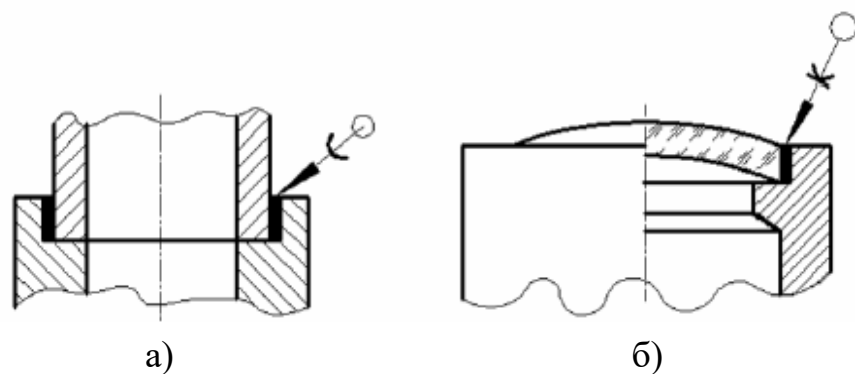


Рис. 8

3. Зварні з'єднання

Зварні з'єднання – це найбільш поширені нерознімні з'єднання. Вони утворюються при розплавленні металу в зоні стику і його подальшого затвердіння. Метал, що затвердів після розплавлення, називають зварним швом.

Розрізняють декілька типів зварювання залежно від джерел теплоти, серед яких дугове, електронно-променеве, газове тощо. Стандарти на основні типи та конструктивні елементи швів зварних з'єднань наведено у табл.1

Таблиця 1

Основні типи і способи зварювання	Літерна позначка	ГОСТ
Ручне електродугове	Е	5264-86
Дугове алюмінію і алюмінієвих сплавів у інертних газах		14806-80
Дугове конструкційних чавунів		30430-96
Напівавтоматичне	П	8713-79
Автоматичне	А	8713-79
Під флюсом	Аф	8713-79
У захисних газах	УП	14771-76
Контактне точкове	Кт	15878-79
Контактне роликове	Кр	15878-79

Розмір катету зварного шва визначається найбільшою товщиною однієї з двох деталей, які утворюють з'єднання. Розміри катету наведено у табл.2.

Таблиця 2

Товщина, мм	Від 2 до 3	3	4	5	10	16
Розмір катету, мм	2	3	4	5	6	7

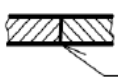
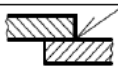
Зварні шви класифікують за такими ознаками:

1) за видом взаємного розміщення зварюваних деталей (табл.3) – стикові (С), кутові (У), таврові (Т), внапусток (Н);

2) за формою підготовки крайок (табл.3) – без скосу крайок, з відбортовуванням, з різноманітними скосами крайок;

3) за характером виконання – суцільні, переривчасті, точкові, одnobічні й двобічні (табл.3).

Таблиця 3

Форма поперечного перерізу	Тип з'єднання	Умовна позначка	Форма поперечного перерізу	Тип з'єднання	Умовна позначка
	стикове з'єднання	C1-C40		T-подібне з'єднання	T1-T9
	кутове з'єднання	Y1-Y10		одnobічний без скосу крайок	T1
	з'єднання внапусток	H1-H2		двобічний, без скосу крайок	T3
	торцеве з'єднання	C		одnobічний, зі скосом однієї крайки	T6

Особливості виконання креслеників зварних складальних одиниць.

1. Кресленики складальної одиниці повинні мати мінімальну, але достатню кількість зображень, які дають повне уявлення про взаємне положення окремих деталей. Крім того, цей кресленик повинен містити всі дані, за якими можна виготовити з листового матеріалу деталі без окремих креслеників до них. На деталі складної форми виконують окремі кресленики.

2. Розміри й знаки шорсткості наносять так, як і на робочих креслениках окремих деталей.

3. Місця з'єднання деталей (зварні шви) зображають і позначають умовно згідно зі стандартом. За цими позначеннями встановлюються всі елементи швів для технологічного процесу зварювання.

Зварні шви на креслениках зображують умовно за правилами ГОСТ 2.312-72, а саме:

а) незалежно від способу зварювання видимі шви зображують суцільною товстою основною лінією s , а невидимі – штриховою (рис.10а);

б) видиму одиничну зварну точку умовно показують знаком «+», виконаним товстою лінією s , невидимі одиничні точки не зображують (рис.10б).

Для позначення типу зварного шва від його зображення проводять лінію-виноску (рис.9, рис.10), що починається односторонньою стрілкою. Для нанесення умовної позначки зварного шва до лінії-виноски додають полицю. Для видимого шва над полицею, а для невидимого шва під полицею записують необхідні параметри стандартного зварного шва.

Структура умовної позначки зварювальних швів показана на рис.9, де

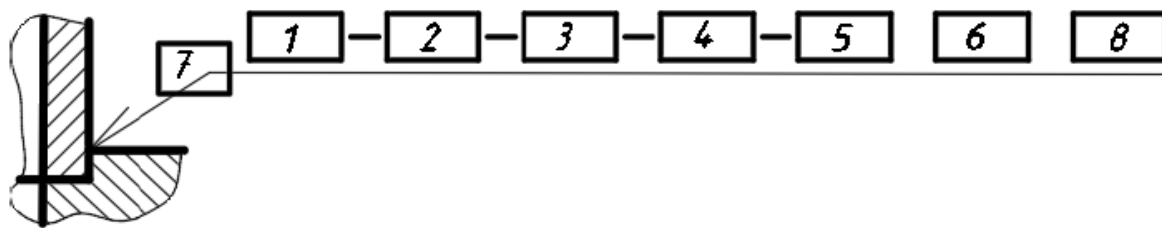


Рис. 9

- 1 – номер стандарту на тип і метод зварювання (таблиця 1);
 2 – умовна позначка типу з'єднання (таблиця 3);
 3 – умовна позначка способу зварювання (таблиця 1);
 4 – знак Δ і значення катету шва (таблиця 2);
 5 – для переривчастих або точкових швів – довжини зварної ділянки, знак «/» або «Z» і розмір кроку;
 6 – допоміжні знаки (таблиця 4);
 7 – допоміжні знаки «шов по замкненій лінії» або «шов виконати під час монтажу»;
 8 – позначка шорсткості механічно обробленого шва.

Таблиця 4

Знак	Значення допоміжного знаку	Розташування	
		Лицьовий бік	Зворотній бік
	Шов виконати під час монтажу		
	Шов по замкненій лінії. Діаметр знаку 5мм		
	Шов по незамкненому контуру		
	Шов переривчастий (точковий), з ланцюговим розташуванням ділянок		
	Шов переривчастий, з шаховим розташуванням ділянок		
	Опуклість шва зняти		
	Нерівності шва обробити		

Наприклад, позначення

ГОСТ 5264 – 80-ТЗ-РнЗ- Δ 6-50Z100 Ω $\sqrt{Ra6.3}$



означає шов, виконаний по периметру відповідно до ГОСТ 5264 – 80; ТЗ – тавровий двобічний без скосу крайок; РнЗ – спосіб зварювання (можна не позначати); Δ 6 – катет шва, мм; 50Z100 – переривчастий шаховий шов; 50 – відстань між швами; 100 – крок шва; Ω – підсилення шва зняти; $\sqrt{Ra6.3}$ – позначка шорсткості механічно обробленого шва.

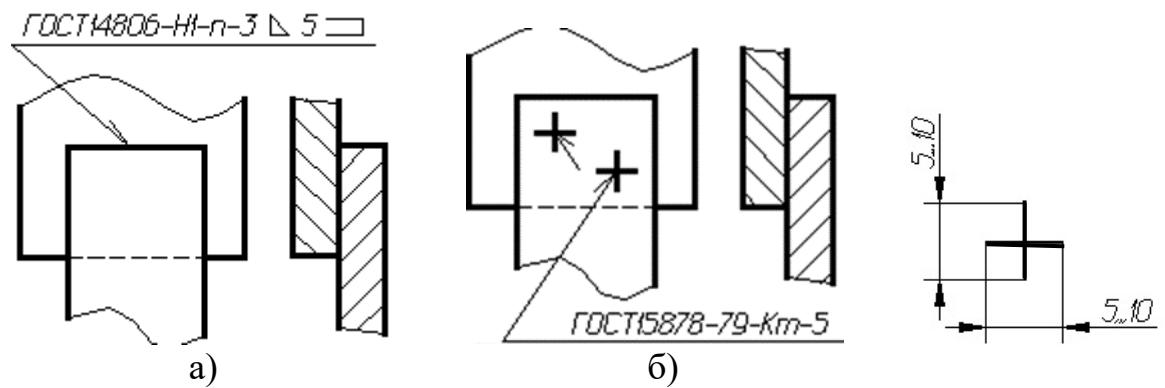


Рис. 10 Приклади зображення та позначення зварних швів

Запитання до теми

1. Які з'єднання називають рознімними?
4. Що таке спрощене зображення кріпильного виробу?
3. Які спрощення допускають при зображенні нарізових з'єднань?
4. Як виконують з'єднання шпилькою? Від чого залежить довжина посадочного кінця шпильки?
5. Які з'єднання називають нерознімними?
6. Як зображають на креслениках паяні та клеєні з'єднання?
7. Що називають зварним швом? Як зображають та позначають зварні шви?

Тема 11: СКЛАДАЛЬНИЙ КРЕСЛЕНИК

Складальний кресленик – це графічний конструкторський документ, який містить зображення складальної одиниці та інші дані, необхідні для її складання, виготовлення та контролювання. Відповідно до ГОСТ 2.109-73 складальний кресленик має містити [8]:

- зображення складальної одиниці, яке дає уявлення про розташування та взаємозв'язки складових частин, що їх з'єднують за даним креслеником, та забезпечує можливість здійснення складання та контролю складальної одиниці;

- вказівки щодо характеру сполучення та методів його здійснення, якщо точність сполучення забезпечується не заданими граничними відхилами розмірів, а підбиранням, припасовуванням тощо, а також вказівки про виконання нерознімних з'єднань;

- номери позицій складових частин виробу;

- розміри, граничні відхили та інші параметри і вимоги, які мають бути виконані або проконтрольовані за складальним креслеником. Допускається зазначати як довідкові розміри деталей, які визначають характер сполучення;

- габаритні розміри виробу;

- установчі, приєднувальні та інші необхідні довідкові розміри;

Кількість зображень на складальному кресленику залежить від складності конструкції виробу. Вона має бути мінімальною, але достатньою,

щоб дати повне уявлення про взаємне розташування та з'єднання складових частин. Зображення виконують відповідно до ГОСТ 2.305—2008 або стандартів ДСТУ ISO серії 128.

Розріз на складальному кресленнику є сукупністю розрізів окремих складових частин, що входять до складальної одиниці. Штрихування у розрізах однієї й тієї самої деталі на усіх зображеннях виконують, як правило, з нахилом у один і той самий бік з однаковою відстанню між лініями штриховки. Штриховку суміжних деталей урізноманітнюють зміною нахилу на протилежний, зміною кроку або зсувом штрихів.

Умовності та спрощення на кресленниках складаних одиниць

Умовності й спрощення на складальних кресленниках дозволяють зменшити обсяг графічних робіт.

На кресленниках складальних одиниць дозволяється виконувати спрощені зображення з'єднань та передач:

- у нарізевому з'єднанні показують лише ту частину нарізі в отворі, яка не закрита нарізною стрижня (ГОСТ 2.311-68);

- паяний, клеєний або зварний виріб, виготовлений за іншим складальним кресленником, у з'єднанні з іншими виробами даної складальної одиниці в розрізах і перерізах штрихують в один бік як суцільне тіло, зображуючи межі між деталями цього виробу суцільними товстими лініями (ГОСТ 2.109-73). Дозволяється не показувати межі між деталями, тобто зображати конструкцію монолітною;

- використовувати спрощені й умовні зображення кріпильних стандартних виробів (болтів, гвинтів, гайок, шпильок та ін.) у з'єднаннях згідно з ГОСТ 2.315-68, показуючи їх елементи за умовними співвідношеннями розмірів;

Дозволяється спрощувати зображення окремих деталей складальних одиниць та їх елементів, наприклад, вали і такі стандартні вироби, як гвинти, болти, шпильки та шайби у поздовжніх розрізах умовно не розрізають, а креслять як види. При потребі використовують місцеві розрізи. У поперечних розрізах і перерізах ці деталі штрихують. На складальних кресленниках дозволяється не показувати:

- фаски, закруглення, проточки, заглиблення, виступи, рифлення та інші дрібні елементи;

- щілини між стрижнем і отвором;

На складальних кресленниках для спрощення дозволяється:

- на розрізах показувати нерозітнутими складанні одиниці, на які оформлені самостійні складальні кресленники;

- типові, закуплені та інші вироби, які широко використовуються (наприклад, електродвигуни), показувати зовнішніми контурами спрощено;

- давати повне зображення лише однієї з кількох однакових складових частин (коліс, опор та ін.), а решту зображувати спрощено зовнішніми контурами;

- зображати в розрізі отвори, розташовані на круглому фланці, якщо вони не потрапляють у розтинальну площину (ГОСТ 2.305-2008) тощо.

На складальному кресленнику всі складові частини виробу нумерують відповідно до номерів позицій, вказаних у специфікації складальної одиниці. Номери позицій проставляють на поличках ліній-виносок, які проводять від зображення складових частин виробу. Один кінець ліній-виносок, який перетинає лінію контуру, закінчується крапкою, інший – поличкою (рис.1).

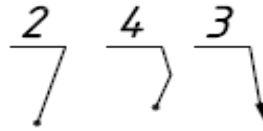


Рис.1

У випадках, коли зображення складової частини мале, зафарбоване в перетині або зображується лінією (наприклад, пружина з тонкого дроту), лінію-виноску закінчують стрілкою. Лінії-виноски проводять від видимих проєкцій складових частин виробу, зображених на основних видах або на розрізах чи перерізах, що їх замінюють.

Лінію-виноску та поличку проводять суцільною тонкою лінією. Лінії-виноски не повинні бути паралельними лініям штрихування, а також не можуть перетинатися між собою та з розмірними лініями. Дозволяється проводити лінії-виноски з одним зламом.

Цифри, які відповідають номерам позицій, проставляють паралельно основному напису кресленика поза контурами зображення таким чином, щоб вони були розміщені на одній горизонтальній (рядок) або вертикальній (колонка) лінії, шрифтом, розмір якого на один-два номери більший, ніж у розмірних чисел ($h = 7; 10\text{мм}$).

Номер позиції наносять на кресленику один раз, але, коли необхідно, можна вказувати його повторно.

Дозволяється виконувати загальну лінію-виноску для груп кріпильних деталей з вертикальним розміщенням номерів позицій (рис.2), для групи деталей, що виключає різне розуміння, у разі неможливості підвести лінію-виноску до кожної складової частини:

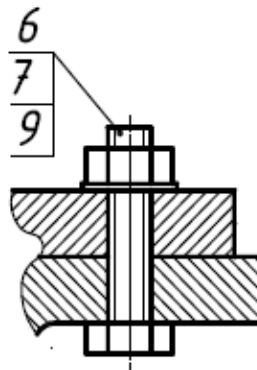


Рис. 2

Завдання з теми «Зображення з'єднань на складальному кресленнику».

Завдання містить п'ять деталей, які сполучають між собою за допомогою кріпильних виробів та операцій паяння, склеювання та зварювання.

Вихідні дані для виконання завдання розміщені в табл.1, на рис.3 і на рис.4.

Деталі з'єднані наступним чином (рис.3): до фланця 1 приварений стакан 2. Параметр H_1 (див.рис.4) стакана 2 заданий за варіантом (див.табл.1). До планки 3 припаяна втулка 4 та приклеєна прокладка 5. Планка 3 закріплена на стакані 2 за допомогою одного з кріпильних виробів, вид якого визначається згідно варіанта (див.табл.1)

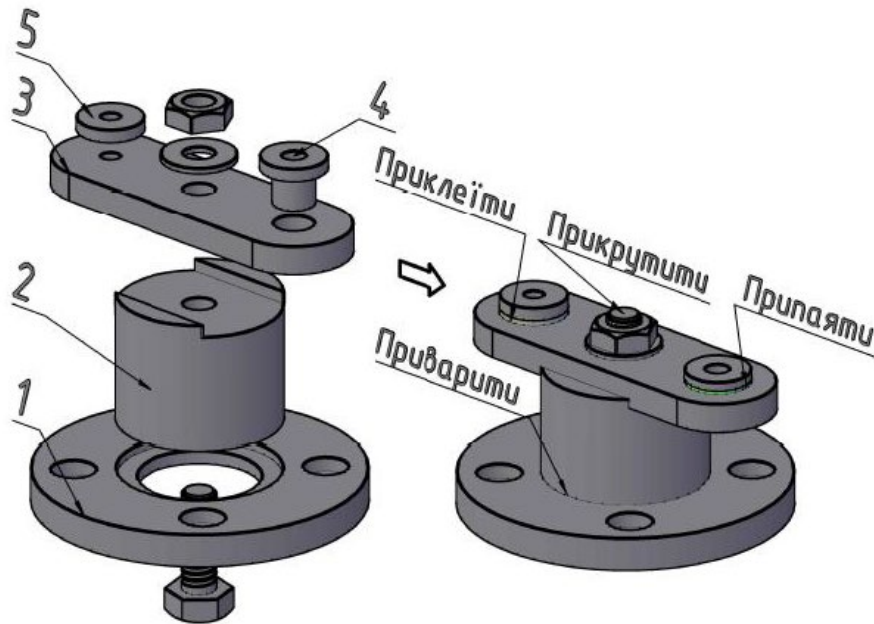


Рис.3

Таблиця 1

Варіант		H, мм	Матеріал	Кріпильний виріб	ДСТУ ГОСТ	Нарізь, d, мм	Клас міцності		Група матеріалу	Вид покриву, товщина (мкм)
							Гвинт, болт, шпилька	Гайка		
1	16	22	Сталь	Гвинт	1491:2008	M10	48	4	06	011
2	17	20	Лег.сплав	Болт	7798:2008	M10	46	5	05	053
3	18	15	Чавун	Шпилька	22034:2008	M8	36	6	03	016
4	19	12	Сталь	Болт	7798:2008	M8	58	8	04	083
5	20	20	Сталь	Гвинт	17473:2008	M8	68	4	05	121
6	21	18	Лег.сплав	Гвинт	17475:2008	M8	68	5	06	019
7	22	15	Чавун	Болт	7798:2008	M10	69	6	05	016
8	23	16	Сталь	Шпилька	22032:2008	M12	56	8	03	086
9	24	22	Сталь	Гвинт	17473:2008	M8	46	4	04	093
10	25	25	Чавун	Болт	7798:2008	M12	48	5	05	051
11	26	24	Лег.сплав	Шпилька	22038:2008	M10	56	6	03	059
12	27	18	Сталь	Гвинт	1491:2008	M8	68	8	04	00
13	28	14	Чавун	Болт	7798:2008	M10	66	5	03	056
14	29	10	Сталь	Шпилька	22032:2008	M8	69	6	05	081
15	30	22	Лег.сплав	Гвинт	17475:2008	M10	36	4	06	013

Розміри деталей складальної одиниці наведені на рис.4. Для кріпильних виробів (болта, гайки, шайби, гвинта, шпильки) за варіантами задані всі параметри, необхідні для запису їх в специфікації, крім довжин, які необхідно визначити (див.табл.1).

Послідовність виконання завдання:

1. Розрахувати розміри кріпильних виробів (див. табл.2). Довжини кріпильних виробів l визначити з урахуванням ряду нормальних довжин.
2. Виконати складальний кресленик на аркуші формату А3 в масштабі 1:1. Зображення складальної одиниці на головному виді та виді зверху виконують за розмірами деталей, які наведені на рис.4. Отвір під кріпильний виріб в стакані 2 (рис.3) є наскрізним тільки у випадку з'єднання болтом. В інших випадках він глухий і має нарізеву поверхню.
3. Виконати специфікацію .
4. На складальному кресленнику проставити номери позицій (у відповідності до специфікації).
5. Нанести необхідні розміри (див.рис.5).
6. Записати технічні вимоги та заповнити основний напис (див.рис.5).

Основні зауваження до виконання складального кресленика:

- штриховка різних деталей відрізняється або напрямом (кут на пряму 45°), або відстанню між штрихами;
- розташування номерів позицій на одному рівні горизонтально або вертикально;
- шрифт номерів позицій 7мм або 10мм;
- зображення паяних, клеєних швів (товщина ліній шва $2s$) та їх позначок (товщина ліній s);
- позначення зварних швів (однобічна стрілка);
- звернути увагу на розташування на головному виді отвору під кріпильні вироби;
- звернути увагу на співвідношення розмірів кріпильних виробів на спрощеному зображенні нарізевих з'єднань;
- виконання зображень нарізевого з'єднання в проєкційному зв'язку, тобто зображення кріпильних виробів на головному виді та виді зверху;
- записати технічні вимоги над основним написом на відстані $\min 12\text{мм}$;
- найменування складального кресленика в основному написі записується різними шрифтами (меншим шрифтом напис «Складальний кресленик»);
- всі розміри деталей не наносять;

- на складальному кресленку наносять розміри відповідно стандарту ГОСТ 2.109 – 73 (габаритні, установчі, приєднувальні тощо).

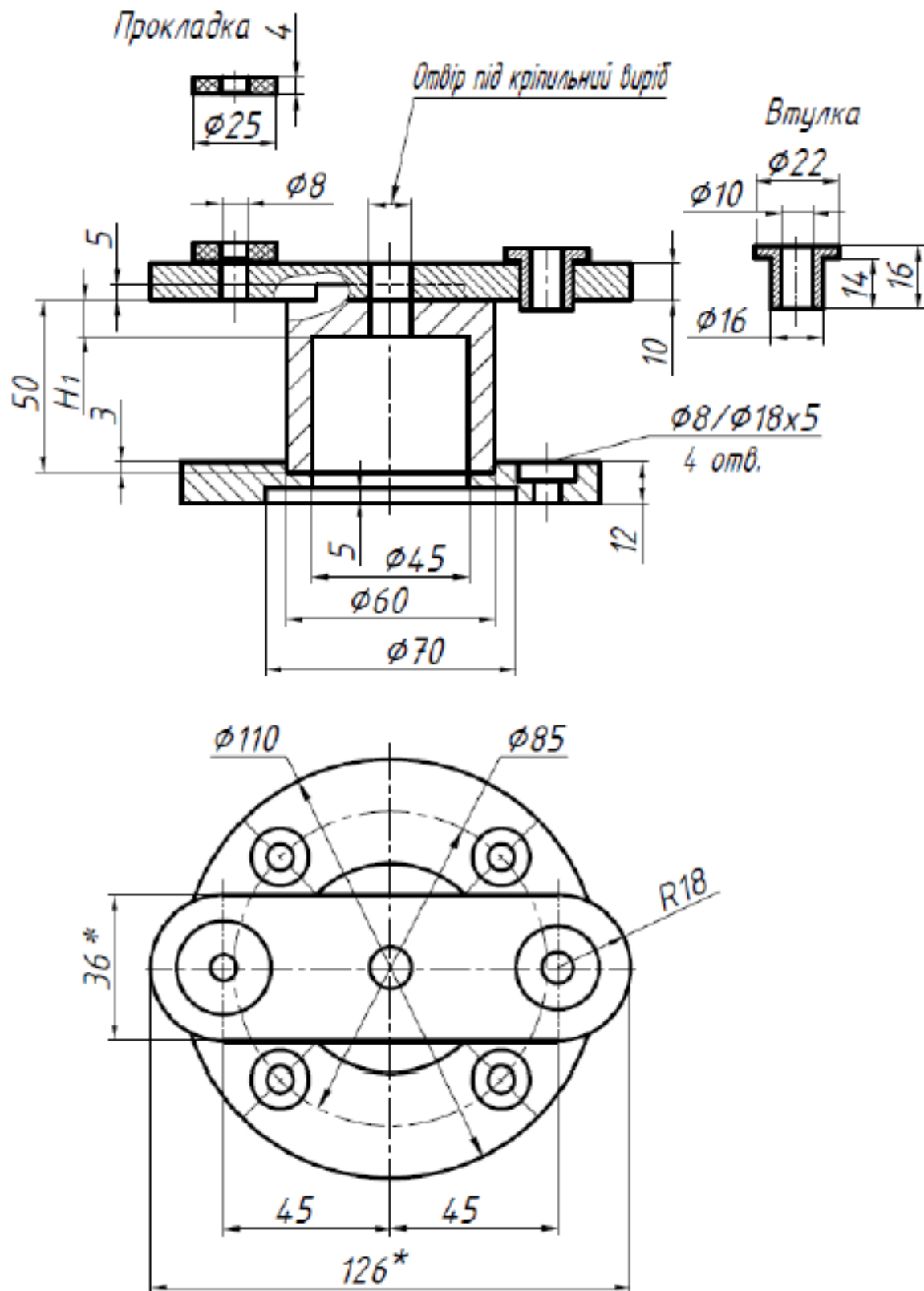
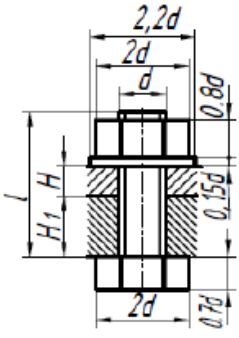
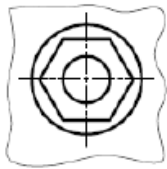
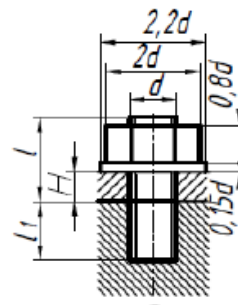
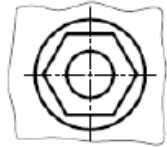
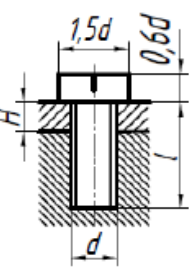
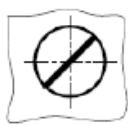
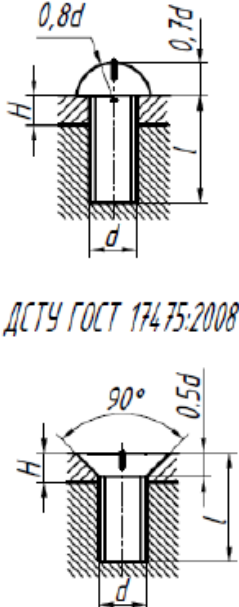


Рис.4

Таблиця 2

Болт ДСТУ ГОСТ 7798:2008	Шпилька	Гвинти ДСТУ ГОСТ 1491:2008 ДСТУ ГОСТ 17473:2008												
  $l = H + H_1 + 1,3d$	  $l = H + 1,3d$ <table border="1" data-bbox="582 884 869 1086"> <thead> <tr> <th>l_1</th><th>Матеріал</th><th>ДСТУ ГОСТ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$l_1 = d$</td><td>Сталь</td><td>22032:2008</td></tr> <tr> <td>$l_1 = 1,25d$</td><td>Чавун</td><td>22034:2008</td></tr> <tr> <td>$l_1 = 2d$</td><td>Легкі сплави</td><td>22038:2008</td></tr> </tbody> </table>	l_1	Матеріал	ДСТУ ГОСТ	$l_1 = d$	Сталь	22032:2008	$l_1 = 1,25d$	Чавун	22034:2008	$l_1 = 2d$	Легкі сплави	22038:2008	  $l = H + 2d$  ДСТУ ГОСТ 17475:2008
l_1	Матеріал	ДСТУ ГОСТ												
$l_1 = d$	Сталь	22032:2008												
$l_1 = 1,25d$	Чавун	22034:2008												
$l_1 = 2d$	Легкі сплави	22038:2008												
Ряд нормальних довжин...8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, 40...														

Запитання до теми

1. Які кресленики називають складальними?
2. Чим керуються, вибираючи кількість та зміст зображень на складальному кресленнику?
3. Які основні вимоги до вибору головного виду складального кресленика?
4. Які умовності та спрощення допускаються на складальних креслениках?
5. Які розміри проставляються на складальному кресленнику?
6. Яких правил слід дотримуватися при нанесенні номерів позицій окремих деталей?
7. Коли використовується загальна лінія-виноска позицій деталей на складальному кресленнику?

Тема 12: СПЕЦИФІКАЦІЯ

Зміст складальної одиниці, комплексу та комплекту визначає *специфікація*, що є їхнім основним конструкторським документом. Форма та порядок заповнення специфікації регламентовані ГОСТ 2.106-96. Її виконують на аркушах формату А4 за формами 1 (заголовний аркуш) (рис.1) та 1а (наступні аркуші) (рис.2). Основний напис виконують за ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 відповідно форма 2 (заголовний аркуш)(рис.3) і форма 2а (наступні аркуші)(рис.4) [8].

[illegible]

Рис. 1

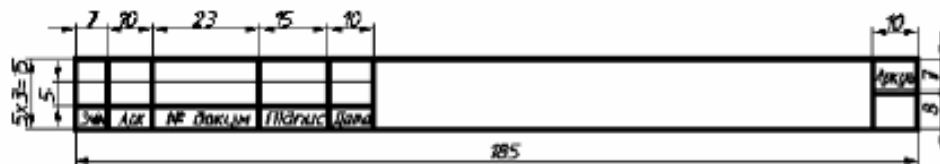


Рис. 4

Загалом специфікація містить таку послідовність розділів: документація, комплекси, складанні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали, комплекти. Розділи визначаються складом виробу.

Найменування кожного розділу зазначають у графі «Найменування» і підкреслюють суцільною тонкою лінією. Під кожним заголовком залишають вільний рядок.

До розділу «Документація» заносять основний комплект конструкторської документації в послідовності за ГОСТ 2.102 - 2013 (складальний кресленик, схема структурна тощо).

У розділ «Складанні одиниці» заносять елементи, що входять у специфікований виріб. На складанні одиниці виконують самостійні кресленики з відповідною специфікацією.

У розділ «Деталі» - нестандартні деталі, що безпосередньо входять у виріб. Складанні одиниці та деталі записують у порядку зростання цифр їхніх позначень.

У розділ «Стандартні вироби» - вироби, регламентовані державними, галузевими стандартами та стандартами підприємства. У кожній категорії стандартів запис виконують згідно з групами виробів, що об'єднуються за функціональним призначенням (підшипники, кріпильні вироби тощо), у межах кожної групи – в алфавітному порядку найменування виробів (болти, гайки, гвинти, шайби, шпильки тощо), у межах найменування – в порядку зростання позначення стандартів, а в межах кожного позначення – в порядку зростання основних параметрів або розмірів (діаметрів, довжин болтів тощо).

У розділ «Інші вироби» - вироби, застосовані за технічними умовами. Запис виробів здійснюють по групах, об'єднаних за функційним призначенням, у межах кожної групи - у алфавітному порядку найменувань виробів, а у межах кожного найменування – у порядку зростання основних параметрів або розмірів виробу.

У розділ «Матеріали» - ті матеріали, що безпосередньо входять до специфікованого виробу. Записують їх у такий послідовності: чорні метали, кольорові метали, проводи, шнури, пластмаси тощо. Матеріали кожного виду записують в алфавітному порядку, а кожного найменування - в порядку зростання розмірів.

У розділ «Комплекти» - експлуатаційні документи, документи для ремонту, застосовані за конструкторськими документами комплекти, які безпосередньо входять до виробу та постачаються разом з ним, а також пакування, призначене для виробу.

Графи специфікації заповнюють зверху вниз:

«*Формат*» - формат документа. Для деталей, на які не випущені кресленики, в графі пишуть «БЧ». Графу не заповнюють для розділів «Стандартні вироби», «Інші вироби» і «Матеріали»;

«*Зона*» - позначення зони, в якій є номер позиції складової частини виробу, якщо поле кресленика поділено на зони;

«*Поз.*» - порядкові номери складових частин виробу в послідовності запису їх у специфікацію. Для розділу «Документація» графи не заповнюють;

«Позначення» в розділі «Документація» - це позначення документів, що записують; у розділах «Складанні одиниці» і «Деталі» - це позначення основних конструкторських документів на них. У розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали» графу «Позначення» не заповнюють;

«*Найменування*» - це тільки найменування документів основного комплекту конструкторської документації («Складальний кресленик», «Схема структурна» тощо); для складальних одиниць і деталей – найменування їх відповідно до основних написів на їхніх креслениках; для деталей, на які не виконані кресленики, - це найменування матеріалів і розмірів, необхідних для виготовлення; для стандартних виробів і матеріалів – найменування і позначення їх відповідно до стандартів;

«*Кільк.*» - кількість складових частин на один виріб із зазначенням одиниць фізичних величин. У розділі «Документація» цю графу не заповнюють;

«*Примітка*» - додаткові відомості щодо виробів, документів, матеріалів.

Після кожного розділу специфікації треба залишати вільні рядки та резервувати номер позицій.

Специфікацію можна суміщати з кресленням СБ за умови розміщення їх на аркуші формату А4, а для виробів допоміжного та одиничного виробництва – на аркушах довільного формату. Такому документу надають позначення конструкторського документа, а код СБ не записують. На рис. 5 наведено зразок виконання специфікації до завдання з теми «З'єднання».

Основні зауваження до складання специфікації:

- залишати вільні рядки між розділами;
- формат та позначення не вказують для стандартних виробів;
- кріпильні вироби записують у алфавітному порядку найменувань;
- умовна позначка кріпильних виробів відповідно до стандартів (для одного з'єднання кріпильними виробами їх діаметри однакові, тобто однакові діаметри болта, гайки, шайби або шпильки, гайки, шайби);
- специфікації надають позначення та найменування складального кресленика, а код «СБ» не записують;
- для деталей без кресленика формат не вказують, але позначення вказують (замість формату записують «БЧ»).

ЛП71.XX0304.000

З'єднання

КПІ ім. Ігоря Сікорського
ІХФ, 1 курс

Рис. 5

Запитання до теми

1. Що таке специфікація? З яких розділів вона складається?
2. Які графи містить специфікація?
3. Як здійснюється запис у розділі «Стандартні вироби»?
4. В яких випадках можна суміщати специфікацію з креслеником СБ? Як тоді позначають документ?

Тема 13: ЧИТАННЯ КРЕСЛЕНИКІВ ЗАГАЛЬНОГО ВИДУ

Кресленики загального виду належать до проектної конструкторської документації і розробляються на стадіях технічної пропозиції, ескізного та технічного проєктів. Характерною рисою кресленика загального виду є якомога повна інформація відносно кожної деталі й складальної одиниці в цілому щодо форми, розмірів, взаємодії деталей, характеру з'єднань їх та ін., тобто це кресленик, що визначає конструкцію виробу, взаємодію його складових частин і пояснює принцип роботи виробу. Він є основою для розробки складального кресленика, специфікації й робочих креслеників деталей [5,6].

Читання кресленика загального виду

Рекомендується така послідовність читання кресленика:

1. Ознайомлення з найменуванням і призначенням складальної одиниці, її розмірами, масою, масштабом зображення.
2. Вивчення зображень, уявлення форми, призначення й розмірів оригінальних деталей.
3. Вивчення способів взаємодії деталей, їхніх з'єднань, способу передачі руху, взаємодії виробу з іншими виробами.
4. З'ясування способу розбирання й складання виробу та його складових частин.

Деталювання кресленика загального виду

Деталювання кресленика загального виду полягає у виконанні робочих креслеників оригінальних деталей. Процес деталювання складається з двох етапів підготовчого та безпосереднього виконання робочого кресленика. Під час розробки кресленика загального виду відповідні стандарти допускають ряд умовностей та спрощень, які слід враховувати при деталюванні, тому що на робочому кресленнику деталь має бути зображена зі всіма конструктивними та технологічними елементами

Підготовчий етап:

- а) відокремлюють усі оригінальні (нестандартні) деталі, для яких необхідно виконати робочі кресленики;
- б) вибрану деталь знаходять на усіх зображеннях кресленика загального виду, вивчають її зовнішню, внутрішню форму;
- в) визначають головний вид деталі, який надає найбільшу інформацію про її форму та розміри. Головним видом може бути вид, розріз чи поєднання виду з розрізом для симетричних зображень. Зображення головного виду деталі може не відповідати положенню її на головному зображенні кресленика загального виду;

г) визначають необхідну кількість зображень деталі, яка повинна бути мінімальною, але достатньою для повної уяви форми деталі та її розмірів. Кількість та характер зображень деталі на робочому кресленнику не завжди відповідає кількості зображень деталі на кресленнику загального виду;

д) вибирають масштаб зображення деталі (ДСТУ 3321:2003). Деталі невеликих розмірів або деталі складної форми рекомендується виконувати у збільшеному масштабі;

е) вибирають формат (ГОСТ 2.301-68, ДСТУ 3321:2003), необхідний для виконання робочого кресленника.

Основний етап:

а) виконання зображень у тонких лініях, крім штриховки;

б) нанесення розмірних і виносних ліній;

в) визначення дійсних розмірів елементів деталі та нанесення розмірних чисел. Розміри конструктивних та технологічних елементів (фасок, проточок, центрових отворів та ін.) визначають не за кресленником загального виду, а згідно з відповідними стандартами на них. Розміри, зняті з кресленника загального виду, узгоджують з нормальними рядами довжин, кутів, діаметрів, фасок та ін.;

г) позначення шорсткості поверхонь деталі, виходячи з умов її роботи, функціонального призначення, технології виготовлення;

д) нанесення штриховки на розрізах та перерізах;

е) наведення контурних ліній кресленника;

ж) заповнення основного напису та запис технічних вимог.

Приклад читання кресленника загального виду з'єднувального клапану, наведеному на рис.1, показано на деталі поз.2 (з'єднувальна гайка) [5].

Знаходимо положення деталі поз.2 на кресленнику (рис.1). Від полки з цифрою 2 по лінії-виносці рухаємося до її кінця – до точки, що розташована на самій деталі. На головному виді деталь зображена в розрізі. Штриховка цієї деталі обмежена зовнішнім та внутрішнім контурами.

Звертаємо увагу на нахил та густоту штриховки. Деталь на усіх зображеннях має бути заштрихованою однаково. Це допомагає знайти деталь на інших зображеннях кресленника (рис.1). По лініях проекційного зв'язку знаходимо заштриховану частину деталі 2 на розрізі А–А, а також контур цієї деталі на поєднаному з розрізом виді зверху. Зовні деталь має циліндричну форму, у якій з одного боку розташовані симетрично дві лиски. Внутрішня поверхня уявляє собою складний наскрізний отвір з кількома гладкими та нарізевими циліндричними поверхнями.

Проаналізуємо, яка кількість зображень буде мінімальною але достатньою, щоб відтворити повну уяву про форму та розміри з'єднувальної гайки 2. Оскільки поверхні деталі, що оброблюються, є поверхнями обертання, то вісь поверхонь на головному виді розташовують горизонтально. Тут також можливі чотири варіанти зображення з урахуванням виконання розрізу. Вибираємо те зображення, де лиски розташовані паралельно фронтальній площині проекцій (вид зліва на рис.1) уздовж горизонтальної осі та праворуч,

тому що з цієї сторони в процесі обробки деталі більше токарних операцій. Для зменшення кількості зображень деталі на головному зображенні з'єднуємо вид з розрізом. Але одного зображення гайки недостатньо, бо не розкрита форма зовнішньої поверхні з лисками, тому доповним його перерізом. Переріз симетричний, тому його зображення розміщено уздовж сліду січної площини без його позначення, як показано на кресленнику (рис.2).

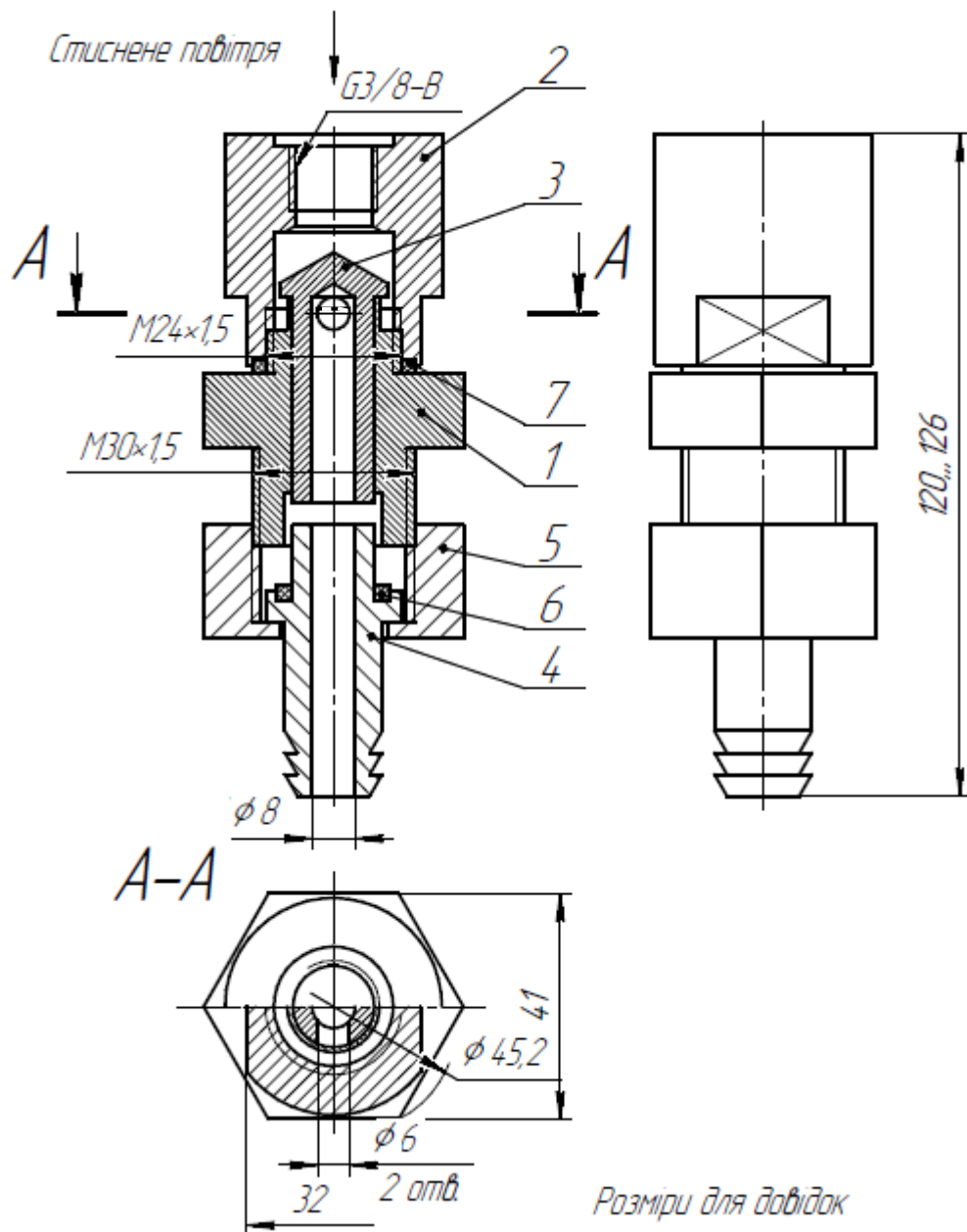


Рис. 1

Форма і розміри отвору для ущільнення нарізових з'єднань гумовими кільцями відповідають ГОСТ 9833-73*.

Розміри і шорсткість поверхонь нанесені з урахуванням технології виготовлення та функціонального призначення деталі. Торці гайки – основні технологічні бази.

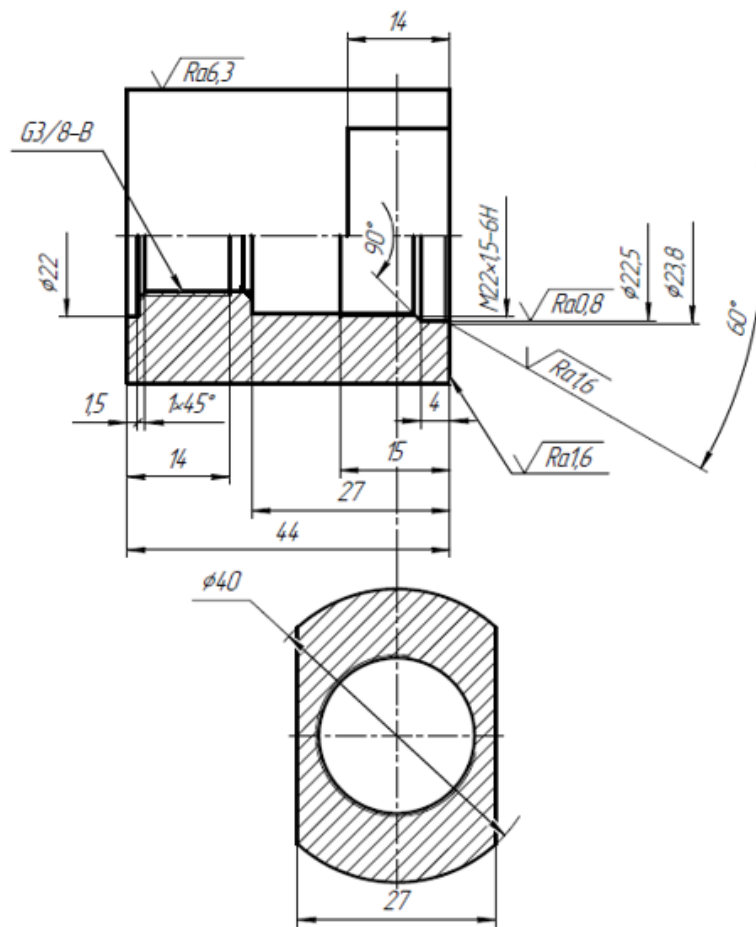


Рис. 2

Завдання з деталювання креслеників загального виду полягає у виконанні робочих креслеників від двох до чотирьох (залежно від навчальної програми курсу) нестандартних деталей за варіантами, наведеними у навчальному посібнику [5].

Запитання до теми

1. Що таке кресленик загального виду та яку інформацію він має містити?
2. Яким чином на кресленку загального виду виділяються контури окремої деталі?
3. Якої послідовності дій треба дотримуватись при деталюванні кресленка загального виду?
4. Як визначають розміри елементів при деталюванні та які їхні значення наносять на робочому кресленку деталі?
5. Як визначають шорсткість поверхонь при деталюванні?

Основні зауваження до читання кресленика загального виду:

- головний вид деталі може не співпадати з її зображенням на головному виді кресленика загального виду, тобто зображення повернуто таким чином, щоб показати або лиску, або найбільшу кількість граней призматичної поверхні, або форму паза тощо;
- видалити всі лінії зображень спряжених деталей з зображення деталі на її робочому кресленнику;
- визначені за допомогою штриховки контури перерізу деталі перетворити у розріз сполученням його складових лініями виду за перерізом;
- виконати половину виду та половину розрізу, якщо симетричне зображення деталі;
- звернути увагу на технологічні та конструктивні елементи, форма і розміри яких надаються відповідними стандартами;
- шорсткість поверхонь визначається за функціональним призначенням деталі та її елементів, рекомендаціями відповідних стандартів.

Список літератури

1. Методичні вказівки з геометричного та проекційного креслення Укладач Г.М. Коваль.- К.: НТУУ "КПІ", 2014- 36 с. http://ng-kg.kpi.ua/files/metod_kovalj.pdf
2. Ванін В.В. Оформлення конструкторської документації: навчальний посібник/ В.В. Ванін, А.В. Бліук, Г.О. Гнітецька. – К.: НМК ВО, 1992. – 124с.
3. Ванін В.В. Оформлення конструкторської документації: Навч. посіб. 4-е вид / В.В. Ванін, А.В. Бліук, Г.О. Гнітецька. - К.: Каравела, 2013,-160 с.
4. Ванін В.В. Інженерна графіка. Розробка ескізів та робочих креслеників деталей: навчальний посібник/ В.В. Ванін, О.М. Воробйов, А.Є. Ізволеньська, Н.А. Парахіна. - К.:КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 106 с.
5. Гетьман О. Г. Виконання робочих креслеників деталей за креслеником загального виду: навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету усіх форм навчання/ О. Г. Гетьман, Н. В. Білицька, Г. В. Баскова. – К.: НТУУ КПІ ім. І. Сікорського, 2016. – 144 с.
6. Михайленко В. Є. Інженерна графіка. [Текст] / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін , С. М. Ковальов.– К.: Каравела; Львів: Новий Світ –2002. – 336 с.
7. Ванін В. В. Інженерна графіка. [Текст]/ В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. М. Надкернична, Г. Г. Власюк. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 400 с.
8. Баскова Г. В. Методичні вказівки до виконання завдання з теми «З'єднання»[Електронний ресурс]/ Г.В. Баскова, Г.М. Коваль. – К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2017. – 42 с. – Режим доступа: <http://ng-kg.kpi.ua/files/147.pdf>