

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

Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

РОЗДІЛ: ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ **Курс лекцій для дистанційного режиму навчання**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Тепло- і парогенеруючі установки»
спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»,
за освітньою програмою «Атомні електричні станції»,
спеціальності 143 «Атомна енергетика»,
за освітньою програмою «Теплофізика»
спеціальності 144 «Теплоенергетика»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2021

Рецензенти: *Ботвіновська Світлана Іванівна*, докт. техн. наук, проф.
Туз Валерій Омелянович, докт. техн. наук, проф.

Відповідальний редактор *Гнітецька Тетяна Віталіївна*, канд. техн. наук, доц.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 25.02.2021 р.)
за поданням Вченої ради фізико-математичного факультету (протокол № 12 від 22.02.2021 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

Білицька Надія Василівна, канд. техн. наук, доц.
Гетьман Олександра Георгіївна, канд. техн. наук, доц.

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

РОЗДІЛ: ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ Курс лекцій для дистанційного режиму навчання

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА. Розділ: Проекційне креслення Курс лекцій для дистанційного режиму навчання [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 142 «Енергетичне машинобудування», 143 «Атомна енергетика», 144 «Теплоенергетика», спеціалізації «Теплофізика» /Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,6 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 72 с.

© Білицька Н.В., Гетьман О.Г., 2021
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021

У навчальному посібнику висвітлені питання, що пов'язані особливостями викладання теми «Проекційне креслення» в курсі «Інженерна графіка» в умовах дистанційного режиму навчання. Оскільки традиційне читання лекцій в умовах карантину є неможливим, пропонується подання такої інформації за допомогою платформи ZOOM.

Надання матеріалу у вигляді, що пропонується авторами, допускає можливість діалогу зі студентами, сприяє інтенсифікації самостійної роботи. Якість креслень, які пропонуються на лекціях, значно вища за їх надання за традиційним варіантом: вони виконані за допомогою комп'ютерного графічного пакета.

У навчальному посібнику наведені презентації лекцій з курсу інженерної графіки, які виконані у програмі Microsoft PowerPoint.

В презентаціях застосовуються чисельні кольорові ілюстрації геометричних об'єктів та їх креслень з розрізами, що розглядаються в курсі. На початку кожної лекції наведені основні питання, які розглядаються в лекції. Основні положення та визначення виділені кольором, та ілюструються кількома прикладами. Наприкінці кожної лекції наведені висновки.

Навчальний посібник призначений для студентів технічних спеціальностей.

Зміст

Вступ	5
1. Лекція 1. Система стандартів ЄСКД – основні положення	
Загальні правила оформлення креслеників.	6
Питання та завдання для самоперевірки	24
2. Лекція 2. Спряження. Виконання кресленика «Геометричне креслення».	25
Питання та завдання для самоперевірки	42
3. Лекція 3. Зображення. Виконання кресленика «Розрізи прості».	43
Питання та завдання для самоперевірки	57
4. Лекція 4. Зображення. Виконання кресленика «Розрізи складні».	58
Питання та завдання для самоперевірки	70
Література	71

Вступ

Навчальний посібник з проєкційного креслення для дистанційного режиму навчання призначений для студентів, які вивчають курс інженерної графіки за скороченою програмою.

Інженерна графіка належить до дисциплін, що складають основу інженерної освіти. У цьому курсі вивчають методи зображень просторових форм на площині, способи створення креслеників технічних об'єктів та низку стандартів, які регламентують правила відображення цих об'єктів на креслениках. Крім того, вивчення інженерної графіки сприяє розвитку просторового уявлення, яке є необхідним для професійної діяльності будь-якого інженера.

Спілкування зі студентами в умовах дистанційного режиму навчання значно складніше, бо неможливо оперативно спостерігати здатність слухачів сприймати навчальний матеріал. Оскільки традиційне читання лекцій в цих умовах неможливе, інформація подається за допомогою платформи ZOOM, яка надає деяку можливість контакту зі студентами. Перевагою такого подання матеріалу є також те, що фото та кресленики, які демонструються, виконані з більш високою якістю, ніж викладач може накреслити на дошці.

У навчальному посібнику наведені презентації лекцій з теми «Проекційне креслення» курсу інженерної графіки, які виконані у програмі Microsoft PowerPoint.

В презентаціях застосовуються чисельні кольорові ілюстрації геометричних об'єктів та їх креслеників з розрізами, що розглядаються в курсі. На початку кожної лекції наведені основні питання, які розглядаються в лекції. Основні положення та визначення виділені кольором, та ілюструються кількома прикладами. Наприкінці лекції наведені висновки.

Посібник складений з урахуванням методичних розробок кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ «КПІ»: підручника: В.В.Ванін, В.В.Перевертун, Т.М.Надкернична, Власюк Г.Г. «Інженерна графіка», методичних вказівок: «Методичні вказівки з геометричного та проєкційного креслення» Укладач Г.М. Коваль, «Методичні вказівки до виконання кресленика "Геометричне креслення" Укладачі: Блюк А. В., Жадько Т. І., Ольховикова-Мудренко І. Б.

Вивчення курсу здійснюється згідно з робочою програмою дисципліни. Для полегшення засвоєння матеріалу з кожної теми студенти виконують кресленики за викладеною темою.

Лекція 1. Система стандартів ЄСКД – основні положення. Загальні правила оформлення креслеників

У лекції розглядається структура стандартів, які застосовуються в Україні. Особлива увага приділяється основним правилам оформлення креслеників.

Наводиться інформація про основні та додаткові формати, форми основного напису та порядку його заповнення.

Надається визначення та випадки застосування масштабів, які відмінні від натурального, та правила його позначення на креслениках.

Розглядаються типи ліній та креслярські шрифти, які застосовуються на креслениках технічних форм.

Наводиться загальна інформація щодо правил нанесення розмірів на креслениках.

Наприкінці для закріплення наданого матеріалу розглядається алгоритм побудови першого кресленика за темою лекції та наводяться основні правила виконання титульного аркуша.

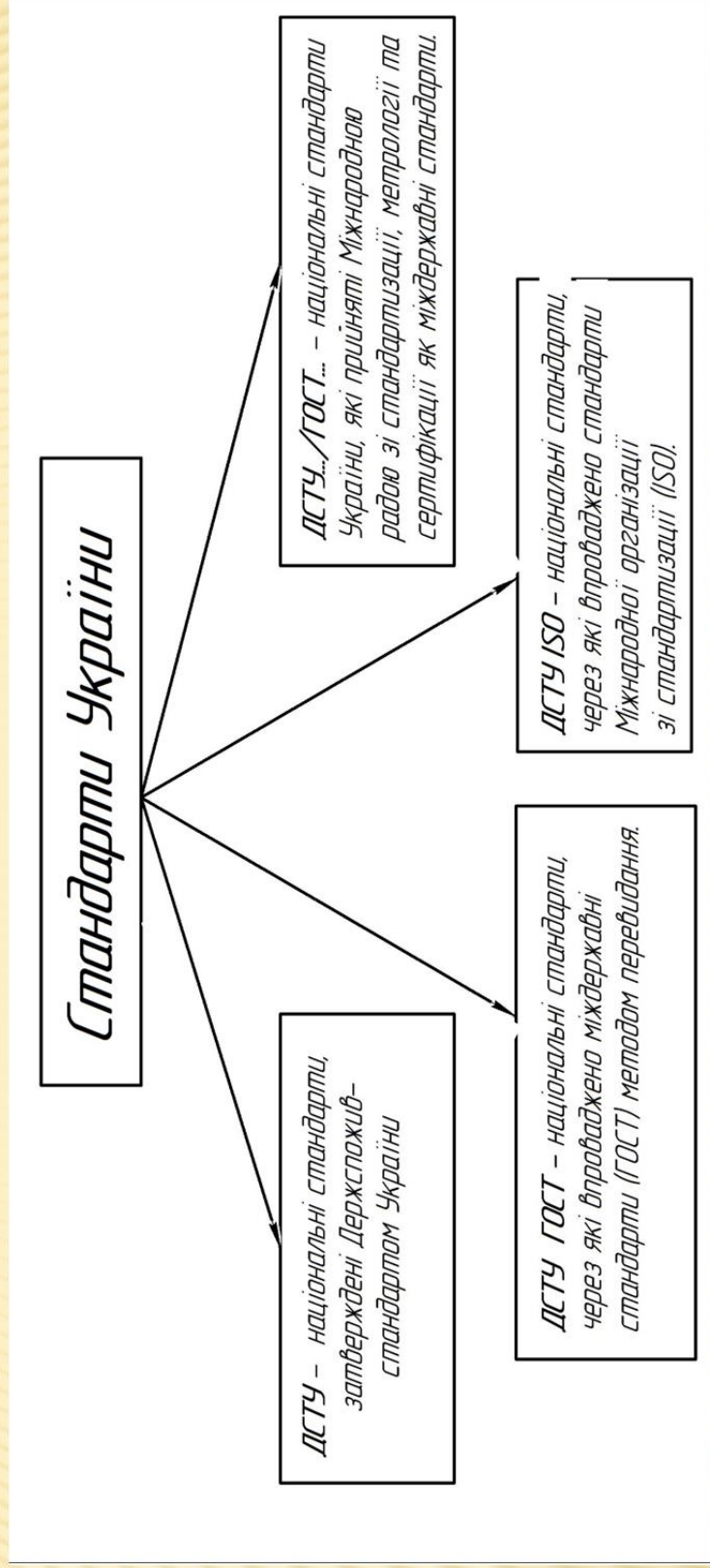
Система стандартів ЄСКД - основні положення

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

ОСНОВНІ ПИТАННЯ

1. Система стандартів, що застосовуються в Україні
2. Формати
3. Масштаби
4. Лінії
5. Шрифти креслярські
6. Штрихування
7. Нанесення розмірів

Система стандартів, що застосовуються в Україні



Формати. ДСТУ 3321:2003

Форматом називається розмір аркуша креслярського паперу, на якому виконаний кресленик або інший конструкторський документ.

Формати поділяються на основні та додаткові.

За основу вибраний аркуш паперу, площа якого 1 м^2 , а відношення сторін $1:\sqrt{2}$. Його розміри – 841×1189 . Усі інші основні формати отримують його послідовним діленням на 2 рівні частини паралельно меншій стороні.

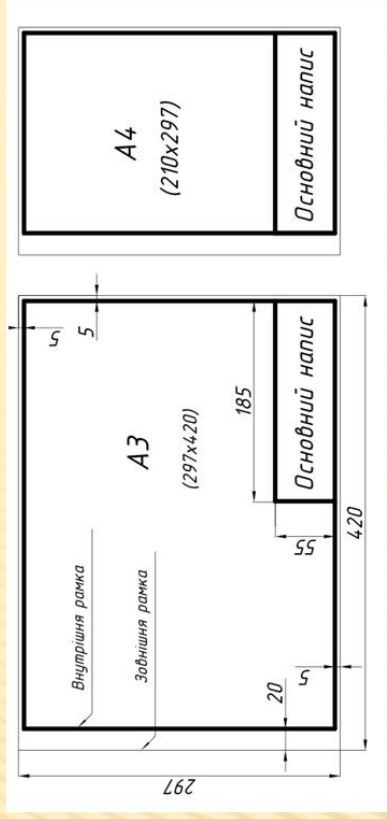
Основні формати

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

Додаткові формати одержують збільшенням короткої сторони основного формату в ціле число разів. Розміри додаткових форматів вибирають з таблиці, що наведена в стандартах.

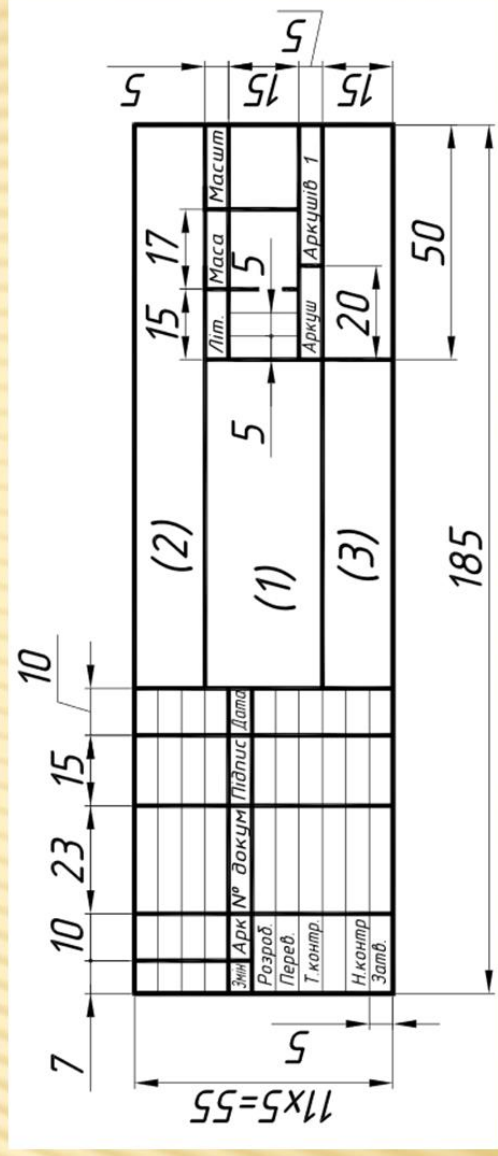
Познака додаткового формату складається з позначки основного формату та його кратності, наприклад A0x2, A2x5

На форматі виконуються зовнішня та внутрішня рамки та основний напис, який розташований у правому нижньому куті.



Основний напис – це сукупність характеристик виробу і виконаного на нього конструкторського документу, разом з установленими підписами.

В графі 1 вказують назву виробу, в графі 3 – матеріал, з якого виконана деталь.

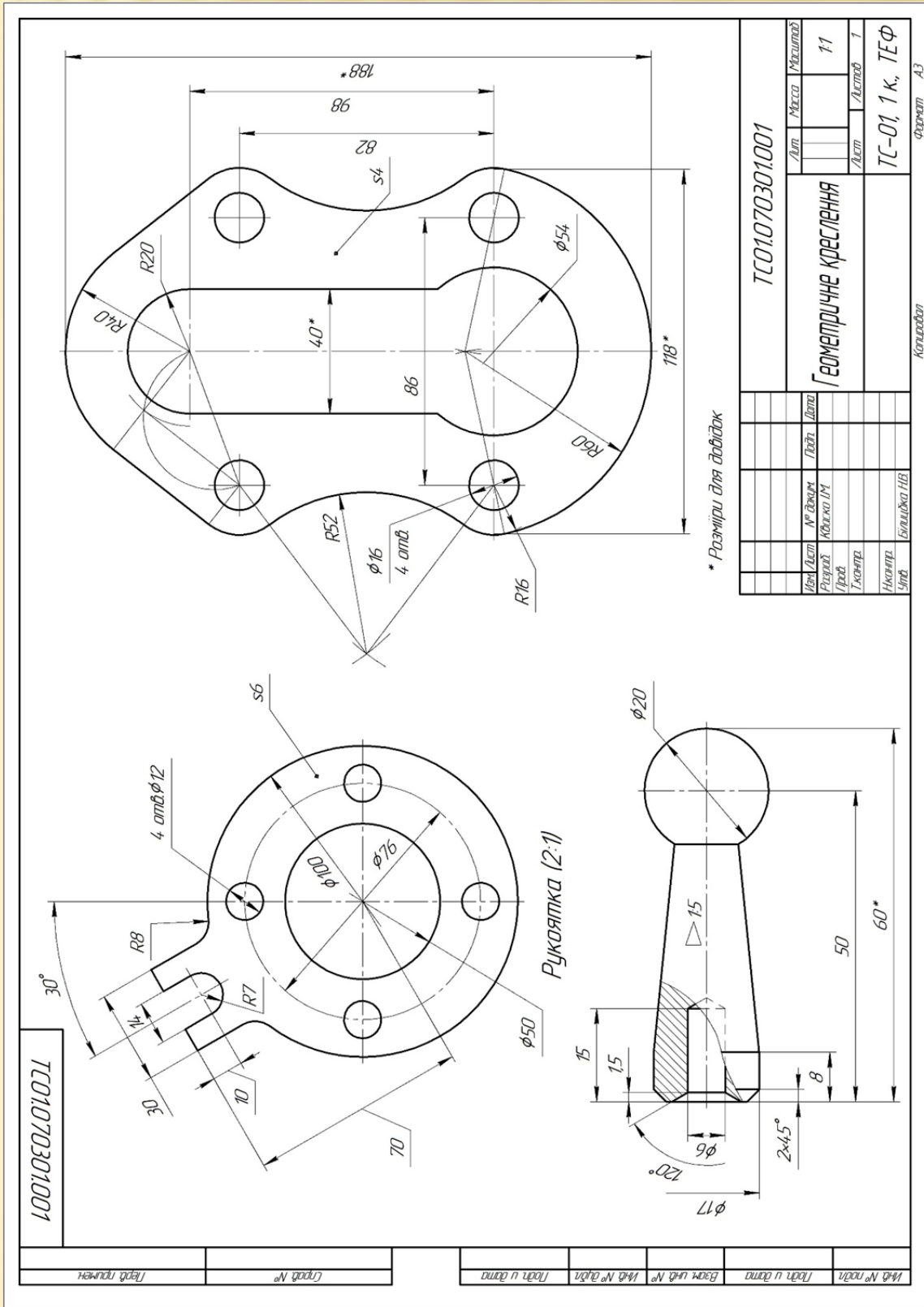


В графі 2 вказують позначення кресленика.

Його структура
XXXX.XXXXXX.XXX,

1 2 3 4 5
1 - позначення групи, наприклад, ТСО1,
2 – варіант студента,

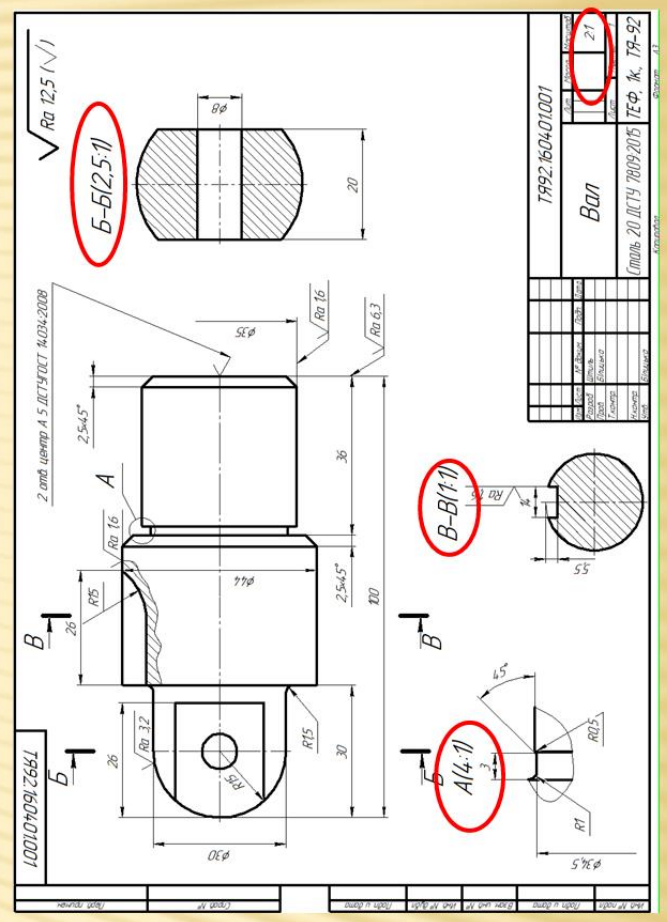
3 – код дисципліни (ОЗ), 4- номер теми, 5 - номер аркуша в темі.












Масштаби. ДСТУ 3321:2003

Масштабом називається відношення лінійного розміру, що зображений на креслені, до його дійсної довжини.

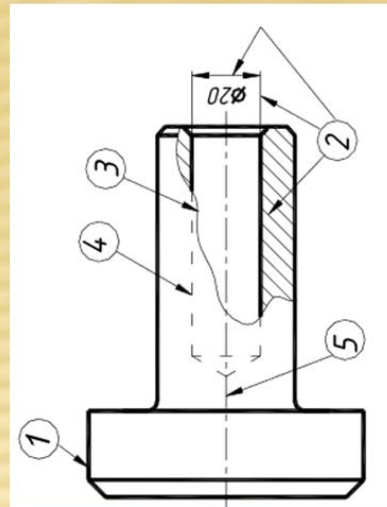
Масштаби зменшення		Нагуральна величина		Масштаби збільшення											
1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20	2:1	2,5:1	4:1	5:1					
1:25	1:40	1:50	1:75	1:100	1:200	1:400	1:500	1:800	1:1000	1:2000	10:1	20:1	40:1	50:1	100:1



Лінії. ДСТУ 3321:2003

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	$S/3...S/2$	

Зображення на кресленнях виконуються встановленими стандартами типами ліній. Товщина товстої основної лінії вибирається в межах від 0,5 до 1, 4 мм залежно від складності зображення та формату креслення.

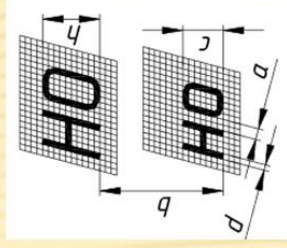


Шрифти креслярські. ДСТУ 3321:2003

Всі написи на креслениках виконуються креслярськими шрифтами.

Типи шрифтів.

- тип А без нахилу;
- тип А з нахилом близько 75° ;
- тип Б без нахилу;
- тип Б з нахилом близько 75° .



Основний параметр шрифту – висота h , що визначається висотою його великої літери

Встановлено такі розміри шрифту: (1,8), 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Товщина ліній шрифту залежить від його типу і становить $d=h/10$ для шрифту типу Б.

Висота малих літер $s=7d$.

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		
İ	3d	і	3d		
I	d	і	d		
решта	6d	решта	5d		

Зображення літер та інших символів шрифтом Б з нахилом

АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМН

ОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

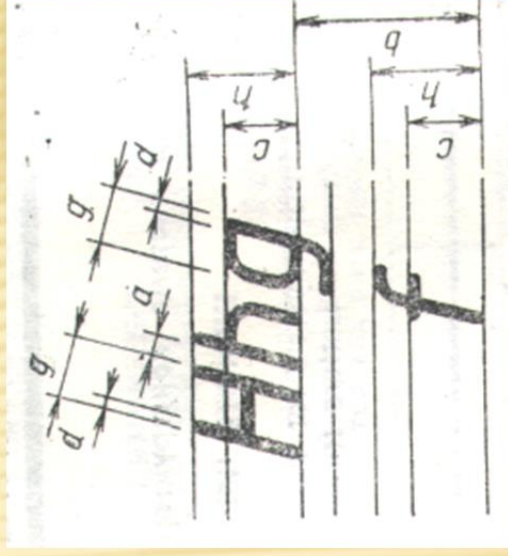
1234567890 3

R3 Ø5* □7 > 1:10 ▷ 1:5 S4

абвгдеежзиійклмн

опрстүфхцчшщьюя

Побудова спрощеної сітки для літер 10 та меншим шрифтом.



Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки
НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського"

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

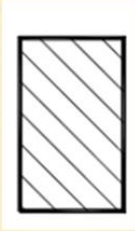
Студент 1к, гр. ТС-91 Куршаков К.О
Факультет ТЕФ
Викладач Білицька Н.В.

2019

Штрихування. Графічні позначки матеріалів на кресленнях.

Графічне позначення матеріалів застосовується у перерізах.

Загальне позначення матеріалу незалежно від його виду:



Графічне позначення матеріалу з урахуванням його виду:



а – метали та тверді сплави,

б – неметалічні матеріали, за виключенням таких, що мають особисте позначення, наприклад, такі як

в – кераміка,

г – скло та інші світло прозорі матеріали,

д – ґрунт.

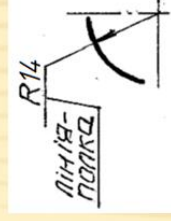
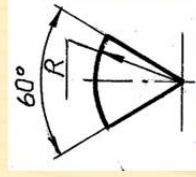
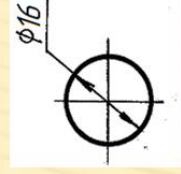
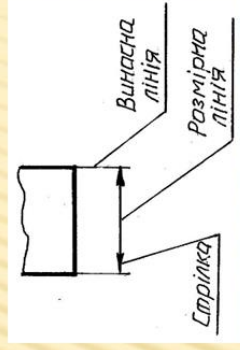


Штрихування виконують суцільною тонкою лінією. Лінії штрихування повинні бути нахилені під кутом 45° до лінії контуру зображення або до його осі або до лінії рамки креслення у будь-якій бік. Якщо у такому разі лінії штрихування розташовані паралельно до ліній контуру або осі, кут штрихування слід змінити на 30° або 60° . Відстань між лініями штрихування повинна бути 1-10 мм в залежності від площі штрихування. Штрихування усіх перерізів однієї деталі повинно бути однаковим.

Нанесення розмірів. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013

Розміри на креслениках вказуються за допомогою розмірних, виносних ліній та розмірних чисел.

Розмірні лінії повинні бути паралельні відрізку, що вимірюється. Розмірні лінії обмежуються виносними, які є продовженням контурних або осьових ліній відрізку, що вимірюється. Над розмірною лінією вказують розмірне число на відстані $\approx 1 \dots 2$ мм від неї і ближче до її середини.



Лінійні розміри – довжину, висоту, ширину; радіус, діаметр дуги кола – вказують **в міліметрах (мм)** без позначки одиниці вимірювання, кутові розміри – **в градусах**, хвилинах і секундах з позначкою одиниць вимірювання.

На кінцях розмірних ліній розташовують стрілки.



Стрілка повинна упиратися вістрям у лінію видимого контуру, виносну, осьову або центрову. Розмірні лінії рекомендується проводити поза контуром зображення.

На кресленнику проставляють дійсні (натуральні) розміри, незалежно від масштабу кресленника.

Розмірні числа на одному й тому ж кресленнику наносять стандартним шрифтом одного розміру, найчастіше $h=3,5$ або $h=5$. Неможна використовувати як розмірні лінії контуру, виносні, осьові, центрові лінії.

Виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірної лінії на 1...5мм.

Розмірну лінію наносять на відстані, що дорівнює не менш 10 мм від паралельної до неї розмірної, контурної, осьової чи центрової лінії.

Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями дорівнює 8 мм.

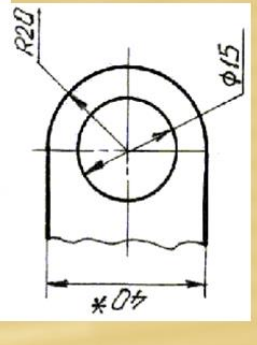
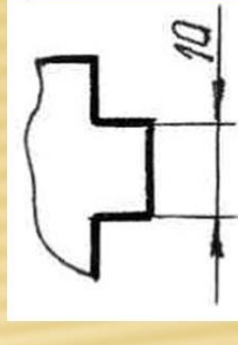
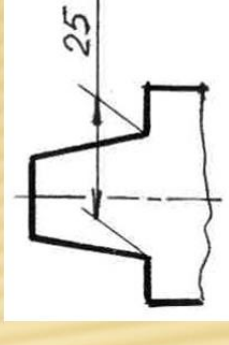
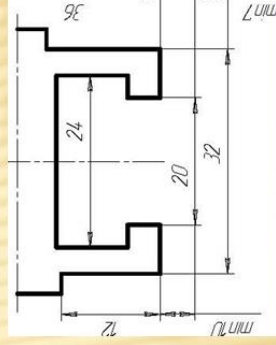
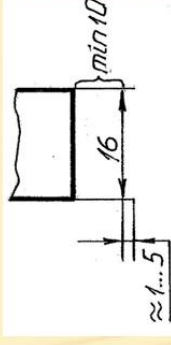
Розмірні числа на паралельних розмірних лініях, розташовують в шаховому порядку.

Перетину розмірних ліній необхідно уникати. У випадку, коли виносні лінії можуть пройти максимально наближено до ліній контуру, допускається виносні лінії проводити під будь-яким кутом до розмірної, так, щоб вони разом з розмірною лінією і вимірюваним відрізком утворювали паралелограм.



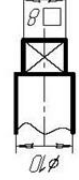

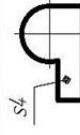


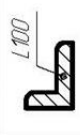
Якщо відстань між виносними лініями менше 12 мм, то стрілки представляють ззовні від виносних ліній.

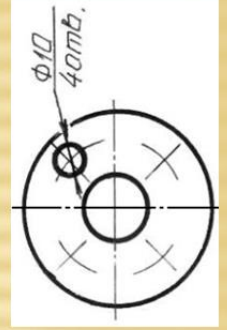
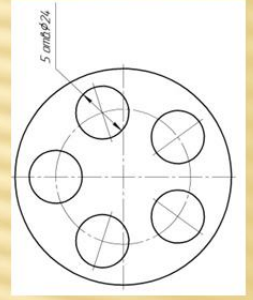
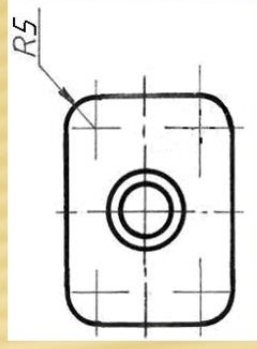
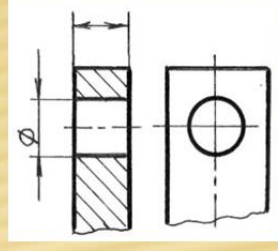
Для скорочення кількості зображень деталей та пояснення її форми перед розмірним числом ставляться такі позначки:
Ø - діаметр, R - радіус.

Якщо дуга кола $\leq 180^\circ$, то використовують знак „R”, якщо $>180^\circ$, то „Ø”.



1. При нанесенні розмірів перед розмірним числом можуть бути позначки, що наведені у таблиці.
2. Загальна кількість розмірів на кресленню повинна бути міні-мальною, але достатньою для виготовлення і контролю виробу.
3. Розміри, що відносяться до одного й того ж конструктивного елемента (пазу, виступу, отвору) рекомендується групувати, розташовуючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма елемента показана найбільш повно.
4. Розміри, що визначають положення симетрично розташованих поверхонь симетричних виробів, наносять один раз, не вказуючи їх кількості. Наприклад, розміри однакових радіусів R5.
5. Розміри декількох однакових елементів виробу, наносять один раз, вказуючи на полиці лінії-виноски кількість цих елементів. При цьому кількість отворів пишуть або перед розміром діаметра отвору, або під розмірною лінією.

			
Коло s4	Радіус	Квадрат	Дуга
			
Товщина	Контурність	Уклон	Довжина



Висновки

1. Виконання креслеників необхідно узгоджувати з діючими стандартами.
2. Кресленики виконуються на основних, або за потребою на додаткових форматах. На кресленнику надається основний напис.
3. Для зображення великих предметів застосовуються масштаби зменшення, а для малих – масштаби збільшення, щоб чітко зобразити усі деталі конструкції та нанести необхідні розміри.
4. Усі лінії та написи кресленника повинні відповідати стандартам.
5. Для виділення перерізів застосовується штрихування.
6. Розміри на кресленнику необхідно наносити за стандартами. Вони повинні однозначно визначати усі елементи предмета.
7. Дублювання розмірів не допускається. Розміри, які можливо визначити за іншими, але необхідно нанести на кресленнику позначаються «зірочкою», як довідкові.

Питання та завдання для самоперевірки

1. Які стандарти застосовуються в Україні при виконанні креслеників?
2. Як визначаються розміри основних форматів по відношенню до формату А0?
3. Наведіть приклади стандартних масштабів зменшення.
4. В яких межах обираються товщини ліній на креслениках?
5. Які типи шрифтів встановлює ДСТУ 3321:2003?
6. Як на кресленику позначають лінійні розміри?
7. Як позначаються фаски на креслениках?
8. Як обирається кут нахилу штриховки?

Лекція 2. Спряження. Виконання кресленика «Геометричне креслення»

У лекції розглядається побудова спряжень відрізків прямих та дуг кривих ліній (двох відрізків прямих, відрізка та дуги кола, двох дуг кіл) дугами кіл визначених радіусів.

Також розглянута побудова спряжень дуг кіл відрізком прямої лінії (побудова спільної дотичної до двох дуг кіл).

Наведена компоновка кресленика «Геометричне креслення».

Розглянуті алгоритми побудови креслеників рукоятки та двох прокладок з урахуванням масштабу. Особлива увага приділена побудові конусності середньої частини рукоятки.

Для закріплення матеріалу розглядаються деякі питання з нанесення розмірів, які виникають у студентів при виконанні кресленика «Геометричне креслення».

Спряження

ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА «ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ»

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры

ОСНОВНІ ПИТАННЯ

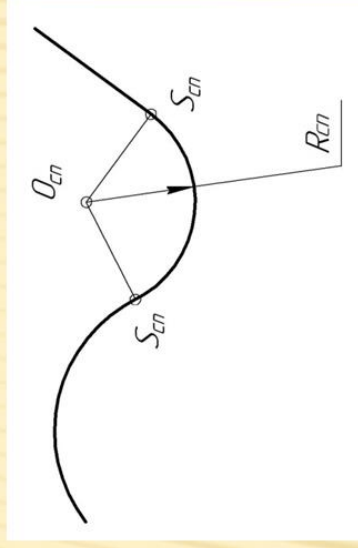
1. Побудова спряжень.
2. Розмітка кресленику.
3. Побудова конусності.
4. Спряження на прокладці.
5. Особливості нанесення розмірів.

Побудова спряжень

Спряження – це плавний перехід однієї лінії в іншу.

Для цього застосовується додаткова лінія, найчастіше дуга кола або відрізок прямої.

Дуга спряження задається, як правило, радіусом спряження $R_{сп}$, а центр спряження $O_{сп}$ та кінцеві точки дуги - точки дотику $S_{сп}$ визначають побудовою.



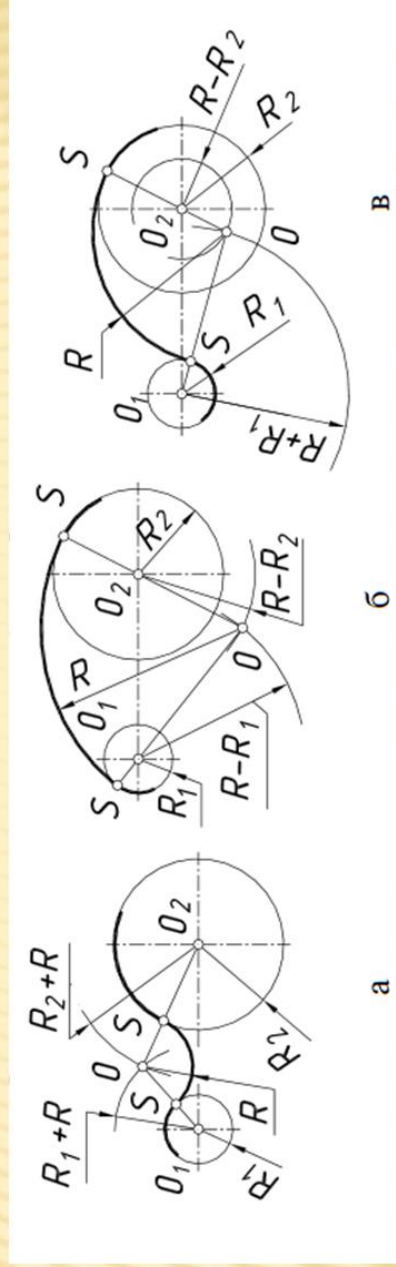
Для побудови спряжень використовуються геометричні місця точок (ГМТ). ГМТ – це сукупність точок, що задовольняють певним умовам.

Для побудови спряжень застосовують:

- ГМТ, які віддалені від прямої на задану відстань – це дві прями, що паралельні до заданої та віддалені від неї на задану відстань;
- ГМТ, що віддалені від кола радіуса R на задану відстань d – це два або одне концентричні з заданим кола, радіуси яких дорівнюють $R \pm d$.

Загальний алгоритм побудови спряжень за допомогою кола.

1. Побудувати відповідні ГМТ, відрізки прямих чи дуги кола, точки яких віддалені від заданих геометричних об'єктів на задану відстань $R_{сп}$.
2. Знайти їх перетин – центр кола спряження $O_{сп}$.
3. Для визначення кінцевих точок дуги $S_{сп}$ побудувати або лінії центрів, що сполучають центри відповідних кіл, або перпендикуляри, якщо виконується спряження прямих.



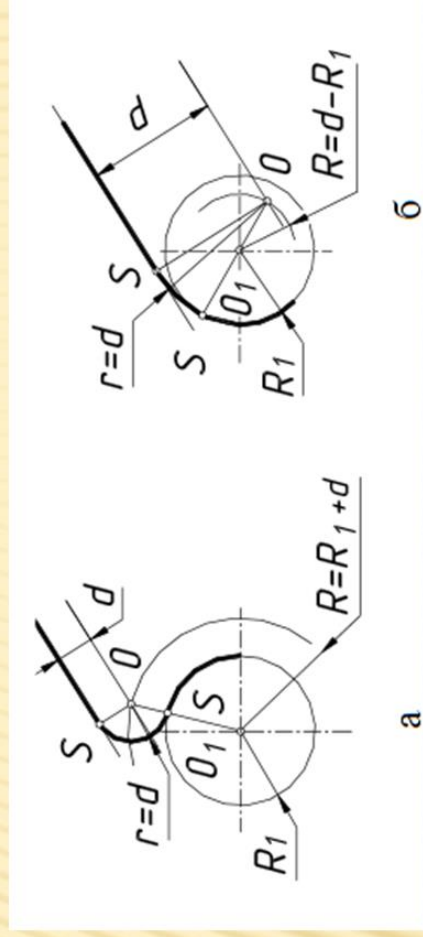
Побудова спряжень двох кіл, радіуси яких дорівнюють R_1 та R_2 , за допомогою дуги радіуса R :

- зовнішнє спряження (рис. а),
- внутрішнє (рис. б),
- змішане (рис. в).

Точки O – центри кіл спряження, відрізки OO_1 та OO_2 – лінії центрів, точки S – кінцеві точки дуг спряження – точки дотику.

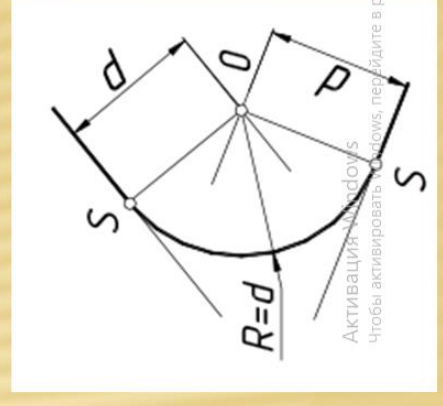
Спряження прямої та кола за допомогою дуги радіуса r .

1. Побудова прямої, яка паралельна заданій прямій та віддалена від неї на відстань $d=r$.
2. Побудова дуги, центр якої співпадає з центром заданого кола, а радіус $R=d \pm R_1$ відповідно для зовнішнього (рис. а) та внутрішнього (рис. б) спряжень.
3. Центр кола спряження точка O – є точкою перетину визначених прямої та дуги кола.



Спряження двох прямих за допомогою дуги радіуса r .

Центр дуги спряження точка O – це точка перетину прямих, які паралельні до заданих та віддалені від них на відстань d , що дорівнює радіусу дуги спряження $d=R$.

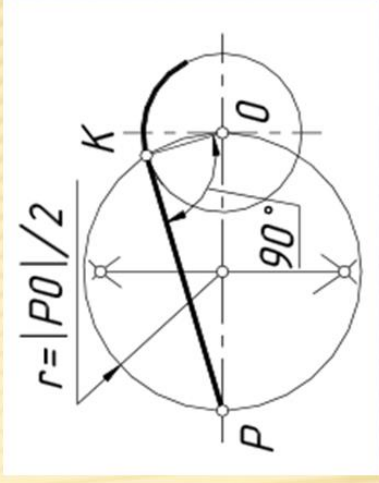


Активізувати умілові, перейдіте в розділ "Параметри"

Алгоритм побудови спряжень двох кіл за допомогою відрізка прямої.

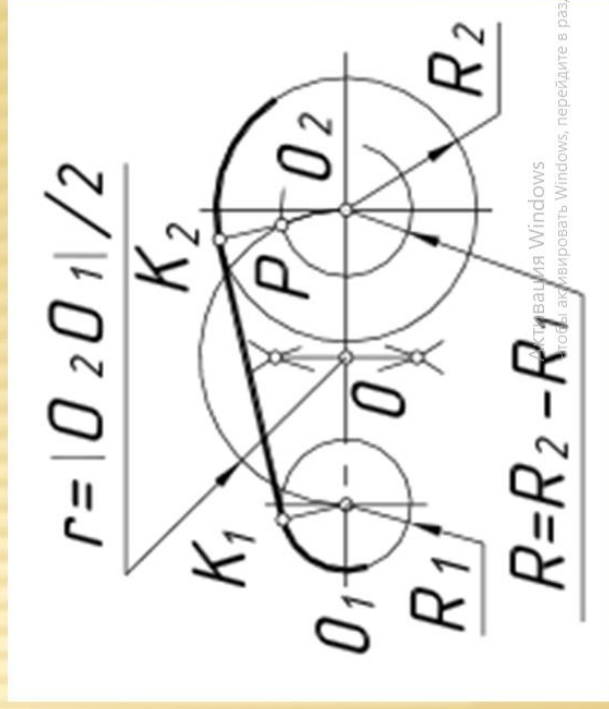
Спочатку розглянемо побудову прямої, що проходить через задану точку P та дотична до кола з центром в точці O .

Для її побудови використовується допоміжне коло, для якого відрізок PO є діаметром. Точка K – точка перетину допоміжного кола з заданим – є точкою дотику шуканої прямої до заданого кола.



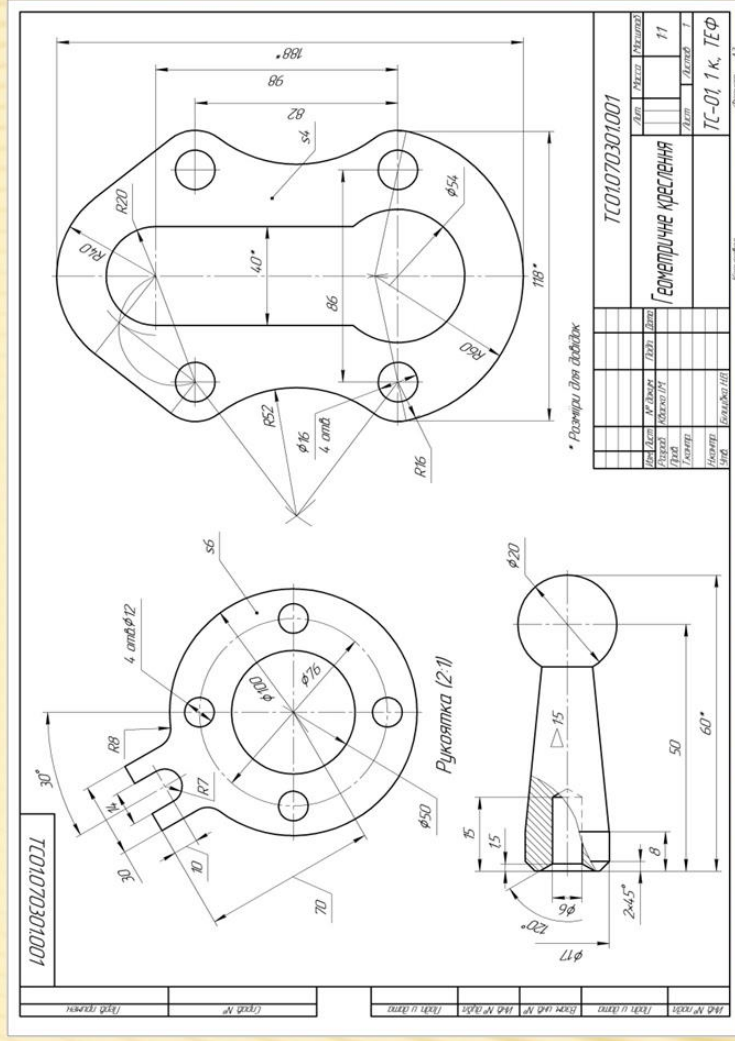
На приведенному вище алгоритмі базується побудова дотичних до двох кіл.

1. Допоміжне коло радіусом r побудовано на відрізку O_1O_2 , як на діаметрі.
2. Побудоване друге коло, радіус якого $R = R_2 - R_1$ (при $R_2 > R_1$), концентричне з колом більшого радіуса.
3. Точка P є точкою перетину допоміжних кіл.
4. Перетин прямої O_2P з колом радіуса R_2 позначимо точкою K_2 .
5. Прямі O_1K_1 та O_2K_2 паралельні між собою.
6. Відрізок K_1K_2 є шуканою дотичною.



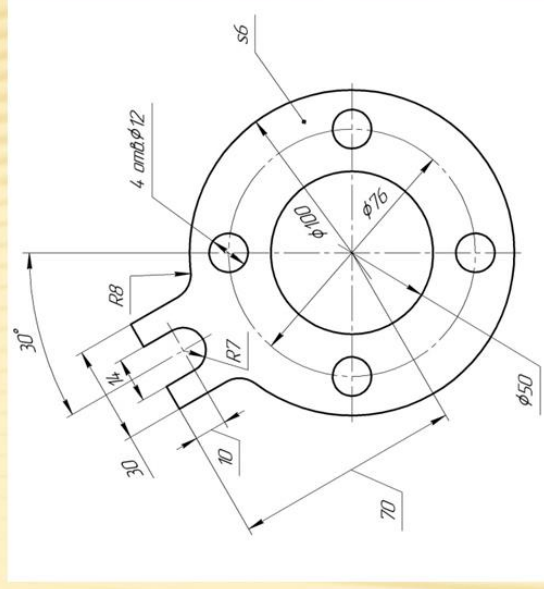
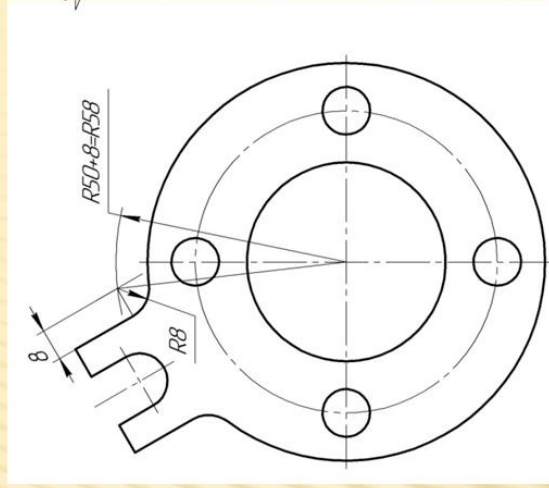
Розмітка кресленику

Перед виконанням кресленику слід запланувати його компоновку.



На кресленику розташовані 3 деталі: дві прокладки, які викреслені у масштабі 1:1, і рукоятка, яка наведена у масштабі 2:1. Простір кресленику повинен бути максимально заповнений, але всі деталі слід вмістити повністю. Тому виконаємо розмітку аркуша кресленика.

Найбільш проста з деталей - це перша прокладка.
 З визначеного центру проводиться допоміжна пряма під кутом 30° , на ній відкладається відстань 70 мм та будується прямокутний виступ з вирізом.
 Виконується задане спряження дугою радіуса 8 відрізка прямої з дугою кола.

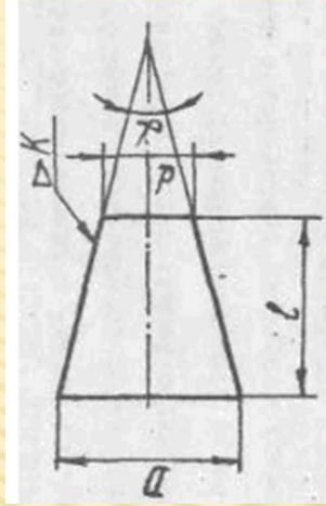


Рукоятка будується у масштабі 2:1. Це означає, що на кресленнику всі відстані збільшуються у 2 рази, а розміри ставляться у натуральну величину.
 Положення рукоятки на форматі зафіксовано при розмітці. Проведені осьові і центрові лінії.

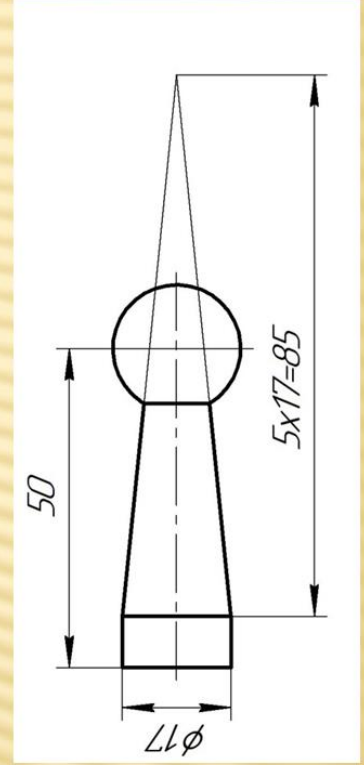
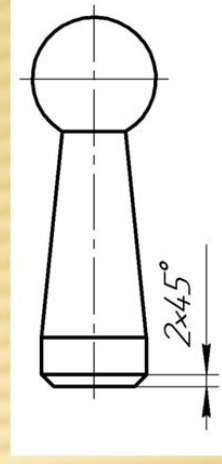
Потім викреслюється зовнішній контур деталі.
 Виконують побудову циліндра діаметра 17 й довжиною 8, конуса із заданою конусністю 1:5 і сфери діаметром 20.

Побудова конусності

При побудові конуса з конусністю 1:5 виходять з того, що конусність визначає відношення різних діаметрів двох поперечних перерізів конуса до відстані між ними, де: D – більший діаметр конуса; d – менший діаметр конуса; l – висота зрізаного конуса; α – кут при вершині конуса; K – конусність. Значення конусності вказують у вигляді простого дробу або в процентах.



$$K = \frac{D-d}{l} = 2 \operatorname{tg} \alpha,$$

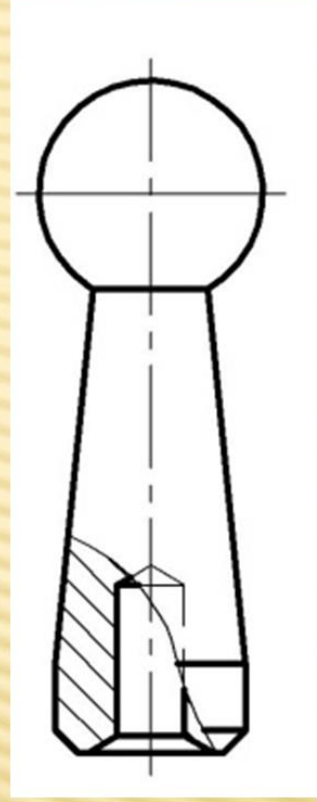
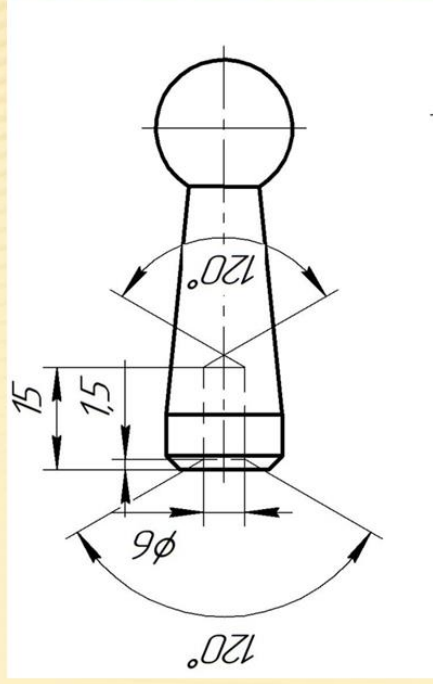


Закінчують побудову зовнішньої форми викресленням зовнішньої кінчної фаски (розміром $2 \times 45^\circ$),

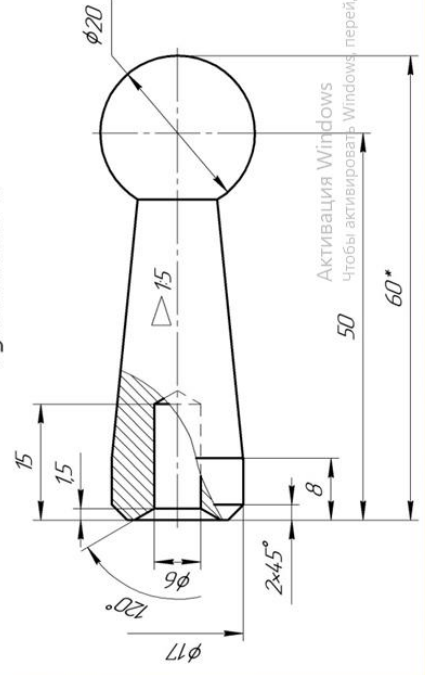
Після виконання зовнішньої форми деталі переходимо до креслення внутрішніх форм. У деталі виконаний циліндричний отвір діаметром 6 й довжиною 15, отвір закінчується конічною поверхнею, яка утворюється при обробці отвору. Кут при вершині цього конуса дорівнює 120° . Цей розмір на кресленнях не ставиться.

Для полегшення застосування рукоятки виконується також внутрішня фаска з кутом 120° .

Щоб полегшити читання креслення виконується місцевий розріз для внутрішньої форми рукоятки.



Рукоятка (2:1)

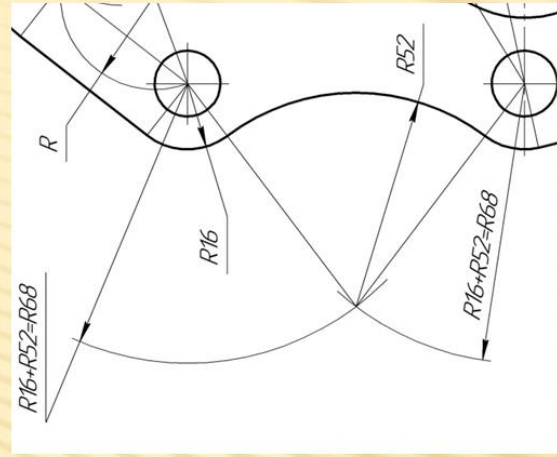


Спряження на прокладці

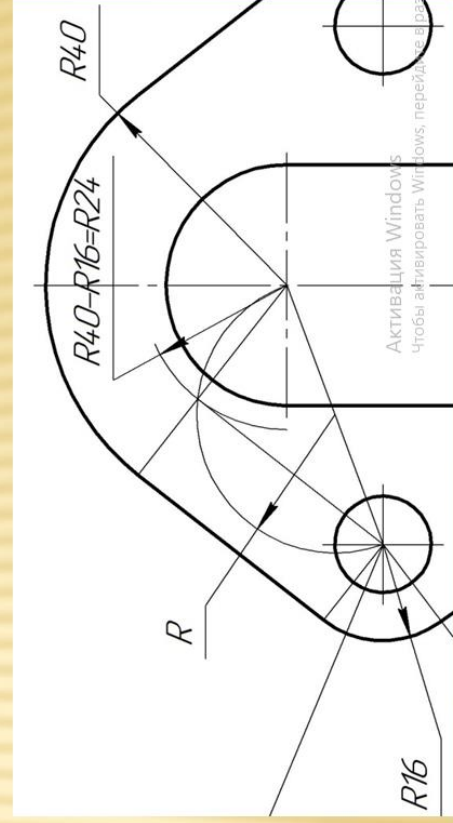
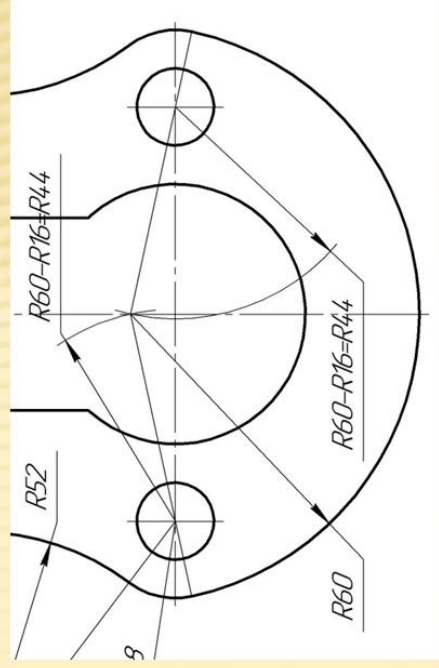
Друга прокладка призначена для побудови спряжень.

1. Спряження двох дуг кіл третьою:

Зовнішнє спряження



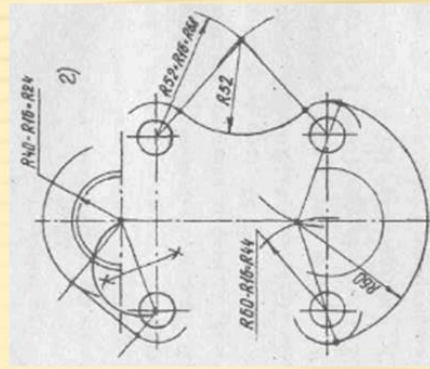
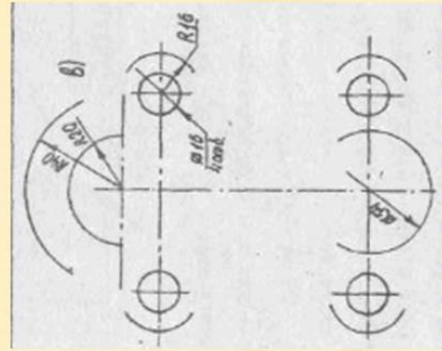
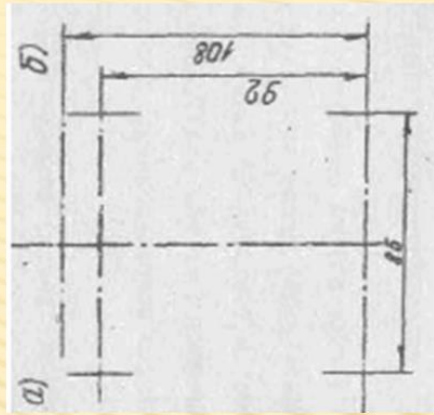
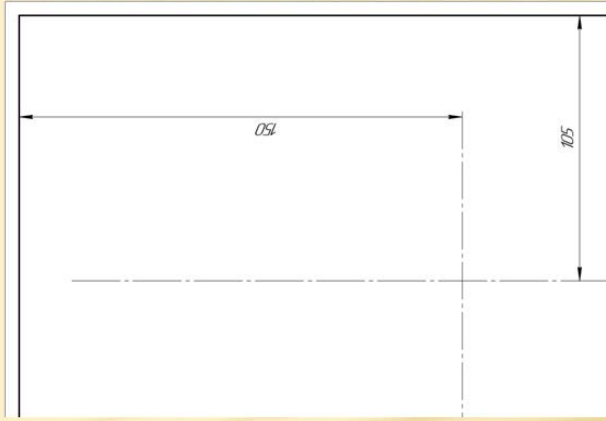
Внутрішнє спряження



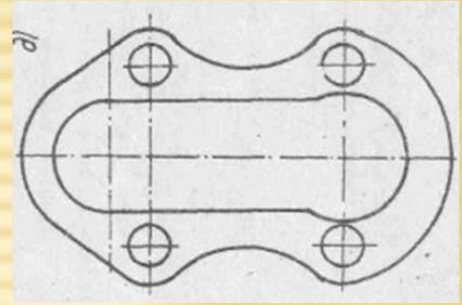
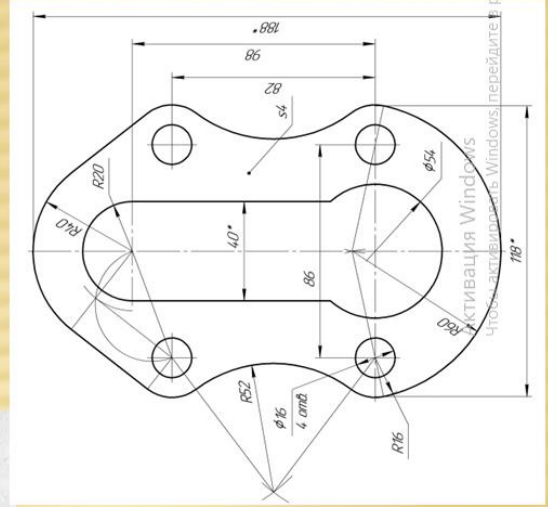
2. Спряження двох кіл відрізком прямої

Порядок побудови зображення прокладки:

- а) фіксують положення прокладки на форматі;
- б) наносять осьові і центрові лінії;
- в) проводять кола (діаметрами 16, і 54) і дуги (R 40, R 20, R 16);



- г) виконують побудови зовнішньої дотичної до двох дуг (R 16 і R 40),
- д) виконують побудови зовнішнього спряження двох дуг (R16) третьої дугою (R 52);
- е) виконують побудови внутрішнього спряження двох дуг (R 16) третьої дугою (R 60);
- ж) проводять прямі відрізки і наносять виносні і розмірні лінії.



*Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки
НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського"*

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

*Студент 1к, гр. ТС-91 Куршаків К.О.
Факультет ТЕФ
Викладач Білицька Н.В.*

2019

Висновки

1. Надано загальний алгоритм розв'язку будь-яких задач на побудову спряжень дуг кривих та відрізків (двох відрізків, відрізка та дуги кола, двох дуг кіл) дугами кіл визначених радіусів.
2. Як особливий випадок розглядається побудова спряжень дуг кіл відрізком прямої лінії (побудова дотичної до двох дуг кіл).
3. Розглянуто алгоритм виконання креслення «Геометричне креслення».
4. Насамперед слід виконати компоновку креслення.
5. Перед виконанням креслення кожної деталі необхідно ознайомитися з порядком його побудови.
6. При нанесенні розмірів слід враховувати положення стандартів про мінімальні відстані між лініями контуру та розмірними лініями.
7. При виконанні креслення рукоятки слід ознайомитися с методикою креслення поверхонь з вказаною конусністю.
8. Для успішної побудови креслення прокладки необхідно ознайомитися с правилами побудови внутрішнього та зовнішнього спряжень.

Питання та завдання для самоперевірки

1. Що називається спряженням?
2. Наведіть загальний алгоритм побудови спряження. Які точки дають змогу розв'язати будь-яку задачу на побудову спряження?
3. Як відбувається побудова закруглення відрізків прямих заданим радіусом?
4. Наведіть приклади побудови внутрішнього та зовнішнього спряжень.
5. Які особливості побудови дотичної до дуг двох кіл?
6. Надайте визначення конусності .

Лекція 3. Зображення. Виконання кресленика «Розрізи прості»

Лекція присвячена загальним положенням зображення геометричних форм на креслениках з урахуванням стандартів. Розглянуті особливості зображення зовнішніх та внутрішніх форм геометричних моделей.

Наведені визначення та правила застосування видів, розрізів та перерізів. Розглянуті принципи створення розрізів, їх призначення, класифікація, особливості розташування і позначення на креслениках.

Розглянуті принципи вибору типу та кількості необхідних зображень на кресленику. Наведені правила вибору головного виду. Розглянуті можливості поєднання частини виду і розрізу.

Наведені умовності та спрощення при виконанні зображень. Розглянуті правила нанесення розмірів, особливості розмірів положення та форми. Наведені приклади виконання кресленика «Розрізи прості».

Зображення

ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА «РОЗРІЗИ ПРОСТІ»

Активация Windows

Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"



ОСНОВНІ ПИТАННЯ

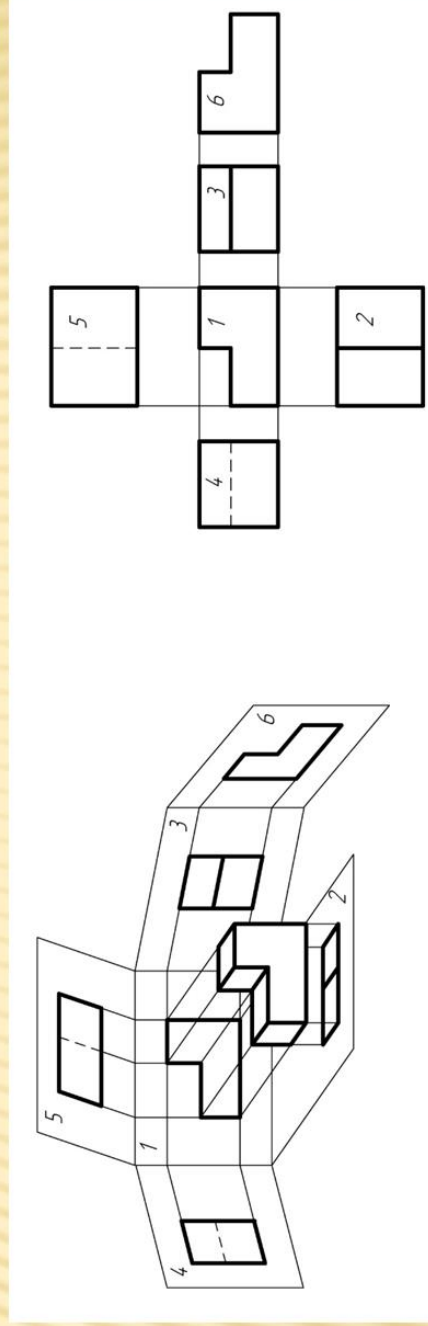
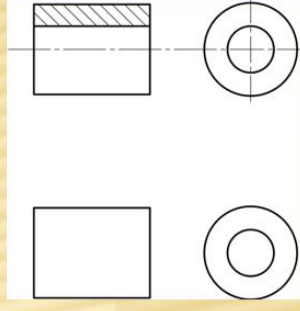
1. Види.
2. Розрізи. Призначення та утворення.
3. Позначення розрізів.
4. Класифікація розрізів.
5. Суміщення виду та розрізу на одному зображенні.
6. Висновки.

Види

Правила зображення предметів на кресленнях встановлюють ДСТУ ISO 128-30:2005; ДСТУ ISO 128-50:2005; ДСТУ ISO 128-44:2005.

Зображення предметів виконують методом прямокутного проєкціонування. Але вони називаються зображеннями, оскільки виконуються з низкою умовностей. Предмет розташовується між спостерігачем та площиною проєкції.

Основними вважаються шість проєкцій, які одержуються проєкціонуванням на грані куба, що оточує предмет.

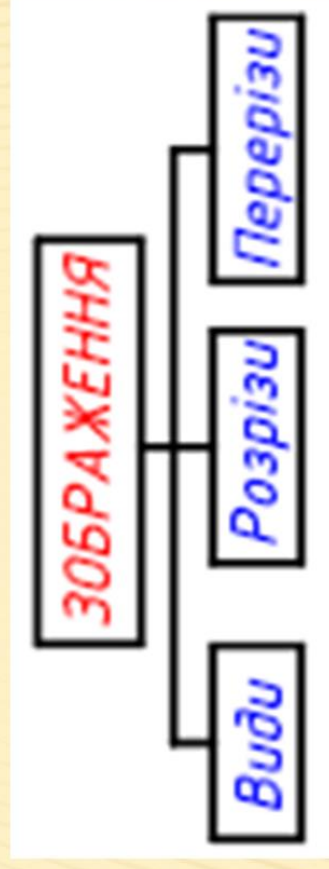


За головне приймається зображення на задній фронтальній грані куба. Положення інших зображень визначається при суміщенні розгортки куба з площиною цієї грані.

Активация Windows

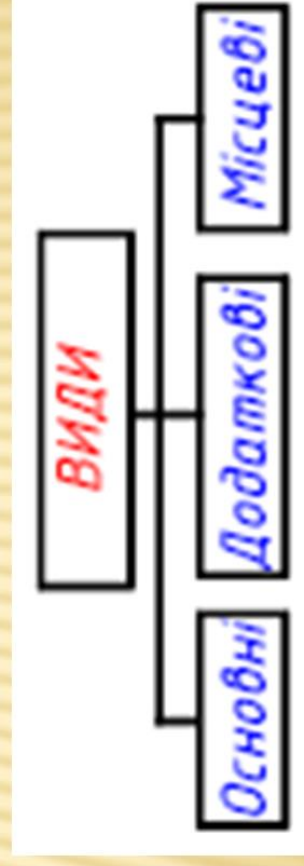
Парамет

Предмет необхідно розташовувати таким чином, щоб головне зображення давало найбільш повне уявлення про форму і розміри предмета. Зображення поділяються на види, розрізи та перерізи.

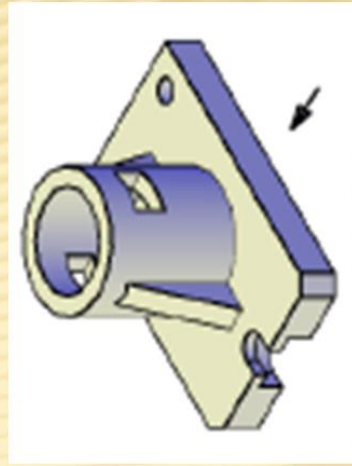


Вид – це зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

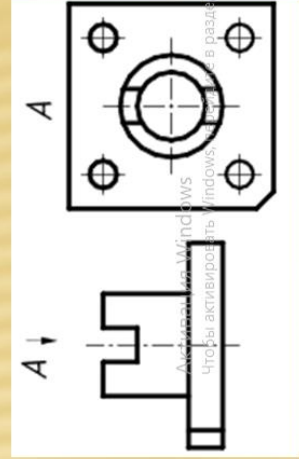
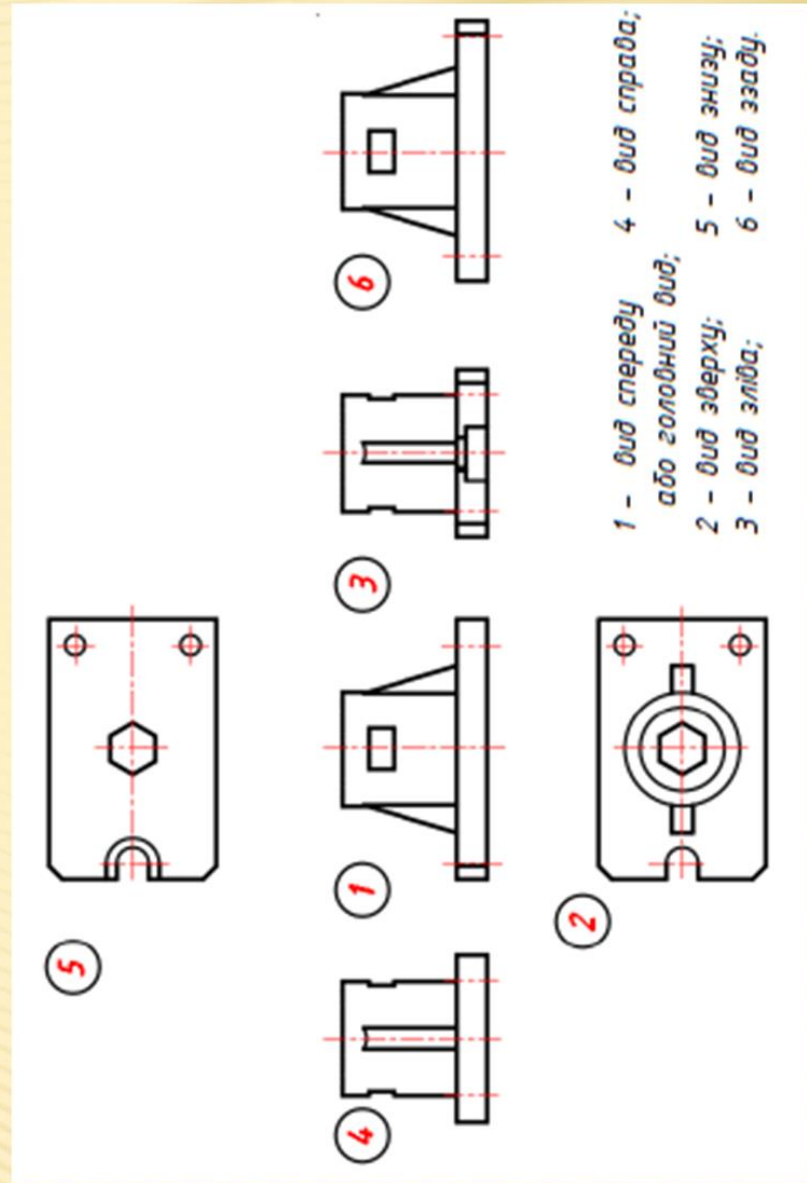
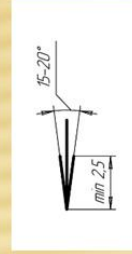
Види можуть бути: основні, додаткові та місцеві.



Основні види утворюються на 6-ти гранях куба. Їх назви відповідають напрямку проєкціонування предмета на грані куба.



Основні види, які знаходяться у проєкційному зв'язку, не надписуються.



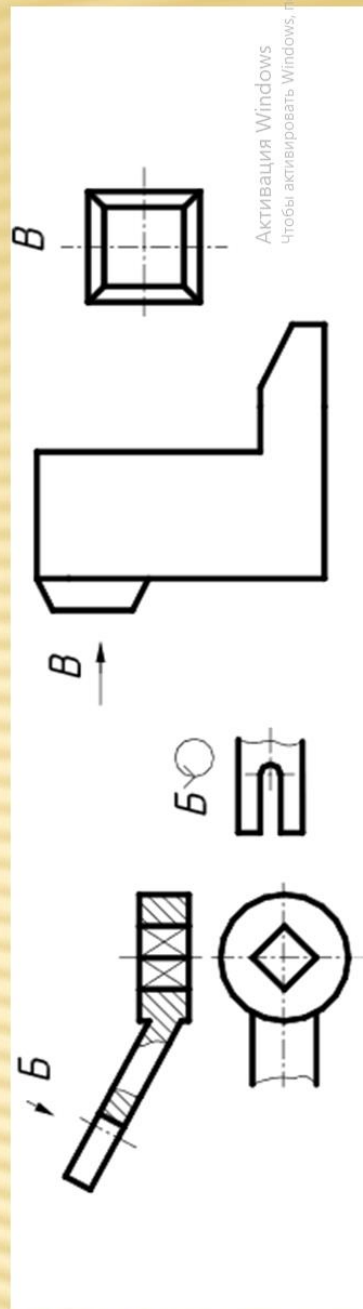
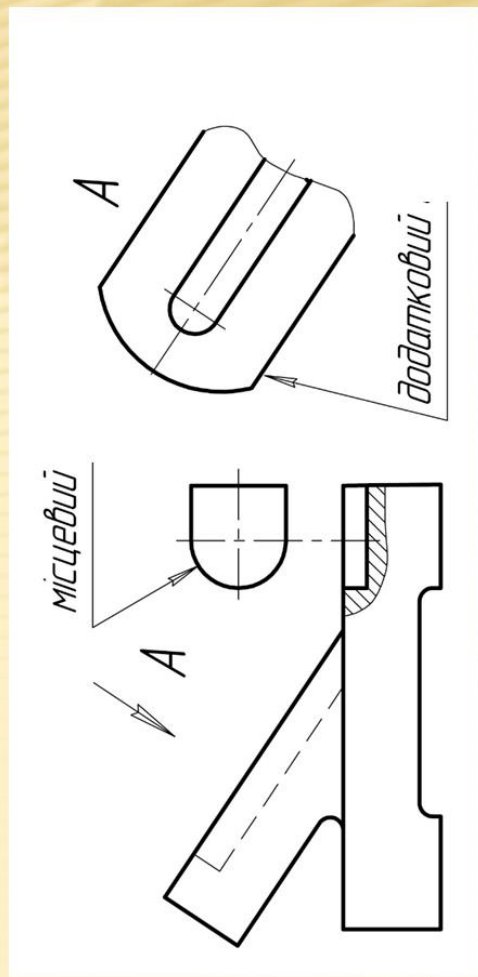
В іншому випадку напрям проєкціонування позначають стрілкою. Над стрілкою і над побудованим видом наносять одну і ту ж велику літеру українського алфавіту.

Якщо на основних видах якась частина предмета є спотвореною, то для визначення її форми та розмірів застосовують **додатковий вид**. Він одержується проєкціонуванням на площину, що не паралельна жодній з основних площин проєкції.

Місцевим називається вид обмеженої частини поверхні предмета або його окремого елемента. Місцевий вид обмежується суцільною хвилястою лінією або лініями контуру предмета.

Місцеві і додаткові види позначаються так само, як і основні.

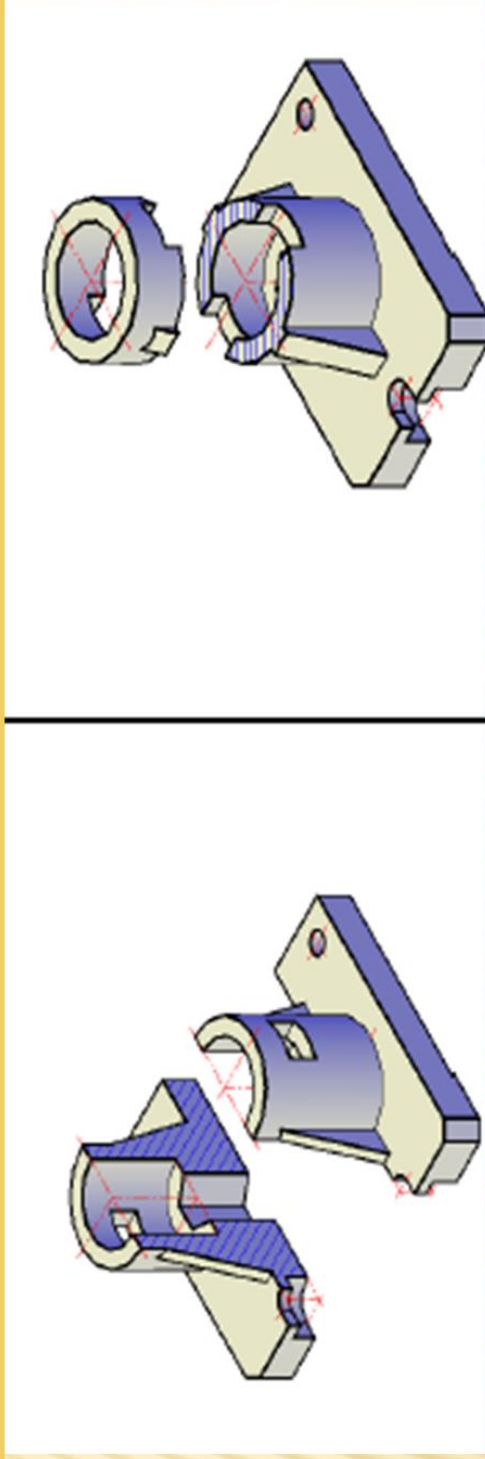
Але при необхідності їх можна повертати відповідно до положення предмета на головному виді.



Розрізи. Призначення та утворення

Розрізи застосовуються з метою розкриття внутрішньої форми предмета.

Розрізом називають зображення предмета, яке виходить в результаті його уявного розтину однією чи декількома площинами.

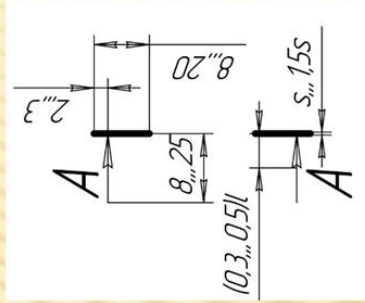


У розрізі показується фігура, що розташована у січній площині, та частина предмета, що розташована за січною площиною. Частина предмета, що розташована перед січною площиною, подумки відкидається.

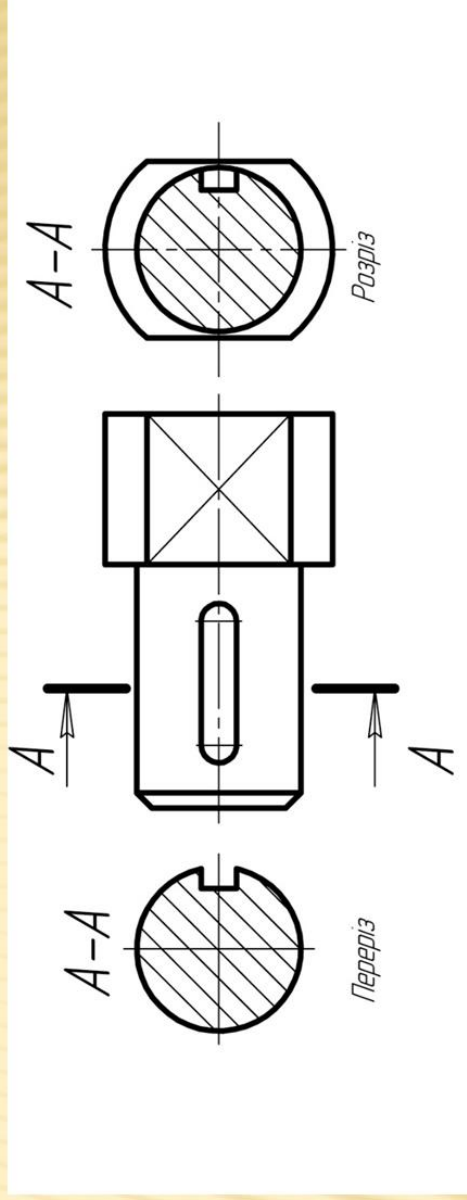
Внутрішній обрис предмета на розрізі зображується суцільними лініями, як і видимий контур. Фігура, що знаходиться у січній площині, називається перерізом та виділяється штрихуванням.

Позначення розрізів

Положення січної площини позначають на кресленнику лінією перерізу зі стрілками, які вказують напрям зору, а над розрізом чи перерізом виконують відповідне позначення цієї площини літерами. Лінію перерізу кожної січної площини позначають штрихами розмікнутої лінії, які не повинні перетинати контур зображення.



Структура позначення розрізів.

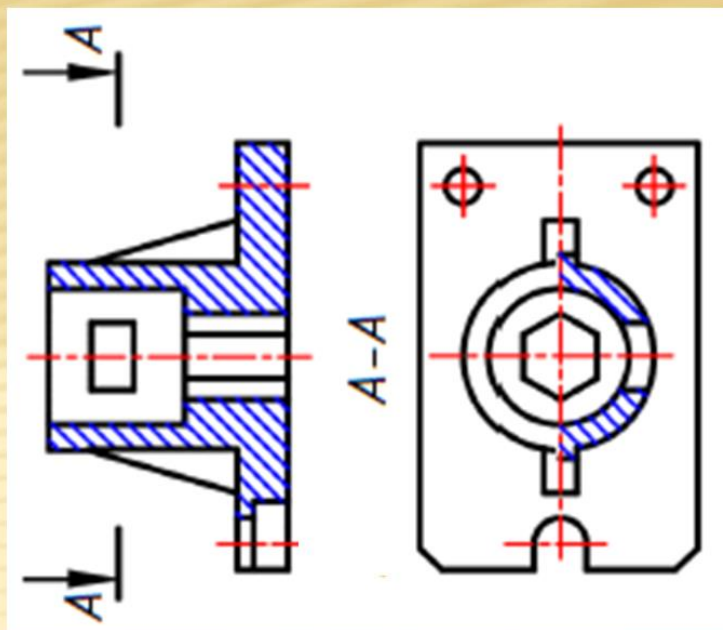
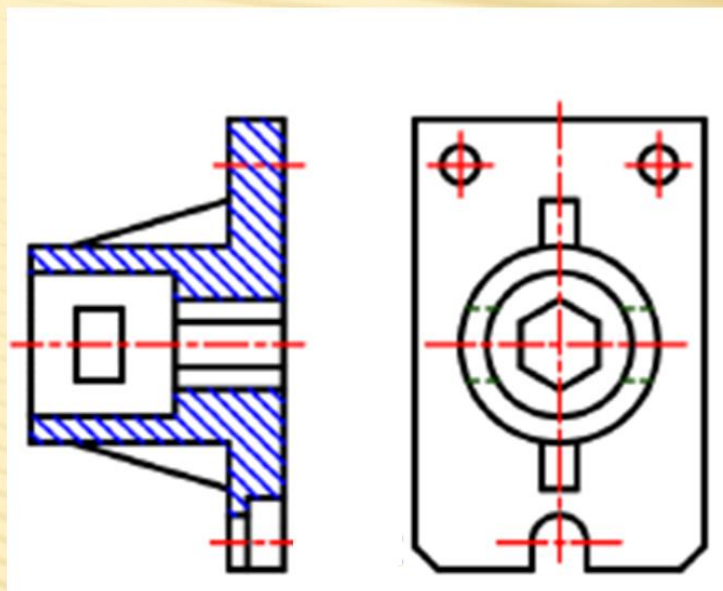


Літери для позначення розрізів наносять в алфавітному порядку, а сам напис виконують шрифтом більшого розміру ніж розмірні числа (на 1-2 номера).

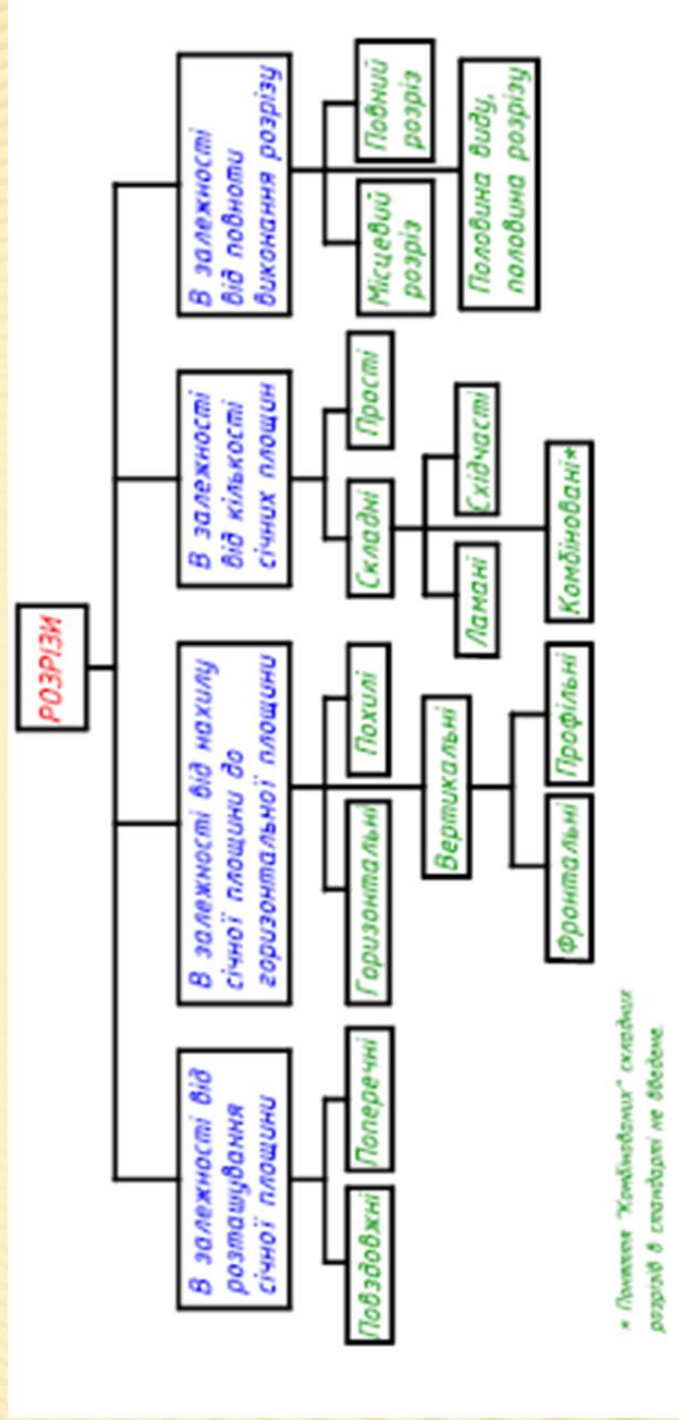
Активация Windows

Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"

Якщо січна площина збігається з площиною симетрії предмету у цілому, а відповідний розріз розташований на тому же аркуші в проєкційному зв'язку із зображенням, на якому можна позначити розріз, та не розділений з ним іншими зображеннями, то позначення розрізу не виконується і написом не супроводжується.



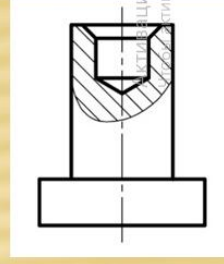
Класифікація розрізів



В залежності від положення січної площини розрізи поділяються на горизонтальні, вертикальні (фронтальні та профільні) та похилі. Розрізи, що отримані перерізом предмета однією площиною, називають простими. Якщо січних площин декілька, то розріз складний.

Як правило, розрізи розміщують на місці відповідних видів:

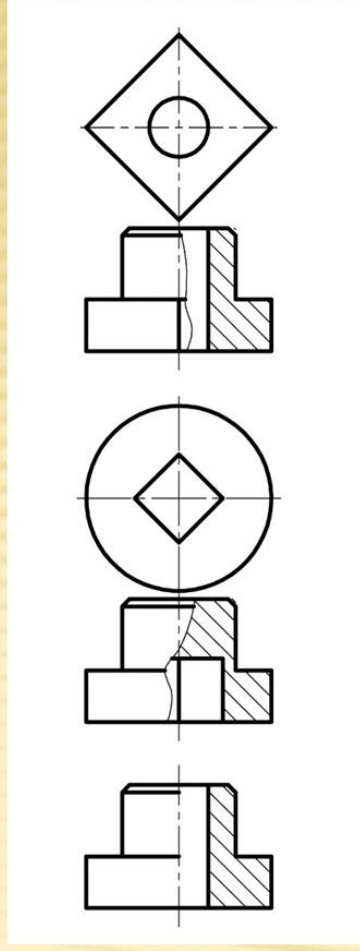
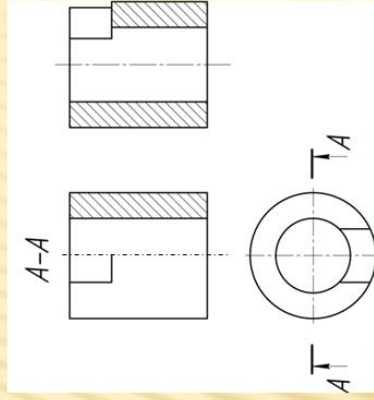
- фронтальний розріз – на місці головного виду
- горизонтальний – на місці виду зверху;
- профільний – на місці виду зліва.



Місцевий розріз – це розріз в окремому обмеженому місці предмета.

Суміщення виду та розрізу на одному зображенні

Для зменшення кількості зображень рекомендується поєднувати на одному зображенні частину виду та частину розрізу, відокремлюючи їх суцільною хвилястою лінією. Якщо фігури виду та розрізу симетричні відносно однієї осі, то рекомендується на одному зображенні з'єднати половину виду з половиною розрізу відносно їх спільної осі симетрії. У цьому випадку лінією розділу виду та розрізу буде штрих-пунктирна лінія — їх спільна вісь симетрії.



У випадках, коли вісь симетрії співпадає з проекцією ребра, поєднання виду з розрізом виконують по суцільній хвилястій лінії.

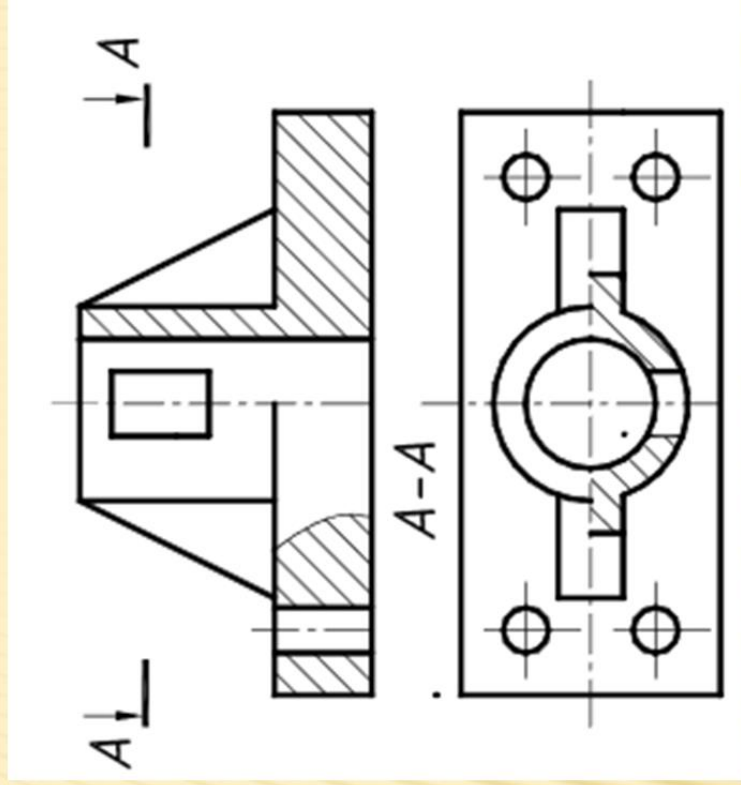
При вертикальній осі симетрії:

- вид слід розташувати зліва від осі, а розріз — зправа.

При горизонтальній осі симетрії:

- вид розташовують зверху, а розріз — знизу.

В технічному кресленні багато умовностей та спрощень. Так, існують особливості в зображенні ребер жорсткості. Ребра жорсткості – тонкі елементи деталей, які застосовуються для зміцнення конструкції деталі.



Ребра жорсткості в повздовжних розрізах ріжуться але не заштриховуються.

Висновки

1. Зображення на креслениках будуються методом прямокутного проєкціювання.
2. Зображення розподіляються на види, розрізи та перерізи.
3. Розрізняються основні, додаткові та місцеві види .
4. Розрізи застосовуються для розкриття внутрішньої форми предмета.
5. Розрізи, що створені одною січною площиною, називаються простими.
6. Не позначаються прості розрізи, які створені площинами симетрії деталі та розміщені в проєкційному зв'язку із зображенням, на якому можна було б позначити розріз.
7. Якщо обидві фігури виду та розрізу симетричні відносно однієї осі, рекомендується об'єднати на одному зображенні половину виду з половиною розрізу.

Питання та завдання для самоперевірки

1. Яке зображення предмета на кресленику називається головним?
2. Які зображення називають видами, розрізами, перерізами?
3. Які види називаються додатковими та місцевими?
4. Яка лінія застосовується для позначення січної площини на кресленику?
5. В якому випадку рекомендується поєднувати вид з розрізом? За якими лініями виконується таке суміщення?
6. Які особливості виконання повздовжніх розрізів ребер жорсткості?

Лекція 4. Зображення. Виконання кресленика «Розрізи складні»

На лекції надається завершення розгляду особливостей виконання розрізів, які застосовуються для розкриття внутрішніх форм технічних деталей.

Наводиться повна інформація щодо застосування перерізів, їх класифікація та оптимальні варіанти застосування.

Розглядаються правила виконання складних розрізів. Наводиться спосіб утворення складних розрізів та їх класифікація.

Розглянутий алгоритм побудови східчастих та ламаних складних розрізів.

Надані правила нанесення розмірів при виконанні проєкційних креслеників.

Зображення ВИКОНАННЯ КРЕСЛЕНИКА «РОЗРІЗИ СКЛАДНІ»

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел «Параметры».

ОСНОВНІ ПИТАННЯ

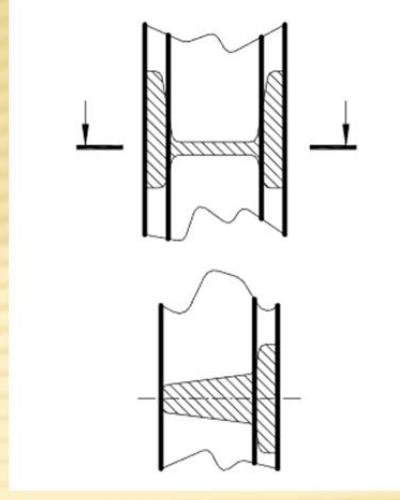
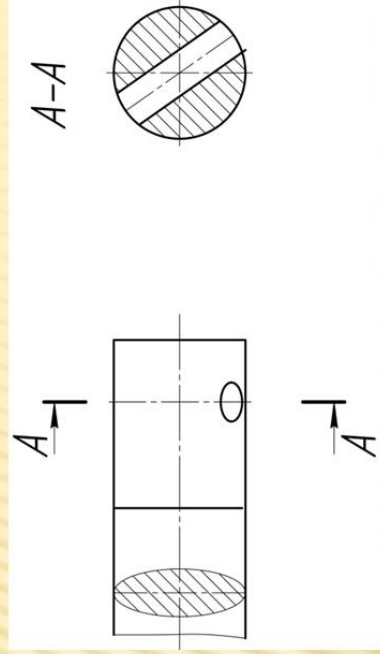
1. Перерізи.
2. Визначення та особливості їх виконання.
3. Нанесення розмірів. Основні положення нанесення розмірів на кресленниках.
4. Утворення складних розрізів . Розрізи східчасті та ламані.
5. Приклади виконання складних розрізів.
6. Висновки.

Перерізи

Переріз – це зображення фігури, яке утворюється при умовному перетині предмета однією чи кількома площинами.

На перерізі показують тільки те, що лежить у січній площині.

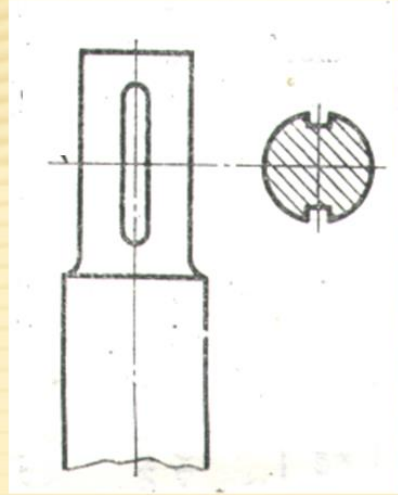
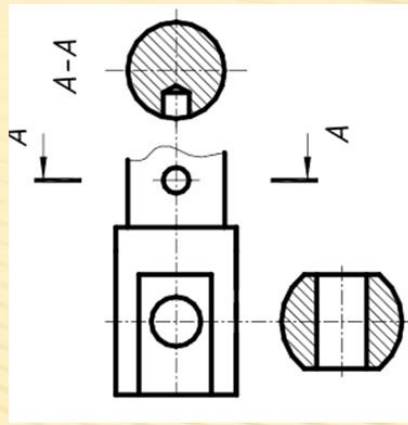
Перерізи можуть бути винесені або накладені.



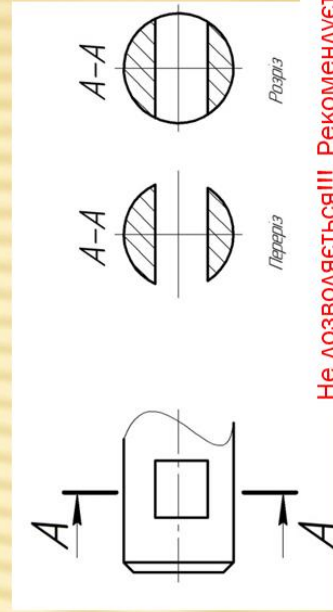
Винесений переріз може бути розташований окремо або в розриві контуру деталі. Симетричні накладені та розташовані в розриві винесені перерізи не позначаються.

Несиметричні позначаються без застосування літер, зображується тільки розімкнута лінія та стрілки зору.

Якщо січна площина проходить через круглий отвір (циліндричний, конічний, тощо), то контур поверхні обертання показується повністю.

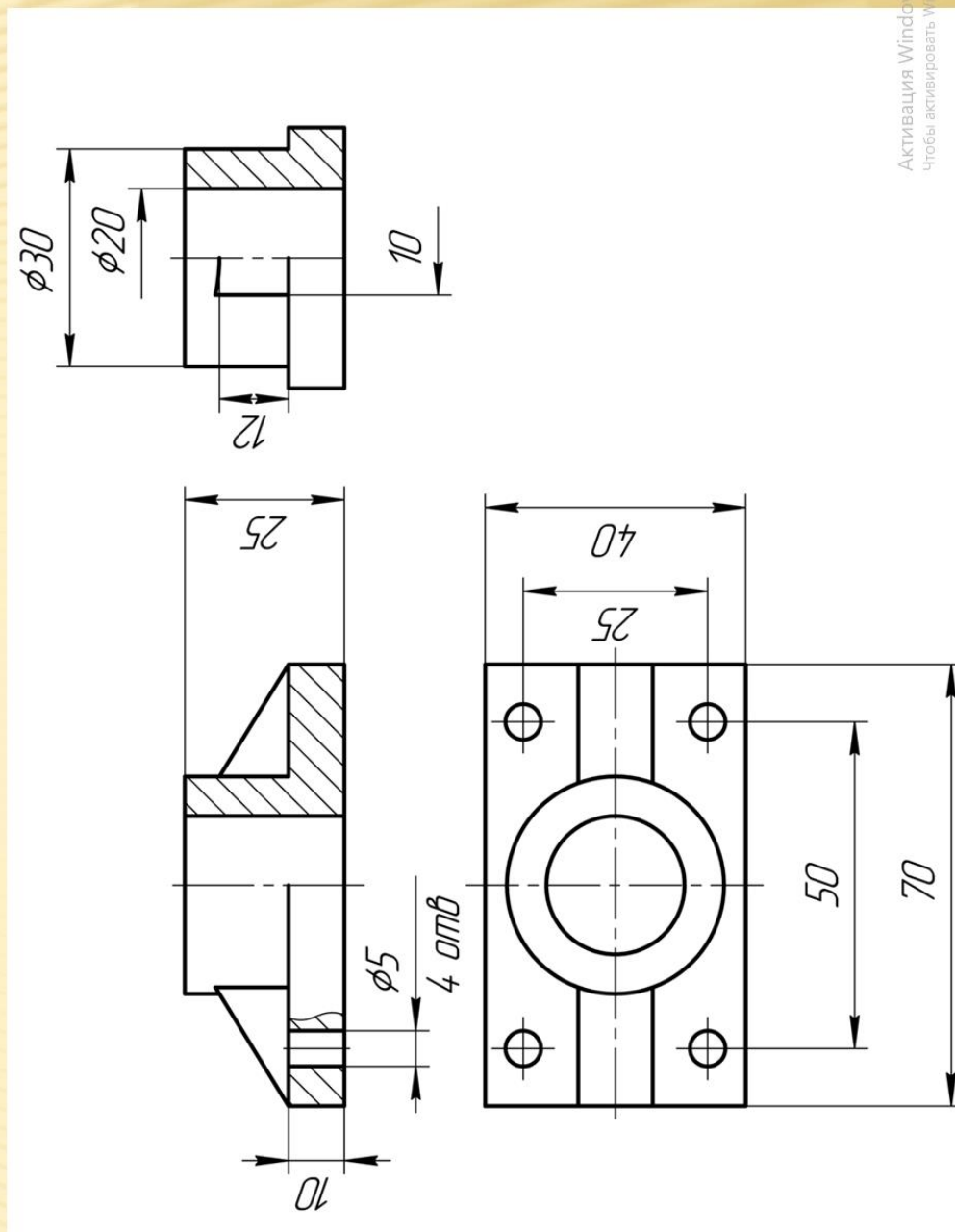


Якщо січна площина проходить через некруглий отвір і переріз розпадається на кілька частин, слід застосовувати розріз.



Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры"

Нанесення розмірів



Розміри поділяють на:

- розміри форми;
- розміри положення;
- габаритні розміри.

Розміри зовнішніх форм (10, $\varnothing 30$, 12, 10) рекомендується наносити з боку виду, а внутрішніх ($\varnothing 20$, $\varnothing 5$) – з боку розрізу.

Спочатку наносяться габаритні розміри 70, 40, 25.

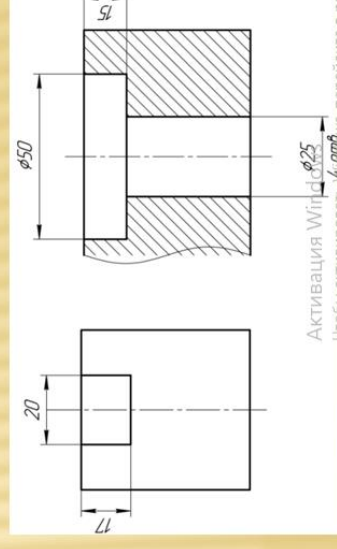
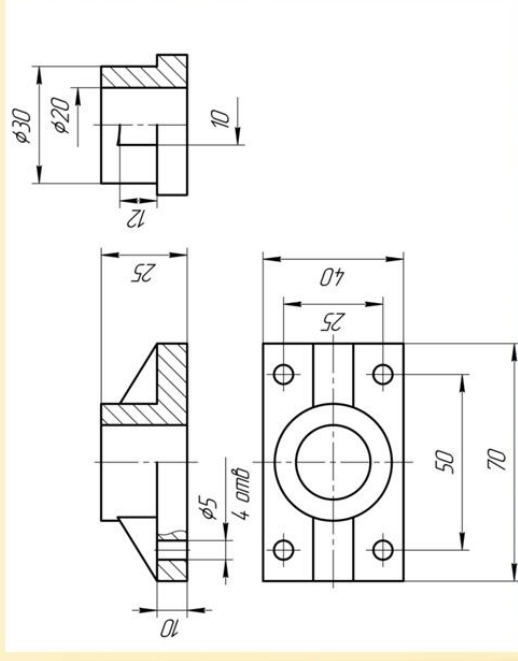
Розміри форми основи – прямокутного паралелепіпеду частково (70, 40) співпадають з габаритними, тому не дублюються. Додається розмір 10.

Розміри форми циліндра $\varnothing 30$ та висота 25. Висота співпадає з габаритним розміром, тому не повторюється.

Розміри положення елементів деталі, осі симетрії яких розташовані на перетині осей симетрії інших елементів, не вказуються.

На кресленнику розміри положення кріпільних отворів нанесені відносно площин симетрії основи.

Розміри одного конструктивного елементу слід групувати на одному зображенні, де цей елемент показаний найбільш повно.



Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в магазин

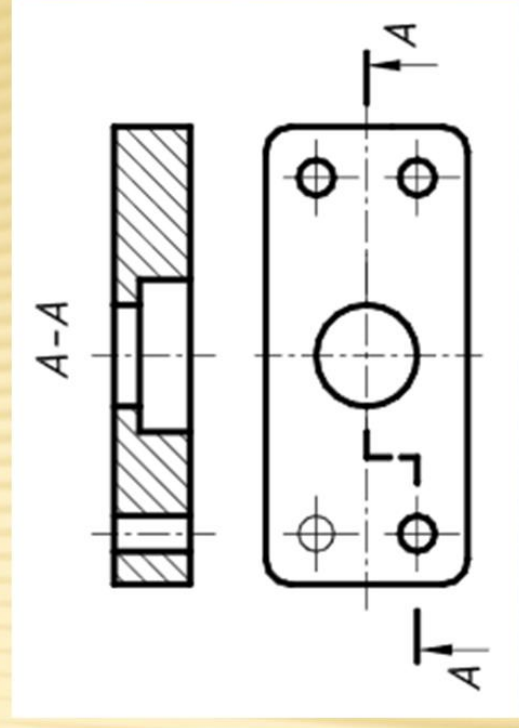
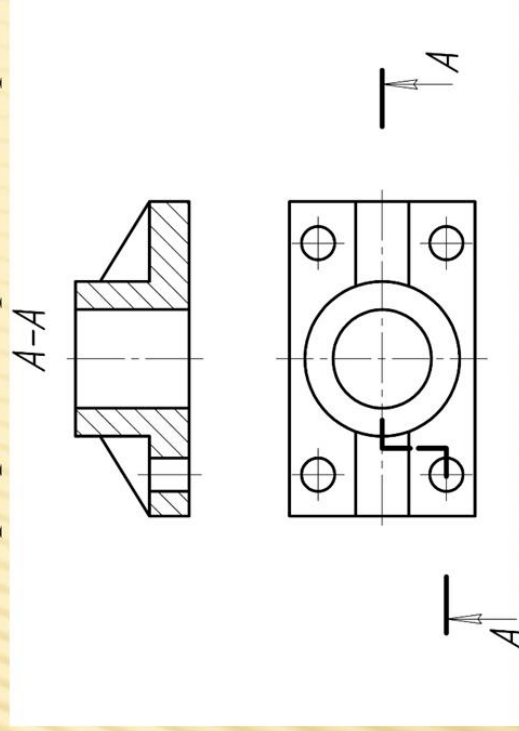
Складні розрізи

Складним називається розріз, який виконаний двома або декількома площинами.

Використання складних розрізів дозволяє зменшити кількість зображень, що необхідні для однозначного відображення предмета на кресленні.

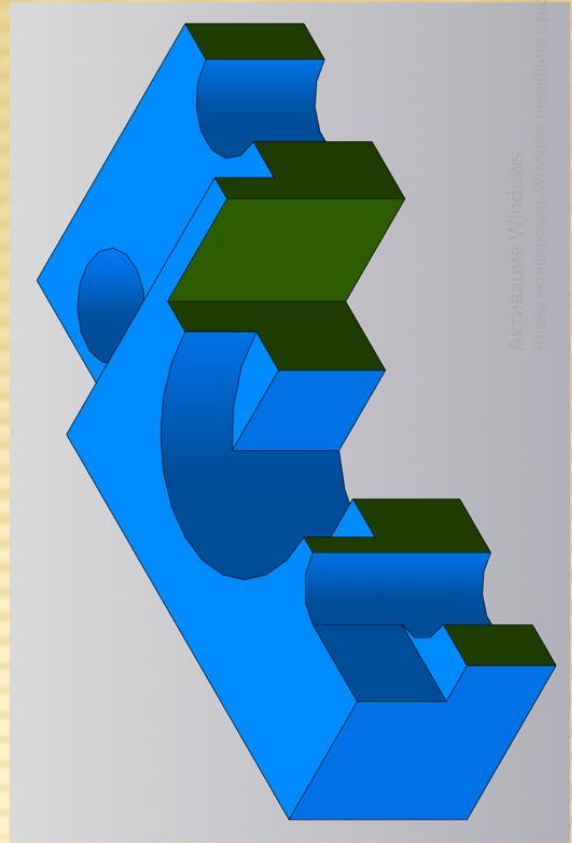
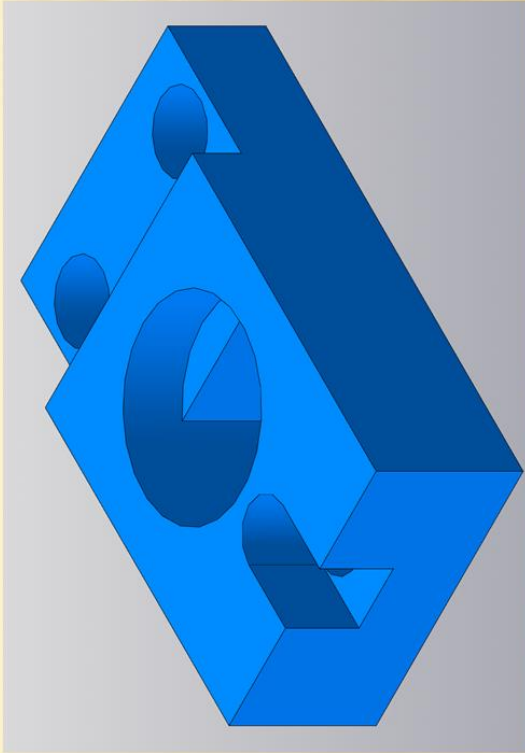
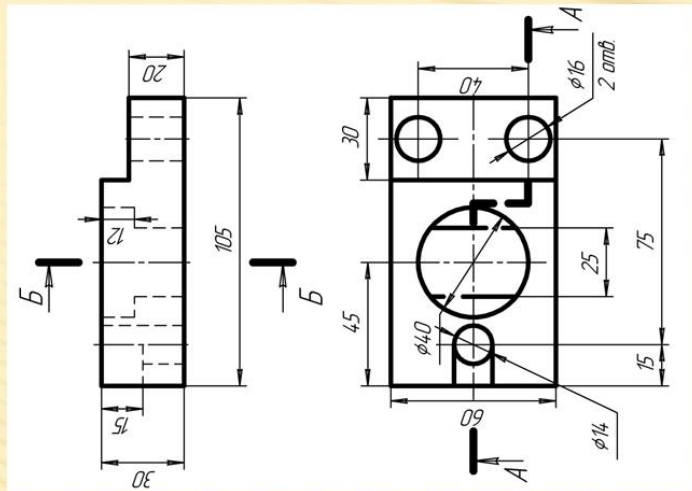
Складні розрізи розподіляються на східчасті та ламані. Інколи застосовуються комбіновані розрізи.

Східчасті розрізи створюються паралельними площинами.

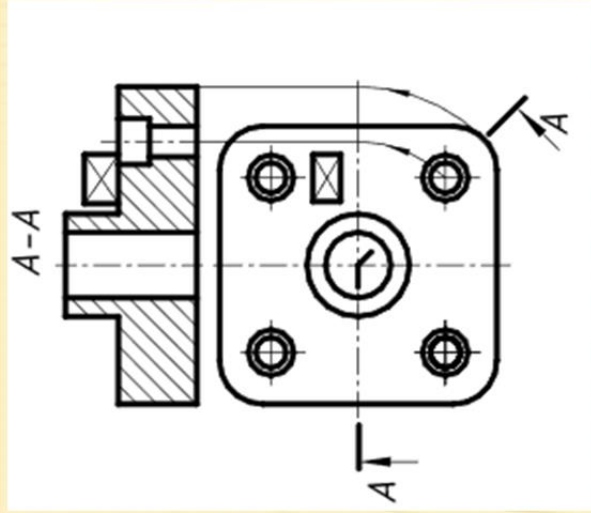
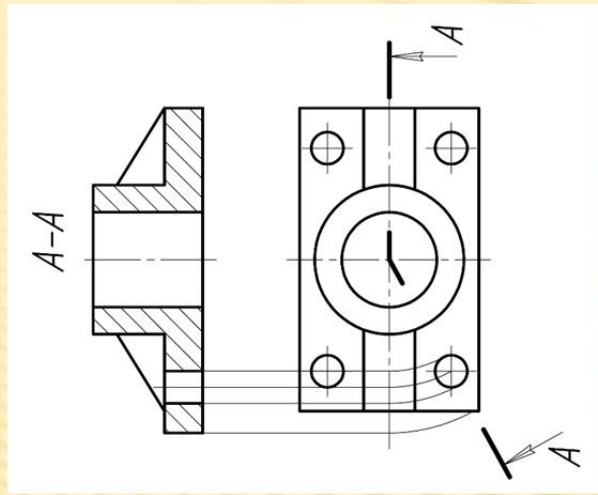


Для побудови східчастого розрізу слід виконати перерізи предмета кожною з січних площин та об'єднати їх на одному зображенні без жодних розділяючих ліній, та викреслити елементи предмета, що знаходяться за кожною з січних площин.

Приклад створення складного
східчастого розрізу



Ламані розрізи створюються площинами, що перетинаються, при цьому одна з площин повинна бути площиною рівня, а інші – проєкціючими.



Для побудови ламаного розрізу необхідно виконати переріз площиною рівня, а переріз проєкціючими площинами обернути навколо лінії перетину січних площин до суміщення з площиною рівня або паралельною їй. При цьому напрям повороту не залежить від прямого погляду.

Елементи предмета, що розташовані за січними площинами, **не обертаються**.

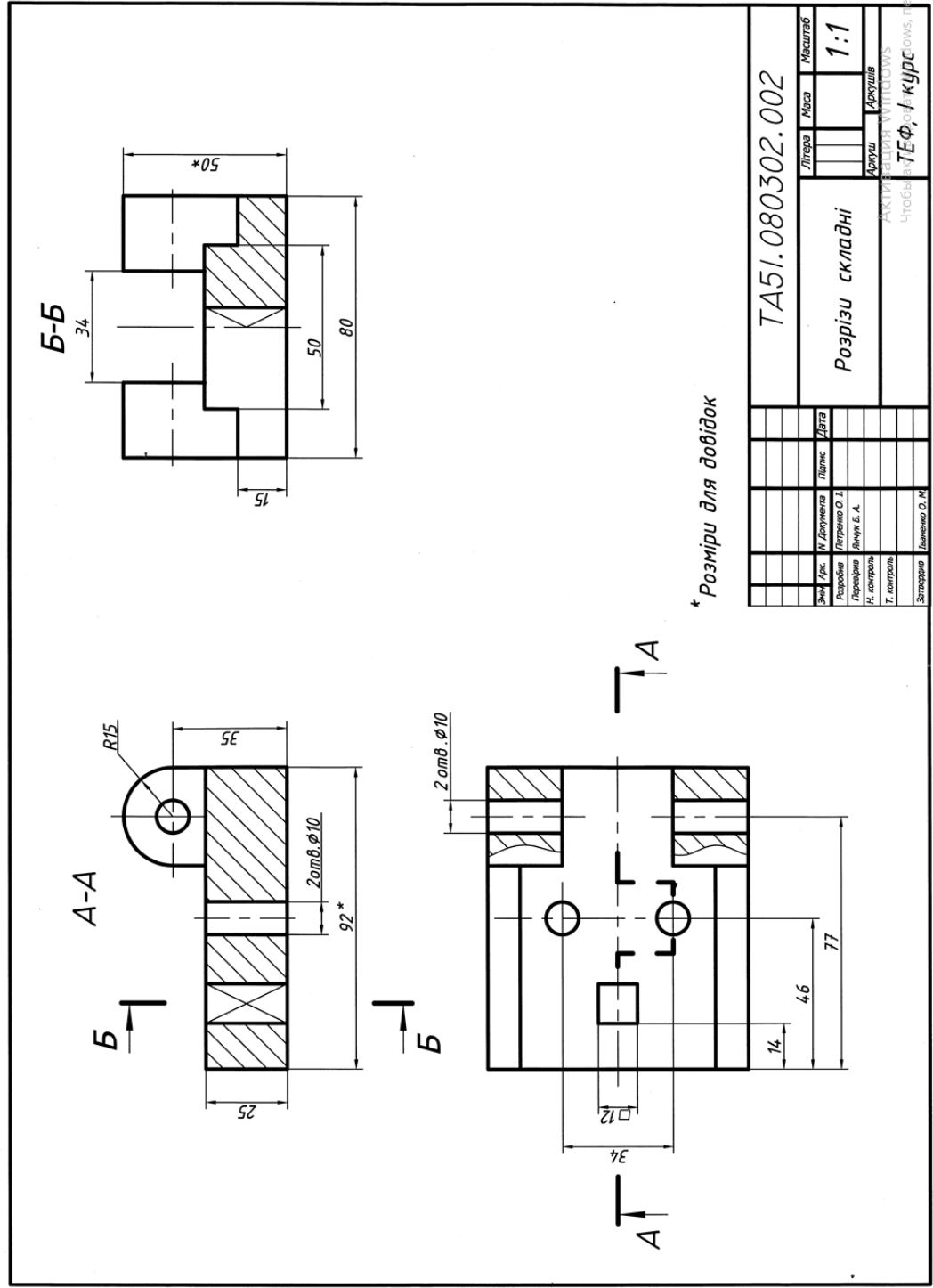
Вони надаються у проєкційному зв'язку з іншим зображенням предмета.

Положення січних площин на складних розрізах показують завжди.

Для позначення лінії перерізу застосовується також розмікнута лінія.

Крім початкового та кінцевого штрихів розмікнutoю лінією показують **додатковими штрихами** місця переходу від однієї січної площини до іншої. Якщо при позначенні декількох складних розрізів на одному зображенні можливе неоднозначне розуміння положення січних площин, літери наносять також у місцях перетину штрихів.

Зразок роботи «Розрізи складні»



ТА51.080302.002		Літера	Маса	Масштаб
Розрізи складні		Датум	1:1	
Знай. Аск.	Н. Даружинга	Прийм.	Архив	Архив
Рисувальн.	Путренич О. І.	Перевірив	АКТИВІЗАЦІЯ ВІПЛОСІВ	
Перевірив	Зінчук Б. А.	Т. контроль	Щоб знати курсові, перейдіть в розділ "Параметри"	
Затвердив	Лавриченко О. М.			

Висновки

1. Перерізом називається фігура, яка створюється в січній площині.
2. Перерізи можуть бути винесеними або накладеними.
3. Розміри розподіляються на розміри форми, розміри положення та габаритні.
4. Розміри зовнішніх форм рекомендується наносити з боку виду, а внутрішніх – з боку розрізу.
5. Розміри одного елемента деталі рекомендується групувати на одному зображенні.
6. Складні розрізи створюються кількома площинами. Вони можуть бути східчастими або ламаними.
7. Складні розрізи позначаються завжди.
8. Складні розрізи з видом не об'єднуються.

Питання та завдання для самоперевірки

1. Яке зображення називається перерізом? Які види перерізів застосовуються в кресленні?
2. Як утворюються східчасті розрізи?
3. Які розрізи називаються ламаними?
4. Чи можна поєднувати вид із східчастим розрізом?
5. Які розміри наносяться на кресленику? Які особливості нанесення розмірів одного конструктивного елемента деталі?
6. У яких межах обираються величини елементів виносних та розмірних ліній при нанесенні розмірів?

ЛІТЕРАТУРА

1. Ванін В.В, Перевертун В.В, Надкернична Т.М. та ін. Інженерна та комп'ютерна графіка. К.: Вид.гр.ВНУ, 2009. — 400 с.
2. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. — К.: Каравела, 2012. — 363 с.
3. Хаскін А.М. Креслення. — К.: Вища шк., 1985. — 440 с.
4. “Методичні вказівки з геометричного та проєкційного креслення”
Укладач Г.М. Коваль, К.: НТУУ “КПІ”, 2014- 36 с
5. “Методичні вказівки до виконання кресленика "Геометричне креслення" Укладачі: Блюк А. В., Жадько Т. І., Ольховикова-Мудренко І. Б.— К.: НТУУ “КПІ”, 2013. — 60 с.

Навчальне видання

Білицька Надія Василівна.

Гетьман Олександра Георгіївна

ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА

РОЗДІЛ: ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ **Курс лекцій** **для дистанційного режиму навчання**

Відповідальний редактор: Гнітецька Тетяна Віталіївна

Рецензенти: Ботвіновська Світлана Іванівна

Туз Валерій Омелянович