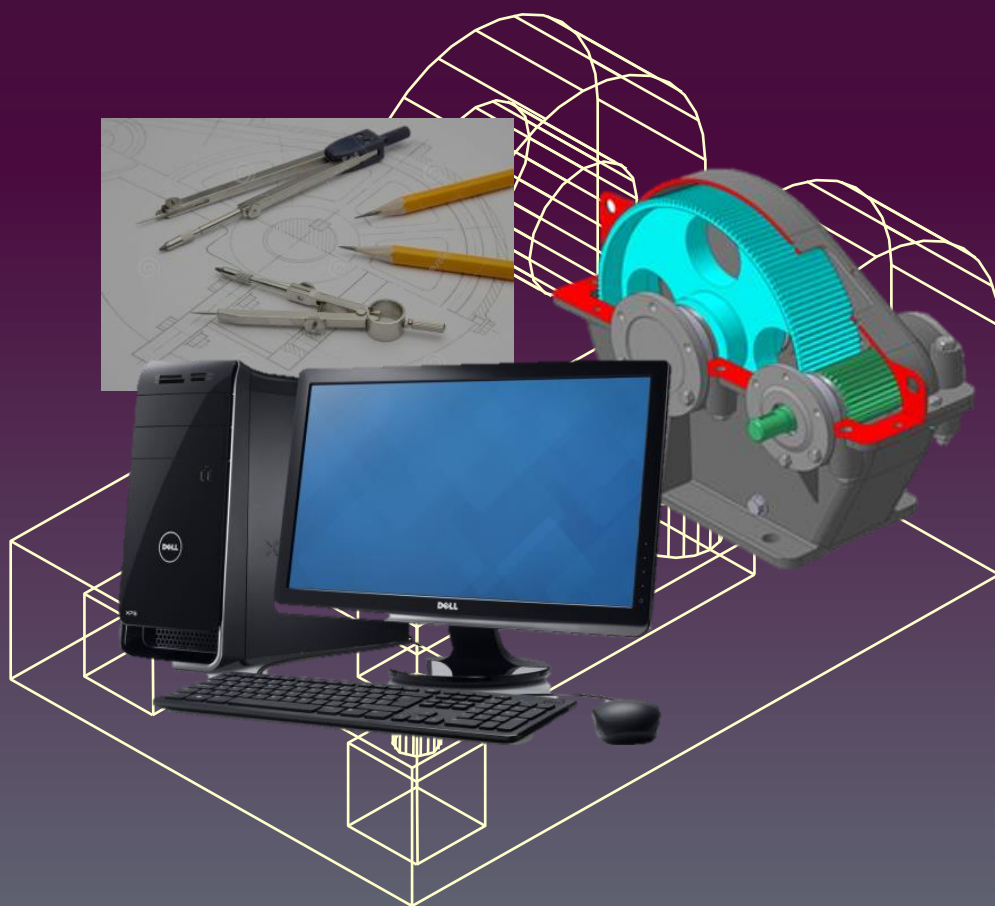


О.І. Кепко, Ю.І. Накльока,
О.С. Пушка, Н.М. Чумак

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА



О.І.Кепко, Ю.І.Накльока, О.С.Пушка, Н.М.Чумак

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

2015

УДК 76:004.92(075.8)

ББК 30.11я73

Рекомендовано

Вченою радою Уманського національного університету садівництва як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр», за напрямами підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ» та 6.140101 «Готельно-ресторанна справа» (15/2-2-11 від 26.11.2015 р.)

Рецензенти: *В.М.Малкина*, д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних технологій Таврійського державного агротехнологічного університету, академік АНВО.
О.В.Горик, д.т.н. професор, завідувач кафедри загально-технічних дисциплін Полтавської державної аграрної академії.
Н.М.Осокіна, д.с-г.н., професор, завідувач кафедри технології зберігання і переробки зерна.

Кепко О.І., Накльока Ю.І., Пушка О.С., Чумак Н.М.

Інженерна та комп'ютерна графіка: Навч. посіб. – Київ. Видавництво «Основа», 2015. – 196 с.

ISBN 978-966-268-101-9

В навчальному посібнику розглянуто п'ять розділів: «Загальні правила оформлення креслеників», «Методи проєкціювання. Зображення», «Технічне креслення», «Елементи будівельних креслеників», «Система КОМПАС-3D V14». Оригінальність курсу – це доповнення теоретичного матеріалу прикладами виконання графічних робіт, в яких в логічній послідовності детально описані дії, які необхідно виконати на комп'ютері.

Посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів і інженерних спеціальностей.

ISBN 978-966-268-101-9

УДК 76:004.92(075.8)

ББК 30.11я73

© Кепко О.І., Накльока Ю.І.,
Пушка О.С., Чумак Н.М.,

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ПЕРЕДМОВА..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ..... | 7 |
| 1.1. Стандарти..... | 7 |
| 1.2. Формати..... | 8 |
| 1.3. Основний напис..... | 11 |
| 1.4. Масштаби..... | 13 |
| 1.5. Шрифти креслярські..... | 13 |
| 1.6. Лінії..... | 14 |
| 1.7. Симетрія..... | 16 |
| 1.8. Нанесення розмірів..... | 18 |
| Запитання для самоконтролю..... | 21 |
| РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ПРОЕКЦІЮВАННЯ. ЗОБРАЖЕННЯ..... | 22 |
| 2.1. Центральний метод проєкціювання..... | 22 |
| 2.2. Метод Монжа..... | 24 |
| 2.3. Комплексний рисунок Монжа..... | 25 |
| 2.4. Аксонометрія..... | 29 |
| 2.5. Види..... | 32 |
| 2.6. Розрізи. Перерізи..... | 36 |
| 2.7. Графічні позначення матеріалів..... | 36 |
| Запитання для самоконтролю..... | 38 |
| РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ..... | 39 |
| 3.1. Конструкційні матеріали..... | 39 |
| 3.2. Позначення матеріалів..... | 42 |
| 3.3. Шорсткість поверхонь..... | 44 |
| 3.4. Корозія металів. Захист від корозії..... | 49 |
| 3.5. Допуски і посадки. Квалітет..... | 53 |
| 3.6. Нарізь..... | 55 |
| 3.7. З'єднання деталей..... | 57 |
| 3.8. Складальний кресленик..... | 61 |

| | |
|---|------------|
| 3.9. Позначання конструкторських документів..... | 65 |
| 3.10. Види конструкторських документів..... | 66 |
| 3.11. Специфікація..... | 66 |
| 3.12. Габаритний кресленик..... | 70 |
| 3.13. Монтажний кресленик..... | 72 |
| 3.14. Схеми..... | 74 |
| Запитання для самоконтролю..... | 75 |
| РОЗДІЛ 4. ЕЛЕМЕНТИ БУДІВЕЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ.... | 76 |
| 4.1. Основні елементи будівель..... | 76 |
| 4.2. Уніфікація елементів будівель..... | 79 |
| 4.3. Зображення на будівельних креслениках..... | 81 |
| 4.4. Розрізи..... | 82 |
| 4.5. Нанесення розмірів..... | 85 |
| Запитання для самоконтролю..... | 85 |
| РОЗДІЛ 5. СИСТЕМА КОМПАС-3D V14..... | 86 |
| 5.1. Загальні відомості..... | 86 |
| 5.2. Інтерфейс системи..... | 87 |
| 5.3. Створення та збереження документів..... | 89 |
| ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ПОБУДОВИ КРЕСЛЕНИКІВ..... | 92 |
| Лабораторна робота №1.1. Оформлення креслеників.... | 92 |
| Лабораторна робота №1.2. Фрагмент..... | 100 |
| Лабораторна робота №1.3. Нанесення розмірів..... | 113 |
| ПРОЕКЦІЇ..... | 122 |
| Лабораторна робота №2.1. Побудова профільної проекції..... | 122 |
| Лабораторна робота №2.2. Побудова трьох проекцій по аксонометрії..... | 130 |
| Лабораторна робота №2.3. Побудова аксонометрії по трьох проекціях..... | 135 |
| Лабораторна робота №2.4. Побудова виду зліва..... | 139 |
| Лабораторна робота №2.5. Ізометрична прямокутна проекція..... | 142 |
| РОЗРІЗИ..... | 149 |
| Лабораторна робота №3.1. Прості та складні розрізи.... | 149 |
| ІНШІ ВИДИ КРЕСЛЕНИКІВ..... | 156 |
| Лабораторна робота №4.1. Складальний кресленик..... | 156 |
| Лабораторна робота №4.2. План цеху..... | 183 |
| ЛІТЕРАТУРА..... | 193 |

ПЕРЕДМОВА

Завдяки розвитку комп'ютерних технологій інженерна графіка перейшла на новий якісний рівень, отримавши небачені досі можливості у побудові графічних об'єктів.

З розвитком машинної техніки спостерігається подальше вдосконалення способів зображень. Креслення за своїм виглядом наближаються до сучасних креслень. При виконанні креслень чітко дотримуються правил і норм, викладених у державних стандартах України (ДСТУ) або в міждержавних стандартах СНД (ГОСТ).

В посібнику викладається теоретичний матеріал, приклади виконання лабораторних робіт.

Велика увага в посібнику приділена ілюстративному матеріалу. Книга ілюстрована рисунками і креслениками, що полегшує сприйняття матеріалу. Причому графічний матеріал представлений в такому вигляді, що може бути використаний не тільки при вивченні предмета, але і при виконанні лабораторних робіт.

В кінці теоретичної частини кожного розділу розміщені запитання для самоконтролю. Ступінь засвоєння практичних навиків роботи на комп'ютері студенти можуть перевірити в процесі виконання різних варіантів вправ. Така форма викладення навчального матеріалу дає можливість ефективної самостійної роботи студентів як денної, так і заочної форм навчання.

Навчальний матеріал посібника представлено в такій формі, яка дає можливість раціонально витратити дорогоцінний навчальний час, повністю відмовившись від традиційного креслення олівцем, – лабораторні роботи, які

доповнюють теоретичний матеріал, містять алгоритм виконання графічних робіт з використанням комп'ютерної системи КОМПАС-3D V14.

В даному посібнику вказана література, яка допоможе бажаючим ознайомитись з різними варіантами викладення розділів посібника та з деякими додатковими питаннями інженерної графіки.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

1.1. Стандарти

Щоб графічна інформація була зрозумілою для кожного спеціаліста, була вироблена єдина технічна мова, єдина термінологія, єдині вимоги, єдині умовні позначки. Все це об'єднали в собі документи, які отримали назву держаних стандартів.

Державні стандарти України (ДСТУ) – стандарти, розроблені відповідно до чинного законодавства України, що встановлюють для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості, розроблені на основі консенсусу та затверджені уповноваженим органом. Стандарти ДСТУ існують з 1993 року.

Станом на жовтень 2014 р. фонд національних стандартів в Україні становить 27,5 тис. документів, 7489 з яких, гармонізовані з міжнародними та європейськими. Впродовж 2014 р. прийнято 175 національних нормативних документів, з яких 115 гармонізовані з міжнародними та європейськими, підготовлено до затвердження 350 проектів стандартів.

На сьогоднішній день на території України, крім державних стандартів України (скорочено ДСТУ), виданих в роки Незалежності, діють ще й міждержавні стандарти СНД та

галузеві стандарти (ОСТ, ТУ тощо).

ГОСТ (рос. Государственный стандарт, Державний стандарт, ДЕСТ) – одна з основних категорій стандартів в СРСР, сьогодні міждержавного стандарту в СНД. Приймається Міждержавною радою зі стандартизації, метрології і сертифікації (МГС).

Галузеві стандарти України (ГСТУ) розробляються на продукцію, на яку відсутній державний стандарт України, або якщо буде потреба встановити нові вимоги, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України (СНТС) розширюють результати фундаментальних і прикладних досліджень, отриманих в окремих областях знань або в сферах професійних інтересів.

Технічні умови (ТУ) є нормативним документом, що визначає необхідні експлуатаційні умови продукції, що випускається й для якої відсутній державний або галузевий стандарт.

Стандарт організації України (СОУ) розробляється на продукцію або на технологічний процес, які реалізуються на конкретному підприємстві.

Крім зазначених, до категорії нормативних документів зі стандартизації потрібно віднести: міждержавні стандарти; регіональні стандарти; міжнародні стандарти (ISO); національні стандарти інших країн. Міжнародні, міждержавні, регіональні й національні стандарти інших країн в Україні застосовують у рамках міжнародних договорів у встановленому Держстандартом України порядку.

В курсі «Інженерна та комп'ютерна графіка» використовуються переважно ДСТУ та ГОСТ.

Стандарти, які регламентують (встановлюють) правила оформлення конструкторських документів, об'єднані в єдиний блок – ЄСКД (Єдина система конструкторської документації).

1.2. Формати

Формат паперу – стандартизований розмір аркуша (листа) паперу. В різні часи в різних країнах було прийнято

різні стандарти формату паперу. Наразі, поширені дві основні системи: міжнародний стандарт ISO 216 (описує формат серії A, і, зокрема, поширений формат A4 та споріднені серії B і C) і північноамериканський стандарт формату паперу, затверджений Американським національним інститутом стандартів (ANSI) в 1995 році.

Міжнародний стандарт розмірів аркушів, ISO 216, побудовано на основі німецького стандарту розмірів аркушів DIN 476. В стандарті ISO відношення ширини до довжини аркушу різних форматів однакове, та дорівнює квадратному кореню з двох, або приблизно 1 до 1,4142. Базовим форматом аркуша паперу є A0, площа якого дорівнює одному квадратному метру (1 м²). Кожен з наступних форматів аркушів A1, A2, A3, і т.д., має удвічі меншу площу за попередній. Найпоширеніші аркуші мають формат A4 (210 × 297 мм) (табл. 1).

1. Розміри аркушів ISO формату серії A

| Формат | Розмір (мм x мм) |
|--------|------------------|
| 0 | 841 x 1189 |
| 1 | 594 x 841 |
| 2 | 420 x 594 |
| 3 | 297 x 420 |
| 4 | 210 x 297 |
| 5 | 148 x 210 |
| 6 | 105 x 148 |
| 7 | 74 x 105 |
| 8 | 52 x 74 |
| 9 | 37 x 52 |
| 10 | 26 x 37 |

Основною перевагою цієї системи є її масштабування: якщо лист з співвідношенням сторін $\sqrt{2}$ ділити на дві рівні частини поперек довшої сторони, то співвідношення сторін отриманих аркушів буде також $\sqrt{2}$. Брошури можна робити складаючи навпіл аркуші попереднього, більшого розміру; наприклад, аркуші формату A4 згинають, аби отримати брошуру формату A5. Система дозволяє пропорційне

масштабування з одного формату в інший – наприклад, збільшення формату А4 до А3, або зменшення з А3 до А4 на копіювальному приладі. Крім того, два аркуші формату А4 можуть бути зменшені й скопійовані на один аркуш без відрізання та без зайвих границь (рис. 1).

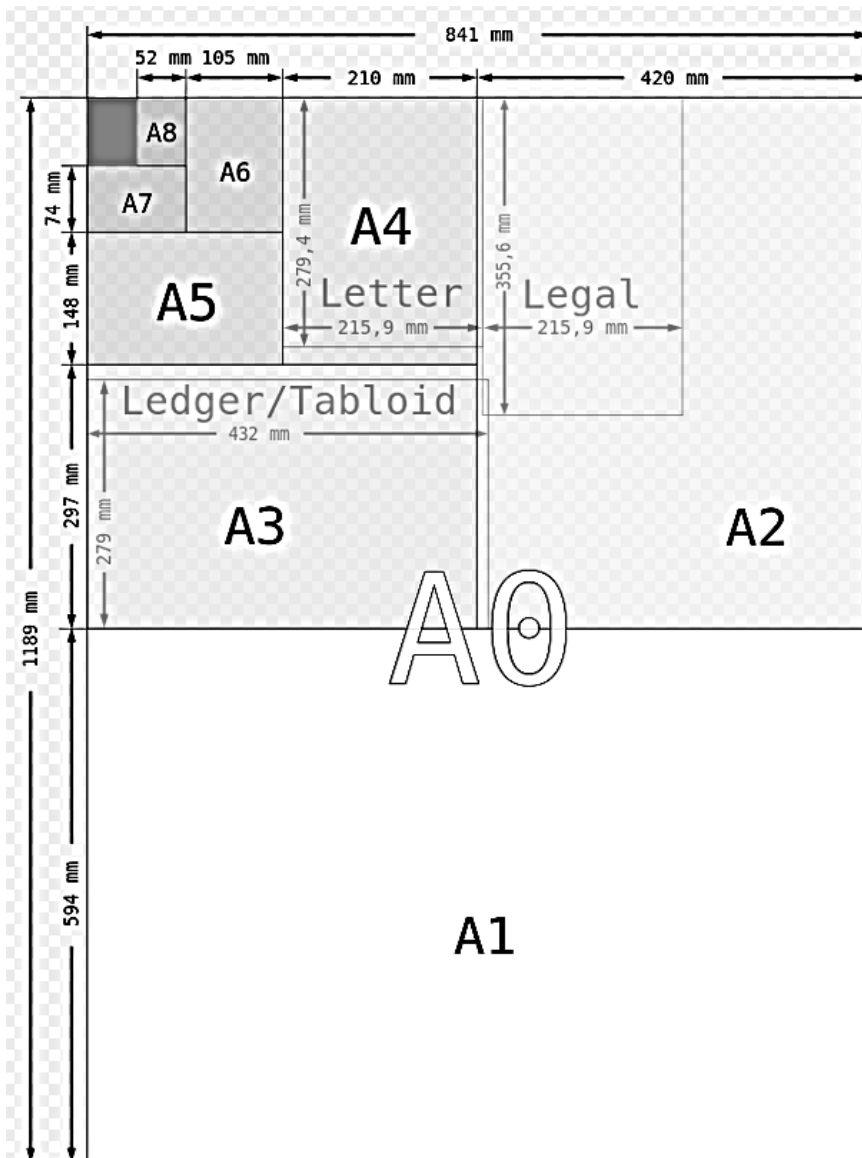


Рис. 1. Аркуші формату А в порівнянні з аркушами «лист» та «юридичний»

Допускається використання додаткових форматів, довга сторона яких кратна короткій стороні основного формату. Наприклад, аркуш з розмірами (594×1261 мм) – це формат, ширина якого дорівнює трикратній ширині формату А2. Умовне позначення такого формату – А2×3.

Можливі і інші комбінації, наприклад: А3×3 (420×891 мм).

1.3. Основний напис

На кожному форматі виконується рамка. Так називають лінії, які проводять на відстані 5 мм від нижнього, правого і верхнього берега та 20 мм – від лівого берега формату.

Компонувати формати можна як горизонтально так і вертикально, за винятком формату А4, який компонують тільки вертикально.

У правому нижньому кутку формату розміщують основний напис (рис. 2). Так називають таблицю з графами, виконану відповідно до ДСТУ 2.104:2006 (рис. 3).

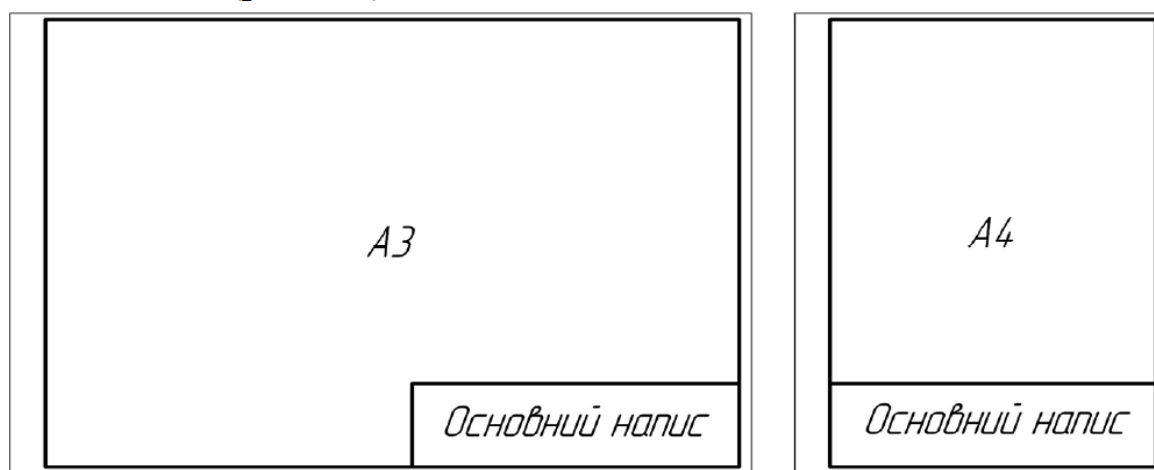


Рис. 2. Приклад розміщення основного напису

На першому аркуші розміщують основний напис за формою 1 (рис. 3а), на наступних аркушах – за формою 1а (рис. 3б).

В графах основного напису вказується:

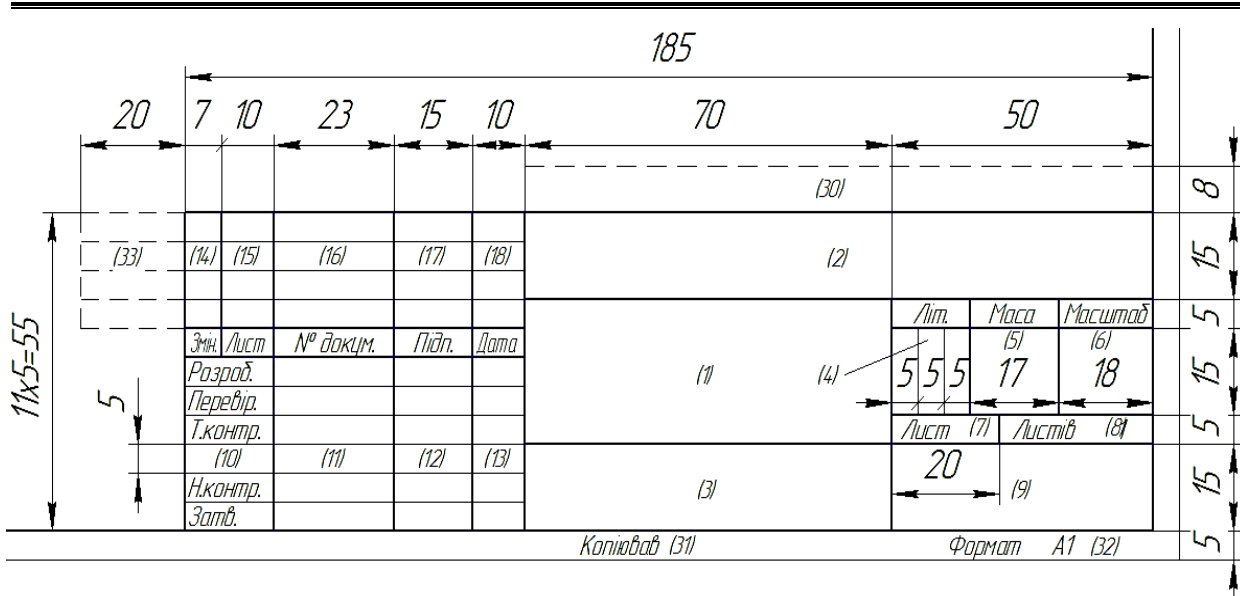
1 – найменування виробу; на учбових креслениках – тема роботи;

2 – позначка документа відповідно до ГОСТ 2.201-80; на учбових креслениках – вид роботи: «ЛАБОРАТОРНА РОБОТА», «КУРСОВИЙ ПРОЕКТ» тощо;

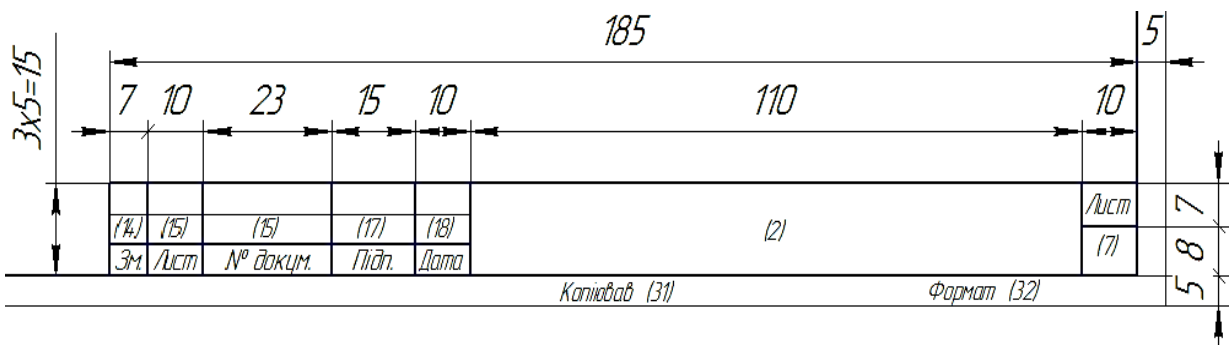
3 – позначка матеріалу деталі (графу заповнюють лише на креслениках деталі); на навчальних креслениках – варіант індивідуального завдання;

4 – літера, присвоєна документу відповідно до ГОСТ 2.103-68; на учбових креслениках, як правило, ставиться літера «у» – «учбовий»;

*** Розділ 1 ***



а)



б)

Рис. 3. Основний напис: а) форма 1; б) форма 1а

5 – маса виробу відповідно до ГОСТ 2.109-73;

6 – масштаб зображення відповідно до ГОСТ 2.302-68;

7 – порядковий номер аркуша документа (для документів, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);

8 – загальна кількість аркушів документа (графу заповнюють лише на першому аркуші);

9 – назва або розрізнявальний код підприємства, що випустило документ;

10 – характер роботи, що виконує особа, яка підписує документ; на учбових креслениках вказують лише рядки «Розроб.» та «Перев.»;

11 – прізвища осіб, що підписали документ;

12 – підписи осіб, вказаних у графі «11»;

13 – дата підписання документа;

14...18 – інформація про зміни в документі відповідно до ГОСТ 2.503-90.

1.4. Масштаби

Масштаб, мірило (від нім. Maß – міра, і нім. Stab – палка) – це відношення розмірів об'єкта, виконаних без спотворень, до інших номінальних значень. Масштаб це число, що може бути більше одного, якщо розміри об'єкту менші розміру креслення, плану тощо (наприклад – малюнки мікроорганізмів, креслення дрібних деталей) – це називають масштабом збільшення, або менше одного (плани будинків, топографічні та географічні карти) – масштаб зменшення. Масштаб з відношенням 1:1 називають масштабом натуральної величини.

Масштаб зображення на креслениках вказують в графі «б» основного напису.

ГОСТ 2.302-68 рекомендує такі масштаби:

- ❖ масштаби зменшення: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- ❖ натуральна величина: 1:1;
- ❖ масштаби збільшення: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

1.5. Шрифти креслярські

Всі написи на креслениках виконуються креслярськими шрифтами відповідно до ГОСТ 2.304-81. Для учбових креслеників рекомендується шрифт типу А з нахилом близько 75° (рис. 4). В системі КОМПАС-3D використовується шрифт GOST type A.

Шрифт визначається висотою великих літер та цифр – параметр h (рис. 4). Всі інші параметри шрифту (висота рядкових літер, ширина літер, відстань між літерами тощо) визначаються через відношення їх значень до параметра h .

Висота рядкових літер становить $0,7h$.

Висоту літери h (в мм) ще називають розміром шрифту.

Відповідно до ГОСТ 2.304-81 розмір шрифту вибирають з



Рис. 4. Шрифт креслярський типу А

ряду 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

ГОСТ 2.304-81 встановлює також форму літер латинського і грецького алфавіту, римських цифр, математичних і розділових знаків.

1.6. Лінії

Конфігурацію ліній, які використовуються при виконанні креслеників, регламентує ГОСТ 2.303-68 (рис. 5).

Параметри ліній та їх призначення наведені в таблиці 2.

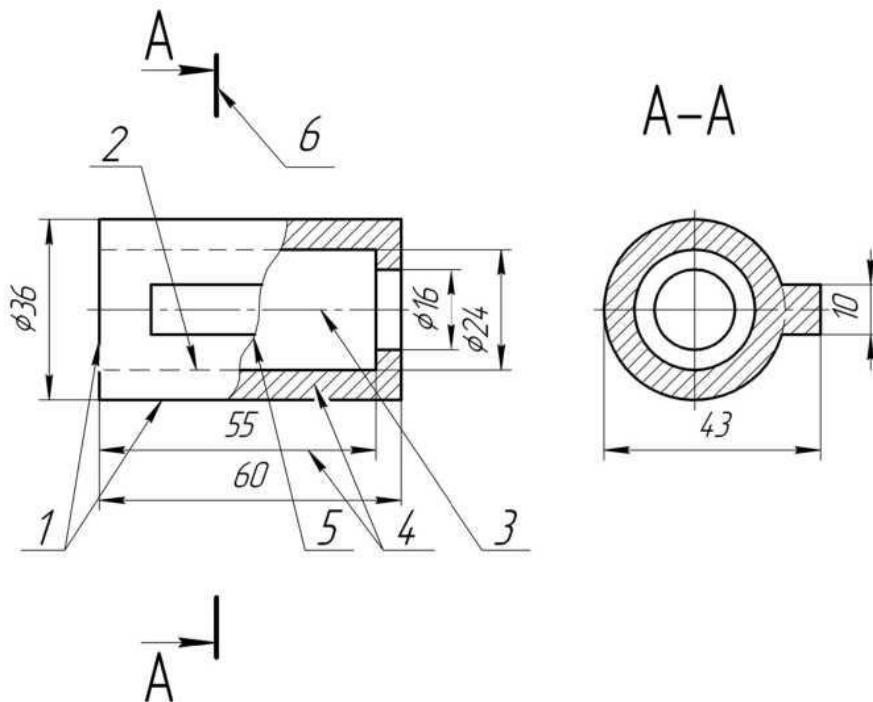


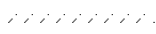

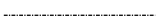






Рис. 5. Види ліній

2. Види, товщини та призначення ліній за ГОСТ 2.303–68

| Назва | Зображення | Товщина (мм)* | Основне призначення |
|--|---|---------------------|--|
| Суцільна товста |  | $S = 0,5 \dots 1,4$ | Лінії видимого контуру. Лінії переходу видимі. Лінії контуру перерізу (винесеного та вхідного до складу розрізу). |
| Суцільна тонка |  | Від $S/3$ до $S/2$ | Лінії контуру накладеного перерізу. Лінії розмірні та виносні. лінії штрихування. Лінії-виноски. Полиці ліній-виносок і підкреслювання написів. Лінії обмеження виносних елементів на видах, розрізах і перерізах. Лінії переходу уявні. Сліди площин, лінії побудови характерних точок при спеціальних побудовах. |
| Суцільна хвиляста |  | Від $S/3$ до $S/2$ | Лінії обриву. Лінії розмежування виду і розрізу. |
| Штрихова |  | Від $S/3$ до $S/2$ | Лінії невидимого контуру. Лінії переходу невидимі. |
| Штрих-пунктирна тонка |  | Від $S/3$ до $S/2$ | Лінії осьові та центрові. Лінії перерізів, що є осями симетрії для накладених або винесених перерізів. |
| Штрих-пунктирна потовщена |  | Від $S/3$ до $2/3S$ | Лінії, що позначають поверхні, котрі підлягають термообробці або покриттю. Лінії для зображення елементів, розташованих перед січною площиною. |
| Розімкнена |  | Від S до $1,5 S$ | Лінії перерізів. |
| Суцільна тонка із зламом |  | Від $S/3$ до $S/2$ | Довгі лінії обриву. |
| Штрих-пунктирна з двома крапками тонка |  | Від $S/3$ до $S/2$ | Лінії згину на розгортках. Лінії для зображення частин виробів у крайніх або проміжних положеннях. Лінії для зображення розгортки, суміщеної з виглядом. |

* – Товщина відносно товщини основної лінії

1.7. Симетрія

Симетрія (від грец. *συμμετρέειν* – міряти разом) – властивість об'єкта відтворювати себе при певних трансформаціях, які називаються операціями симетрії. Симетрія – передусім геометричне поняття, однак воно застосовується також щодо негеометричних об'єктів у математиці загалом, інших науках: фізиці, хімії, біології, і в інших галузях людської діяльності: філософії, естетиці, соціології, мистецтві тощо.

Існують декілька видів симетрії.

Дзеркальною називається симетрія щодо операції відбиття відносно площини або, в планіметрії, лінії. У планіметрії цей тип симетрії називають осьовою (рис. 6).

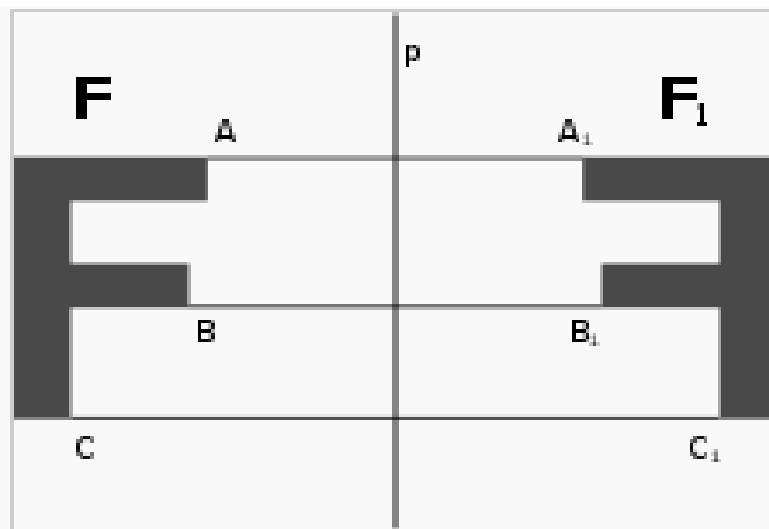


Рис. 6. Дзеркальна симетрія

Симетрією **обертання** називається симетрія щодо повороту на певний кут відносно певної лінії, яка називається віссю обертання. Якщо фігура симетрична щодо повороту на будь-який кут, її називають аксіально-симетричною. Прикладом аксіально-симетричної фігури є коло, а тривимірному просторі циліндр обертання.

Геометрична фігура має **центральну** симетрію щодо певної точки, яка називається центром симетрії, якщо для будь-якої точки фігури існує інша точка, розташована на лінії, що сполучає дану точку з центром, з іншого боку від центра на однаковій відстані (рис. 7).

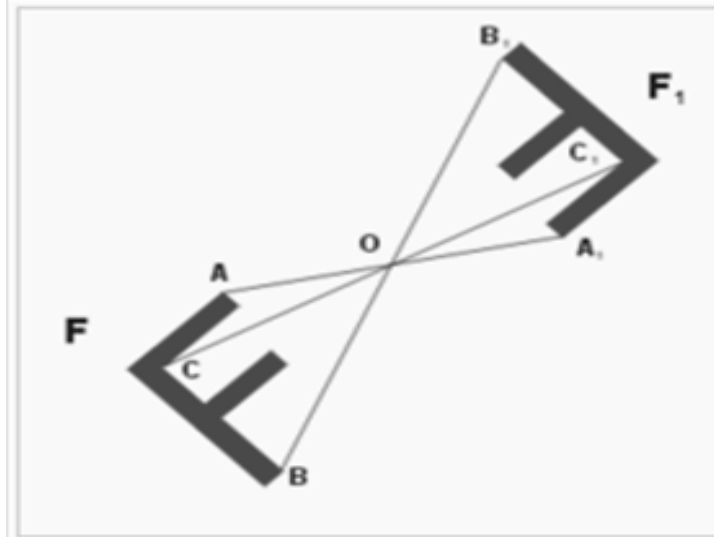


Рис. 7. Центральна симетрія

Деталь може бути симетричною відносно двох взаємно перпендикулярних осей. Прикладом такої симетрії являються коло, овал, еліпс тощо.

При зображенні симетричних елементів обов'язково проводять осі симетрії (рис. 8).

Для визначення величини виробу в цілому та його елементів зокрема на креслениках вказують розміри. Основні правила нанесення розмірів на креслениках регламентує ГОСТ 2.307-68.

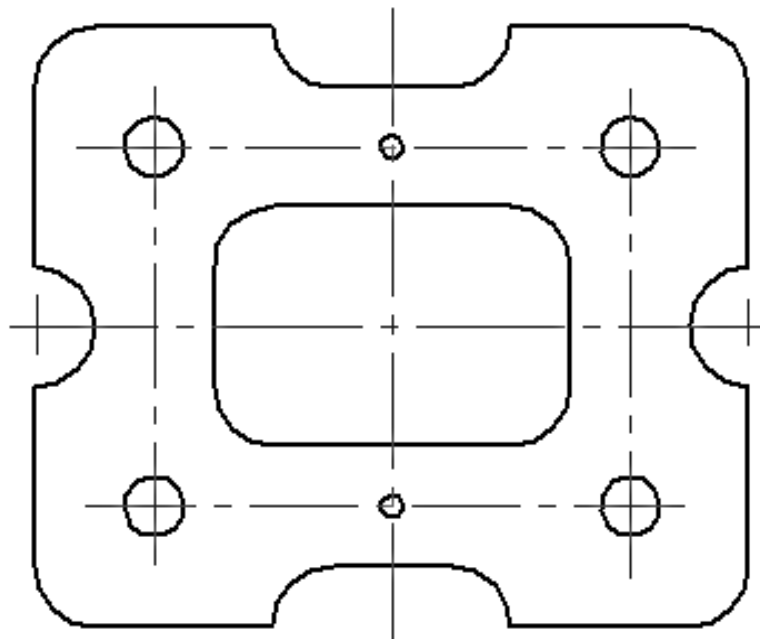


Рис. 8. Приклад нанесення осей симетрії

1.8. Нанесення розмірів

Розміри бувають лінійні, радіальні, діаметральні та кутові.

Розміри наносяться за допомогою виносних і розмірних ліній та розмірних чисел.

При нанесенні лінійних розмірів виносна лінія являється продовженням контуру деталі чи осьової лінії. Розмірну лінію проводять перпендикулярно виносним лініям на відстані 1–5 мм від їх кінця.

Розмірна лінія, як правило, обмежується стрілками. Форма та розміри стрілок вказані на рис. 9.

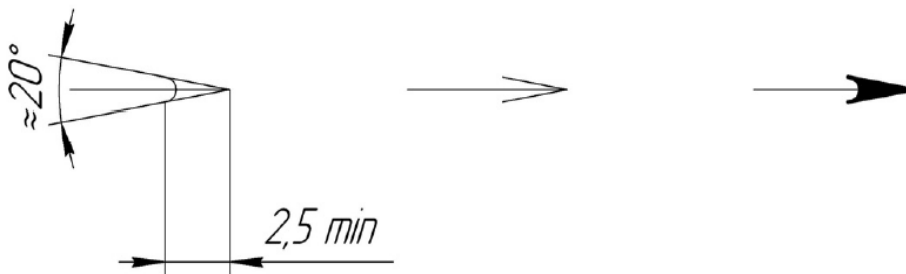


Рис. 9. Приклад зображення стрілок

Розмірні числа проставляють у міліметрах, одиниці виміру при цьому не вказуються.

Розмірні числа розташовують над розмірною лінією якомога ближче до середини. При нанесенні кількох паралельних розмірних ліній розмірні числа над ними розташовують у шаховому порядку.

Відстань від лінії контуру до першої розмірної лінії має бути 10 мм, мінімальна відстань між сусідніми паралельними розмірними лініями – 7 мм (в навчальних креслениках – 10 мм).

Якщо місця для розміщення стрілок та розмірного числа недостатньо, то розмірну лінію продовжують, напрямок стрілок змінюють на протилежний а розмірне число ставлять на продовженні розмірної лінії, або на полиці лінії-виноски (рис. 10).

Дозволяється розміри дрібних елементів виробу розташовувати вздовж однієї лінії, відокремивши їх один від одного засічками, проведеними під кутом 45° , або чіткими крапками.

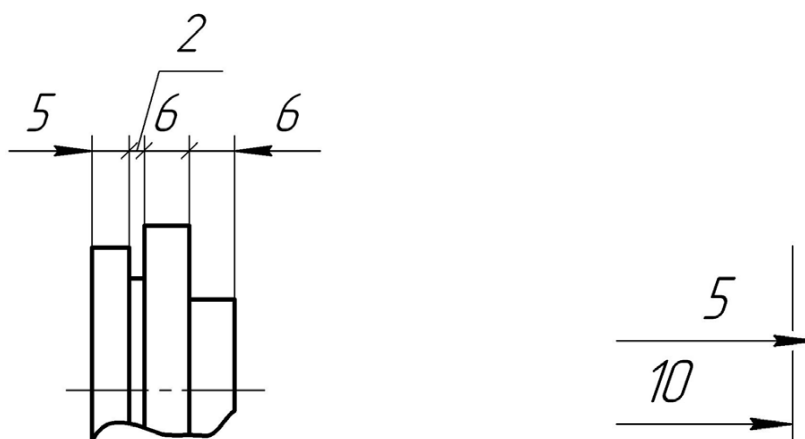


Рис. 10. Приклад зображення горизонтальних розмірів

При перетині стрілки розмірної лінії з іншою лінією остання в зоні стрілки розривається (рис. 10).

Лінійні розміри бувають **горизонтальні, вертикальні та похилі**.

При нанесенні горизонтальних розмірів розмірне число пишуть над розмірною лінією (рис. 10).

При нанесенні вертикальних розмірів розмірне число пишуть паралельно розмірній лінії зліва від неї (рис. 13).

При нанесенні похилих розмірів розмірне число не повинно «падати».

Тому, якщо кут нахилу розмірної лінії до горизонтальної лінії рамки знаходиться в інтервалі 90° – 120° , то розмірне число розташовують на полиці лінії-виноски (рис. 11).

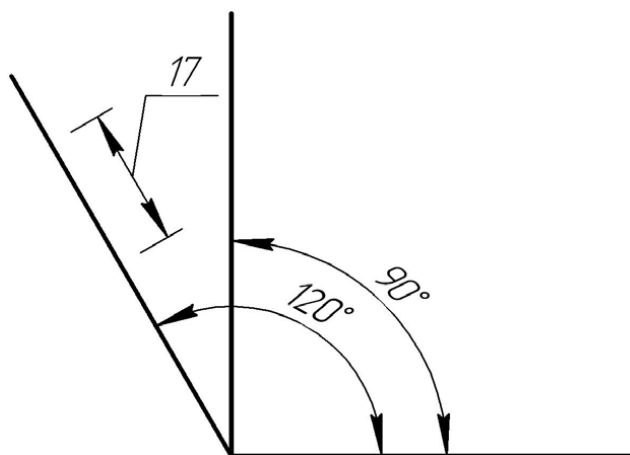


Рис. 11. Приклад зображення похилих та кутових розмірів

використовують знак діаметра, який ставлять перед розмірним числом (рис. 12). ГОСТ 2.318-81 допускає спрощене (без стрілки) нанесення розмірів отворів, якщо вони мають діаметр 2 мм і менше.

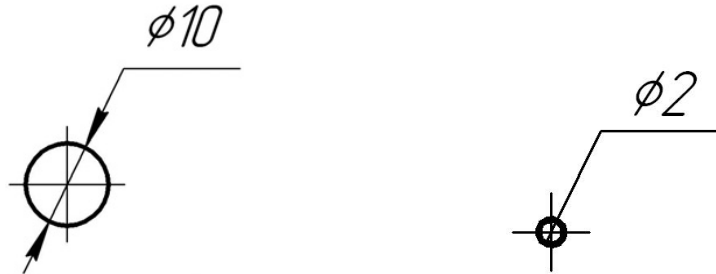


Рис. 12. Приклад зображення діаметра отвору

Розміри кількох однакових елементів виробу, як правило, вказують один раз із зазначенням кількості цих елементів, наприклад: «4 отв. $\phi 5$ » (рис. 13). Однакові елементи обов'язково з'єднують між собою осьовою (штрихово-пунктирною) лінією.

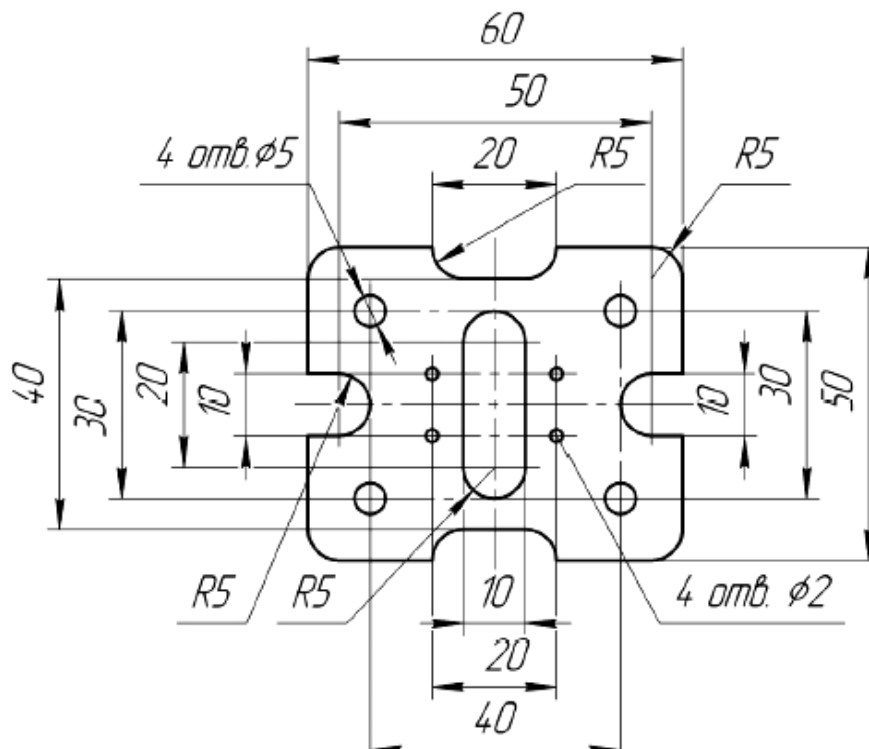


Рис. 13. Приклад нанесення розмірів

Слід уникати перетину розмірних та виносних ліній. Це означає, що, паралельні розмірні лінії розташовують каскадом – ближче до лінії контуру менші розміри, далі –

більші розміри.

При нанесенні розмірів округлень використовують літеру Я (радіус), яку ставлять перед розмірним числом (рис. 13).

Число розмірів на зображеннях виробів повинно бути мінімальним, але достатнім для його виготовлення.

Розміри елементів виробу вказують на тих зображеннях, де цей елемент видно найкраще.

Не дозволяється повторювати розміри одного і того ж елемента на різних зображеннях.

Слід уникати нанесення розмірів до невидимих поверхонь.

Запитання для самоконтролю

1. Як називають блок стандартів, які регламентують правила виконання інженерних креслеників?
2. Який формат паперу прийнято за базовий?
3. Що означають записи «ДСТУ», «ГОСТ», «ГСТУ», «ТУ»?
4. Скільки форматів А4 міститься у форматі А1?
5. Як називають таблицю з графами, яку розташовують у правому нижньому кутку креслеників?
6. Як позначають масштаб при зображенні предмету в натуральну величину?
7. Що визначає розмір шрифту?
8. Що зображують штриховою лінією?
9. В яких одиницях вказують лінійні розміри?
10. В яких випадках використовують знаки «Ø» та «R»?

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ПРОЕКЦІЮВАННЯ. ЗОБРАЖЕННЯ

2.1. Центральний метод проєкціювання

Інженерна графіка складається з двох дисциплін – нарисної геометрії та технічного креслення.

Нарисна геометрія – розділ геометрії, що вивчає методи зображення тривимірних об'єктів, використовуючи двовимірні проєкції.

Батьком нарисної геометрії вважається французький інженер Гаспар Монж. Монж побудував свою методику в 1765 році, працюючи креслярем при спорудженні фортифікацій.

В основі побудови всіх зображень лежить спосіб проєкціювання, відповідно до якого всі проєкції розділяються на перспективні (центральні) і паралельні (рис. 14). У кожній з них формування зображення здійснюється прямолінійними проєктувальними променями, які проходять через всі точки зображуваної фігури до перетину з площиною проєкції. У перспективних проєкціях промені виходять з однієї точки (центра проєкції), а в паралельних вони паралельні заданому напрямку. У окремому випадку проєктувальні промені можуть бути перпендикулярними площині проєкції, тоді проєкція називається **ортогональною**.

Характеризуючи певний об'єкт, ми обов'язково скажемо, яку він має довжину, ширину, висоту, як виглядить він спереду, зліва, зверху. Тобто, щоразу ми певним чином спрямовуємо на об'єкт свій погляд.

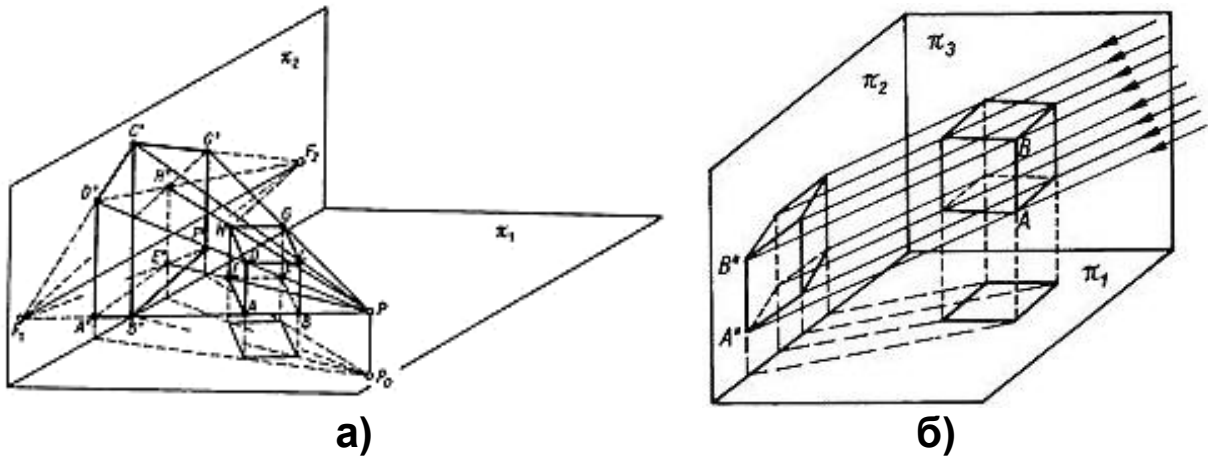


Рис. 14. Проекція: а) центральна; б) паралельна.

Припустимо, що точка **S** (рис. 15) і є те місце, звідки направляють погляд на об'єкт **T**. В результаті утворюється своєрідний пучок прямих з центром в точці **S**. Цю точку називають **центром проєкціювання**. Промені, що виходять з цього центру, називають **проєкціювальними променями**. Якщо на шляху проєкціювальних променів поставити екран, а між ним і точкою **S** розмістити об'єкт, то на екрані з'явиться тінь. Цю тінь в нарисній геометрії прийнято називати **проєкцією**.

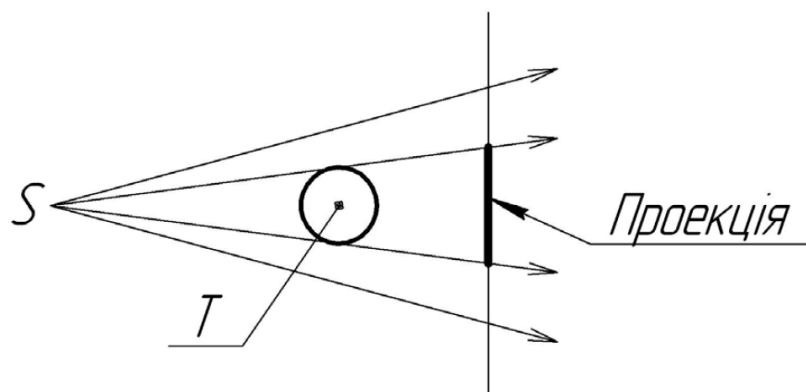


Рис. 15. Центральна проєкція тіла **T** на площину

Очевидно, що чим ближче об'єкт до точки **S**, тим більшою буде його проєкція на екрані, тим більше вона буде відрізнятися від натуральних розмірів предмета.

Центральний метод проєкціювання не був достатнім, так як проєкція об'єкта не відповідала його реальним розмірам. Крім того, всі об'єкти однакової форми але різного розміру, які попадають в поле зору, будуть мати одну і ту ж проєкцію (рис. 16).

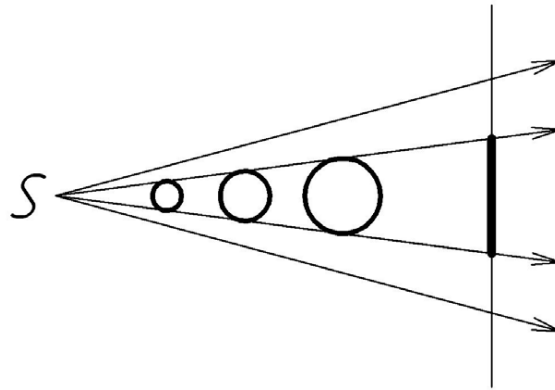


Рис. 16. Центральна проекція декількох тіл на площину

2.2. Метод Монжа

Паралельний метод проєкціювання виявився не достатнім, так як давав зображення предмету лише з однієї сторони. Тоді вирішили посилати на об'єкт паралельні проєкціювальні промені по трьох взаємно-перпендикулярних напрямках.

Перпендикулярно проєкціювальним променям поставили площини, які назвали **площинами проєкцій**. Площину, розташовану горизонтально, назвали **горизонтальною площиною проєкцій**; площину, перпендикулярну горизонтальній, назвали **фронтальною площиною проєкцій**; площину, перпендикулярну одночасно горизонтальній і фронтальній, назвали **профільною площиною проєкцій**. Ці площини прийнято позначати Π_1 (читається «пі один»), Π_2 , Π_3 , відповідно (рис. 17).

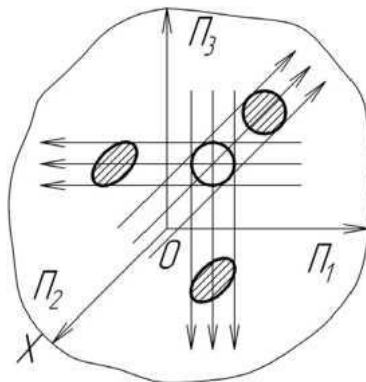


Рис. 17. Тривимірна система координат

Описаний метод проєкціювання назвали **системою прямокутних проєкцій** або **методом Монжа**. Лінію перетину

площин Π_1 і Π_2 назвали **віссю абсцис** і позначили літерою X (ікс). Лінію перетину площин Π_1 і Π_3 назвали **віссю ординат** і позначили літерою Y (ігрек). Лінію перетину площин Π_2 і Π_3 назвали **віссю аплікат** і позначили літерою Z (зет). Точку O назвали **початком системи координат**.

Якщо таку просторову систему площин умовно розрізати вздовж осі Y , а потім розгорнути в одній площині, то отримаємо ось таку картину – рис. 18.

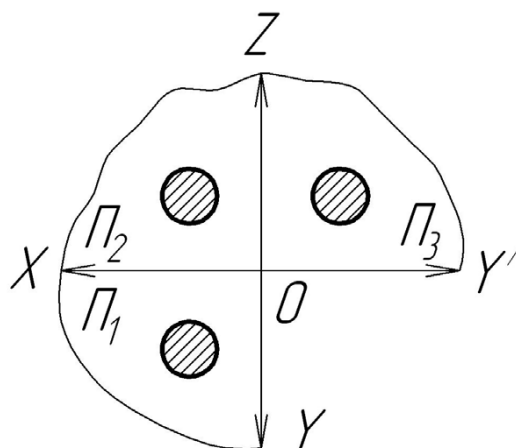


Рис. 18. Розвернута тривимірна система координат

Вісь ординат Y , яких тепер стало дві, умовно позначають Y та Y' , завжди пам'ятаючи, що це одна і та ж вісь Y .

Очевидно, що заштриховані круги на площинах проєкцій Π_1 , Π_2 , Π_3 – це зображення трьох проєкцій одного і того ж об'єкту. Вони характеризують його форму та розміри, якщо дивитись на об'єкт прямо, зверху і зліва.

2.3. Комплексний рисунок Монжа

При вирішенні практичних інженерних задач буває недостатньо знати форму та розміри геометричного тіла. Нерідко виникає потреба певним чином зорієнтувати його в просторі, або, як кажуть спеціалісти, задати координати. Як це робиться?

Для прикладу візьмемо точку A – і довільно розташуємо її в просторі. Потім через неї проведемо три площини паралельні Π_1 , Π_2 , Π_3 відповідно. В результаті утворився паралелепіпед з вершиною в точці A та ребрами x , y , z (рис. 19).

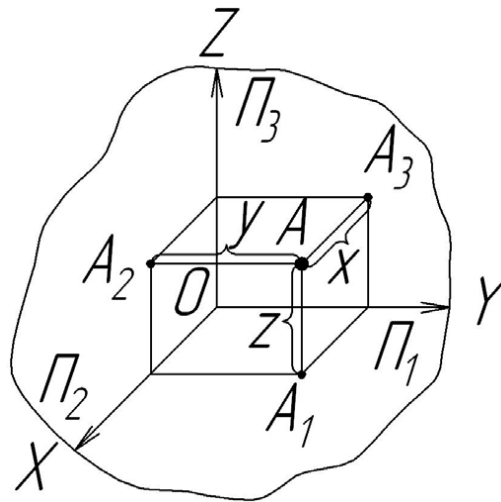


Рис. 19. Приклад розташування проєкцій точки А

Будучи перпендикулярами до відповідних площин, ребра x , y , z однозначно характеризують положення точки A в просторі, або, як кажуть спеціалісти, задають її координати. Очевидно, що точки A_1 , A_2 , A_3 – не що інше, як проєкції точки A на площини Π_1 , Π_2 , Π_3 відповідно.

Якщо всі площини проєкцій розгорнути в одну площину, то отримаємо зображення, аналогічне рис. 18, – рис. 20.

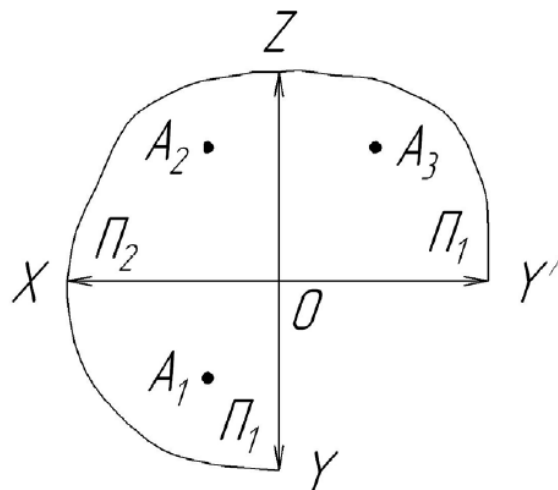


Рис. 20. Приклад розташування проєкцій точки А на розвернутій площині

Аналізуючи зображення на рисунку 20, помічаємо закономірність – проєкція A_3 знаходиться на одній горизонталі з проєкцією A_2 , а проєкція A_1 – на одній вертикалі з A_2 . Таку взаємозалежність проєкцій однієї і тієї ж точки називають

проєкційною відповідністю, а сукупність кількох взаємозв'язаних проєкцій фігури – системою прямокутних (ортогональних) проєкцій, або **комплексним рисунком Монжа**.

Завдяки проєкційній відповідності є можливість знайти координати однієї з трьох проєкцій об'єкту, якщо відомі координати двох інших. Припустимо відомі координати проєкцій точки A_1 та A_2 . Потрібно знайти координати проєкції A_3 – рис. 21.

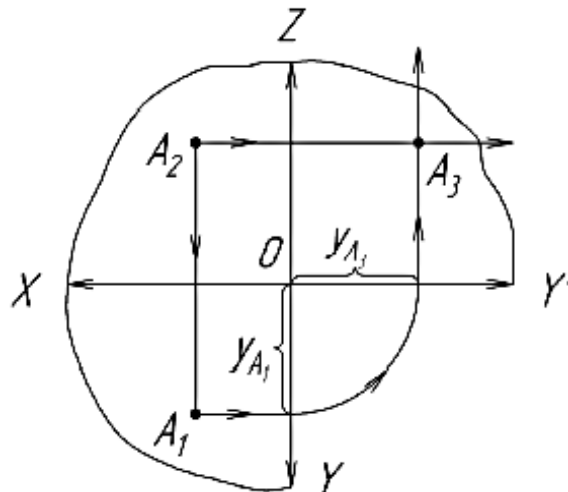


Рис. 21. Побудова проєкцій точки А за допомогою циркуля

Як слідує із попередніх висновків, проєкція A_3 лежить на одній горизонталі з A_2 , тому через A_2 проведемо горизонтальну пряму. Так як проєкція A_1 задана, то відома і її координата y_{A_1} . Щоб визначити y_{A_3} графічним методом, через проєкцію A_1 проводять горизонтальну пряму до перетину з віссю ZOY . Далі через цю точку циркулем проводять дугу з центром в нульовій точці системи координат. Через точку перетину дуги з віссю XOY' проводять вертикальну пряму верх до перетину з горизонтальною прямою, яка проведена через точку A_2 . Ця точка перетину і є невідома проєкція A_3 .

При відсутності циркуля використовують бісекторну площину, проведenu під кутом 45° (рис. 22). В цьому випадку із точки A_1 проводять горизонтальну пряму до зустрічі з бісекторною площиною, а потім піднімають її вертикально вгору. В точці перетину цієї вертикалі з горизонтальною прямою, проведеною через точку A_2 , і буде знаходитись невідома координата A_3 .

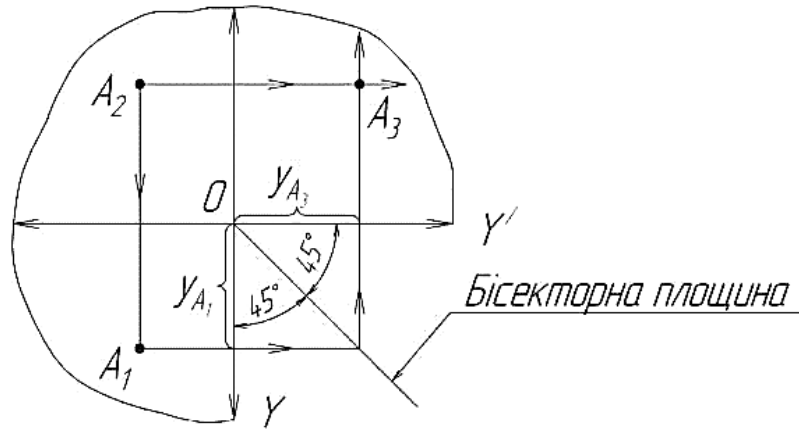


Рис. 22. Побудова проєкцій точки А за допомогою бісекторної площини

Цей же принцип покладено в основу графічного зображення і більш складних геометричних фігур. На рисунках 23...26 наведено графічне зображення проєкцій відрізків прямої, трикутника, циліндра, конуса, піраміди та призми.

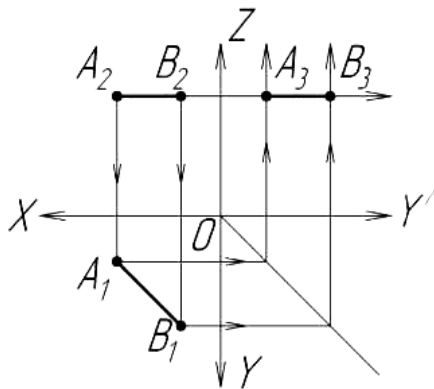


Рис. 23. Відрізок

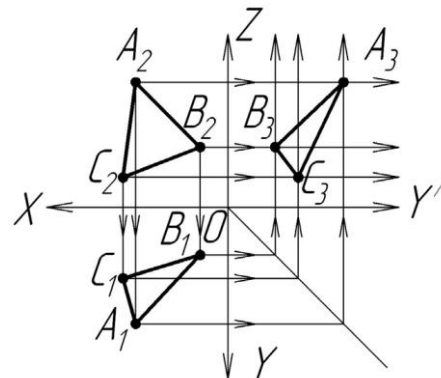


Рис. 24. Трикутник

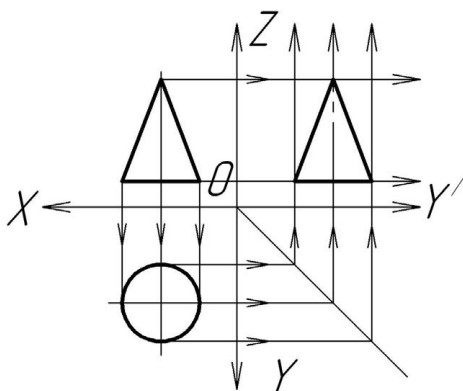


Рис. 25. Конус

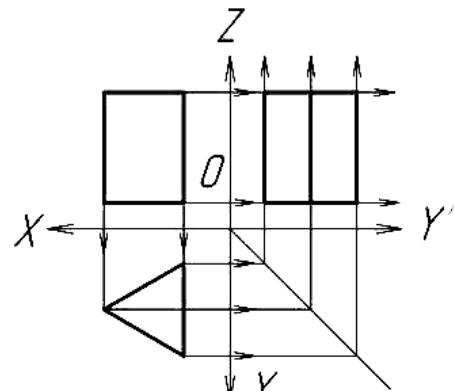


Рис. 26. Призма

2.4. Аксонометрія

Аксонометрія – спосіб наочного зображення просторових форм на площині проєкцій методом паралельного проєкціювання з одержанням аксонометричних проєкцій. Різновид перспективи. При цьому умовні просторові прямокутні координати для зображуваного об'єкта беруться паралельними основним розмірам останнього. Напрямок проєкціювання визначається основними вимогами, щодо зображення об'єкта.

Стандартизовані аксонометричні проєкції. За ДСТУ 3321:2003 та ГОСТ 2.317-69 аксонометричні проєкції можуть бути **ортогональними**, та **косокутними**.

Прямокутна (ортогональна) проєкція (напрямок проєкціювання перпендикулярний до площини проєкції):

- прямокутна ізометрична проєкція;
- прямокутна диметрична проєкція.

Косокутна проєкція (напрямок проєкціювання не перпендикулярно до площини проєкції):

- фронтальна ізометрична проєкція;
- горизонтальна ізометрична проєкція;
- фронтальна диметрична проєкція.

Ізометрична проєкція – це різновид аксонометричної проєкції, при якій у відображенні тривимірного об'єкта на площину коефіцієнт спотворення по всіх трьох осях однаковий. Термін «ізометрична» в назві проєкції прийшов з грецької мови і означає «однаковий розмір» (isos – однаковий, рівний + metria – розмір, вимірювання), відбиваючи той факт, що в цій проєкції масштаби по всіх осях однакові (рис. 27). В інших видах проєкцій це не так.

Прямокутна (ортогональна) ізометрична проєкція. У прямокутній ізометричній проєкції аксонометричні осі утворюють між собою кути у 120° , вісь Z' спрямована вертикально. Коефіцієнти спотворення (k_x, k_y, k_z) мають числове значення $\sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,82$. Зазвичай, для спрощення побудов ізометричну проєкцію виконують без спотворень по осях, тобто коефіцієнт спотворення приймають рівним 1, у цьому випадку отримують збільшення лінійних розмірів в $\frac{1}{0,82} \approx 1,22$ рази.

Косокутна фронтальна ізометрична проєкція. Вісь Z' спрямована вертикально, кут між віссю X' і Z' становить 90° , вісь Y' розташована з кутом нахилу 135° (допускається 120° та

150°) до осі Z'.

Фронтальна ізометрична проекція виконується по осях X', Y' і Z' без спотворення. Криві, що паралельні до фронтальної площини проєктуються без спотворень.

Косокутна горизонтальна ізометрична проекція. Вісь Z' спрямована вертикально, між осями Z' і Y' кут нахилу становить 120° (допускається 135° і 150°), при цьому зберігається кут між осями X' та Y' рівним 90°.

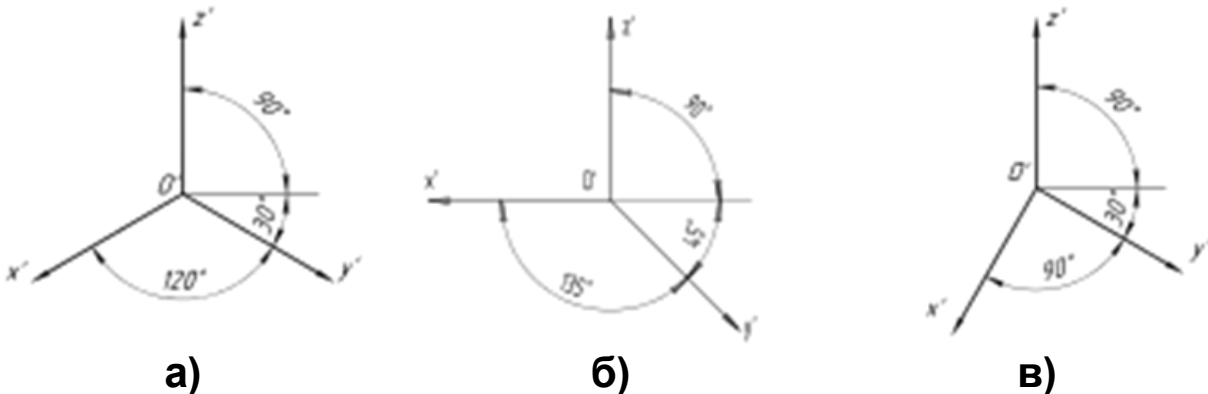


Рис. 27. Розташування осей координат в ізометричних проекціях: а) – прямокутній; б) – косокутній фронтальній; в) – косокутній горизонтальній

Горизонтальну ізометричну проекцію виконують без спотворень по осях X', Y' та Z'. Криві, які паралельні до горизонтальної площини проєктуються без спотворень.

Найбільше розповсюдження отримала прямокутна (ортогональна) ізометрична проекція яка широко використовується в технічному кресленні і САПР для побудови наочних зображень деталей на креслениках, а також в комп'ютерній графіці для побудови тривимірних об'єктів і панорам.

Диметрична проекція – це аксонометрична проекція, у якій коефіцієнти спотворення по двох осях мають однакові значення, а спотворення по третій осі може набувати іншого значення.

Стандартні диметричні проекції. За ДСТУ 3321:2003 та ГОСТ 2.317-69 диметричні проекції можуть бути і **прямокутними**, і **косокутними** (зазвичай, фронтальними) (рис. 28).

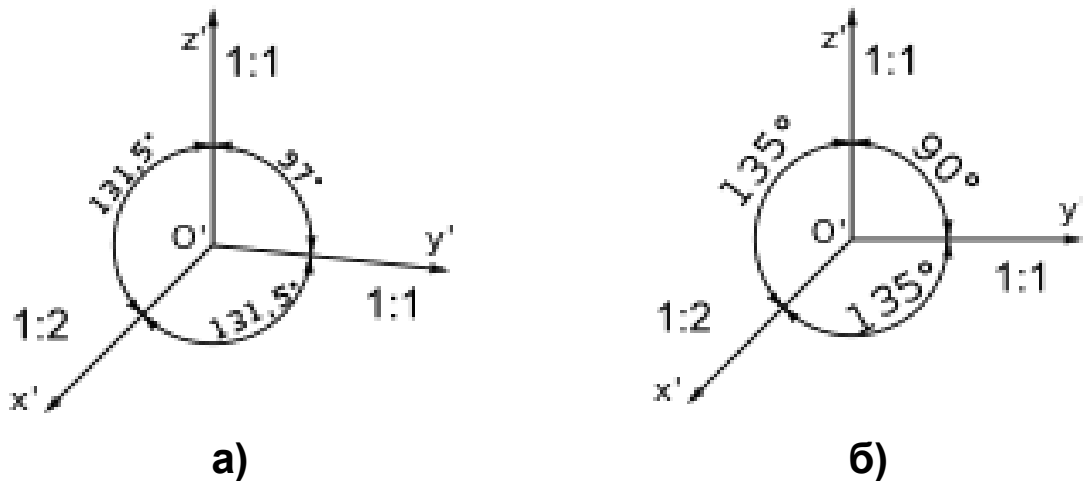


Рис. 28. Розташування осей координат в диметричних проєкціях: а) – прямокутній; б) – косокутній фронтальній

Прямокутна диметрична проєкція – прямокутна аксонометрична проєкція предмета, яка має неспотворені чи однаково спотворені розміри вздовж аксонометричних осей X і Z і зменшені вдвічі розміри вздовж осі Y .

Вісь Z' розташована вертикально, а осі X' та Y' утворюють з горизонтальною лінією кути $7^\circ 10'$ та $41^\circ 25'$.

Коефіцієнт спотворення по осі Y' становить 0,47, а по осях X' та Z' 0,94. На практиці використовують приведені коефіцієнти спотворення $k_x = k_z = 1$ і $k_y = 0,5$. У цьому випадку зображення отримується збільшеним в $\frac{1}{0,94} \approx 1,06$ разів. Наближено аксонометричні осі стандартної диметричної проєкції можна побудувати, якщо прийняти $\text{tg } 7^\circ 10' = 1/8$, а $\text{tg } 41^\circ 25' = 7/8$.

Косокутна диметрична проєкція – косокутна аксонометрична проєкція предмета без спотворення розмірів на осях X і Z і зменшеними вдвічі розмірами уздовж осі Y .

Фронтальну диметричну косокутну проєкцію дістають на площині аксонометричних проєкцій, що є паралельною фронтальній площині проєкцій. При цьому проєкціюючі промені спрямовані до аксонометричної площини під кутом, що не дорівнює 90° .

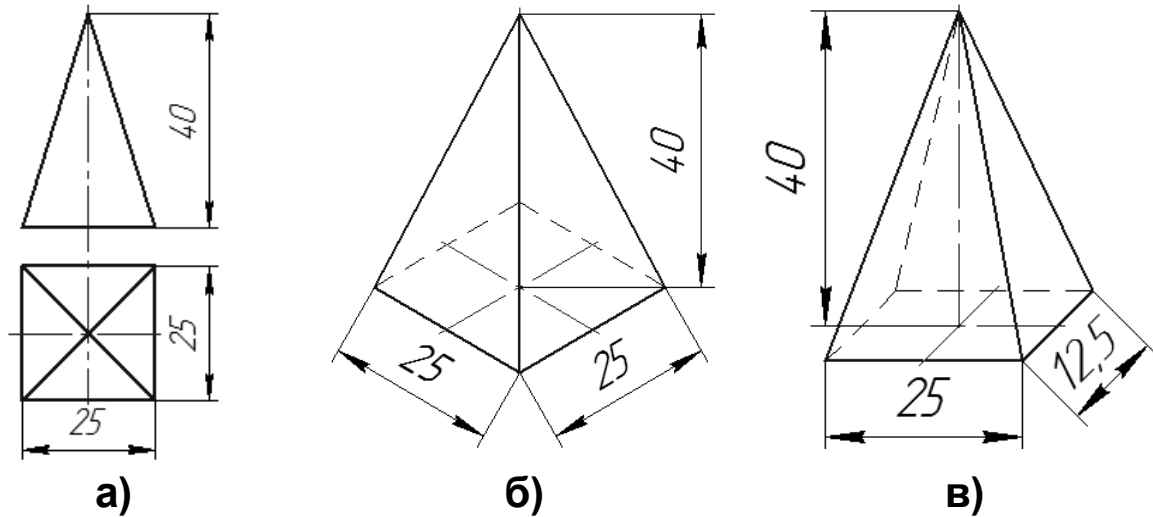
Коефіцієнт спотворення по осі Y' становить 0,5, а по осях X' та Z' 1.

Допускається застосовувати косокутні диметричні проєкції з кутом нахилу осі Y' у 30° та 45° .

Диметрична проєкція використовується в технічному

кресленні, САПР для побудови наглядного зображення деталі на кресленику, а також в комп'ютерних іграх для побудови тривимірного зображення.

На рисунку 29 показано порівняння прямокутної (ортогональної) ізометричної проекції та фронтальної диметричної косокутної проекції заданої на кресленні рис. 29а.



**Рис. 29. Порівняльне зображення аксонометрій:
а) – завдання; б) – прямокутна (ортогональна)
ізометрична проекція; в) – фронтальна диметрична
косокутна проекція**

2.5. Види

Правила зображення предметів (виробів) на кресленнях усіх галузей промисловості та будівництва встановлює міждержавний стандарт ГОСТ 2.305-2008. При побудові ортогональних проекцій за основні площини проекцій беруть шість граней пустотілого куба (паралелепіпеда) (рис. 30), всередині якого розміщують предмет, який проектується на внутрішні грані куба, утворюючи основні види, до яких відносяться шість основних видів, які одержують на шести внутрішніх гранях куба: **головний вид (вид спереду)** – основний вид предмета на фронтальній площині проекцій, який дає найповнішу уяву про його форму і розміри відносно якого розташовують інші основні **види зверху, зліва, справа, знизу, ззаду**.

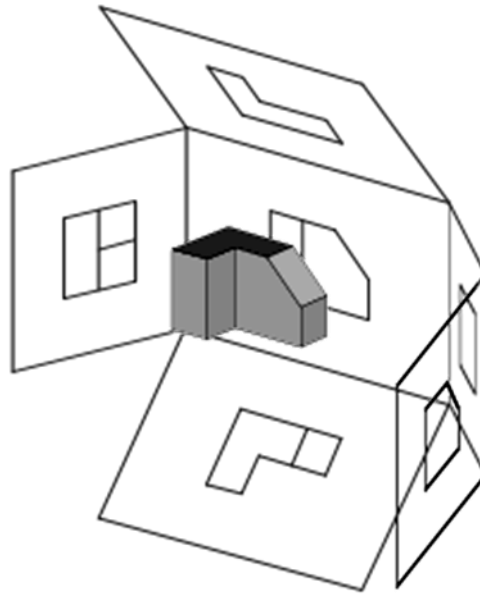


Рис. 30. Правило розгортання проєкцій на основні площини

Якщо розгорнути площини зображені на рисунку 30 в певній послідовності, то отримуємо ось таку картину – рис. 31. Це – проєкції об'єкту. Всі вони знаходяться в проєкційному зв'язку один до одного.

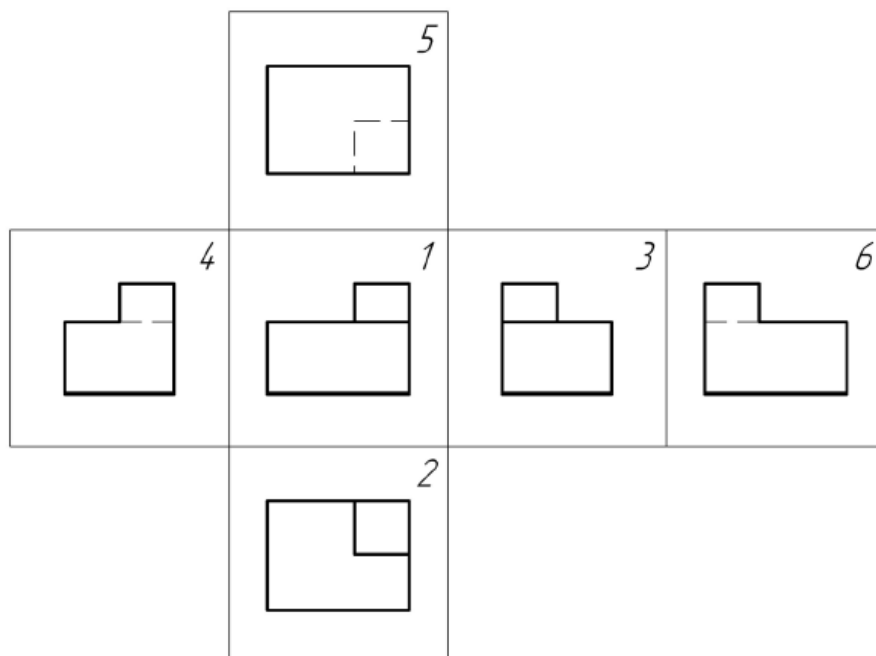


Рис. 31. Основні види

Проекції на площинах мають назву:

1 – головний вид (в НГ це зображення називають

фронтальною проекцією);

2 – вид зверху (горизонтальна проекція в НГ);

3 – вид зліва (профільна проекція в НГ);

4 – вид справа;

5 – вид знизу;

6 – вид ззаду.

Якщо якусь частину предмета (деталі) неможливо показати на основній площині проекцій без спотворення її форм та розмірів, то застосовують допоміжні види.

Допоміжний вид – вид предмета на площині, непаралельній до жодної з основних площин проекцій, призначений для неспотвореного зображення поверхні, якщо її неможливо отримати на основному виді.

Зображення окремої, вузько обмеженої частини поверхні деталі називають місцевим видом. Якщо місцевий вид виконується не в проекційному зв'язку, його позначають.

2.6. Розрізи. Перерізи

Розріз – ортогональна проекція предмета, який уявно розсічено однією чи декількома площинами для виявлення його невидимих поверхонь. Розріз є умовним зображенням, бо при його виконанні тільки умовно проводять січні площини та уявно не показують окремі частини предмета, які розміщені між спостерігачем і даними січними площинами і показують лише ті деталі та їх частини, що розташовані за січною площиною (рис. 32).

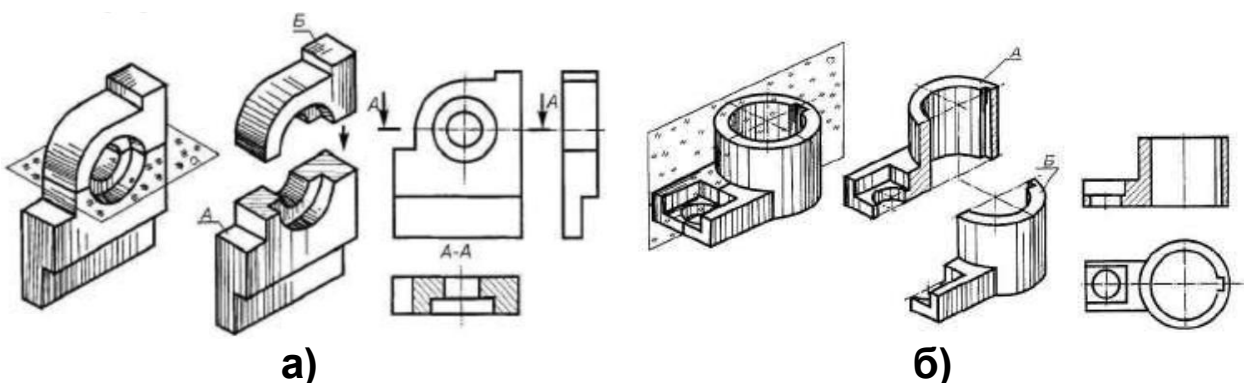


Рис. 32. Розрізи: а) горизонтальний; б) фронтальний

Положення січної площини розрізу показують розімкненою

лінією, під прямим кутом до якої проводять стрілки. Стрілки проводять на відстані 2–3 мм від зовнішніх кінців розімкненої лінії – рис. 33.

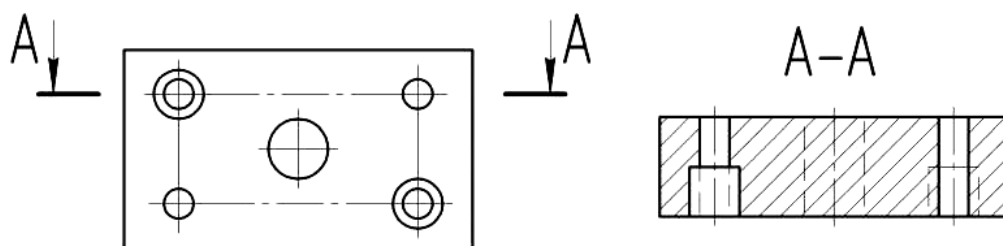


Рис. 33. Простий розріз

Січну площину позначають двома однаковими великими літерами українського алфавіту – рис. 33. Літери розташовують із зовнішньої сторони стрілок. Над зображенням розрізу вказують ці ж літери, написані через дефіс. Зображення розрізу повертають в напрямку стрілок. В розрізі показують все, що знаходиться в січній площині та за нею. Очевидно, що при зміні напрямку стрілок, змінюється зображення розрізу.

Уявно розрізані поверхні на розрізах штрихують.

В залежності від кількості січних площин розрізи бувають **прості** (утворені однією січною площиною – розріз Б-Б) та **складні** (утворені двома і більше січними площинами – розріз А-А) – рис. 34.

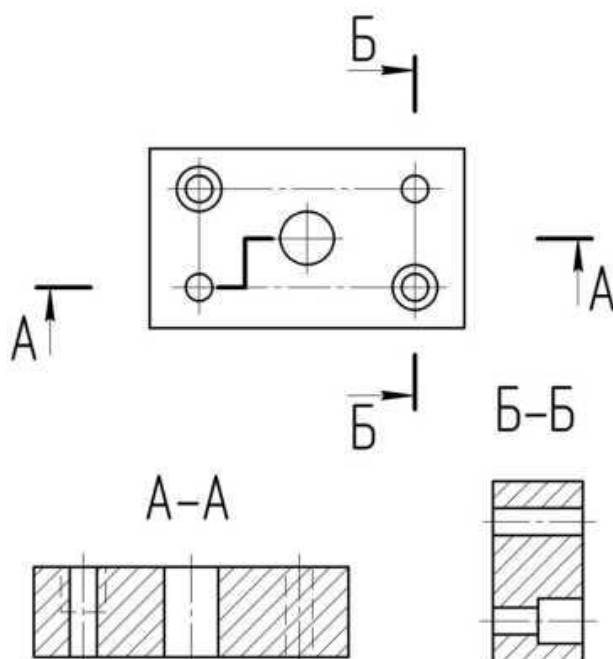
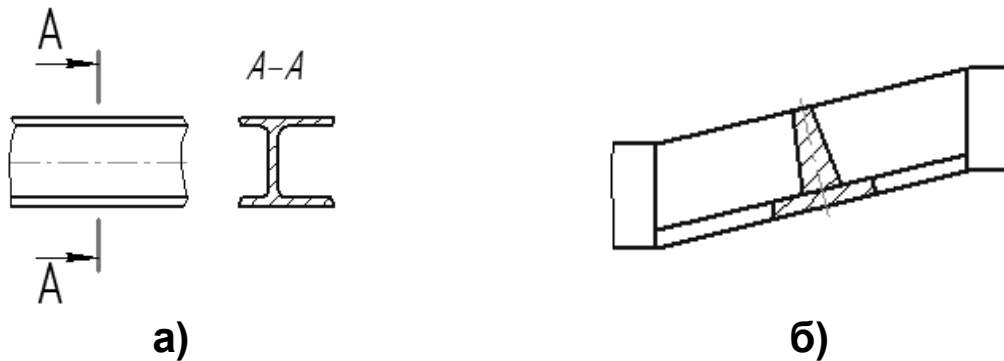


Рис. 34. Розрізи: А-А – складний; Б-Б – простий

Лінію перепаду січних площин на складному розрізі не показують.

Переріз – ортогональна проекція фігури, одержана в одній чи декількох площинах або поверхнях за уявного розсічення предмета, що проектується (рис. 35).



**Рис. 35. Приклади виконання перерізів:
а) винесений переріз; б) накладений переріз**

Різницею між розрізом та перерізом є те, що в перерізі зображають лише те, що розміщене безпосередньо у січній площині, а все, що розміщене за нею, не зображується.

2.7. Графічні позначення матеріалів

Позначання матеріалів на креслениках здійснюють відповідно до ГОСТ 2.306-68.

Загальна графічна позначка на розрізах залежно від виду матеріалу має вид похилих паралельних суцільних тонких ліній. Похилі паралельні лінії штриховки проводять під кутом 45° до лінії контуру зображення, або до його осі чи рамки формату. Якщо напрямок ліній штриховки збігається з напрямком осі, контурних ліній або ліній рамки, то кут 45° замінюють кутами 30° або 60° .

Штриховка всіх елементів розрізу однієї деталі повинна бути однаковою за напрямком і відстанню між лініями. Відстань між паралельними лініями штриховки вибирається залежно від площі штриховки і має бути в межах 1–10 мм.

Штриховка розрізів суміжних деталей здійснюють в різні боки з різним інтервалом між лініями, або в один бік, але з різними інтервалами (рис. 36).

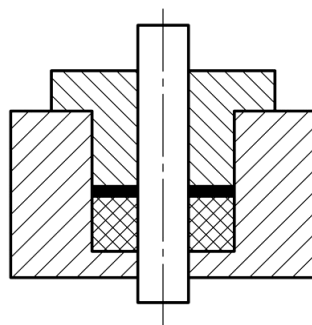


Рис. 36. Штриховка розрізів суміжних деталей

Вузькі площі розрізів (менше 2 мм) затушовують або не штрихують зовсім.

Графічні позначення деяких матеріалів наведені в таблиці 3.

3. Графічні позначення матеріалів та нанесення їх на креслениках

| Графічне позначення | Матеріал |
|---------------------|---|
| | Метали, тверді сплави, а також загальне графічне позначення будь-якого матеріалу |
| | Неметалеві матеріали, в тому числі волокнисті та плитні (пресовані), за винятком зазначених нижче |
| | Деревина |
| | Природний камінь |
| | Кераміка та силікатні матеріали для мурування |
| | Бетон |
| | Скло та інші світло прозорі матеріали |
| | Рідини |
| | Природній ґрунт |

Запитання для самоконтролю

1. Як називають лінію перетину горизонтальної і профільної площин проекцій?
2. Яке зображення називають аксонометричним?
3. Під яким кутом розташовуються координатні осі в прямокутній ізометрії?
4. Методи якої науки покладено в основу зображення інженерних креслеників?
5. Якою літерою позначають вісь аплікат?
6. Як надписують основні види в інженерній графіці?
7. Як називається фронтальна проекція в інженерній графіці?
8. Для чого використовують розрізи?
9. Чому літери Є, З, І, Ї, Й, О, Х, Ц, Ч не використовують при позначенні видів?
10. Який розріз називають складним?
11. Який стиль лінії використовують при позначенні січних площин розрізів?
12. Що вказують на зображеннях розрізів?
13. Під яким кутом проводять лінії штриховки?

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

3.1. Конструкційні матеріали

Конструкційні матеріали – це матеріали, з яких виготовляють деталі конструкцій машин, що зазнають силових впливів (навантажень). Визначальними характеристиками конструкційних матеріалів є їх механічні властивості, що і вирізняє їх від інших технічних матеріалів (оптичних, ізоляційних, змащувальних, лакофарбових, абразивних тощо). До основних критеріїв оцінки якості конструкційних матеріалів належать параметри опору до зовнішніх навантажень: міцність, ударна в'язкість, витривалість, довговічність тощо.

Конструкційні матеріали поділяються:

– за природою матеріалів – на **металеві, неметалеві і композиційні** матеріали, що поєднують позитивні властивості двох попередніх;

– за технологічними особливостями переробки – на **деформовані** (прокат, поковки, штамповки, пресовані профілі тощо), **ливарні, спічні, формовані, клеєні, зварні**;

– за умовами роботи – на ті, що працюють при **низьких температурах, жароміцні, корозіє-, окалино-, зносо-, паливо-, маслостійкі** і т. д.;

– за критеріями міцності – на матеріали **малої і середньої міцності з великим запасом пластичності, високоміцні з помірним запасом пластичності**.

Металеві конструкційні матеріали

Металеві конструкційні матеріали поділяють за системами сплавів на **чорні метали** (сталі та чавуни) та **сплави кольорових металів** (алюмінієві, магнієві, титанові, мідні, нікелеві, молібденові, вольфрамові тощо).

Сплав, в якому процентний вміст вуглецю не перевищує 2,14%, називають **сталлю**, якщо ж концентрація вуглецю більше 2,14% – **чавуном**.

Більшість марок сталей належить до конструкційних матеріалів, вони називаються «конструкційними». Виняток становлять сталі, які не використовуються в силових елементах конструкцій: інструментальні сталі, сталі для нагрівальних елементів, для присадного дроту (при зварюванні) і деякі інші з особливими фізичними та технологічними властивостями. Сталі становлять основний обсяг конструкційних матеріалів, що знайшли застосування у техніці.

В техніці широко використовуються:

Вуглецева неконструкційна звичайної якості, напр.: Ст.1, Ст.2, Ст.3.

Вуглецева конструкційна якісна, напр.: Сталь 10, Сталь 20, Сталь 45.

Легована конструкційна, напр.: 38ХА, 18ХГ, 40ХС.

Літери в умовному позначенні сталі означають: В – вольфрам, Г – марганець, М – молібден, Н – нікель, Р – бор, С – кремній, Т – титан, Ф – ванадій, Х – хром, Ю – алюміній. Названі хімічні елементи додають сплавам особливі властивості: корозійну стійкість, кислотостійкість, жароміцність тощо.

За методами зміцнення сталі класифікуються на: гартівні, покращувані, старіючі, цементовані, ціановані, азотовані тощо, а за структурою: аустенітні, феритні, мартенситостаріючі тощо.

Чавуни широко використовуються у машинобудуванні для виготовлення станин, колінчастих валів, зубчастих коліс, циліндрів двигунів внутрішнього згорання, деталей, що працюють при температурі до 1200°C в окиснювальних середовищах та ін.

Нікелеві та кобальтові сплави зберігають міцність до

температур 1000–1100°C. Застосовуються в авіаційних і ракетних двигунах, парових турбінах, апаратах, що працюють в агресивних середовищах тощо.

Алюмінієві сплави служать для виготовлення корпусів літаків, вертольотів, ракет, суден різного призначення.

Магнієві сплави відрізняються малою густиною (у 4 рази меншою, ніж у сталі), застосовуються переважно у вигляді литва в конструкціях літальних апаратів, в автомобілебудуванні, в текстильній і поліграфічній промисловості.

Титанові сплави успішно конкурують в ряді галузей техніки зі сталями і алюмінієвими сплавами, перевершуючи їх за питомими міцністю та механічною жорсткістю, корозійною стійкістю. Застосовуються для виготовлення компресорів авіаційних двигунів, апаратів хімічної та нафтопереробної промисловості.

Неметалеві конструкційні матеріали

До неметалевих конструкційних матеріалів відносяться пластики, кераміка, металокераміка, скло, гума, деревина тощо.

Неметалеві конструкційні матеріали поділяють за ізомерним складом, технологічним виконанням (пресовані, ткані, намотані, формовані тощо), за типами наповнювачів (армувальних елементів) і за характером їх розташування та орієнтації.

Пластики на основі термореактивних смол і фторопластів, армовані (зміцнені) скляними, кварцовими, азбестовими волокнами, тканинами чи стрічками, застосовують в авіації, ракетобудуванні, в енергетичному та транспортному машинобудуванні. Термопластичні полімерні матеріали – полістирол, поліметилметакрилат, поліаміди, фторопласти, а також реактопласти використовують в деталях електро- і радіообладнання, вузлах тертя, що працюють у різних середовищах.

Мінеральне (силікатне, кварцове) скло – система, що складається з оксидів різних елементів, у першу чергу оксиду кремнію SiO_2 , що використовується для застосування будівель чи транспортних засобів.

З кераміки виготовляють деталі, що працюють за високих

температур. Основою цих матеріалів є порошки тугоплавких сполук типу карбідів, боридів, нітридів та оксидів. Наприклад: TiC, SiC, Cr₇C₃, CrB, Ni₃B, TiB₂, BN, TiN, Al₂O₃, SiO₂, ZrO₂ тощо.

У **металокерамічних матеріалах** (металокераміці) основою є кераміка, у яку додається певна кількість металу, що є зв'язкою і забезпечує такі властивості, як пластичність і в'язкість.

Гуми на основі каучуків з додаванням сірки та інших елементів, зміцнені кордовими тканинами, використовуються для виробництва автомобільних та авіаційних шин а також рухомих і нерухомих ущільнювачів.

Деревина – складна органічна тканина деревних рослин.

Композиційні конструкційні матеріали

Композиційні матеріали являють собою композиції, що отримуються штучним шляхом з двох і більше різнорідних матеріалів, що сильно відрізняються один від одного за властивостями. У результаті композиція суттєво відрізняється за властивостями від складових компонентів, тобто одержуваний матеріал має новий комплекс властивостей. До складу композиційних матеріалів можуть входити як металеві, так і неметалеві складові.

Перспективи створення композитів конструктивного призначення пов'язані із синтезом матеріалів із елементів, що мають граничні значення властивостей за міцність, тугоплавкістю, термостійкістю тощо. В них використовуються високоміцні елементи (волокна, нитки, дріт, нитковидні кристали, гранули, дисперсні надтверді і тугоплавкі сполуки), що утворюють армування матеріалу, яких скріплюється матрицею з пластичного і міцного матеріалу (металевих сплавів або неметалу, переважно полімеру). Композити за питомою міцністю та питомим модулем пружності можуть на 50–100% перевершувати сталі або алюмінієві сплави і забезпечувати зниження маси конструкцій до 20–50%.

3.2. Позначання матеріалів

З металургійних комбінатів матеріали на основі металів поставляються в вигляді відливок, листів, стрічок, фольги, дроту, прутків (круглих, квадратних, шестигранних) – рис. 37,

кутників – рис. 38, швелерів – рис. 39, таврів – рис. 40, двотаврів – рис. 41.

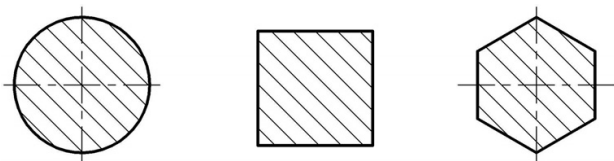


Рис. 37. Пруток

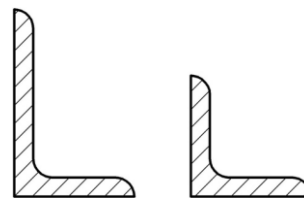


Рис. 38. Кутник

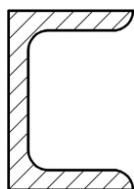


Рис. 39. Швелер

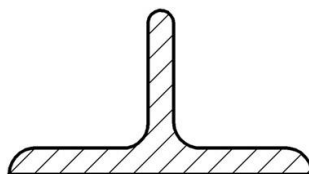


Рис. 40. Тавр

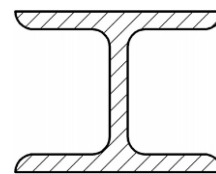


Рис. 41. Двотавр

Згідно з ГОСТ 2.109-73 матеріал виробу записується в графу «3» основного напису.

В умовну позначу матеріалу входять: назва матеріалу, його марка та номер стандарту чи технічних вимог, наприклад:

Сталь 45 ГОСТ...

При використанні матеріалу, який має певний профіль, вказують тип профілю, наприклад:

Лист $\frac{2 \times 1200 \times 2000 \text{ ГОСТ} \dots}{\text{Сплав АМг6М ГОСТ} \dots}$,

де в чисельнику вказують розміри профільного матеріалу та стандарт, який його визначає, в знаменнику – марку матеріалу, з якого деталь виготовлена.

При зображенні на креслениках деталей, виготовлених з профільних матеріалів, розміри поверхонь, які не обробляються, тобто, залишаються незмінними, називають довідковими. Довідкові розміри позначають знаком «*» (рис. 42).

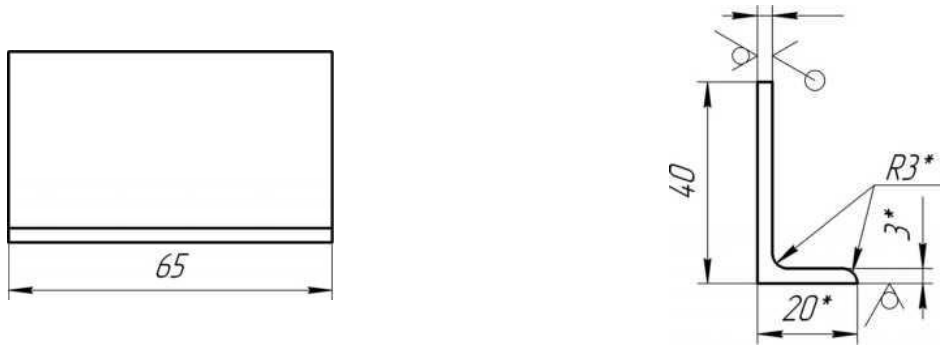


Рис. 42. Довідкові розміри деталей

3.3. Шорсткість поверхонь

Шорсткість поверхні – характеристика нерівностей, виражена у числових величинах, що визначають ступінь їхнього відхилення на базовій довжині від теоретично гладких поверхонь заданої геометричної форми.

Шорсткість поверхні – важливий показник у технічній характеристиці виробу та точності його виготовлення, що впливає на експлуатаційні властивості деталей і вузлів машин – стійкість до зносу поверхонь тертя, витривалість, корозійну стійкість, збереження натягу у пресових з'єднаннях тощо.

Шорсткість обумовлюється мікронерівностями, які утворюються на поверхні деталей в процесі їх виготовлення (рис. 43).

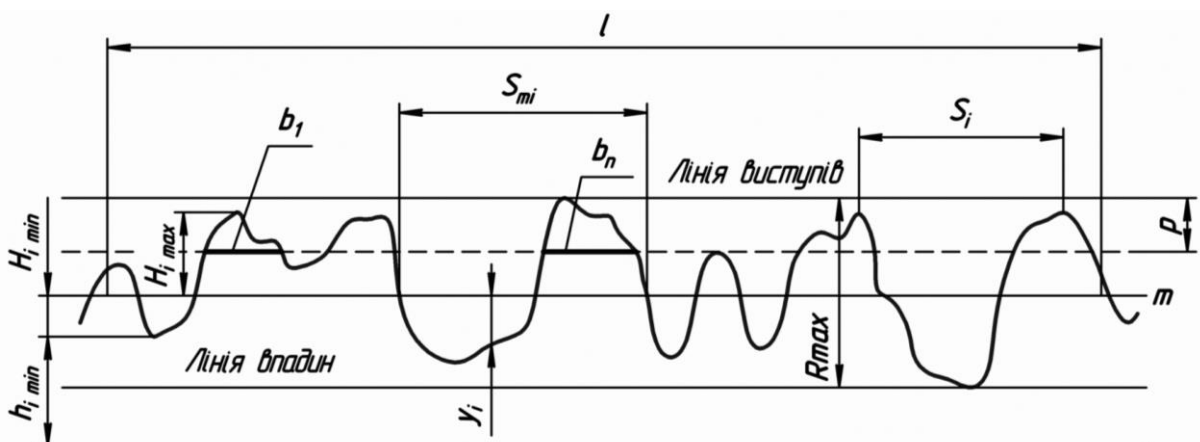


Рис. 43. Нормальний профіль та параметри шорсткості

Параметри та характеристики шорсткості поверхонь визначають ДСТУ 2413-94 та ГОСТ 2789-73, а структуру позначки шорсткості та правила її нанесення на креслениках – ГОСТ 2.309-73. ГОСТ 2789-73 передбачає шість параметрів:

Висотні:

R_a – середнє арифметичне відхилення профілю (середнє арифметичне абсолютних значень відхилень профілю в межах базової довжини);

R_z – висота нерівностей профілю по 10 точках (сума середніх абсолютних значень висот п'яти найбільших виступів і глибин п'яти найбільших впадин профілю в межах базової довжини);

R_{max} – найбільша висота профілю (відстань між лінією виступів профілю і лінією впадин профілю в межах базової довжини).

Крокові:

S – середній крок місцевих виступів профілю (середнє арифметичне значення кроку нерівностей профілю по вершинах в межах базової довжини);

S_m – середній крок нерівностей профілю по середній лінії (середнє арифметичне значення кроку нерівностей профілю в межах базової довжини).

Висотно-кроковий:

t_p – відносна опорна довжина профілю (відношення опорної довжини профілю до базової довжини, де p – значення рівня перерізу профілю).

Перевагу надають параметру R_a .

Параметр R_a – це середній арифметичний відхил профілю в межах базової довжини:

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

де y_i – висота мікронерівностей;

n – кількість мікронерівностей на базовій довжині 1.

Шорсткість визначається в мікронах (мкм, мк).

Залежність шорсткості поверхні від виду обробки наведені в таблиці 4.

4. Параметри шорсткості та види обробки, що їх забезпечують

| Види обробки при формоутворенні | <i>Ra</i> , мкм | <i>Rz</i> , мкм | Базова довжина, мм |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Піскоструменева обробка, кування в штампах, відрізання, лиття в кокіль, лиття під тиском | 80; 63; 50 ; 40 | 320; 250; 200; 160 | 8,0 |
| Кування в штампах, точіння чорнове, попереднє стругання, попереднє фрезерування, лиття в кокіль, лиття під тиском | 40; 32; 25 ; 20 | 160; 125; 100; 80 | 8,0 |
| Кування в штампах, свердління, чорнове зенкерування, чорнове та чистове точіння, стругання, лиття в кокіль та під тиском | 20; 16,0; 12,5 ; 10,0 | 80; 63; 50; 40 | 8,0 |
| Свердління, чорнове та чистове зенкерування, чорнове та чистове точіння, стругання, вальцювання, лиття в кокіль та під тиском | 10,0; 8,0; 6,3 ; 5,0 | 40; 32; 25; 20 | 2,5 |
| Протягування, чистове точіння, зенкерування, свердління, стругання, вальцювання, високоточне литво, попереднє шліфування | 5,0; 4,0; 3,2 ; 2,5 | 20; 16; 12,5; 10,0 | 2,5 |
| Чистове зенкерування, розвертування, протягування, чистове та тонке точіння, чистове стругання, попереднє та чистове шліфування, шабрування, вальцювання, прецизійне литво | 2,5; 2,0; 1,6 ; 1,25 | 10,0; 8,0; 6,3 | 0,8 |
| Чистове зенкерування, нормальне та точне розвертування, протягування, чистове та тонке точіння, тонке фрезерування, чистове шліфування, прецизійне литво | 1,25; 1,00; 0,80 ; 0,63 | 6,3; 5,0; 4,0; 3,2 | 0,8 |
| Точне та тонке розвертування, протягування, чистове та тонке точіння, хонінгування, шабрування, вальцювання, прецизійне литво | 0,63; 0,50; 0,40 ; 0,32 | 3,2; 2,5; 2,0; 1,60 | 0,8 |
| Точне та тонке розвертування, протягування, тонке точіння, чистове та тонке шліфування, притирання, хонінгування, прецизійне литво пластмас | 0,32; 0,25; 0,20 ; 0,160 | 1,60; 1,25; 1,00; 0,80 | 0,25 |
| Тонке розвертування, тонке шліфування, притирання, хонінгування, прецизійне литво пластмас | 0,160; 0,125; 0,10 ; 0,080 | 0,80; 0,63; 0,50; 0,40 | 0,25 |
| Полірування, притирання, дзеркальне хонінгування, прецизійне литво пластмас | 0,080; 0,063; 0,050 ; 0,040 | 0,40; 0,32; 0,25; 0,20 | 0,25 |
| Полірування, тонке притирання, дзеркальне хонінгування, прецизійне литво пластмас | 0,040; 0,032; 0,025 ; 0,020 | 0,20; 0,16; 0,125; 0,100 | 0,25 |
| Полірування, тонке притирання | 0,020; 0,016; 0,012 ; 0,010 | 0,100; 0,080; 0,063; 0,050 | 0,08 |
| Полірування, тонке притирання | 0,012 ; 0,010; 0,008 | 0,050; 0,040; 0,032 | 0,08 |

Примітка: Жирним шрифтом виділені параметри шорсткості, яким надається перевага у використанні

Задаючи конкретну шорсткість поверхні, конструктор керується правилом оптимальності. Тобто, шорсткість поверхні не повинна бути меншою, ніж того вимагають умови експлуатації.

Аналізуючи таблицю 4, приходимо до висновку, що параметр шорсткості має бути найменшим для поверхонь тих деталей, які переміщуються одна відносно іншої в процесі роботи. Причина такої вимоги очевидна. Адже чим більша висота мікронерівностей контактуючих поверхонь, тим глибше вони проникають одна в одну, перешкоджаючи процесу руху. Саме цей фактор обумовлює появу внутрішніх сил опору руху, які в механіці прийнято називати тертям. Очевидно, що саме тертя призводить до зносу робочих поверхонь. Тому правильний вибір параметрів шорсткості є одним із факторів, які обумовлюють терміни експлуатації машин і механізмів. Одним із методів зменшення тертя а, значить, продовження термінів експлуатації обладнання, є використання мастил.

Умовне позначення шорсткості за ГОСТ2.309-73 (ISO 1302)

Шорсткість поверхонь на креслениках деталі вказують для усіх поверхонь, що виконуються за цим креслеником, незалежно від методів їх утворення, крім поверхонь, шорсткість котрих не обумовлена вимогами конструкції. Структура позначення шорсткості поверхні наведена на рисунку 44.

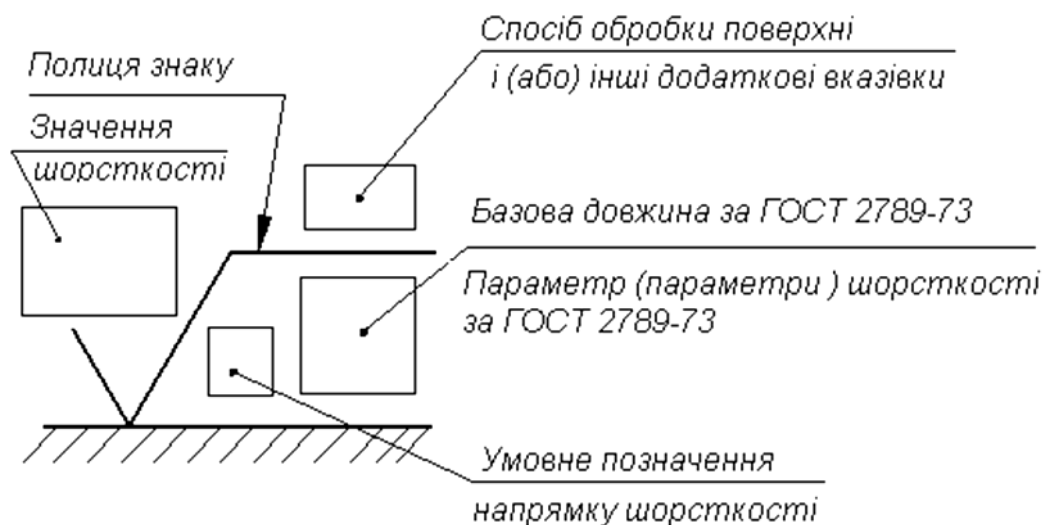


Рис. 44. Структура умовного позначення шорсткості на креслениках

Вид обробки поверхні вказують у позначенні шорсткості тільки у випадках, коли він є єдиним, для отримання потрібної якості поверхні.

У випадку, коли структуру (напрямок шорсткості) і спосіб обробки поверхні не вказують, знак шорсткості зображують без полиці (рис. 45).

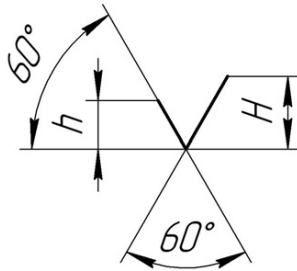


Рис. 45. Базовий знак шорсткості

Крім того, якщо знак шорсткості поміщають в правому верхньому куті кресленика (він відноситься до усіх поверхонь деталі), а якщо за ним у дужках вказано символ шорсткості, то цей параметр відноситься до решти поверхонь, шорсткість яких не вказана безпосередньо.

Значення параметрів шорсткості вказують на кресленнях за такими правилами (рис. 46):

- R_a вказується без символу, а інші параметри із символом;
- при вказанні діапазону параметрів записують межі у два рядки;
- при вказанні декількох параметрів шорсткості їх значення записують у стовпець, зверху вниз в наступному порядку: R_a , R_z , R_{max} , S_m , S , t_p ;
- якщо шорсткість нормується параметром R_a чи R_z з числа наведених вище у таблиці, то базову довжину в позначенні шорсткості не вказують.

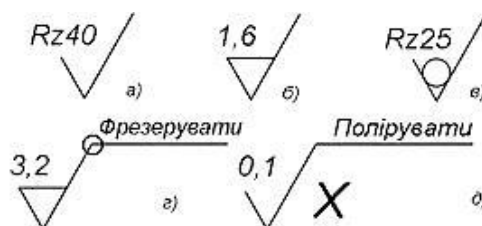


Рис. 46. Приклади умовних позначень шорсткості на кресленнях

Розрізняють наступні позначки шорсткості:

- $\sqrt{\quad}$ – шорсткість поверхонь, вид обробки яких не регламентується;
- $\sqrt{\text{X}}$ – шорсткість поверхонь, з яких матеріал не видаляється (лиття, штамповка), або поверхонь, які за даним креслеником не обробляються;
- $\sqrt{\varnothing}$ – шорсткість поверхонь по контуру деталі, які плавно переходять одна в одну.

На полі кресленника знаки шорсткості розміщують на лініях контуру, на виносних лініях, на розмірних лініях, на полицях ліній-виносок (рис. 47а).

Знак шорсткості наносять з боку поверхонь, що обробляються.

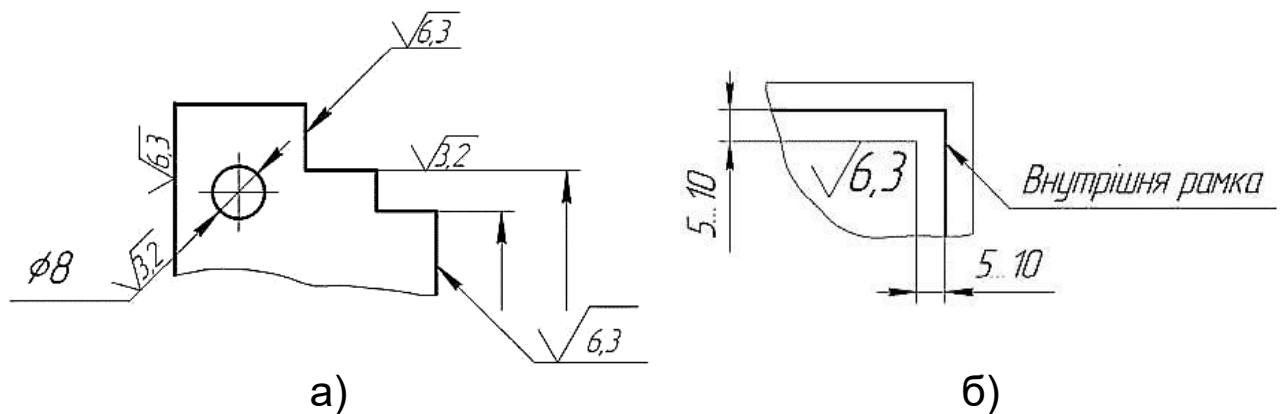


Рис. 47. Нанесення знаків шорсткості

Якщо позначка шорсткості всіх поверхонь однакова, то на зображенні її не вказують, а виносять в правий верхній кут кресленника (рис. 47б). В цьому випадку розміри та товщина ліній знаку мають бути приблизно в 1,5 рази більшими, ніж у позначок, нанесених на зображенні.

3.4. Корозія металів. Захист від корозії

Корозія металів – процес хімічного руйнування металів і сплавів при їх взаємодії з зовнішнім середовищем: повітрям, водою, розчинами електролітів тощо. Розрізняють два види корозії: хімічну і електрохімічну.

Хімічна корозія відбувається в середовищах, які не

проводять електричного струму. Вона обумовлюється дією на метали неелектролітів (спирту, бензину, мінеральних масел тощо) і сухих газів (кисню, оксидів азоту, хлору, хлороводню, сірководню і ін.) при високій температурі (так звана газова корозія).

Електрохімічна корозія більш поширена і завдає значно більшої шкоди, ніж хімічна. Вона виникає при контакті двох металів у середовищі водних розчинів електролітів. На відміну від хімічної електрохімічна корозія супроводжується переміщенням валентних електронів з одної ділянки металу на іншу, тобто виникненням місцевих електричних струмів внаслідок утворення на кородуючій поверхні так званих гальванічних пар.

Покриття

Одним з найпоширеніших способів боротьби з корозією є **покриття металу** (головним чином заліза) *масляними фарбами*. Захисна дія фарби ґрунтується на тому, що оліфа, піддаючись полімеризації, утворює на поверхні металу суцільну еластичну плівку, яка ізолює метал від дії атмосферних хімічних агентів. Інколи для захисту металу від корозії (наприклад, алюмінію і деяких сталевих виробів) штучно створюють оксидну плівку обробкою їх поверхні сильними окисниками.

Значного поширення одержав також спосіб *покриття одного металу іншим*. Наприклад, дахове залізо покривають тонким шаром цинку. З цією метою залізні листи занурюють на короткий час у розплавлений цинк. Сам по собі цинк в атмосфері повітря не піддається корозії, оскільки на його поверхні утворюється досить стійка захисна оксидна плівка ZnO. При пошкодженні цинкового шару (тріщини, подряпини тощо) цинк з залізом у присутності вологи повітря утворює гальванічну пару. При цьому електрохімічному корозійному руйнуванню піддається цинк як активніший метал, а залізо не руйнується доти, поки не буде зруйнований весь захисний шар цинку.

Інколи металеві вироби вкривають захисним шаром олова. Прикладом цього може служити біла жерсть, з якої виробляють консервні банки. Її одержують зануренням на короткий час залізних листів у розплавлене олово. Олово

дуже добре захищає залізо доти, поки його шар суцільний. Але коли захисний шар пошкоджується і залізо приходить у дотик з агресивним середовищем, воно з оловом утворює гальванічну пару і залізо як активніший метал піддається корозійному руйнуванню. При цьому залізо кородує значно скоріше, ніж у тому випадку, коли воно не вкрите шаром олова.

Досить поширеним є *гальванічний спосіб покриття одного металу іншим* (шляхом електролізу). Цим способом покривають нікелем (нікелювання), хромом (хромування), міддю (міднення), сріблом (сріблення), золотом (золочення) і іншими металами. Гальванічним способом можна наносити дуже тонкий і рівномірний шар захищаючого металу. Гальванічні покриття не тільки захищають металічні вироби від корозії, а й надають їм гарного зовнішнього вигляду.

Термічна обробка

Термічна обробка – технологічний процес, сутність якого полягає у зміні структури металів і сплавів при нагріванні, витримці та охолодженні, згідно зі спеціальним режимом, і тим самим, у зміні властивостей останніх.

Наприклад в основі термічної обробки сталей лежить перекристалізація аустеніту при охолодженні. Перекристалізація може відбутися дифузійним або бездифузійним способами. У залежності від переохолодження аустеніт може перетворюватися у різні структури з різними властивостями.

Розрізняють такі види термічної обробки: відпалювання, нормалізація, загартування і відпуск.

Відпалювання (відпал). Відпалювання – вид термообробки, який полягає в нагріванні матеріалу (метал тощо) до температури вище критичної точки, тривалій витримці за цієї температури і подальшому повільному охолодженні. Основними видами відпалювання є гомогенізувальне, графітізувальне, перекристалізаційне, рекристалізаційне, релаксаційне та сфероїдизувальне. Графітізувальне та сфероїдизувальне відпалювання характерне тільки для сталей. Відпалювання підвищує пластичність, зменшує внутрішні напруження, понижує твердість сталей.

Нормалізація. Нормалізацією називають нагрівання до високої температури, видержування і повільне охолодження на повітрі. Нормалізація доводить сталь до дрібнозернистої та однорідної структури. Твердість і міцність сталі після нормалізації вищі, ніж після відпалу.

Загартування. Загартуванням називають нагрівання до високої температури, витримування і швидке охолодження (у воді, мінеральній оліві та інших охолоджувачах). Є такі види загартування: в одному охолоджувачі; перервне; ступінчасте; ізотермічне; поверхневе та ін. Загартування сталей забезпечує підвищення твердості, виникнення внутрішніх напружень і зменшення пластичності. Твердість збільшується у зв'язку з виникненням таких структур: сорбіт, троостит, мартенсит. Практично загартуванню піддаються середньо- і високовуглецеві сталі.

Відпуск. Відпуском називають нагрівання до температури нижчої за 973 К, витримування та повільне охолодження на повітрі. Розрізняють три види відпуску: низький (нагрівання до температури 473 К; середній (573–773 К); високий (773–973 К). Після відпуску в деякій мірі зменшується твердість і внутрішні напруження, збільшується пластичність і в'язкість сталей. До цього приводить зміна структур після відпуску. Структура мартенситу сталі переходить відповідно в структуру трооститу і сорбіту. Чим вища температура відпуску, тим менша твердість відпущеної сталі і тим більша її пластичність та в'язкість.

Відпуск, в основному, проводять після загартування для зняття внутрішніх напружень. Низький відпуск застосовують при виготовленні різального інструменту, вимірювального інструменту, цементованих деталей та ін; середній – при виробництві ковальських штампів, пружин, ресор; високий – для багатьох деталей, що зазнають дії високих напружень (осі автомобілів, шатуни і т.п.).

Кількісна характеристика твердості (міра, величина) залежить від методів її визначання. При визначанні твердості металу за Роквеллом (ГОСТ 9013-59) параметр твердості записують символами HRA, HRB, HRCз; за Брінелем (ГОСТ 9012-59) – HB; за Вікерсом (ГОСТ 2999-75) – HRV. Після числового значення твердості записують символ методу

досліджень на твердість, наприклад: 50–55 HRCэ.

Одиниці виміру твердості матеріалів в міжнародній системі СИ – МН/м².

Термообробку вказують як в технічних вимогах, так і на полі креслеників.

3.5. Допуски і посадки. Квалітет

Залежно від характеру з'єднання деталей їх поверхні поділяють на **вільні і спряжені**.

Вільними називають поверхні, які в ході експлуатації виробу не торкаються одна до одної, якщо ж такий контакт існує – **спряженими**.

В парі спряжених деталей розрізняють два типи поверхонь. Та поверхня, яка обхвачує іншу, умовно називається **отвором**, та, яку обхвачують, – **валом**.

Характер з'єднання двох спряжених поверхонь називають посадкою. Залежно від величини зазору Δ між отвором і валом (рис. 48) розрізняють рухомі, перехідні та нерухомі посадки.

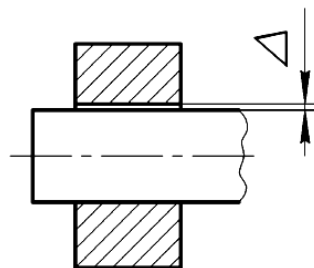


Рис. 48. Посадка

Посадка, в якій $\Delta = 0$, тобто, діаметр отвору дорівнює діаметру вала, називається **перехідною**.

Рухому посадку отримують за умови, коли дійсні розміри отвору і валу забезпечують гарантований зазор Δ між отвором та валом, тобто, $\Delta > 0$.

Щоб уникнути небажаного прокручування однієї деталі відносно іншої, тобто забезпечити **нерухому** посадку спряжених деталей, необхідно щоб дійсні розміри деталей спряження забезпечували гарантований натяг, тобто,

найменший можливий діаметр валу за будь-яких умов завжди має бути більший діаметра отвору.

Якщо конструктор задає певний розмір, то це зовсім не означає, що деталь може бути виготовлена з абсолютною точністю. Можна говорити лише про певну ступінь точності. Тобто, наперед задається величина допустимого відхилення від **номінального (заданого)** розміру в той чи іншій бік. Такий заданий відхил розміру в техніці прийнято називати **гранично допустимим**.

Гранично допустимі відхилення поділяють на **верхні і нижні**.

Різниця між верхнім та нижнім граничними відхиленнями має назву **допуску розміру** (рис. 49), а весь діапазон можливих значень розмірів, обмежений ними, – **полем допуску**.

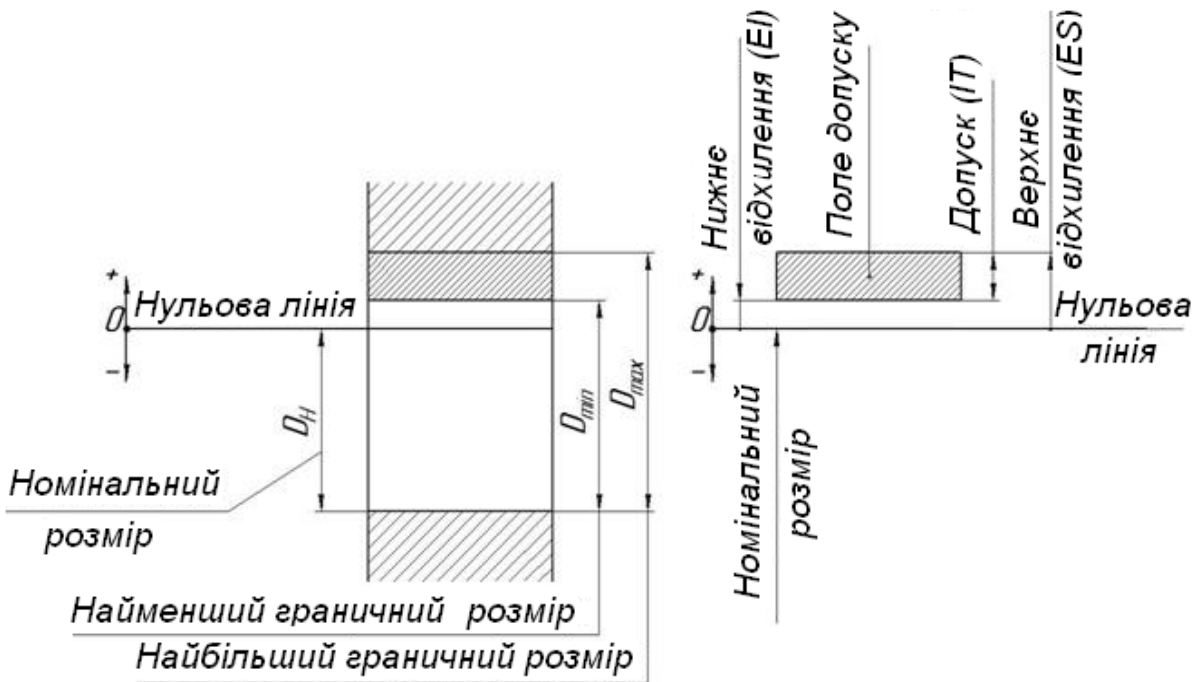


Рис. 49. Основні поняття системи допусків і посадок

Зазначення допусків на розмірах.

Всі розміри проставляються з врахуванням їх граничних відхилів згідно з ГОСТ 2.307-68.

Умовне позначення поля допуску проставляється після номінального розміру одним з наступних способів:

– умовними позначками полів допусків, наприклад:

$$\varnothing^{18H7} \text{ чи } 12e8;$$

– числовими значеннями граничних відхилень, наприклад:

$$\varnothing 18^{+0,018} \text{ чи } 12_{-0,059}^{-0,032};$$

– комбінованим способом, наприклад:

$$\varnothing 18H17^{(+0,018)} \text{ чи } \varnothing 12e8_{(-0,059)}^{(-0,032)}.$$

Квалітет (міра точності) – ступені стандартних допусків, що розглядаються як відповідні одному рівню точності для всіх номінальних розмірів. Для цілей допусків і посадок за системою ISO група допусків (наприклад IT7) вважається за відповідну тому самому ступеню точності для всіх номінальних розмірів.

Система допусків і посадок встановлює 20 квалітетів стандартних допусків, позначених IT01, IT0, IT1...IT18 для інтервалу розмірів від 0 до 500 мм включно і 18 квалітетів стандартних допусків в інтервалі розмірів від 500 до 3150 мм (включно), позначених IT1...IT18.

3.6. Нарізь

Нарізь, різь – (рос. резьба; англ. thread; нім. Gewinde) – гвинтова канавка на циліндричній або конічній поверхні чогонебудь. Рівномірно розташовані виступи або западини постійного перетину, що утворені на бічній циліндричній або конічній поверхні по гвинтовій лінії з постійним кроком (рис. 50).



Рис. 50. Гайка, яку закріплено на гвинті за допомогою нарізевого з'єднання

Нарізь є основний елемент нарізевого з'єднання, гвинтової передачі та черв'яка зубчасто-гвинтової передачі.

Нарізь, профіль якої має форму рівностороннього трикутника, називається **метричною** (рис. 51).

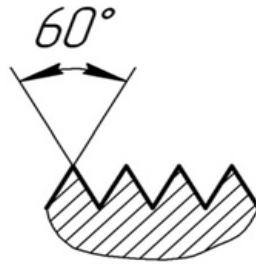


Рис 51. Нарізь метрична

Нарізь метричну використовують, як правило, для виготовлення кріпильних деталей.

Нарізь наносять як на зовнішні, так і на внутрішні поверхні. Деталь із зовнішньою нарізкою умовно називаються **гвинтом**, із внутрішньою – **гайкою**.

Основні параметри нарізі встановлює ДСТУ 2497-94. До їх числа відносять:

Зовнішній діаметр нарізі – D – діаметр умовного циліндра, описаного навколо вершин зовнішньої нарізі або впадин внутрішньої (рис. 52).

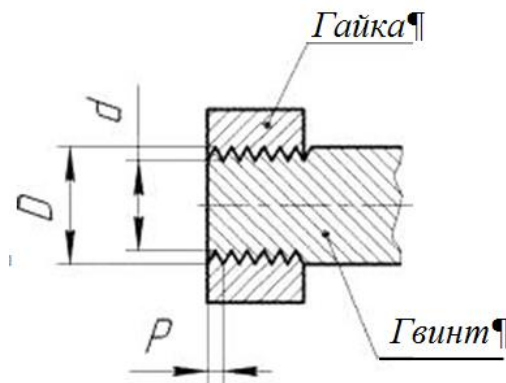


Рис 52. Нарізне з'єднання – гвинт-гайка

Внутрішній діаметр нарізі – d – діаметр умовного циліндра, вписаного у впадини зовнішньої нарізі або вершини внутрішньої.

Крок нарізі – P – відстань між однаковими точками двох сусідніх витків.

Перед числовим значенням діаметра метричної нарізі

ставлять літеру «М», напр., М6.

На креслениках нарізь зображується умовно. При нанесенні розмірів зовнішньої нарізі проводять виносні лінії від діаметра вершин D , розмір діаметру впадин d на креслениках не наносять (рис. 53). При цьому лінію виступів нарізі виконують основною лінією, а лінію впадин – тонкою суцільною. На виді зверху тонку лінію по діаметру впадин зображують на довжину трьох четвертей кола.

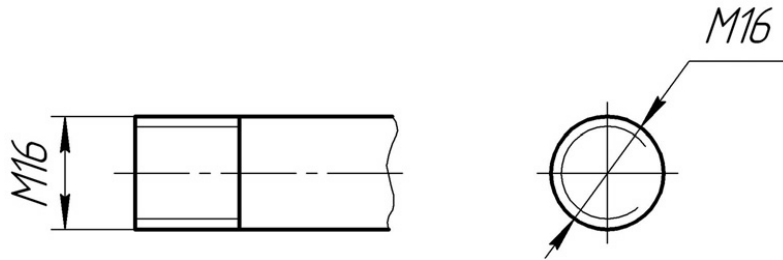


Рис. 53. Позначення нарізі на гвинті (зовнішня нарізь)

Діаметр внутрішньої нарізі вказують по діаметру впадин D (рис. 54). На виді зверху лінія діаметра D виконується суцільною тонкою лінією довжиною три четверті кола, а лінія по діаметру виступів – d – основною.

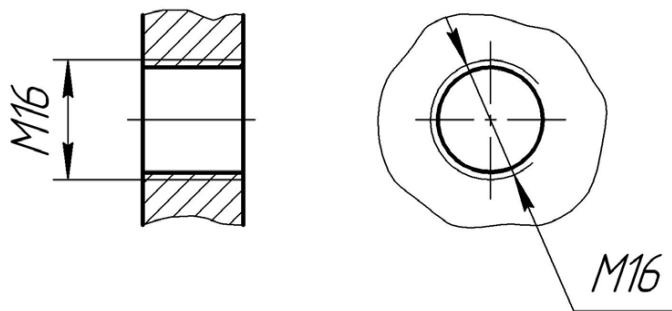


Рис. 54. Позначення нарізі в гайці (внутрішня нарізь)

3.7. З'єднання деталей

З'єднання деталей – спряження при складанні частин виробу чи заготовок, обумовлене заданими конструкторською документацією їхнім відносним положенням і видом зв'язку між ними, який позбавляє ці частини певного числа ступенів вільності.

Класифікація з'єднань

З'єднання можуть бути рухомими і нерухомими. Рухомі з'єднання допускають певну кількість ступенів свободи з'єднаних деталей. Нерухомі з'єднання деталей і вузлів поділяють на дві основні групи: розбірні і нерозбірні. Розбірні з'єднання допускають розбирання і повторне збирання деталей, що з'єднуються. Нерозбірні з'єднання розібрати без їх пошкодження неможливо.

Рухоме з'єднання, це з'єднання, що допускає вільне взаємне зміщення з'єднувальних елементів без деформування і порушення цілісності зв'язків за певним числом ступенів свободи. До рухомих з'єднань відносяться:

– **шарніри** – з'єднання, що забезпечують взаємне обертання деталей навколо спільної осі або точки з одним, двома чи трьома ступенями свободи обертального руху;

– **гвинтова передача** – з'єднання ходового гвинта і гайки, що перетворює обертний рух у лінійний осьовий;

– **підшипникові вузли** – з'єднання для забезпечення обертального руху валів та коліс;

– **з'єднання у напрямних** для забезпечення руху у поступальних кінематичних парах (напрямні супортів металорізальних верстатів);

– **та інші з'єднання**, у яких відносний рух деталей обумовлений конструкцією механізму. Рухоме з'єднання двох деталей називають кінематичною парою.

Нерухомі з'єднання деталей машин необхідні для розчленування машини на складальні одиниці і окремі деталі, спрощення технологічних процесів виготовлення та складання машин, забезпечення ремонту, відновлення та заміни деталей, для транспортування машин і вузлів, їх монтажу, установки і т.п.

Розбірними називають з'єднання, які можна неодноразово розбирати і знову збирати без руйнування або істотних ушкоджень з'єднаних елементів. До таких з'єднань відносяться: **нарізеві; клемові; клинові; штифтові; шпонкові; шліцьові (зубчасті).**

Нерозбірними називають такі з'єднання, розбирання яких неможливе без руйнування з'єднаних елементів. До них відносяться: **заклепкові; зварні; клейові; паяні; пресові**

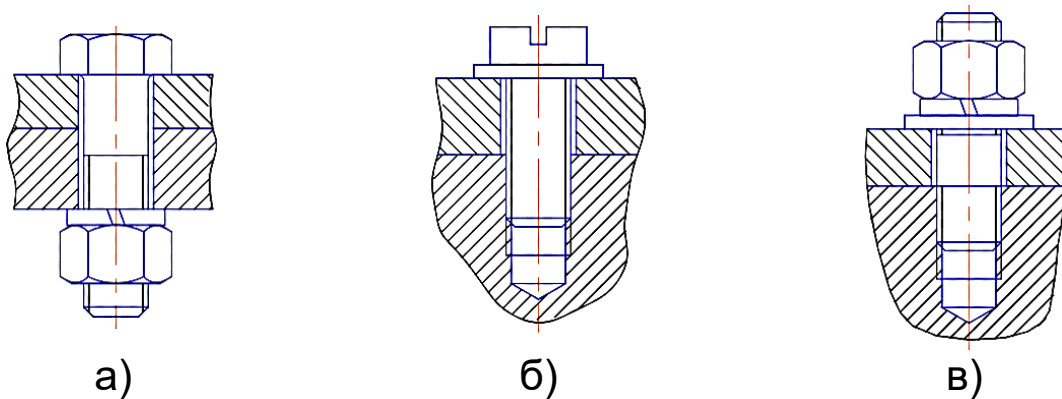
(з'єднання з натягом). Вони забезпечуються силами молекулярного зчеплення (зварні, паяні і клейові), механічними засобами (заклепкові, з натягом) або силами тертя

Нарізове з'єднання

Нарізове з'єднання – розбірне нерухоме з'єднання деталей машин за допомогою нарізі, у якому одна з деталей має зовнішню нарізь, а інша внутрішню.

Нарізове з'єднання є найпоширеніші з'єднання деталей машин. Широке їх застосування у машинах і механізмах пояснюється їхньою простотою й надійністю, зручністю регулювання, затягання, а також можливістю їх розбирання й повторного складати без заміни деталі.

Нарізові з'єднання за видом з'єднувальних деталей поділяються на: **болтове, гвинтове, шпилькове** (рис. 55).



**Рис. 55. Види нарізових з'єднань:
а) болтове; б) гвинтове; в) шпилькове з'єднання**

Залежно, від призначення нарізі і нарізові з'єднання поділяють на три групи:

- ❖ кріпильні;
- ❖ кріпильно-ущільнювальні;
- ❖ спеціальні.

Контур перерізу нарізі в площині, що проходить через її вісь (вісь гвинта), називається **профілем нарізі**. Розрізняють п'ять основних профілів нарізі:

- ❖ трикутна;
- ❖ упорна;
- ❖ трапецоїдна;

- ❖ прямокутна;
- ❖ кругла.

Якщо на видимій частині циліндра (конуса) гвинтова поверхня піднімається зліва направо, то нарізь називають **правою**, а якщо справа наліво, то **лівою**.

Залежно від кількості витків, що виходять з основи циліндра, нарізі бувають:

- ❖ однозахідні;
- ❖ двозахідні;
- ❖ багатозахідні.

До переваг нарізевих з'єднань відносяться:

- ❖ технологічність;
- ❖ взаємозамінність;
- ❖ універсальність;
- ❖ надійність;
- ❖ масовість.

До недоліків нарізевих з'єднань слід віднести:

- ❖ самовідгвинчування при перемінних навантаженнях, що вимагає застосування спеціальних засобів стопоріння.
- ❖ отвори під кріпильні деталі як нарізеві так і гладкі викликають концентрацію напружень у матеріалі скріплюваних деталей.
- ❖ для ущільнення (герметизації) з'єднання, необхідно використовувати додаткові технічні рішення.

Широке використання у нарізевих з'єднаннях отримали шайби.

Шайби, рис. 56а, встановлюють під головку болта (гвинта, гайки) для передачі та розподілу зусиль на деталі, що з'єднуються. Інші шайби запобігають саморозгвинчуванню – рис. 56б. Їх ще називають пружинними.



Рис. 56. Шайби:
а) загального призначення; б) пружні

3.8. Складальний кресленик

Складальний кресленик (кресленик складальної одиниці) конструкторська – документація у вигляді креслення, яке являє собою зображення складальної одиниці та інші дані, необхідні для її складання (виготовлення) і контролю (рис. 57).

Складальний кресленик виконується на стадії розробки робочої документації – на підставі кресленика загального виду виробу. Згідно з ГОСТ 2.109-7 складальний кресленик повинен містити:

- зображення складальної одиниці, яке дає повну уяву про розташування і взаємні зв'язки складових частин та дає можливість здійснити складання й контроль складальної одиниці;

- розміри, граничні відхилення та інші параметри і вимоги, які потрібно виконати або проконтролювати за цим складальним креслеником;

- вказівки про характер з'єднання і методи його здійснення, якщо точність сполучення забезпечується не заданими граничними відхиленнями розмірів, а підбором, припасуванням і т.п., а також вказівки про виконання не рознімних з'єднань (зварних, паяних та ін.);

- номери позицій складових частин, що входять у виріб;

- розміри: габаритні, установні, приєднувальні, а також необхідні довідкові розміри;

- технічну характеристику виробу (за необхідності).

Габаритними називають зовнішні найбільші розміри виробу – це довжина, ширина, висота.

Установчими та **приєднавчими** називають розміри, за якими даний виріб встановлюють на місці його монтажу.

На складальному кресленику допускається не показувати:

- фаски, заокруглення, рівці, виступи, накатки, насічки та інші дрібні елементи;

- зазори між стрижнем та отвором;

- кришки, маховики, ручки, кожухи тощо, якщо необхідно показати закриті ними частини виробу. При цьому над зображенням роблять відповідний напис, наприклад: «Маховик поз. 3 не показаний»;

– видимі складові частини виробів та їх елементи, розташовані за сіткою чи прозорими деталями, а також частково закриті складовими частинами, що розташовані попереду. Вироби з прозорого матеріалу зображують як непрозорі;

– написи на табличках, фірмових бланках, шкалах тощо із вказанням тільки їхнього контуру.

На складальних креслениках використовують такі способи спрощеного зображення складових частин виробів:

– на розрізах зображують нерозрізаними ті складові частини, на які оформлені самостійні складальні одиниці;

– типові, покупні та інші широко використовувані вироби зображують зовнішніми обрисами, які, як правило, потрібно спрощувати (не зображати дрібні виступи, впадини тощо). На складальних креслениках, що містять зображення декількох однакових складових частин, допускається виконувати повне зображення однієї складової частини, а зображення решти частин – спрощено у вигляді зовнішніх контурів.

Зварні, паяні, клеєні тощо вироби з однорідного матеріалу, що як складові частини входять до складу складальної одиниці, штрихують у розрізах та перерізах в один бік, вказуючи межі між деталями суцільними лініями. Допускається не вказувати ці межі, тобто зображувати конструкцію як монолітне тіло.

Правила позначення номерів позицій

На складальному кресленику всі складові частини нумерують відповідно порядку їх розташування (позиції) в документі, який називають специфікацією.

Номера позицій ставлять на складальних креслениках на полицях ліній-виносок, які проводять від зображення складових частин виробу (рис. 57, 58).

Лінія-виноска на зображенні виробу закінчується точкою, а коли зображення занадто мале – стрілкою.

Лінію-виноску проводять суцільною тонкою лінією. Дозволяється проводити лінію-виноску з одним зламом.

Лінії-виноски не повинні перетинатися з розмірними лініями, між собою чи бути паралельними лініям штрихування.

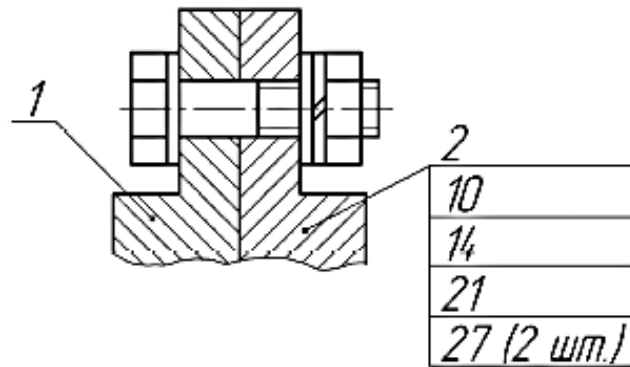


Рис. 58. Приклад зображення позицій

Лінії-виноски виводять за межі зображення і орієнтують так, щоб вони знаходились на одній горизонтальній чи вертикальній лінії.

Відстань між сусідніми полицями, розташованими вертикально одна над одною, повинна бути не менше 10 мм.

Цифри, які відповідають номерам позицій, проставляють на полицях ліній-виносок. Їх шрифт має бути на 1–2 номера більший, ніж у розмірних чисел.

Номер позиції певного виробу вказують на кресленику, як правило, один раз.

Дозволяється виконувати загальну лінію-виноску з вертикальним розміщенням номерів позицій для груп деталей з чітко вираженим взаємозв'язком (рис. 58). Це, в першу чергу, відноситься до кріпильних деталей. В дужках після номеру позиції кріпильної деталі вказують кількість цих деталей в даній групі. Шрифт таких написів має бути таким же, що і розмірних чисел.

Правила вказування розмірів

На складальному кресленику проставляють такі розміри:

– *габаритні розміри*, що характеризують висоту, довжину і ширину виробу або його найбільший діаметр. Якщо один з цих розмірів є змінним внаслідок переміщення складових частин, то на кресленику вказують розміри в крайніх положеннях рухомих деталей;

– *монтажні (складальні) розміри*, що потрібні для правильного з'єднання між собою деталей, розташованих у безпосередньому зв'язку у виробі, наприклад, відстань між осями валів, розміри монтажних проміжків тощо;

– *встановлювальні та приєднувальні розміри*, що

визначають розміри елементів, за якими виріб встановлюють на місце його монтажу або приєднують до іншого виробу, наприклад, відстань між осями отворів у фланцях, між осями під фундаментні болти, розміри центрових кіл отворів тощо;

– *експлуатаційні (виробничі) розміри*, які характеризують граничні положення рухомих частин виробу, або вказують на розрахункову та конструктивну характеристику виробу, наприклад, розміри під ключ, позначення різі на приєднувальних штуцерах, модуль зубчастого колеса тощо;

– *розміри, за якими оброблення потрібно виконати під час складальної операції або після неї*. Наприклад, розміри отворів під болти, штифти, якщо їх виконують під час складання, відстань від базової поверхні до шліфованої поверхні, якщо останню обробляють після складання тощо.

3.9. Позначання конструкторських документів

Усім конструкторським документам надають позначки, які являють собою сукупність кодів, літер і цифр, складених відповідно до системи позначання конструкторських документів.

Його структуру встановлює ГОСТ 2.201-80:

| | | | |
|-------------|----------------|---------------|-----------|
| XXXX. | XXXXXX. | XXX | XXX |
| Код | Класифікаційна | Порядковий | Код |
| організації | характеристика | реєстраційний | документу |
| -виробника | | номер | |

Перші чотири знаки позначки означають код організації-виробника. Цей код може складатись як з літер, так і з літер та цифр.

Наступні шість знаків є класифікаційною характеристикою виробу – її визначають за галузевими класифікаторами. Перші два знаки характеристики вказують на належність виробу до певної галузі техніки. Цифрою «1» позначають комплекси, цифрами «2,..6» – складенні одиниці і комплекти, цифрами «7, 8, 9» – деталі.

Третій блок знаків в умовному позначанні виробу – це порядковий реєстраційний номер виробу. Він проставляється підприємством-виробником.

Три останні знаки позначки вказують на код документа. Специфікації та кресленики деталей коду не мають.

Код документа може складатися з двох чи трьох символів, наприклад: «СБ», «ЕЗ», «ПЕЗ», «МЧ» тощо.

3.10. Види конструкторських документів

Конструкторська документація (КД) – частина технічної документації у вигляді графічних і текстових документів, котрі в сукупності або окремо, визначають склад і будову виробу та містять необхідні дані для його розробки, виготовлення, контролю, експлуатації, ремонту і утилізації.

До складу робочої конструкторської документації можуть входити:

- ❖ складальний кресленик (СБ);
- ❖ специфікація (без коду);
- ❖ кресленики деталей (без коду);
- ❖ габаритний кресленик (код документу ГЧ);
- ❖ електромонтажний кресленик (МЭ);
- ❖ монтажний кресленик (МЧ);
- ❖ пояснювальна записка (ПЗ);
- ❖ технічні умови (ТУ);
- ❖ розрахунок (РР);
- ❖ інструкція (И1, И2,...);
- ❖ схеми по ГОСТ 2.701-84;
- ❖ схема електрична принципова (ЕЗ);
- ❖ схема гідравлічна принципова (ГЗ);
- ❖ схема пневматична принципова (ПЗ).

3.11. Специфікація

Специфікація – це основний конструкторський документ, який об'єднує в собі повний комплект конструкторських документів, необхідних для розроблення, виготовлення, контролю, експлуатації та ремонту виробу (рис. 59).

Специфікація складається на окремих аркушах формату А4, виконаних відповідно до ГОСТ 2.106-96, форма 1 – для першого аркушу (рис. 60а) і форма 1а – для наступних аркушів (рис. 60б).

Назву кожного розділу вказують у виді заголовка в графі «Назва» і підкреслюють тонкою лінією. Нижче кожного заголовка слід залишати вільний рядок.

В розділі «Документація» записують необхідні конструкторські документи в послідовності згідно ГОСТ 2.102-68.

В розділах «Комплекси», «Складанні одиниці» та «Деталі» назви виробів записують в алфавітному порядку в міру збільшення цифр їх позначки.

В назвах виробів, які складаються з кількох слів, на першому місці ставлять іменник, наприклад: «Шарнір сферичний».

В розділі «Стандартні вироби» спочатку записують вироби за міждержавними стандартами (ГОСТ), далі – за державними (ДСТУ) та за галузевими (ОСТ).

В межах кожної назви виробу розташовують в порядку зростання номерів стандартів, в межах кожного стандарту – в порядку зростання основних параметрів або розмірів виробів.

Для запису групи виробів, які відрізняються лише розмірами чи іншими параметрами, загальну частину позначання дозволяється записувати лише один раз у вигляді заголовка, наприклад, для навчальних креслеників:

Стандартні вироби

Болт ГОСТ 7805

M12×60

M16×20

M16×40

Гвинти ГОСТ 1476

M4×10

M6×10

Шайби ГОСТ 18123

Шайба 3

Шайба 4

При перенесенні частини виробів певної групи на наступний аркуш загальну частину позначання слід повторити.

Графи специфікації заповнюють таким чином:

1. В графі «Формат» вказують формати документів. В розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали»

цю графу не заповнюють.

2. В графі «Зона» вказують позначення зони, в якій знаходиться позиція записаного документу.

3. В графі «Поз.» (позиція) вказують порядковий номер складової частини. В розділах «Документація» та «Комплекти» графу не заповнюють;

4. В графі «Познака» вказують познаки конструкторських документів. В розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали» графу «Познака» не заповнюють.

5. В графі «Найменування» вказують назву конструкторського документу.

6. В графі «Кільк.» вказують кількість складових частин виробу. В розділі «Матеріали» вказують загальну кількість матеріалів з позначенням одиниць виміру фізичних величин. При нестачі місця одиниці виміру вказують в графі «Примітка» безпосередньо біля графи «Кільк.».

7. В графі «Примітка» наводять додаткові дані. Для виробів, які являються елементами принципової електричної схеми, тут вказують їх літерно-цифрові позиційні познаки відповідно до ГОСТ 2.710-84.

Познаки всіх документів, розроблених для певного виробу, мають бути такі ж, як і специфікація цього виробу, до яких додають код документу.

Наприклад, якщо познака специфікації виробу має вигляд УНУС.267420.016, то познака його схеми електричної принципової буде «УНУС.267420.016 СБ».

Приклад побудови специфікації (рис. 60) для складального кресленника «Опора сферична», який зображений на рис. 57.

3.12. Габаритний кресленик

Габаритний кресленик – вид графічного конструкторського документа, який виконується у вигляді контурного (спрощеного) зображення виробу з габаритними, установчими і приєднувальними розмірами. Код кресленника за ГОСТ 2.102-68 – ГЧ

Призначення та особливості цих креслеників полягають у наступному:

– габаритний кресленик не призначений для виготовлення по ньому виробу і тому він не повинен містити даних для виготовлення чи складання;

– на габаритному кресленнику зображення виробу виконують з максимальними спрощеннями;

– виріб на габаритному кресленнику зображують так, щоб було видно крайні положення частин, що переміщуються, висуваються чи відкидаються – важелів, кареток, кришок на петлях тощо.

Кількість видів на габаритному кресленнику повинна бути мінімальною, але достатньою для того, щоб дати вичерпне уявлення про зовнішні обриси виробу, про положення його виступаючих частин (важелів, маховиків, ручок, кнопок і т.п.), про елементи, які повинні бути постійно у полі зору (наприклад, шкали), про розташування елементів зв'язку виробу з іншими виробами.

На габаритному кресленнику допускається зображувати суцільними тонкими лініями деталі й складальні одиниці, що не входять до складу виробу. Допускається не показувати елементи, що виступають за основний контур на незначну величину в порівнянні з розмірами виробу.

На ГЧ вказують:

– габаритні розміри (довжина, висота, ширина);

– установочні розміри (з їх допомогою виріб монтується на об'єкті);

– приєднавчі розміри (їх використовують для з'єднання між собою складових частин комплексу, що монтується);

– зображення виробу виконують суцільними основними лініями, а обриси частин, що переміщуються в крайніх положеннях – штрих-пунктирними тонкими лініями з двома крапками.

На габаритному кресленнику всі розміри є довідковими, однак ця інформація на креслениках не вказується. Установчі та приєднавчі розміри вказують з граничними відхилами.

На габаритному кресленнику допускається вказувати умови застосування, зберігання, транспортування та експлуатації виробу при відсутності цих даних в технічному описі, технічних умовах або іншому конструкторському документі на виріб.

3.13. Монтажний кресленик

Монтажний кресленик – кресленик, що входить у комплект конструкторської документації, котрий являє собою контурне (спрошене) зображення виробу, а також дані, необхідні для його встановлення (монтажу) на місці експлуатації (рис. 61).

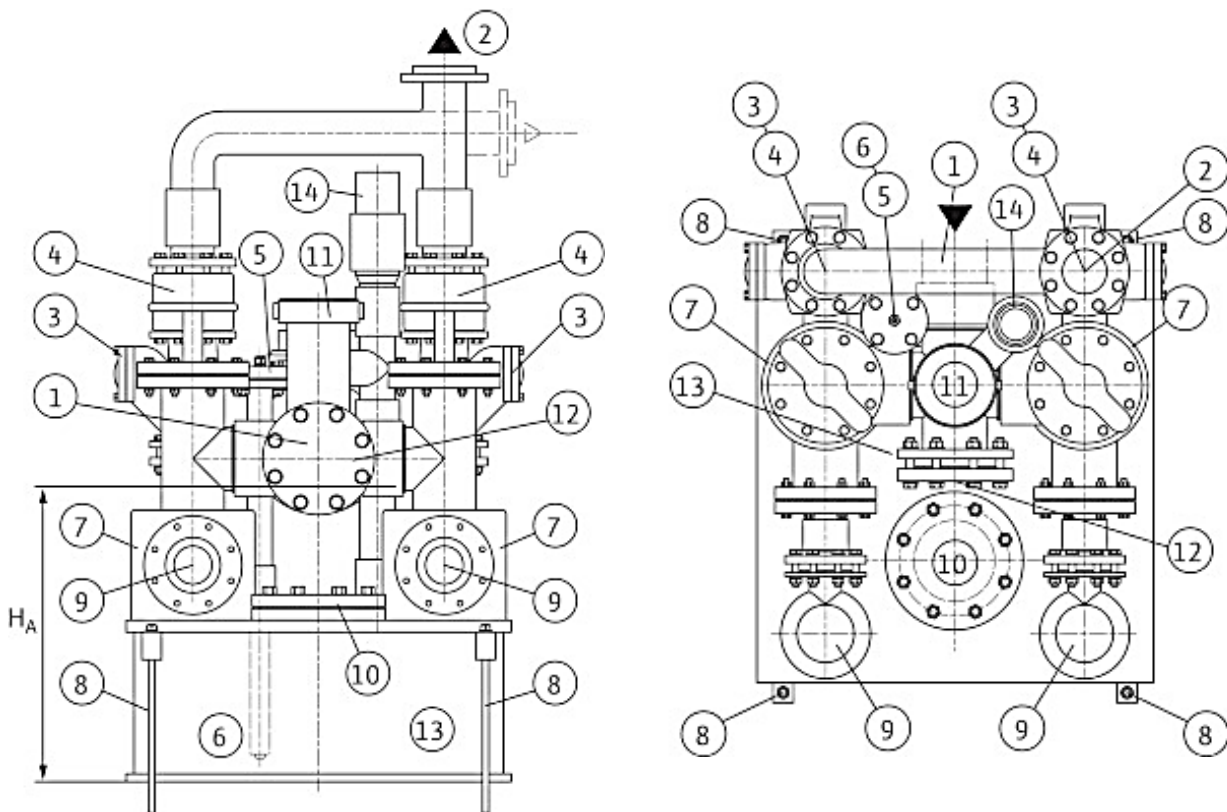


Рис. 61. Монтажний кресленик насосної станції

Монтажні кресленики випускають на:

- вироби, що монтуються на одному визначеному місці (пристрої, об'єкті, фундаменті);
- вироби, що монтуються у декількох різних місцях (пристроях, об'єктах).

Монтажні кресленики виконують, також, у тих випадках, коли необхідно показати з'єднання окремих складових частин комплексу між собою на місці їх експлуатації.

Монтажний кресленик повинен містити:

- зображення виробу, що монтується;
- зображення виробів, що застосовуються при монтажі, а

- також повне або часткове зображення пристрою (конструкції, фундаменту), до якого виріб кріпиться;
- установчі і приєднувальні розміри з граничними відхиленнями;
 - перелік складових частин, необхідних для монтажу;
 - технічні вимоги до монтажу виробу.

Монтажні кресленики виконують за тими ж правилами, що і складальні кресленики, до яких додаються наступні:

1. Виріб, що монтується, зображують на креслениках спрощено. Детально показують лише ті елементи конструкцій, які необхідні для правильного монтажу виробу.
2. Споруду (об'єкт, фундамент), в якій монтується виріб, зображують спрощено. Показують лише ті частини, які необхідні для правильного визначення місця розташування виробу.
3. Зображення виробу, що монтується, виконують суцільною товстою лінією, а елементи будівлі, в якій монтується виріб, – суцільними тонкими лініями.
4. На монтажному кресленику, призначеному для монтажу виробу на різних місцях, вказують також розміри, що визначають специфічні вимоги до розташування виробу (наприклад, мінімальна відстань до стіни чи підлоги приміщення тощо).

Перелік складових частин, необхідних для монтажу, виконують за формою 1 специфікації за ГОСТ 2.106-96, окрім граф «Формат» і «Зона». Його розміщують на першому аркуші креслеників над основним написом. При нестачі місця специфікацію продовжують і розміщують зліва від основного напису, на відстані не менше 5 мм від рамки кресленика. Позиції складових частин комплексу розташовують в порядку зростання знизу вгору.

Допускається замість переліку вказувати позначення цих складових частин на полицях виносних ліній.

В основному написі складального кресленика проставляють позначення (що відрізняється від позначення специфікації шифром «МЧ»), назву виробу, а під нею запис «Монтажний кресленик» тощо.

3.14. Схеми

Схема – це конструкторський документ, в якому у вигляді умовних позначень показують складові частини виробу та зв'язки між ними.

На схемах розташування і конфігурація складових частин не відповідають їх натуральним розмірам.

Схеми залежно від видів елементів і зв'язків, що входять до складу виробу (установки), поділяють на такі види: *електричні; гідравлічні; пневматичні; газові (окрім пневматичних); кінематичні; вакуумні; оптичні; енергетичні; розділення; комбіновані.*

ГОСТ 2.701-84 визначає наступні складові частини схем:

- *елемент схеми* – складова частина схеми, яка не може бути розділена на частини, що мають самостійне значення (наприклад: мікросхема, резистор, трансформатор тощо);
- *пристрій* – сукупність елементів, що складають єдину конструкцію (блок, модуль). Пристрій може не мати певного функціонального призначення;
- *функціональна група* – сукупність елементів, що виконують певну функцію і не об'єднаних в єдину конструкцію;
- *функціональна частина* – елемент, пристрій або функціональна група, які мають чітко визначене функціональне призначення;
- *функціональний ланцюг* – лінія, канал на схемі, що вказують на наявність зв'язку між функціональними частинами виробу;
- *лінія взаємозв'язку* – відрізок лінії на схемі, що вказує на наявність зв'язку між функціональними частинами виробу. Наприклад: лінія електричного зв'язку – лінія на схемі, що вказує шлях проходження електричного струму, сигналу тощо.

При проектуванні схем слід дотримуватись правил, викладених у відповідних стандартах ЄСКД. В них встановлюються умовні графічні позначки (УГП) елементів схем, вимоги до зображення зв'язків між елементами, правила розташування певних технічних даних на УГП тощо.

Схеми виконуються на аркушах форматом, що визначається ГОСТ 2.301-68, без дотримання масштабу. Дійсне просторове розташування складових частин виробу не враховується або враховується наближено. Умовні графічні позначки елементів та лінії зв'язку між ними виконують основною лінією, товщина якої коливається в межах від 0,2 до 1,0 мм.

Запитання для самоконтролю

1. Які метали відносяться до чорних?
2. В яких одиницях вимірюють шорсткість?
3. До чого призводить тертя?
4. Що таке корозія?
5. Як захищають метали від корозії?
6. Чи можна виготовити партію деталей з абсолютно однаковими розмірами?
7. Чи можна вказувати на робочих креслениках розмір деталі без позначення граничних відхилень?
8. Для чого використовують метричну нарізь?
9. Що означає термін «крок нарізі»?
10. Які з'єднання називають рознімними?
11. Які деталі можуть використовуватись в болтовому з'єднанні?
12. Яких розмірів не повинно бути на складальних креслениках?
13. Коли виносна лінія з позицією закінчується стрілкою?
14. Який код має складальний кресленик?
15. Який розділ специфікації записується першим?
16. Що таке специфікація?
17. Чим відрізняється ізометрія від симетрії?
18. Чим відрізняється монтажний кресленик від габаритного?
19. Що таке схема?
20. Що таке складальний кресленик?
21. Чим відрізняються одне від одного болтове, гвинтове та шпилькове з'єднання?

РОЗДІЛ 4

ЕЛЕМЕНТИ БУДІВЕЛЬНИХ КРЕСЛЕНИКІВ

Інженерам багатьох спеціальностей часто доводиться мати справу з будівельними креслениками (БК). До їх числа належать і інженери-технологи харчових виробництв. І це не випадково. Адже, лише володіючи основами знань з промислового будівництва можна технічно грамотно розмістити в цеху технологічне обладнання, розробити проект реконструкції підприємства чи видати завдання на будівництво нового. Завдання цього розділу і полягає в ознайомленні майбутніх інженерів технологів з основними правилами виконання БК.

4.1. Основні елементи будівель

Будівлі складаються з різних конструктивних елементів, або частин, позначених на рис. 62а, більшість з них є на будь-якій будівлі незалежно від його виду.

За призначенням частини будівель поділяються на дві основні групи – **несучі** та **огороджувальні**. Окремі частини будівель, наприклад стіни, можуть одночасно виконувати несучі та огороджувальні функції. Таке рішення не завжди приводить до раціонального використання будівельних матеріалів, так як вимоги міцності і ізоляції задовольняються різними їх якістьми. До несучих конструктивних елементів будівлі відносяться, стовпи, колони, фундаменти, деякі конструкції стін і перегородок; огороджувальними

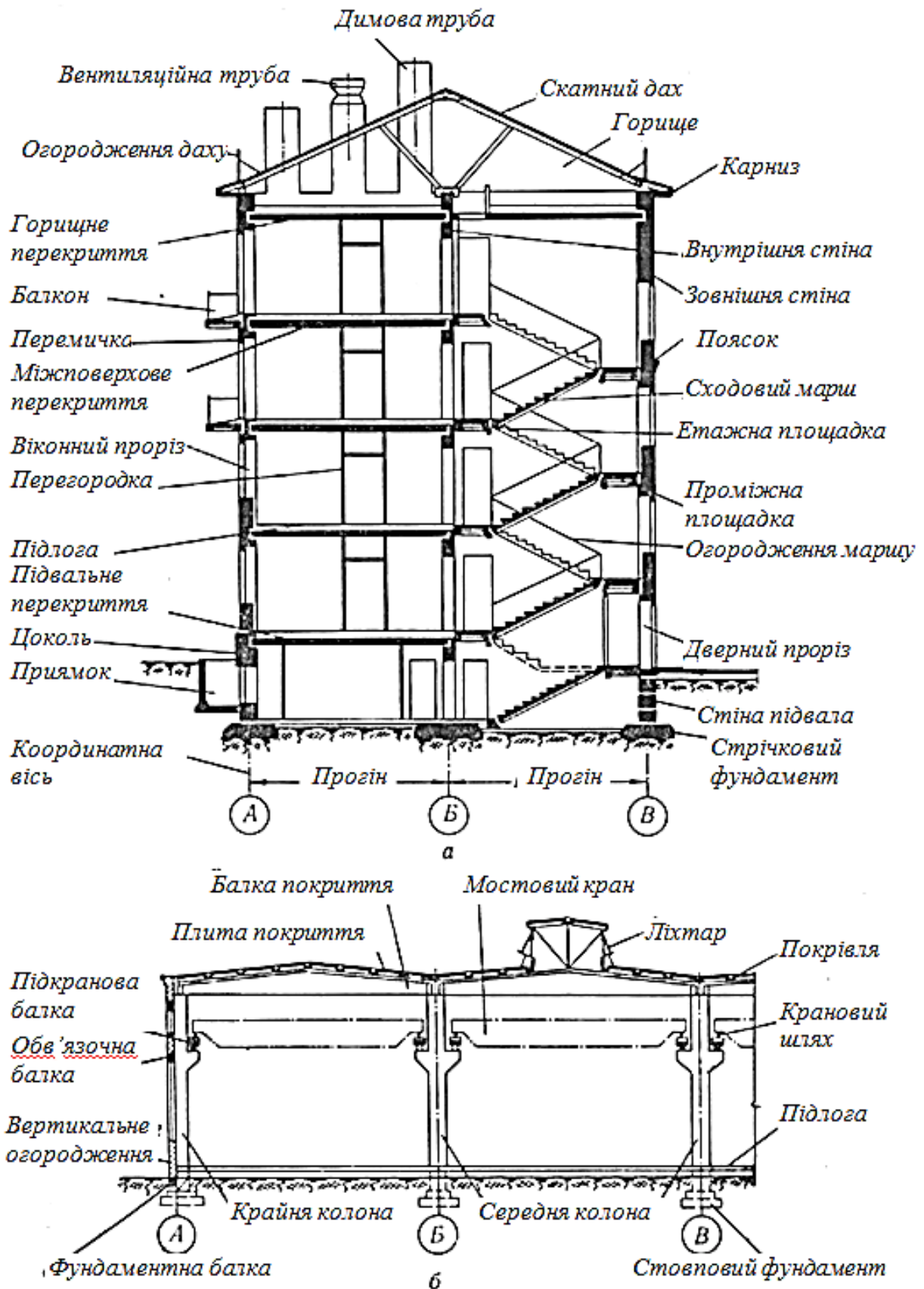


Рис. 61. Поперечні перерізи будівель:
а) цивільного; б) промислового.

конструктивними елементами є **стіни, перегородки, перекриття, покриття, дах.**

Нижньою, підземною частиною будівлі є **фундаменти**, які призначені для передачі на основу навантажень від будівлі. На фундаменти спираються стіни, які можуть бути **внутрішніми** і **зовнішніми**. Зовнішні стіни служать для огороження приміщень від атмосферних впливів, а в деяких рішеннях також для сприйняття і передачі на фундаменти навантажень від даху, перекриттів, сходів. Конструктивно вони можуть бути виконані несучими, самонесучими і не несучими. Внутрішні стіни розділяють приміщення в межах поверху.

Порівняно тонкі внутрішні стіни, які служать тільки для розділення міжповерхового простору на окремі приміщення і які спираються на перекриття, називаються **перегородками**. У стінах влаштовують віконні та дверні прорізи, які заповнюються відповідно заскленими **віконними блоками** і **дверними полотнами**. Навантаження від частин будівлі на фундамент можуть передаватися також за допомогою **стовпів** або **колон**.

Одним з основних елементів будівлі є **перекриття** – частини будівлі, що розділяють його внутрішній простір на поверхи. Залежно від розташування в будівлі розрізняють перекриття **міжповерхові**, розділяють суміжні по висоті поверхи будівлі; **горищне**, що відділяє приміщення верхнього поверху від горища, і **надпідвальне**, що відділяє приміщення першого поверху від підвалу. По перекриттях, а також по ґрунту першого поверху настиляють **підлогу**.

Для сполучення між поверхами, з підвалом і горищем влаштовують **сходи**. Сходи зазвичай огороджуються капітальними стінами, які утворюють сходову клітку. У високих і багатоповерхових будівлях передбачені сходи спеціального призначення – пожежні і аварійні.

Огороджується будівля від атмосферних опадів і перегріву сонячними променями за допомогою **даху**, який може бути горищним, коли між верхнім перекриттям будівлі і покрівлею влаштовується приміщення, зване горищем, і безгорищний, якщо покрівля та верхнє перекриття в будівлі суміщені і горища немає. Горищний дах підтримується системою кроквяних конструкцій.

В окремих видах будинків можуть влаштовуватися балкони, еркери і лоджії, а також приямки, ганки та ін.

Подібну будову мають також промислові багатопверхові будівлі. Конструктивні елементи виробничих одноповерхових будівель дещо відмінні (рис. 61б). Різниця полягає головним чином у значних прольотах, що перекриваються кроквяними конструкціями (балками, фермами та ін.). В наявності *ліхтарів* (світлових і аераційних), *підкранових балок*, що передають значні навантаження на зовнішні стіни або колони від мостових кранів, *обв'язувальних і фундаментних балок*, які збирають навантаження від зовнішніх огорожень передаючи їх на колони і фундаменти, у великих за розміром вікнах, дверях, наявності воріт та ін. Такі будівлі не мають горища, стіни у них, як правило, каркасні.

4.2. Уніфікація елементів будівель

Як відомо, основою сучасного будівельного виробництва є потоковість, що дозволяє перетворити будівельний майданчик в механізований поточковий процес складання і монтажу будівель і споруд з великорозмірних конструктивних елементів заводського виготовлення. Поточковість будівництва забезпечує зниження витрат праці на зведення будівель, зменшує їх вартість, а також скорочує терміни будівництва. Найважливішими елементами поточковості будівництва поряд з комплексною механізацією і автоматизацією будівельно-монтажних робіт, застосуванням поточкових методів будівництва є максимальна збірність використовуваних конструкцій, масове заводське виробництво типових уніфікованих деталей, конструктивних елементів, блоків і вузлів з високим ступенем їх готовності.

Типовими називаються конструктивні елементи і деталі будівель, виготовлені за кресленнями, призначеними для багаторазового використання. Число типів і розмірів (типорозмірів) таких виробів повинно бути мінімальним, що спрощує виготовлення і монтаж їх, а також здешевлює будівництво.

Обмеження типорозмірів конструктивних елементів і деталей досягається за рахунок **уніфікації** об'ємно-планувальних параметрів будинків і геометричних розмірів

самих будівельних виробів, які здійснюються на основі модульної системи, а також деяких загальних принципів проектування. При проведенні уніфікації, крім прагнення до мінімальної кількості застосовуваних типорозмірів, виходять також з умови забезпечення взаємозамінності збірних елементів і деталей, які виконуються з різних матеріалів або відрізняються за конструктивним рішенням, а також можливості використання будівельних виробів з однаковими типорозмірами в будівлях різного призначення. Розрізняють три категорії розмірів: номінальні, конструктивні і натурні.

Номінальні розміри визначають відстані між координатними осями будівель, а також умовними гранями об'ємно-планувальних і конструктивних елементів будівельних виробів, які вони мали б при укладанні без швів або зазорів. А так як шви і зазори неминучі, розміри будівельних виробів зменшують проти номінальних на ширину швів і зазорів.

Конструктивними розмірами називаються проектні розміри об'ємно-планувальних та конструктивних елементів, будівельних виробів і обладнання при нульових допусках. Конструктивні розміри повинні бути якомога більш близькими до номінальних і відрізнятись від них, як правило, на величину необхідних швів і зазорів між будівельними виробами.

При розбивці осей будівель і виготовленні виробів можуть бути допущені неточності, у зв'язку з чим фактичні розміри їх можуть відрізнятись від номінальних і конструктивних.

Натурні розміри – це фактичні розміри об'ємно-планувальних та конструктивних елементів, будівельних виробів і обладнання, а також дійсні відстані між координатними осями, що відрізняються від проектних в межах встановлених допусків. Наприклад, один з типорозмірів панелей-настилів для житлових будівель має номінальний розмір по довжині 600 см. Конструктивний розмір в тому ж вимірі такого виробу приймається рівним 586 см (14 см відводиться для утворення зазору з метою влаштування каналів у внутрішній капітальній стіні, на яку передбачається спирання виробів такого типорозміру), а дійсний (натурний) розмір його відповідно до ДСТУ (ГОСТу) на ці елементи може бути на 5 мм менше або більше.

4.3. Зображення на будівельних креслениках

Зображення на БК, як і в ІГ, поділяють на види, розрізи тощо.

Види в БК називають **фасадами**. Вид будівлі з боку головного (парадного) входу називають **головним фасадом**, вид з двору – **дворовим фасадом**, вид зліва та справа – **боковим фасадом**.

На фасадах показують зовнішній вид будинків, розміщення вікон, дверей, балконів тощо.

Зображення розрізу, утвореного горизонтальною січною площиною, проведеною на рівні вікон та дверей, називають **планом** (рис. 62). Січну площину при цьому не позначають і не показують.

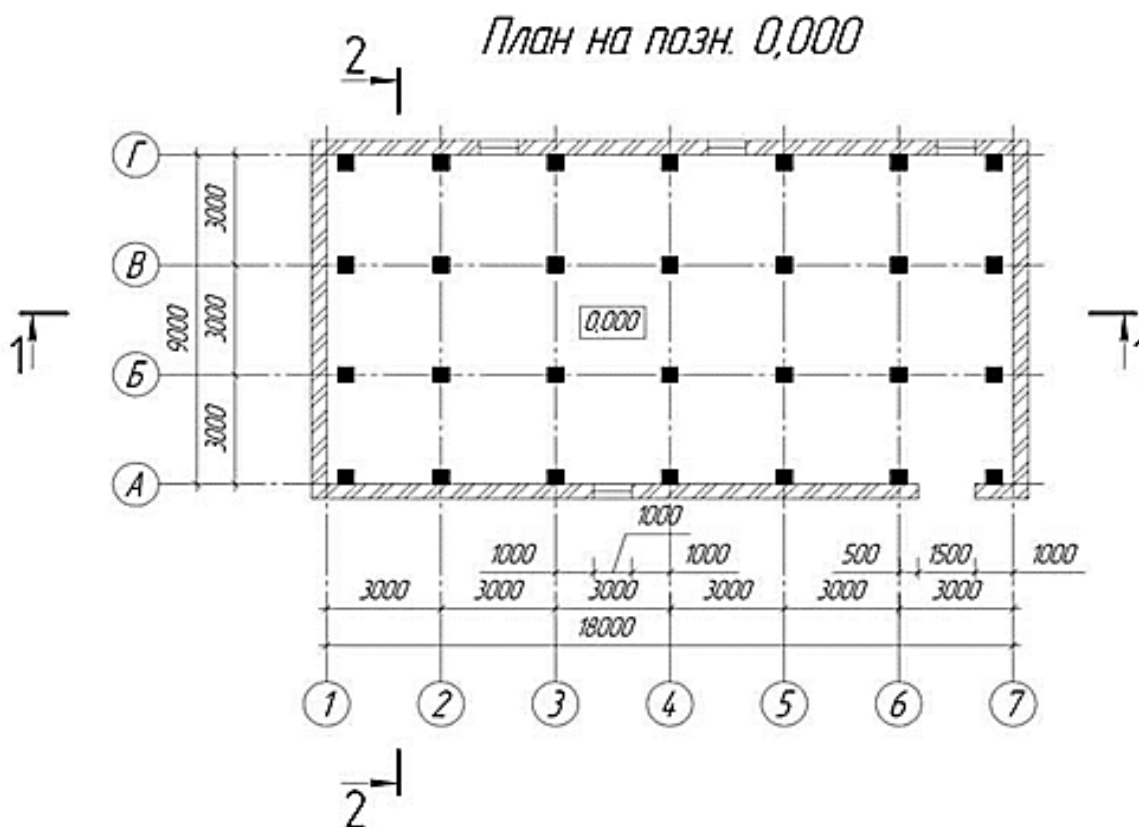


Рис. 62. Горизонтальний розріз (план)

Над зображенням плану виконують напис типу: «План 1 поверху», або «План на позн. 0,000».

Кількість планів відповідає кількості поверхів.

Стіни на планах не штрихують. Дозволяється штрихування стін на планах навчальних креслеників – для наочності.

Місця розташування несучих елементів будівлі задають координатні осі. Розташування інших елементів БК визначається їх відстанню до найближчої координатної осі.

Координатні осі зображують штрихово-пунктирними лініями.

Горизонтальні координаційні осі позначають великими літерами українського алфавіту (за винятком літер Є, З, І, Ї, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ – щоб уникнути неоднозначності читання), вертикальні координатні осі позначають арабськими цифрами (1, 2, 3, ...). Літери та цифри ставлять в кружках діаметром 6–12 мм (рис. 62).

Розмір шрифту для позначення координаційних осей має бути на один-два номери більший, ніж розмір шрифту розмірних чисел.

Осі, як правило, позначають вздовж нижньої та лівої сторони плану. При необхідності вводять позначання осей по правій та верхній сторонах плану.

В точках перетину координаційних осей розміщують опори (колони). Виключенням є крайні поздовжні та крайні поперечні колони. Крайні поздовжні колони суміщають з внутрішніми поверхнями стін. Центри крайніх поперечних колон розташовують на відстані 500 мм від крайніх поперечних координаційних осей.

Відстань між сусідніми координаційними осями вздовж будинку називається **кроком**, поперек будинку – **прогоном**.

Розміри кроків та прогонів – величини регламентовані. Вони кратні 3, 6, 12, 15, 18 м тощо. Найчастіше використовують крок 6 м.

Несучі конструкції на планах зображують суцільною товстою основною лінією товщиною 0,8 мм, всі інші елементи плану виконують суцільною тонкою лінією товщиною 0,2–0,3 мм. На планах навчальних креслениках опори стовпчастого фундаменту затушовують – для наочності.

4.4. Розрізи

Розрізи в БК зображують так само, як і в ІГ (рис. 63).

Винятки:

- для позначення січної площини замість великих літер українського алфавіту використовують

- арабські цифри 1, 2, 3, ..;
- над зображенням розрізу виконують напис типу: «Розріз 1-1», «Розріз 2-2»;
- зображення розрізу, незалежно від напрямку погляду, завжди розташовують вертикально – підлога внизу, покриття зверху (рис. 63).

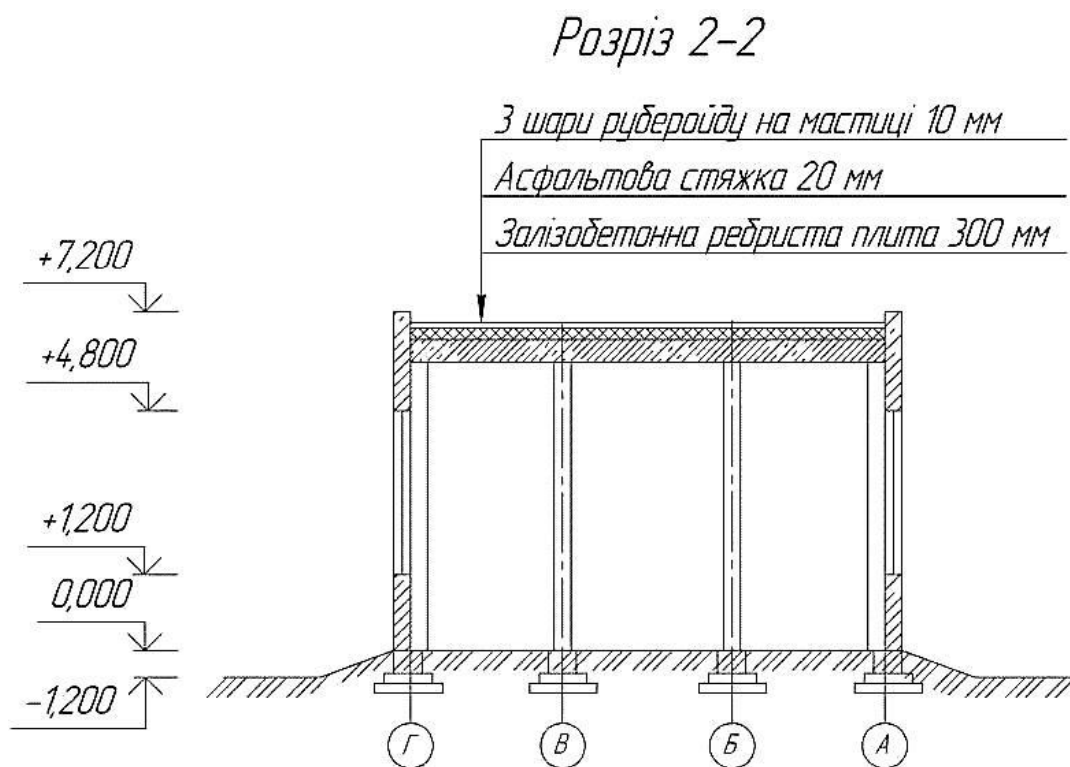


Рис. 63. Поперечний розріз

Стіни на розрізах не штрихують – крім навчальних креслеників. Вузькі поверхні розрізів, ширина яких на креслениках менше 2 мм, показують затушованими або взагалі не штрихують.

Для позначення висотних розмірів будівель в БК використовують символи, які називаються «позначка рівня».

На розрізах позначка рівня має наступний вигляд (рис. 64).

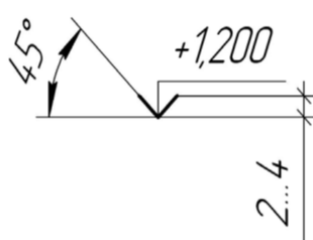


Рис. 64. Позначка рівня

На фасадах та розрізах позначку рівня вказують на виносних лініях або на лініях контуру.

Висотні розміри вказують в метрах з трьома знаками після коми (рис. 63). Якщо розмір – ціле число, то після коми ставлять три нулі.

На поличці позначки рівня вказують відстань конструктивного елемента до **нульової позначки** і ставлять знак «+», якщо вона вище нульового рівня, і знак «-», якщо нижче нульового рівня.

За нульовий рівень приймають підлогу першого поверху.

На плані позначка нульового рівня має вид – рис. 65а, на розрізах – рис. 65б.



**Рис. 65. Позначка нульового рівня:
а) на плані; б) на розрізах**

Всі елементи зображення розрізу, крім підлоги першого поверху, виконують суцільною тонкою лінією. Підлогу першого поверху (нульовий рівень) зображують суцільною основною лінією.

Для позначення матеріалів багат шарових конструкцій (підлоги, перекриття, покриття) використовуються виносні елементи у виді прапорців – рис. 63, 66.

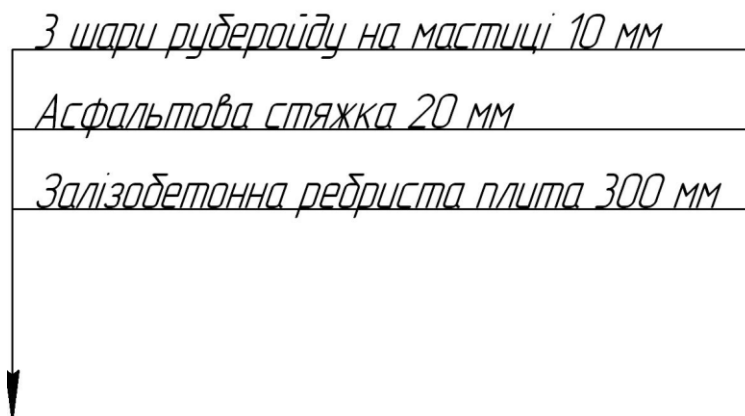


Рис. 66. Позначення багат шарових конструкцій

4.5. Нанесення розмірів

Розміри на будівельних креслениках, як правило, вказують в міліметрах.

Першу розмірну лінію проводять на відстані 15–20 мм від лінії контуру.

Відстань між сусідніми паралельними розмірними лініями має бути не менше 8 мм, на навчальних креслениках – 10 мм.

На перетині розмірної лінії з виносними замість стрілок ставлять **засічки**. Це – відрізки прямої довжиною 2–4 мм, які проводять під кутом 45° до розмірної лінії (рис.67).



Рис. 67. Нанесення розміру на будівельному кресленику

Стрілки в БК використовують лише для нанесення куткових розмірів, діаметра кола та радіуса дуги.

Запитання для самоконтролю

1. В яких одиницях вказують висотні розміри на фасадах і розрізах?
2. Як в будівництві називають головний вид будівлі?
3. Як називається знак, за допомогою якого вказують висотні розміри на розрізах?
4. Що в будівництві називають кроком?
5. Що приймають за нульову позначку?
6. Як виглядить позначка рівня на плані першого поверху?
7. Яку функцію виконує покриття?
8. Як нумерують поперечні координаційні осі?
9. Що розуміють під уніфікацією?

РОЗДІЛ 5

СИСТЕМА КОМПАС–3D V14

5.1. Загальні відомості

КОМПАС – універсальна система автоматизованого проектування, що дозволяє в оперативному режимі випускати креслення виробів, схеми, специфікації, таблиці, інструкції, розрахунково-пояснювальні записки, технічні умови, текстові та інші документи. Система орієнтована на оформлення документації відповідно до ЕСКД, ЕСТД, СПДС та міжнародними стандартами, але цим можливості системи не обмежуються. Гнучкість налаштування системи та велика кількість прикладних бібліотек і додатків дозволяють виконати практично будь-яке завдання користувача, пов'язану з випуском документації для всіх галузей. А підтримка поширених форматів (DXF, DWG, IGES і eDrawing) дає можливість організувати ефективний обмін даними з суміжними організаціями та замовниками, які використовують будь-які креслярсько-графічні системи.

Включає наступні блоки:

Графічна система для **2D-проективання**, розробки документації та пояснювальних записок, технічних завдань на основі спроектованих об'єктів. Широкий перелік спеціалізованих інструментів для вирішення завдань з усіх галузей науки і техніки.

Компас-3D – система тривимірного твердотільного моделювання, креслярсько-графічний редактор. Дозволяє

також виконувати геометричні розрахунки і розрахунки на міцність циліндричних, конічних зубчастих, ланцюгових, черв'ячних і пасових передач, проектний і перевірочний розрахунок циліндричних гвинтових пружин стиску і розтягування, тарілчастих, конічних і фасонних пружин.

Креслярсько-графічний редактор (Компас-ГРАФІК). Призначений для автоматизації креслярських робіт.

Модуль проектування специфікацій. Дозволяє випускати специфікації, відомості та інші табличні документи.

Модуль параметричних бібліотек – має конструкторську бібліотеку машинобудівних елементів, кріплення, редукторів, електродвигунів і ін.

Компас-SPRING – призначений для виконання проектних і перевірочних розрахунків циліндричних гвинтових пружин стиску і розтягання, тарілчастих, конічних і фасонних пружин, а також побудови їхніх креслень.

Компас-SHAFT Plus – призначений для побудови валу з наступною генерацією креслення і 3D-моделі.

Компас-GEARS – призначений для розрахунків механічних передач (геометричні розрахунки і розрахунки на міцність циліндричних і конічних зубчастих, ланцюгових, черв'ячних і пасових передач).

5.2. Інтерфейс системи

КОМПАС – це стандартний додаток Windows. Тому робочий екран, після запуску системи і завантаження документа, практично не відрізняється за своїм зовнішнім виглядом від вікон інших додатків (рис.68).

Елементи інтерфейсу КОМПАС–3D мають наступні властивості:

1. Заголовок – містить назву, номер версії системи, ім'я поточного документа, кнопку системного меню, а також кнопки управління.

2. Головне меню – служить для виклику команд системи. Містить назви сторінок меню. Склад Головного меню залежить від типу поточного документа і режиму роботи системи.

3. Панелі інструментів – містять кнопки виклику команд системи.

4. Компактна панель – містить кілька інструментальних панелей і кнопки перемикання між ними. Склад компактної панелі залежить від типу активного документа.

5. Панель властивостей – служить для налаштування об'єкта при його створенні або редагуванні.

5.3. Створення та збереження документів

Щоб **створити новий документ**, викличте команду **Файл – Створити**. На екрані з'явиться діалог створення документа (рис. 69).

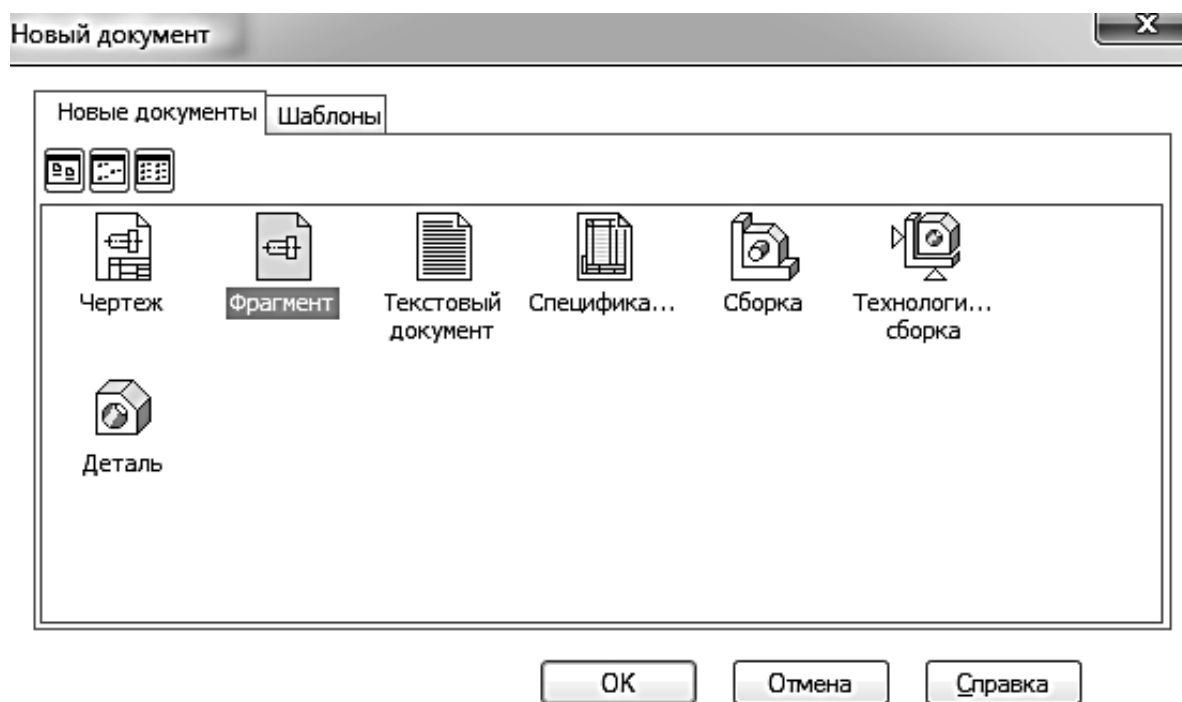


Рис. 69. Діалог створення документа

На вкладці **Шаблоны** можна вибрати потрібний шаблон для нового документа.

Якщо використання шаблону не потрібно, виберіть тип документа на вкладці **Нові документи**.

Натисніть кнопку **ОК** для створення документа заданого типу або за заданим шаблоном.

Іншим способом створення нового документа є вибір його з меню кнопки **Создать** (рис. 70).

Команди цього меню можна розташувати у вигляді кнопок на окремій панелі і розташувати її в будь-якому зручному

місці. Для цього «перетягніть» меню кнопки *Создать* мишею за заголовок в будь-якому напрямку. Буде сформована панель *Новый документ* (рис. 71).

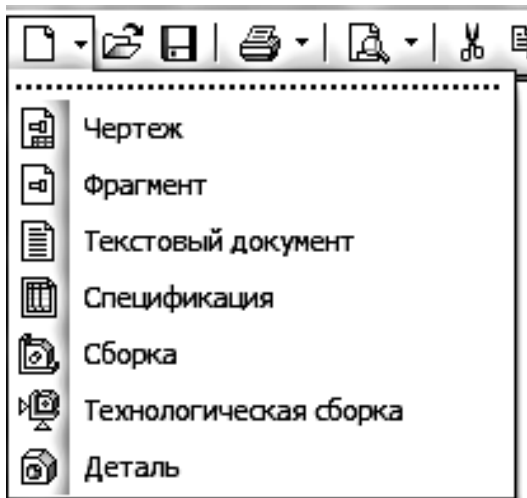


Рис. 70



Рис. 71

Щоб **зберегти документ** у файл на диску, викличте команду *Файл – Сохранить*.

Документ буде автоматично збережений в тій же папці і в тому ж файлі, що і в минулий раз. Іншими словами, файл, створений при попередньому збереженні документа, буде замінений новим файлом, що містить документ в тому вигляді, в якому він був на момент збереження.

При необхідності ви можете зберегти документ під іншим ім'ям або в іншій папці.

Для збереження документа в перший раз викличте команду *Файл – Сохранить*.

На екрані з'явиться діалог збереження файлу. Вкажіть у ньому папку, в яку потрібно записати документ, введіть ім'я файлу і натисніть кнопку *Зберегти*.

За умовчанням пропонується розширення файлу, відповідне типу документа.

При спробі збереження документа у вже існуючому файлі видається запит для підтвердження перезапису (заміни старого документа новим). Якщо існуючий документ відкритий в даний момент, то його не можна замінити новим документом – на екрані з'являється повідомлення про неможливість запису.

Після закриття діалогу збереження файлу на екрані з'являється діалог інформації про документі.

Іноді потрібно зберегти документ після його редагування, залишивши незмінною стару редакцію файлу. У цьому випадку застосовується збереження документа під іншим ім'ям або в іншому місці на диску. Викличте команду *Файл – Сохранить как ...* Подальші дії аналогічні збереженню документа в перший раз. Відмінність в тому, що діалог інформації про документ не з'являється.

Крім того, команда *Сохранить как ...* дозволяє також зберігати КОМПАС–документи у вигляді шаблонів для нових документів, конвертувати КОМПАС–документи в інші формати, а при роботі з тривимірними моделями – також записувати деталь в файл збірки і збірку в файл деталі.

Щоб зберегти відразу всі відкриті документи, викличте команду *Файл – Сохранить все*. При збереженні документів, які записуються на диск вперше, на екрані буде відобразитися діалог, в якому слід задати ім'я файлу та папку для запису. Після закриття цього діалогу на екрані буде з'являтися діалог інформації про документ.

Детальні інструкції з користування системою КОМПАС можна отримати з «Руководство пользователя» на сайті компанії АСКОН.

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ПОБУДОВИ КРЕСЛЕНИКІВ

Лабораторна робота №1.1. Оформлення креслеників

Мета роботи:

- **студент повинен знати** загальні відомості про систему КОМПАС-3D, назви та параметри форматів, стилі оформлення основних написів, шрифти, порядок оформлення основного напису;
- **студент повинен уміти** оформляти інженерні кресленики;
- **студент повинен отримати навички** написання текстів шрифтом GOST type A в КОМПАС-3D.

Завдання:

Відкрити файл «Заготованка».

Присвоїти нове ім'я файлу – «Лабораторна робота №1.1».

Аналогічно додатку 1 нанести текст на полі кресленика та оформити основний напис.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

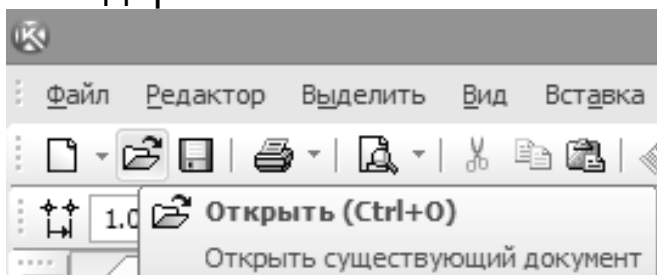
Запустити КОМПАС-3D

Клацнути лівою кнопкою миші (ЛКМ) на ярлику системи «КОМПАС-3D», розташованого на панелі швидкого запуску, – біля кнопки «Пуск».



Відкрити файл «Заготованка»

Відкрити файл «Заготованка» – додаток 2. Для цього виконати такі дії: Клацнути ЛКМ на кнопці «Открыть», розташованій на стандартній панелі.

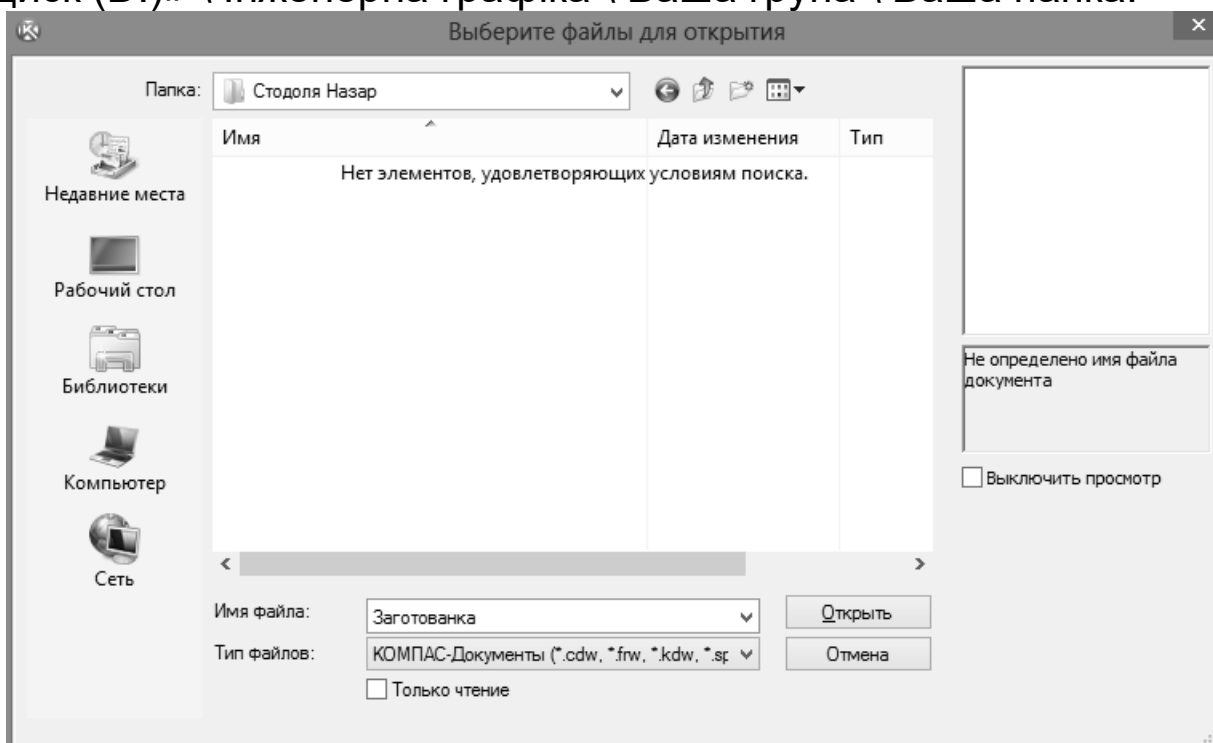


Наступні дії виконати в такій послідовності: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерна графіка \ Лабораторні роботи \ Лабораторна робота №1.1 \ «Заготованка».

Зберегти файл

Зберегти файл «Заготованка» у Вашій папці. Для цього виконати такі дії: [«Файл»] → [«Сохранить как»] → [Відкрити свою папку]

Шлях до Вашої папки: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерна графіка \ Ваша група \ Ваша папка.



У вікні, що відкрилось, ім'я файлу «Заготованка» видалити і ввести нове ім'я «Лабораторна робота №1.1» – без лапок.

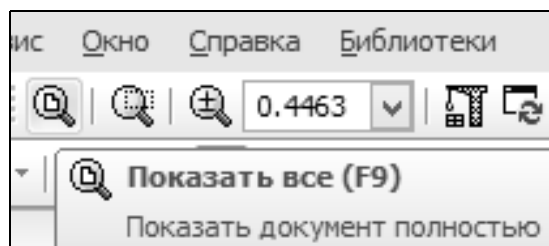
Зберегти файл – клацнути ЛКМ на кнопці «Сохранить».

Перемістити зображення

Навести курсор на зображення і натиснути на колесо прокрутки миші. Не відпускаючи колесо миші, перетягнути зображення в потрібне місце, після чого відпустити колесо.

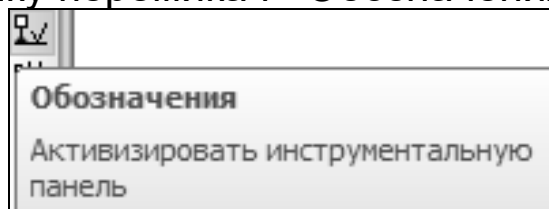
Збільшити (зменшити) зображення

Прокруткою колеса миші добитися потрібного розміру зображення. Коли виникає необхідність показати кресленик на весь екран, потрібно натиснути на кнопку – «Показати все».

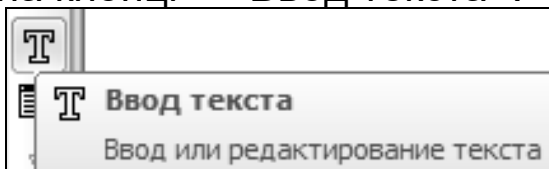


Увійти в режим вводу тексту

Натиснути кнопку перемикач «Обозначения».



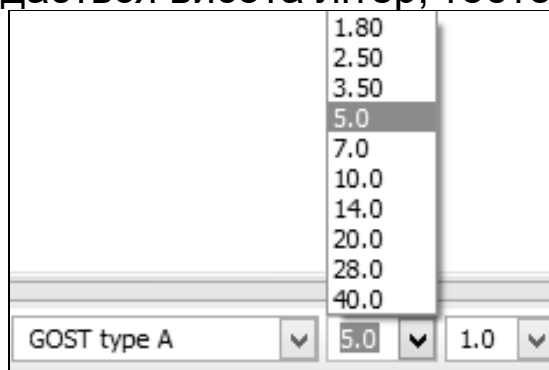
Клацнути ЛКМ на кнопці – «Ввод текста».



Вказати точку вводу тексту – клацнути ЛКМ на полі кресленика в тому місці, де має починатися перше речення **(за межі штрихової лінії не виходити!)**.

Задати шрифт тексту

На панелі властивостей знайти параметр «Высота символов» – тут задається висота літер, тобто, шрифт.



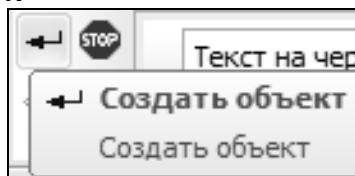
Розкрити меню параметра «Высота символов» – клацнути ЛКМ на трикутничку, розташованого справа від кнопки

команди. Вибрати шрифт «5.0» – клацнути ЛКМ.

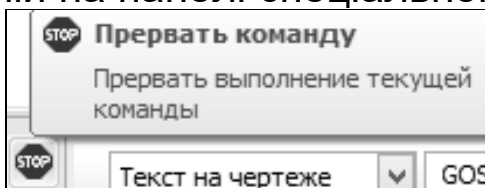
Ввести текст

Аналогічно додатку 1 ввести з клавіатури текст на полі кресленика. Для написання великих літер натиснути клавішу «Shift», розташовану на клавіатурі. При написанні групи великих літер натиснути клавішу «Caps Lock». Після закінчення введення тексту ще раз натиснути цю клавішу. Для переходу на інший рядок натиснути клавішу «Enter», розташовану на клавіатурі. Для написання знаку «x» використовувати малу літеру «x».

Після закінчення введення всього тексту клацнути ЛКМ на кнопці – «Создать объект», розташованій на панелі спеціального управління.



Вийти з режиму вводу тексту – клацнути ЛКМ на кнопці «STOP», розташованій на панелі спеціального управління.



Перемістити текст

Виділити текст – клацнути на ньому ЛКМ. В результаті по краях тексту з'являються квадратики – їх називають **характерними точками**.

Навести курсор на ліву характерну точку – форма курсору зміниться на чотири стрілки, направлені в різні сторони, – і натиснути ЛКМ. Не відпускаючи ЛКМ, перемістити текст в інше місце. За допомогою правої характерної точки можна повернути текст на будь-який кут.

Зняти виділення – клацнути ЛКМ за межами тексту.

Видалити текст

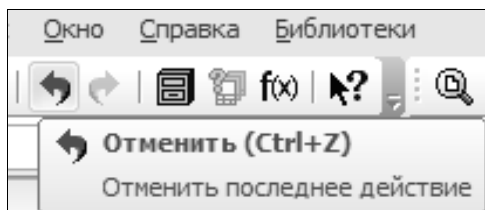
Виділити текст – клацнути на ньому ЛКМ.

Видалити текст – натиснути на клавіатурі клавішу «Delete».

Відмінити помилкову дію

Клацнути ЛКМ на кнопці – «Отменить», розташованій на

стандартній панелі. Зняти виділення – клацнути ЛКМ за межами тексту.



Редагування тексту

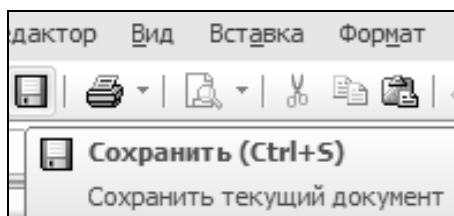
Редагуванням називається внесення змін та доповнень.

Внести зміни в текст. Для цього двічі коротко клацнути ЛКМ на тексті і він стане доступний для внесення змін. Внести зміни.

Зберегти внесені зміни – кнопка «Создать объект».

Зберегти дані

Зберегти поточні дані – клацнути ЛКМ на кнопці «Сохранить».



Видалити текст «Додаток 1»

Видалити текст «Додаток 1» – клацнути на ньому ЛКМ.

Видалити текст – натиснути на клавіатурі клавішу «Delete».

Оформити основний напис

Аналогічно додатку 1 оформити основний напис. Для цього увійти в режим редагування основного напису – двічі коротко клацнути ЛКМ на рамці основного напису.

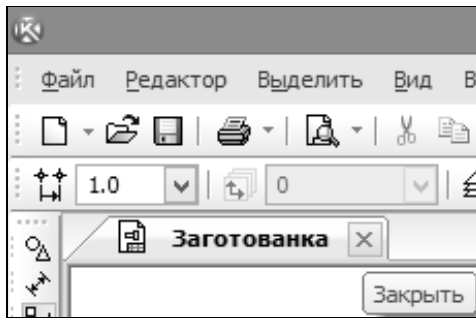
В рядку «Розроб.» в графі «11» ввести власне прізвище, в рядку «Перев.» – прізвище викладача.

Зберегти внесені дані – клацнути ЛКМ на кнопці «Создать объект».

Зберегти файл

Перед закриттям файлу зберегти дані – клацнути ЛКМ на кнопці «Сохранить».

Закрити файл – клацнути ЛКМ на кнопці «Закреть», розташованій на закладці документу (в лівому верхньому кутку). Має стояти «галочка» в контекстному меню команди «Окно» «Показать закладки».

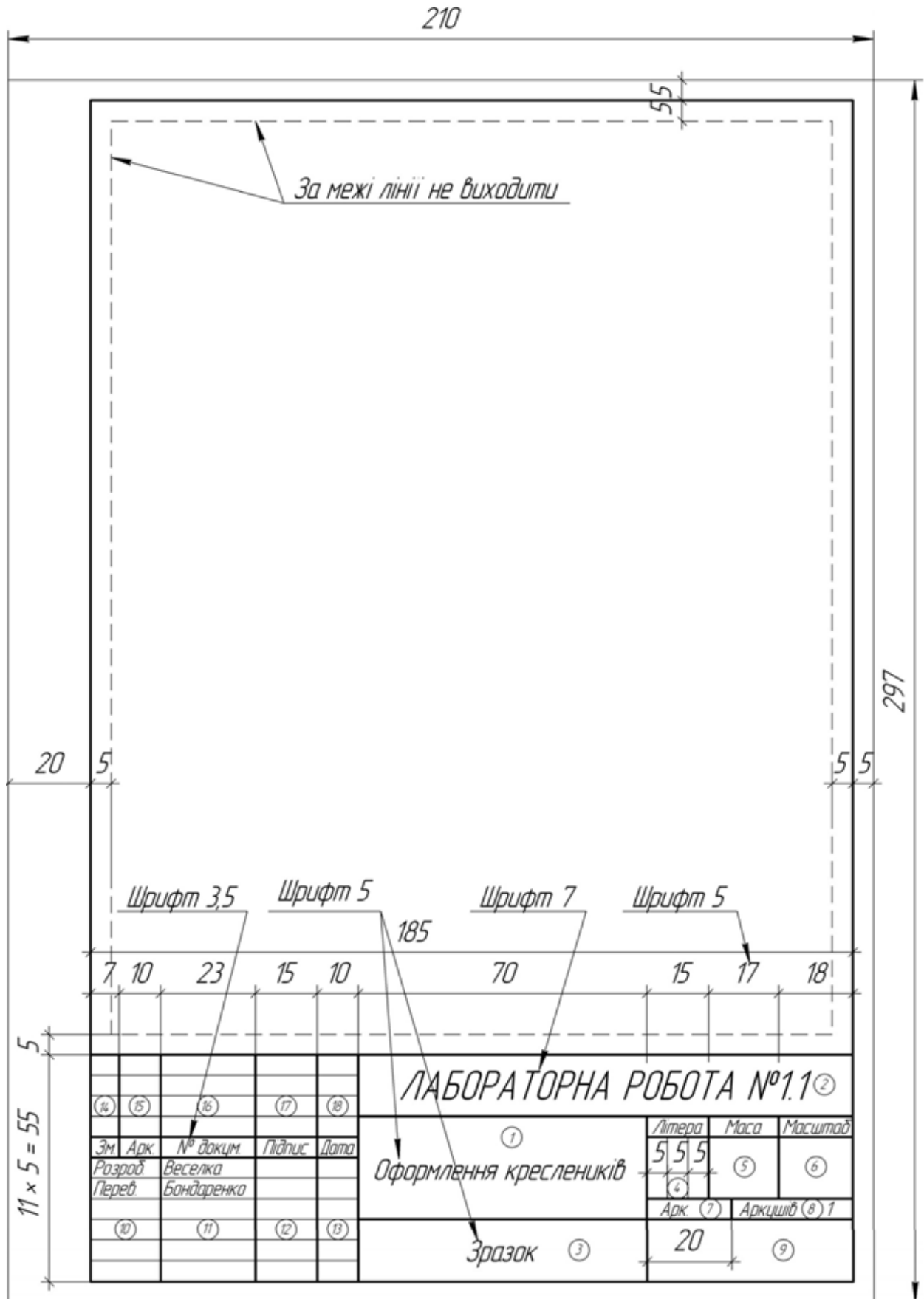


Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

1. Які дії можна виконати з виділеним текстом?
2. Де знаходиться основний напис?
3. Як увійти в режим редагування основного напису?
4. Як змінити шрифт тексту?
5. Як збільшити (зменшити) екранне зображення?
6. Що означає термін «шлях до файлу»?
7. Де розміщена інструментальна панель?
8. Яке призначення кнопок-перемикачів?
9. Як зберегти файл у власній папці?
10. Як видалити текст?





Лабораторна робота №1.2. Фрагмент

Мета роботи:

- **студент повинен знати:** що таке фрагмент, основні стилі ліній, суть поняття «симетрія»;
- **студент повинен уміти** креслити фрагменти конструкторських документів;
- **студент повинен отримати навички** використання ліній різних стилів в КОМПАС-3D.

Завдання:

Аналогічно додатку 3 побудувати зображення деталі. Тип документу – фрагмент.


АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

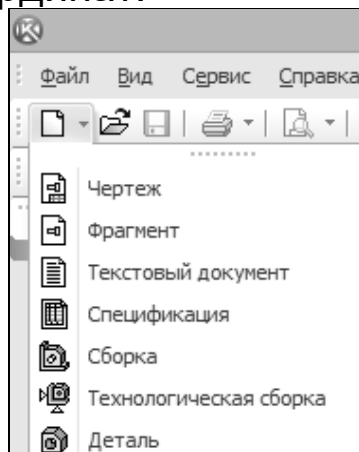
Запустити КОМПАС-3D – кнопка 

Створити фрагмент

Фрагмент – це кресленик, виконаний в КОМПАС-3D, в якому відсутні елементи оформлення – рамка та основний напис, тому точка відліку – система координат – розташовується в центрі робочого вікна.

Клацнути ЛКМ на трикутничку піктограми  – «Создать».

В меню, що відкрилось, клацнути ЛКМ на команді «Фрагмент». Після цього в центрі робочого вікна з'явиться мініатюрна система координат.



Зберегти файл

Зберегти файл у Вашій папці. Для цього виконати такі дії: [«Файл»] → [«Сохранить как»] → [Відкрити свою папку]

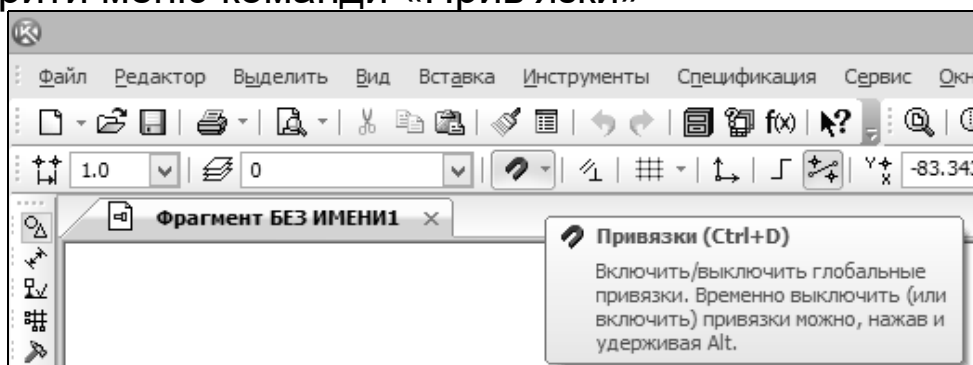
Шлях до Вашої папки: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерная графика \ Ваша группа \ Ваша папка \ Имя файла – «Фрагмент».

Зберегти файл – клацнути ЛКМ на кнопці «Сохранить».

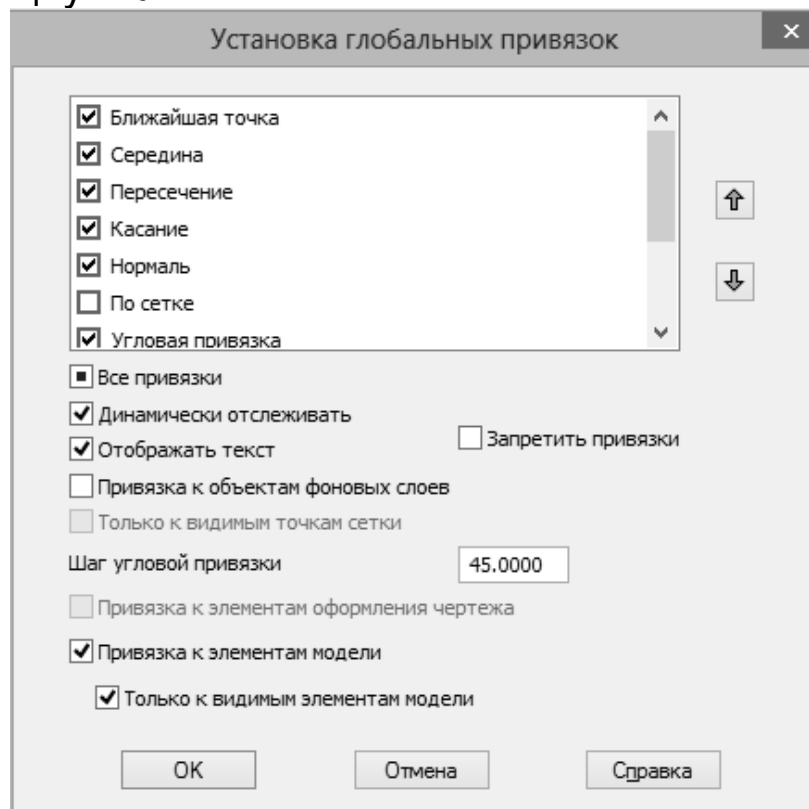
Виконати поточні налаштування

Включити прив'язки

Розкрити меню команди «Прив'язки»



Клацнути ЛКМ на команді «Настроить параметры». У вікні, що відкрилось, поставити галочку у всіх віконцях (крім «По сетке») – клацнути ЛКМ.



При включених прив'язках комп'ютер сам вибирає найближчий геометричний образ. Ця функція забезпечує

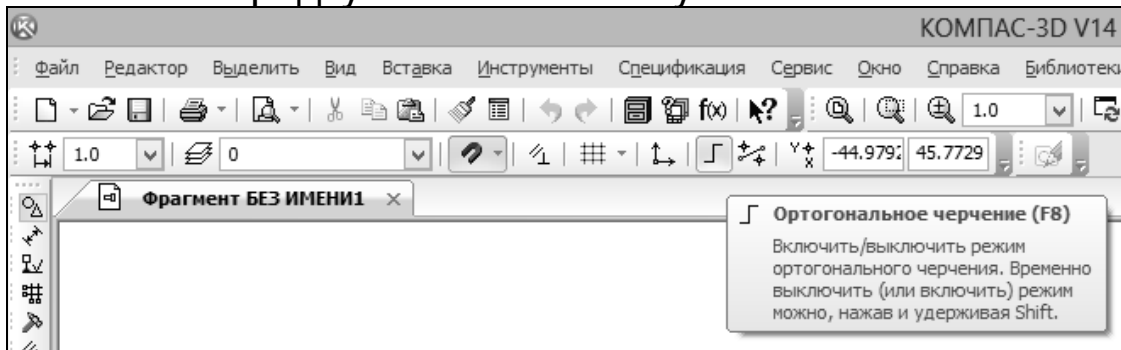
точність побудови.

Закрити вікно – клацнути ЛКМ на кнопці «ОК».

Всі прив'язки можна тимчасово відключити, повторно клацнувши на кнопці «Прив'язки» (У налаштуваннях ПК команда «Прив'язки» активна, тобто натиснута)

Вести режим ортогонального креслення

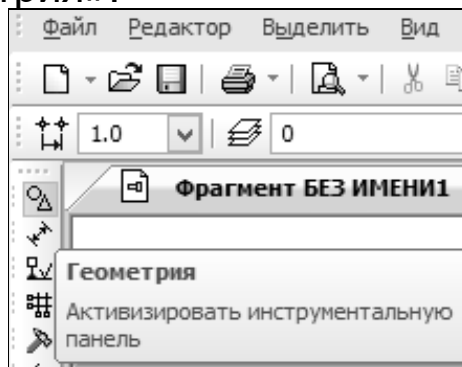
Клацнути ЛКМ на кнопці «Ортогональное черчение», розташованого в рядку поточного стану.



Увага! Всі задані налаштування виконувати після кожного відкриття файлу!

Накреслити контур деталі

Увійти в режим креслення – клацнути ЛКМ на кнопці-перемикачі – «Геометрия».



Накреслити контур базової деталі – додаток 3, (рис. 72).

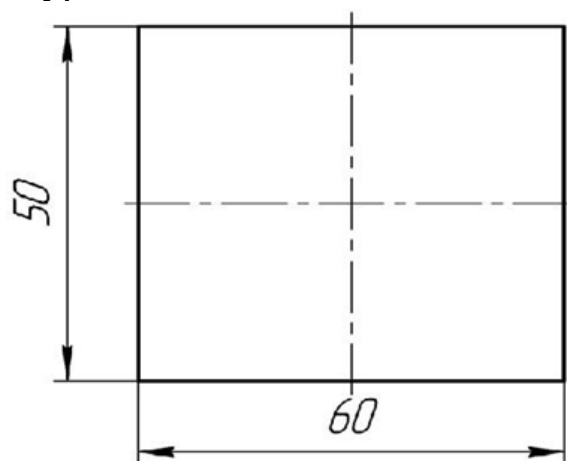
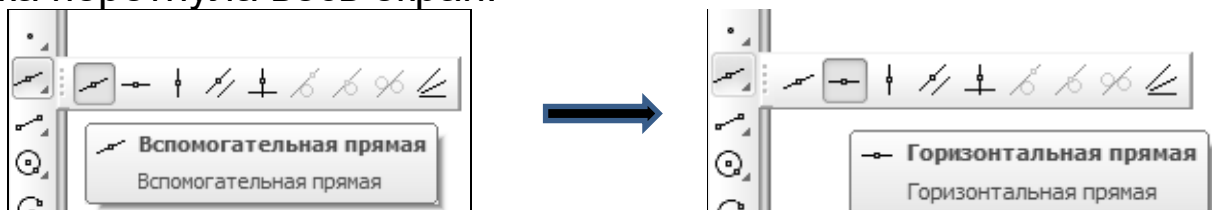




Рис. 72.

При побудовах будуть використовуватись допоміжні прямі. На друк допоміжні прямі не виводяться.

Натиснути ЛКМ на кнопці «Вспомогательная прямая» і не відпускати її до тих пір, доки поруч не з'явиться панель. Не відпускаючи ЛКМ, перемістити курсор на кнопку – «Горизонтальная прямая» і відпустити кнопку миші. В результаті цієї дії з'явиться горизонтальна допоміжна пряма, яка перетнула весь екран.

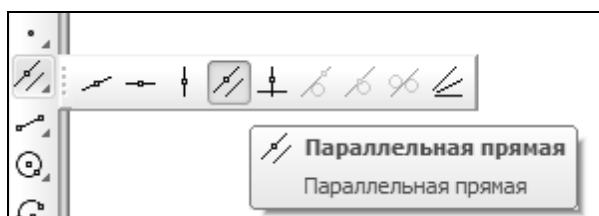


Підвести курсор, до якого «прилипла» горизонтальна допоміжна пряма, до нульової точки системи координат. Коли спрацює прив'язка – фантом курсору «піймає» нульову точку системи координат – клацнути ЛКМ. Тут буде проходити горизонтальна вісь симетрії деталі.

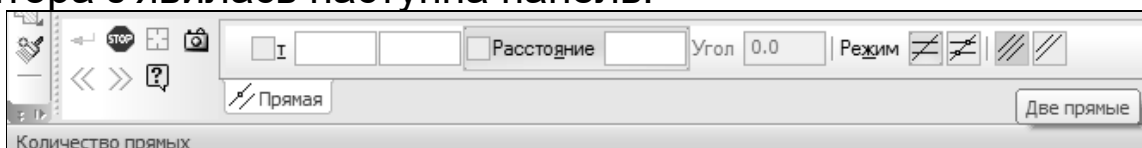
Знову підвести курсор до кнопки , розташованій на інструментальній панелі, і натиснути не відпускаючи її – поруч з'явиться попередня панель. Не відпускаючи ЛКМ перемістити курсор на кнопку  – «Вертикальная прямая», після чого відпустити кнопку миші.

Курсор з вертикальною допоміжною прямою підвести до нульової точки системи координат і, коли спрацює прив'язка, клацнути ЛКМ. Тут буде проходити вертикальна вісь симетрії.

Повторити попередні дії, але цього разу активувати паралельну допоміжну пряму – кнопка «Параллельная прямая».



В результаті дії на панелі властивостей внизу екрана монітора з'явилась наступна панель.

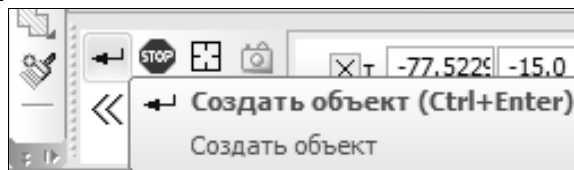


У налаштуваннях ПК кнопка «Две прямые» – активна

(натиснута). Навести рамку курсору на проведену вертикальну допоміжну пряму – вона стане червоною – і клацнути ЛКМ. Потім перемістити курсор вправо або вліво на довільну відстань при цьому лінія роздвоїться – і клацнути ЛКМ.

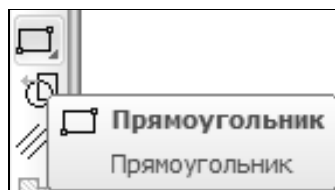
Двічі коротко клацнути ЛКМ у вікні параметра «Расстояние», розташованого в рядку параметрів та ввести нове значення параметра – «30», що відповідає половині ширини габаритного прямокутника (рис. 72). Зафіксувати нове значення параметра – натиснути клавішу «Enter».

Зберегти параметр – двічі клацнувши ЛКМ на кнопці «Создать объект».



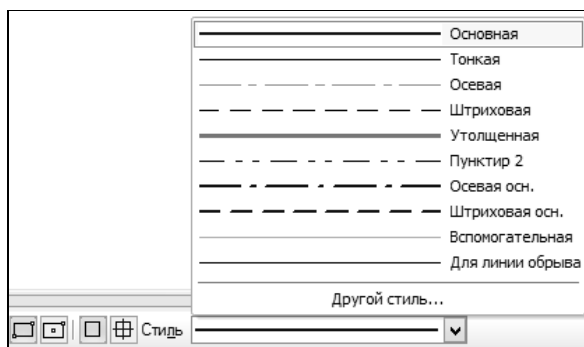
Аналогічно задати висоту прямокутника. Для цього клацнути ЛКМ на проведеній горизонтальній допоміжній прямій. Перемістити паралельні допоміжні прямі на довільну відстань вгору чи вниз і клацнути ЛКМ. Задати параметр «Расстояние» – «25», що відповідає половині висоти габаритного прямокутника (рис. 72). Зафіксувати нове значення параметра – натиснути клавішу «Enter». Зберегти параметр – двічі клацнувши ЛКМ на кнопці «Создать объект».

На лініях, утворених допоміжними прямими, зобразити прямокутник. Для цього клацнути ЛКМ на кнопці «Прямоугольник»



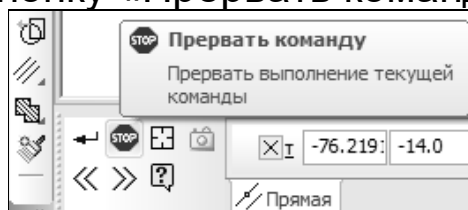
Вибрати стиль лінії – має бути суцільна товста основна (надалі – **основна**). Стиль активної лінії відображається у вікні «Стиль», розташованого на панелі властивостей. Щоб змінити стиль лінії, потрібно клацнути ЛКМ на цьому вікні. У вікні що відкрилося вибрати лінію потрібного стилю – клацнути ЛКМ. Для даного випадку – це «Основная».

Накреслити контур деталі, для цього підвести курсор до будь-якої вершини прямокутника, утвореного допоміжними прямими, і клацнути ЛКМ. Перемістити курсор по діагоналі до



протилежної вершини прямокутника і, коли спрацює прив'язка, ще раз клацнути ЛКМ.

Для того щоб перервати команду вводу прямокутника потрібно натиснути кнопку «Прервать команду».



Видалити допоміжні лінії

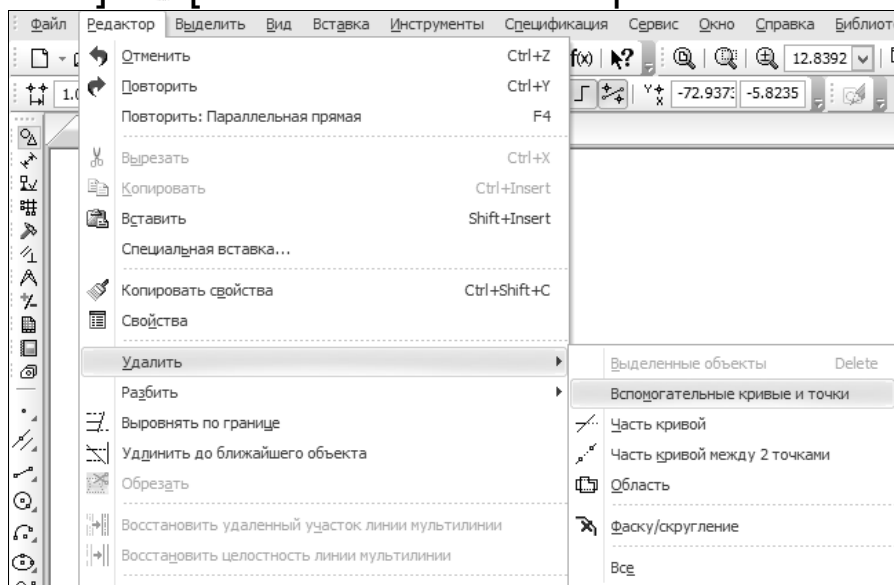
Перший спосіб

Виділити допоміжну пряму (клацнути на ній ЛКМ) – вона стане зеленою. Потім видалити пряму – натиснути клавішу «Delete» на клавіатурі. Цей спосіб прийнятний для видалення однієї-двох допоміжних прямих.

Другий спосіб

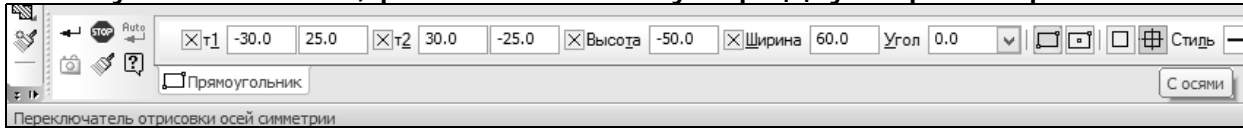
Цей спосіб краще застосовувати при видаленні великої кількості допоміжних прямих. Для цього потрібно клацнути ЛКМ на команді «Редактор», розташованій в рядку меню. Далі виконати дії в такій послідовності:

[[«Удалить»] → [[«Вспомогательные кривые и точки»]



Провести осі симетрії

Провести осі симетрії – двічі коротко клацнути ЛКМ на будь якій лінії побудованого прямокутника. Далі натиснути кнопку «С осями», розташованому в рядку параметрів.



Після виконання операції потрібно зберегти параметри, клацнувши на кнопці «Создать объект». Потім зняти виділення – клацнувши ЛКМ за межами зображення.

Виконати округлення

Виконати округлення – рис. 73

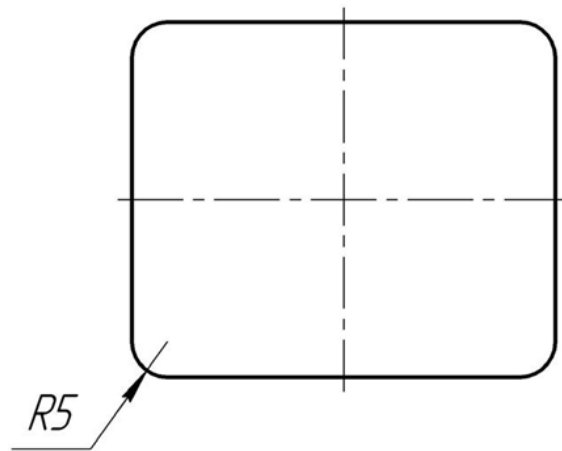
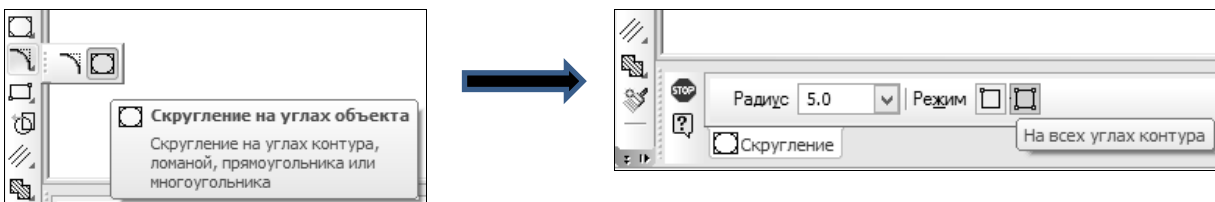


Рис. 73

Натиснути кнопку «Скругление», розташовану на інструментальній панелі – поруч з'явиться панель. Не відпускаючи ЛКМ, перемістити курсор на кнопку «Скругление в углах объекта». Після цього відкриється панель властивостей.



У вікні параметра «Радиус» ввести з клавіатури потрібне значення радіуса округлення – «5». Зафіксувати параметр – натиснути клавішу «Enter».

Клацнути ЛКМ на кнопці – «На всех углах контура». Потім навести курсор-рамку на будь-який кут прямокутника (він стане червоного кольору) і клацнути на ньому ЛКМ – всі кути відразу округляться. Завершити операцію округлення клацнувши кнопку STOP.

Накреслити пази

Накреслити пази – рис. 74.

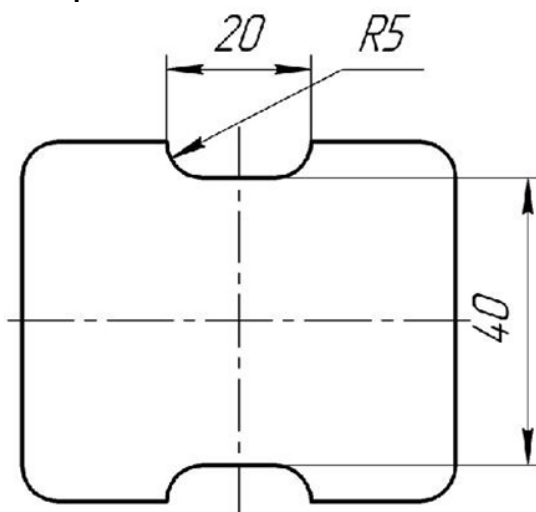
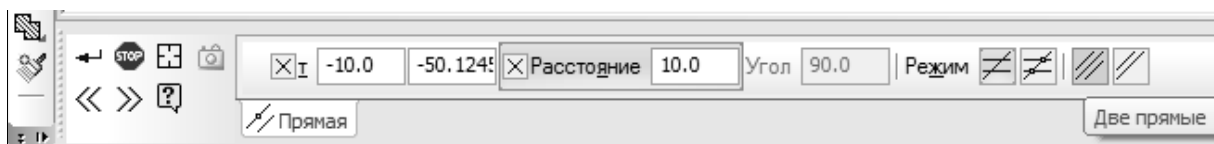


Рис. 74.

На боковій панелі допоміжних прямих активувати паралельну допоміжну пряму кнопка «Параллельная прямая». Кнопка «Две прямые», розташована на панелі властивостей у низу монітора, має бути активною.

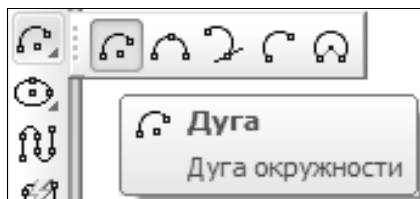
Клацнути ЛКМ на вертикальній осі симетрії. Задати ширину пазів – «Расстояние» «10» для розміру «20». Зберегти вказані параметри клацнувши двічі по іконці «Создать объект».



Далі вказуємо глибину пазу, для цього ЛКМ клацаємо на горизонтальній осі симетрії та задаємо відповідне «Расстояние» «20» для розміру «40». Зберігаємо вказані параметри клацнувши двічі по іконці «Создать объект».

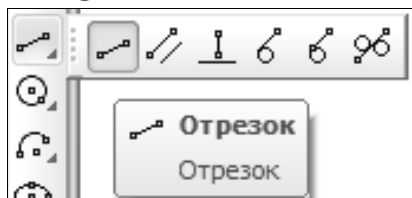
Для того щоб накреслити округлення пазу, можна використати попередній метод з побудовою прямокутника на місці пазу, з наступним округленням кутів. Іншим способом

можна округлити кути паза використавши кнопку «Дуга». Але попередньо за допомогою допоміжних прямих необхідно знайти центри округлення (5 мм), після чого клацнути ЛКМ на кнопці «Дуга». Для проведення дуги використовують стиль лінії «Основная».



Провести дугу – клацнути ЛКМ спочатку в центрі округлення а потім – послідовно на початку та в кінці дуги.
Рухатись проти годинникової стрілки!

З'єднати кінці дуг відрізками прямих за допомогою кнопки «Отрезок». Стиль лінії – «Основная».



Видалити допоміжні прямі

[«Редактор»] → [«Удалить»] → [«Вспомогательные кривые и точки»]

Видалити зайві лінії

Активувати ЛКМ кнопку-перемикач «Редактирование», потім клацнути на кнопці «Усечь кривую».



Навести рамку курсору на ділянку лінії, яку потрібно видалити (лінія стане червоного кольору), і клацнути ЛКМ. Завершити операцію клацнувши кнопку STOP.

Виконати радіальні округлення

Виконати радіальні округлення – рис. 75.

За допомогою допоміжних паралельних прямих (кнопка «Параллельная прямая») вказати місце розташування центрів радіальних округлень – параметри «10» (по горизонталі) та «25» (по вертикалі) для розмірів «20» та «50» – відповідно (рис. 75).

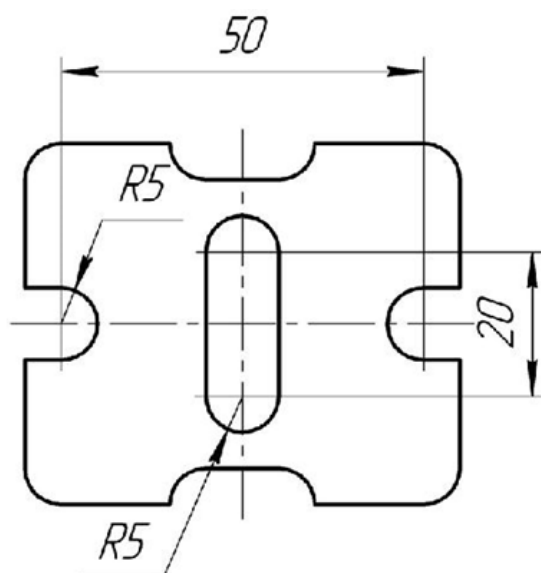
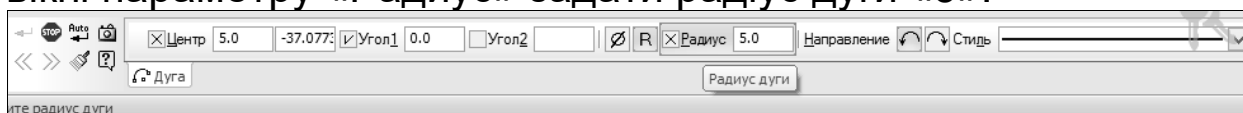


Рис. 75.

Активувати ЛКМ кнопку «Дуга» (стиль лінії – «Основная»), потім клацнути ЛКМ в центрі першого округлення і вказати у вікні параметру «Радиус» задати радіус дуги «5».



Зафіксувати параметр натиснувши клавішу «Enter».

Провести дугу – клацнувши ЛКМ по черзі в точках, які потрібно з'єднати. ***Рухатись проти годинникової стрілки!***

Вийти з режиму вводу натиснувши кнопку STOP.

Завершити побудову деталі провівши відрізки прямих активувавши кнопку «Отрезок» (стиль лінії – «Основная»).

Аналогічно рис. 76. провести осьові лінії через центри округлень (кнопка «Отрезок», стиль лінії «Осевая»).

Видалити допоміжні прямі

[«Редактор»] → [«Удалить»] → [«Вспомогательные кривые и точки»]

Видалити зайві лінії

Активувати ЛКМ кнопку-перемикач «Редактирование», потім клацнути на кнопці «Усечь кривую» та видалити зайві лінії. Після завершення операції натиснути кнопку STOP.

Зобразити отвори

Активувати кнопку-перемикач «Геометрия». За допомогою допоміжних паралельних прямих – кнопка «Параллельная прямая» вказати місце розташування 4 отворів діаметром 5 мм та 4 отворів діаметром 2 мм (рис. 76)

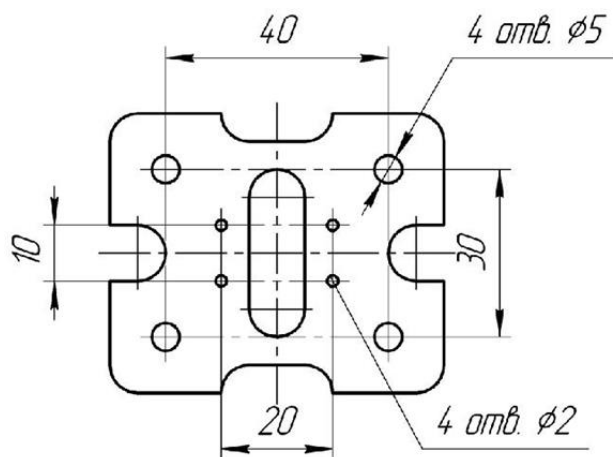


Рис. 76.

Увійти в режим зображення отворів клацнувши ЛКМ на кнопці «Окружность» (стиль лінії – «Основная»). Натиснути кнопку «С осями», розташованій в рядку параметрів. Клацнути ЛКМ в центрі майбутнього отвору – в точці перетину допоміжних прямих. У вікні параметру «Диаметр», що на панелі властивостей задати потрібне значення діаметра отвору – «5» чи «2». Зафіксувати параметр натиснувши «Enter» на клавіатурі.



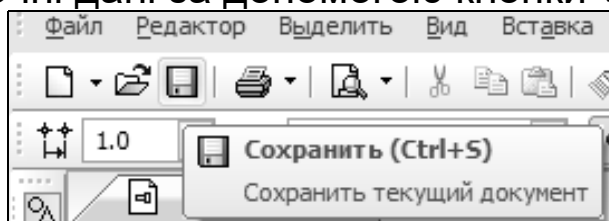
Видалити допоміжні прямі

Провести осьові лінії

Клацнути ЛКМ на кнопці «Отрезок» (стиль лінії – «Осевая») та з'єднати попарно між собою центри отворів. Вийти з режиму вводу – STOP.

Зберегти дані

Зберегти поточні дані за допомогою кнопки «Сохранить».



Закрити файл

Виконати індивідуальне завдання

Користуючись набутими навиками, виконати індивідуальне завдання.

Зберегти файл

Зберегти файл у Вашій папці. Для цього виконати такі дії: [«Файл»] → [«Сохранить как»] → [Відкрити свою папку]

Шлях до Вашої папки: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Інженерна графіка \ Ваша група \ Ваша папка \ Ім'я файлу – «Лабораторна робота №1.2».

Зберегти файл – клацнути ЛКМ на кнопці «Сохранить».

Зберегти файл

Закрити систему КОМПАС-3D

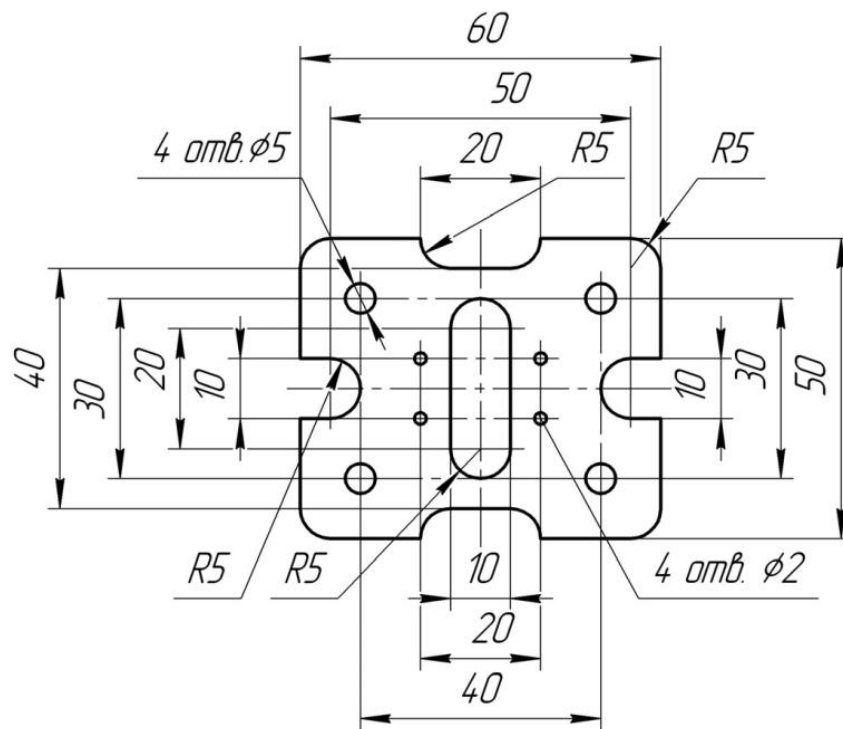
Запитання та вправи для самоконтролю

1. Видалити частину зображення індивідуального завдання, яке б включало всі характерні елементи, і відтворити його не користуючись довідковими матеріалами.

2. Чим відрізняється фрагмент від кресленника?

3. Як виконати округлення одночасно всіх вершин прямокутника із заданим радіусом?

4. Як побудувати коло заданого радіусу з осями симетрії?



Лабораторна робота №1.3. Нанесення розмірів

Мета роботи:

- *студент повинен знати* правила нанесення розмірів;
- *студент повинен уміти* наносити розміри на прості плоскі симетричні деталі типу пластина;
- *студент повинен отримати навички* нанесення розмірів на інженерних креслениках з використанням програми КОМПАС-3D.

Завдання:

Відкрити файл «Лабораторна робота №1.2». Нанести розміри на деталі.

Створити новий кресленик.

Аналогічно додатку 4 вставити фрагмент в кресленик і оформити основний напис.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Відкрити файл «Лабораторна робота №1.2»

Відкрити файл «Лабораторна робота №1.2». Шлях до файлу:

\ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Інженерна графіка \ Ваша група \ Ваша папка \ Лабораторна робота №1.2 \

Виконати налаштування ПК

Включити всі прив'язки, крім прив'язки «По сетке».

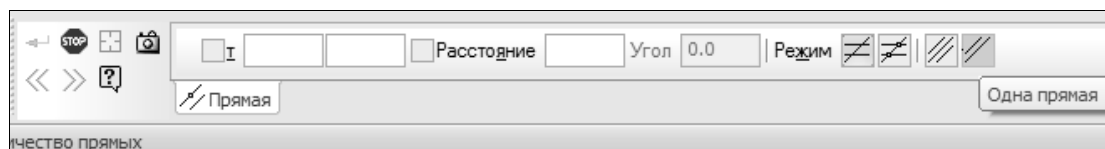
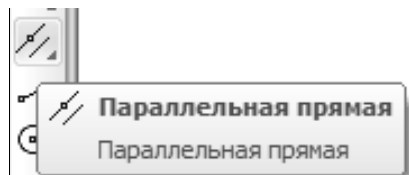
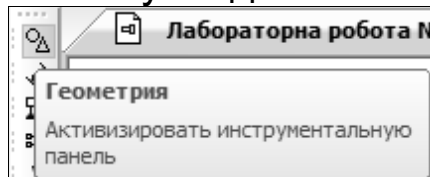
Клацнути ЛКМ на кнопці «Ортогональное черчение», розташованого в рядку поточного стану.

Увага! Всі згадані налаштування слід виконувати після кожного відкриття файлу!

Нанести розміри

Перш ніж приступити до нанесення розмірів, потрібно вказати місця передбачуваного розташування розмірних ліній.

Для цього слід виконати наступні дії:



Виконання даних команд дає можливість побудувати одну допоміжну пряму паралельну заданій.

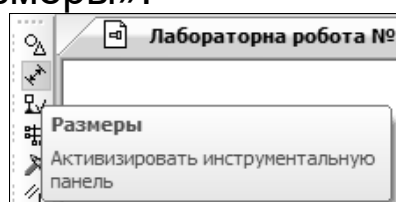
Клацнути ЛКМ на габаритній лінії зображення деталі. Відвести курсор на довільну відстань в сторону від зображення і клацнути ЛКМ. Задати параметр «Расстояние» – «10», що відповідає відстані першої розмірної лінії до лінії контуру. Зберегти дані – клацнувши ЛКМ на кнопці «Создать объект» (або натиснути клавіші Ctrl + Enter).

Клацнути ЛКМ на проведеній допоміжній прямій. Знову відвести курсор вбік на довільну відстань і клацнути ЛКМ. Задати параметр «Расстояние» – «10», що відповідає відстані між суміжними розмірними лініями.

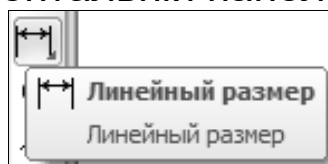
Повторити дану операцію у всіх місцях передбачуваного розташування розмірних ліній. Щоб вийти з даного режиму виконання операцій, потрібно клацнути по кнопці STOP.

Нанесення лінійних розмірів

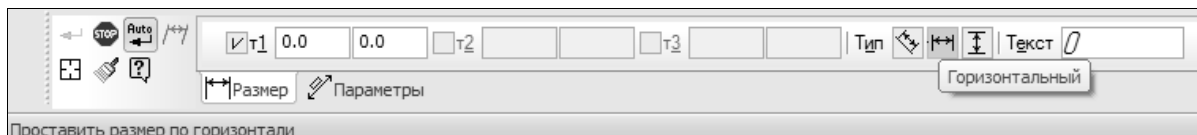
Увійти в режим нанесення розмірів – клацнути ЛКМ на кнопці-перемикачі «Размеры».



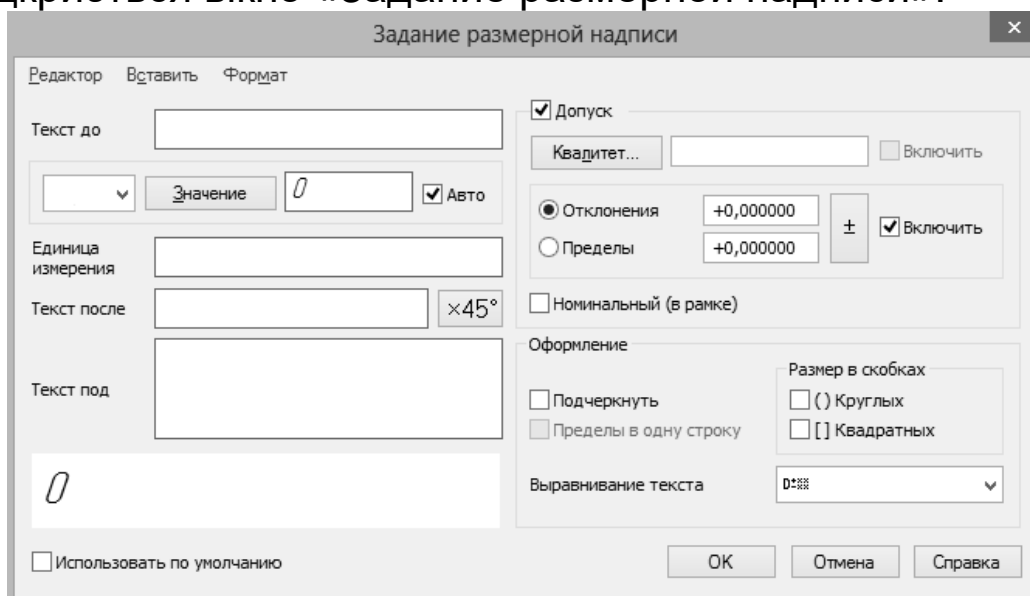
Активувати ЛКМ кнопку «Линейный размер», розташованій на інструментальній панелі.



Включити режим нанесення горизонтальних лінійних розмірів – клацнути ЛКМ на кнопці «Горизонтальный», розташованій на панелі властивостей.



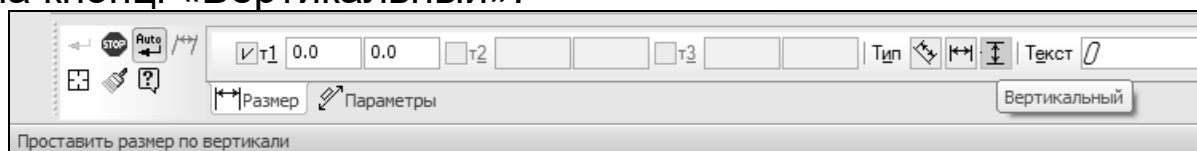
Клацнути ЛКМ у вікні параметра «Текст», в результаті чого відкриється вікно «Задание размерной надписи».



В даному вікні зняти галочку з опції «Включить» параметра «Отклонения» та поставити перед текстом «Использовать по умолчанию». Закрити вікно – клацнувши ЛКМ на кнопці «ОК».

Вказати точки на зображенні, між якими потрібно поставити розмір, клацнувши по черзі на них ЛКМ. Розмірну лінію, що з'явилася, сумістити з першою допоміжною і клацнути на ній ЛКМ. Аналогічні дії провести з усіма горизонтальними розмірами.

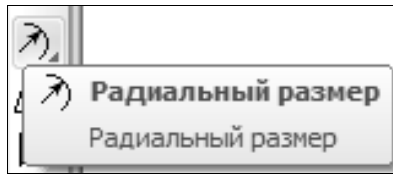
Для нанесення вертикальних розмірів слід клацнути ЛКМ на кнопці «Вертикальный».



Завершити операцію клацнувши кнопку STOP.

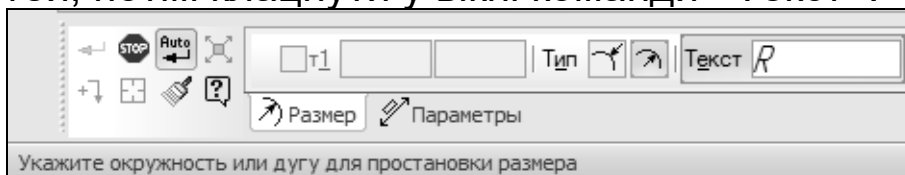
Нанести радіальні розміри

Клацнути ЛКМ на кнопці «Радиальный размер», розташованій на інструментальній панелі.



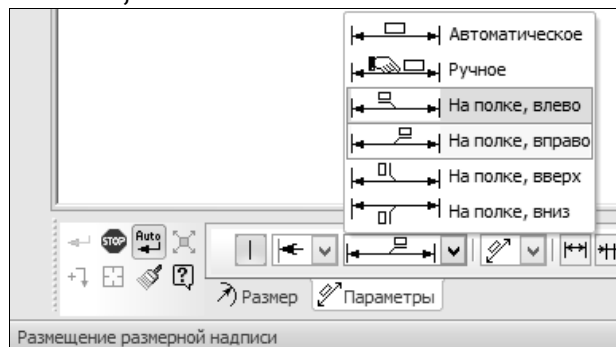
Навести рамку курсору на округлення після чого дуга стане червоною і клацнути ЛКМ.

Відкрити закладку «Размер», розміщену на панелі властивостей, потім клацнути у вікні команди «Текст».

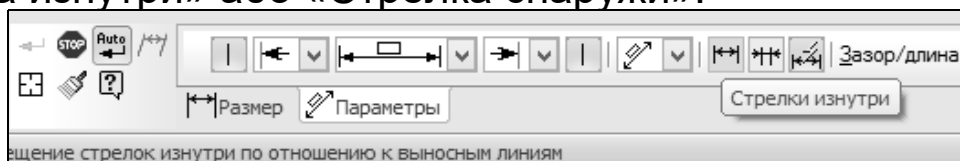


У результаті проведеної операції з'явиться нове вікно «Задание размерной надписи» в якому потрібно буде зняти галочку у вікні опції «Включить» параметра «Отклонения». Для збереження змін потрібно клацнувши ЛКМ на кнопці «ОК».

Відкрити закладку «Параметры» та розкрити меню команди «Размещение размерной надписи». Із перелічених варіантів вибрати необхідний напрямок полиці – «На полке, вправо» або «На полке, влево».



На цій же панелі вибрати необхідний напрямок стрілки – «Стрелка изнутри» або «Стрелка снаружи».

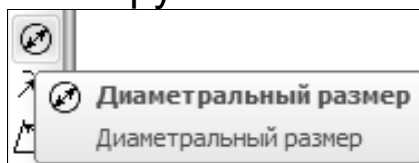


Розмір, що з'явиться, розмістити на найближчій допоміжній прямій. Аналогічні дії провести з рештою округлень.

Нанести діаметральні розміри

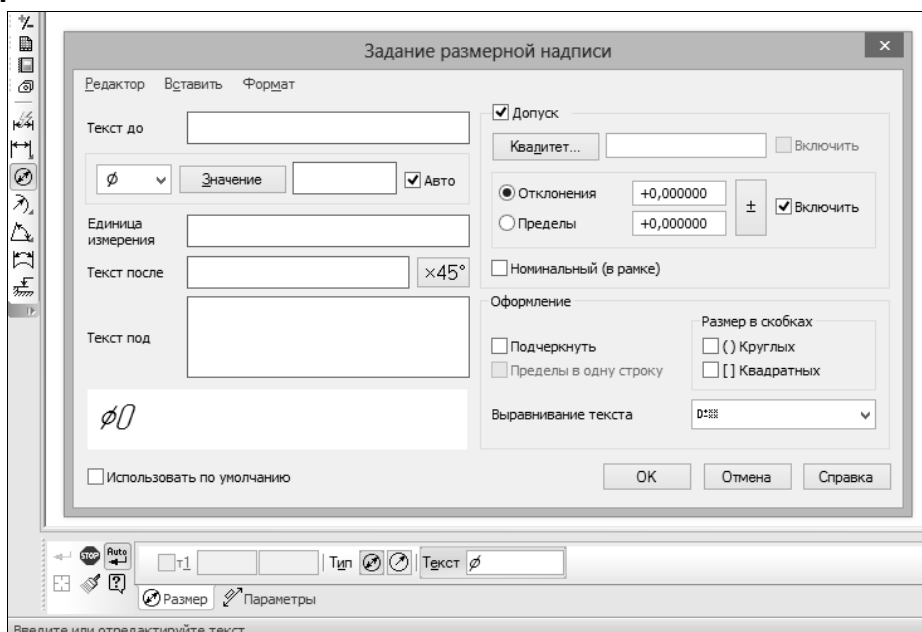
Нанести розмір отворів діаметром 5 мм.

Клацнути ЛКМ на кнопці «Діаметральний розмір», розташованій на боковій інструментальній панелі.



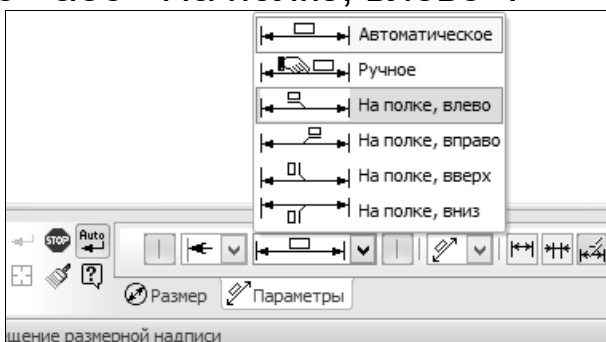
Навести курсор на зображення отвору деталі, в результаті чого він стане червоним – і клацнути ЛКМ.

Відкрити закладку «Размер», розміщену в низу на панелі властивостей. Клацнути ЛКМ у вікні параметра «Текст», у результаті чого з'явиться нове вікно «Задание размерной надписи».



У віконці команди «Текст до» ввести текст, наприклад: «4 отв.». Зняти «галочку» у вікні опції «Включить» параметра «Отклонения» і натиснути кнопку «ОК».

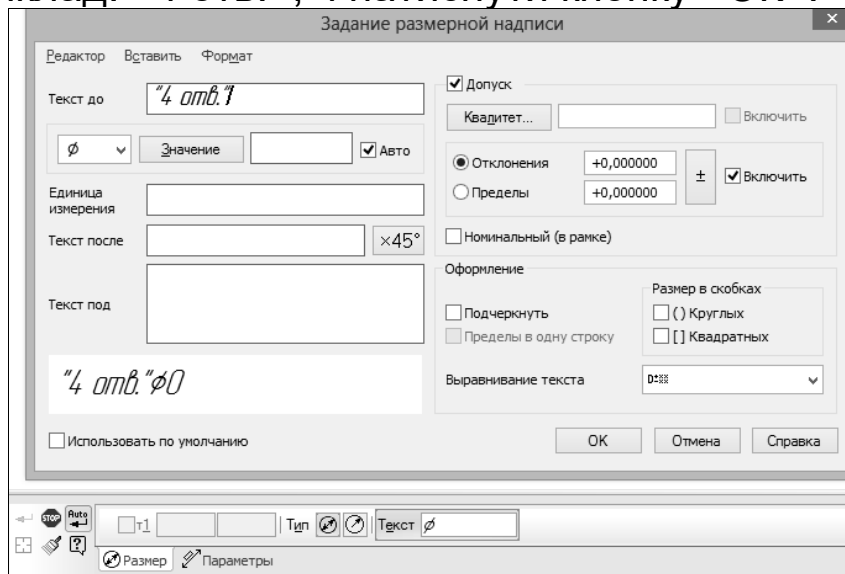
Відкрити закладку «Параметры». Розкрити меню команди «Размещение размерной надписи» та активувати команду «На полке, вправо» або «На полке, влево».



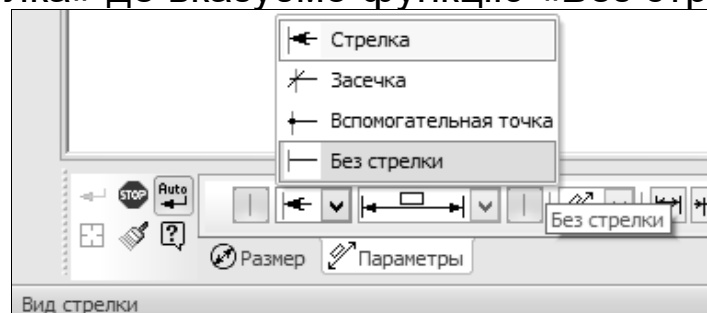
Розмір, що з'явиться, підвести до найближчої допоміжної прямої і клацнути ЛКМ.

Нанести розмір отворів діаметром 2 мм.

Як і при нанесенні отворів діаметром 5 мм, активуємо кнопку «Диаметральный размер». Наводимо курсор на зображення отвору, в результаті чого воно стане червоним, і клацаємо ЛКМ. На панелі властивостей, розміщеної внизу екрану, активуємо кнопку «Размер» та відкриваємо вікно «Текст». Знову у віконці команди «Текст до» потрібно ввести текст, наприклад: «4 отв.», і натиснути кнопку «ОК».



Відкрити закладку «Параметры» та розкриваємо меню команди «Стрелка» де вказуємо функцію «Без стрелки».



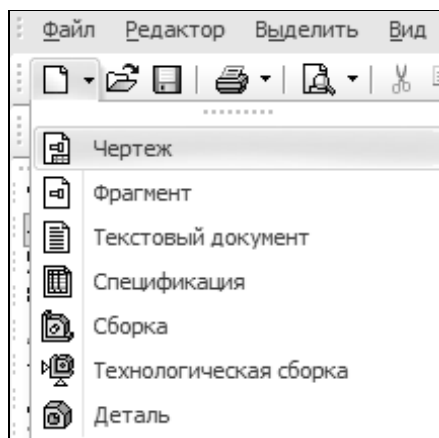
Поруч активуємо прапорець команди «Размещение размерной надписи» та вибираємо команду «На полке, вправо» або «На полке, влево». Після чого розміщуємо розмір на допоміжній прямій у потрібному нам місці.

Завершуємо операцію натисненням кнопки STOP.

Видаляємо допоміжні прямі, та зберігаємо поточні дані.

Створити новий кресленик

Активуємо кнопку «Создать» та вибираємо новий документ «Чертеж».

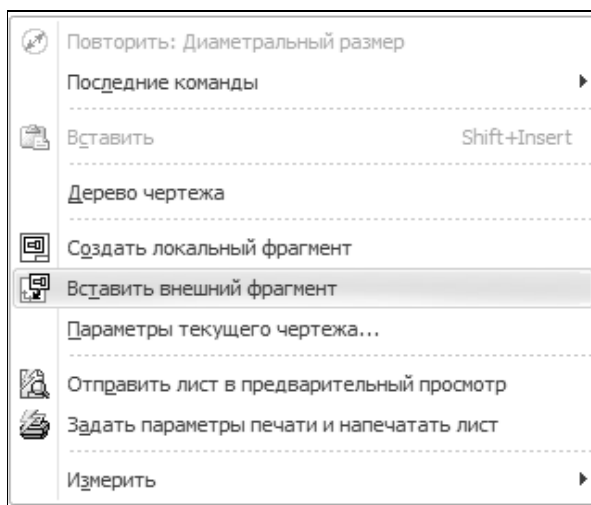


Зберігаємо файл у вашій папці виконавши наступні дії: [«Файл»] → [«Сохранить как»] → [Відкрити свою папку]

Шлях до Вашої папки: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерна графіка \ Ваша група \ Ваша папка \ Ім'я файлу – «Лабораторна робота №1.3».

Вставити фрагмент кресленика

Клацнути **ПКМ** на полі формату. Вконтекстному меню, що відкрилося, клацнути ЛКМ на команді «Вставить внешний фрагмент».



Після активації команди «Вставить внешний фрагмент» вискочить вкладка у якій потрібно буде відкрити файл «Лабораторна робота №1.2».

Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерна графіка \ Ваша група \ Ваша папка \ Лабораторна робота №1.2.

Зображення фрагменту, яке «прилипло» до курсору, раціонально розмісти на полі кресленика і зафіксувати положення клацнувши ЛКМ. Після чого потрібно перервати команду введення клацнувши ЛКМ на кнопці STOP в лівому низу екрана.

Внести зміни у фрагмент

Якщо потрібно внести зміни у вставлений фрагмент, то для цього виконують наступні дії: [Виділити зображення фрагменту – клацнути ЛКМ і захватити все зображення деталі] → [Клацнути **ПКМ** на зображенні] → [З перелічених команд вибрати «Редактировать источник» – відкриється зображення фрагменту] → [Внести зміни у фрагмент] → [Зберегти внесені зміни] → [Закрити файл] → [Зняти виділення].

Оформити основний напис

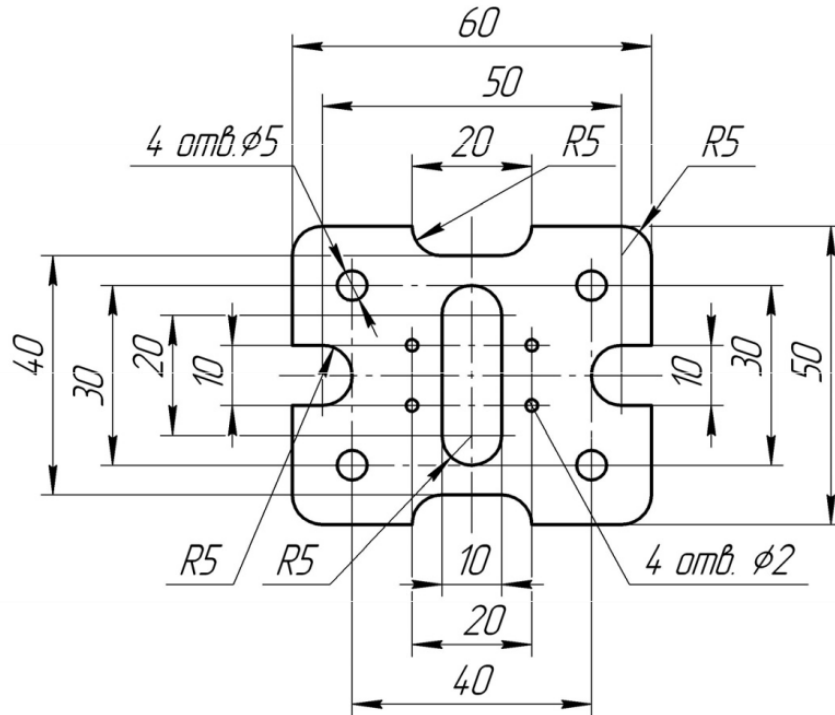
Двічі коротко клацнути ЛКМ на основному написі. Аналогічно додатку 4 оформити основний напис. Для збереження даних натиснути кнопку «Создать объект».

Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

1. Як вставити в кресленик фрагмент?
2. Як внести зміни у фрагмент, вставлений у кресленик?
3. Як створити новий кресленик?
4. Видалити частину розмірів зображення індивідуального завдання, яке б включало всі види розмірів, і відтворити їх не користуючись довідковими матеріалами.



| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.3 | | | | | Літера | Маса | Масштаб |
|-------------------------|------|------------|--------|------|--------|---------|---------|
| Зм. | Арк. | № док.м. | Підпис | Дата | У | | 1:1 |
| Розроб. | | Веселка | | | | | |
| Перев. | | Бондаренко | | | | | |
| Варіант 31 | | | | | Арк. | Арк.шів | 1 |

ПРОЕКЦІЇ

Лабораторна робота №2.1. Побудова профільної проекції

Мета роботи:

- **студент повинен знати** методи зображення тривимірних об'єктів на площині, назви простих геометричних тіл;
- **студент повинен уміти** будувати проекції простих геометричних тіл методами нарисної геометрії;
- **студент повинен отримати навички** побудови профільної проекції геометричної фігури за двома заданими в КОМПАС-3D.

Завдання:

Аналогічно додатку 5 побудувати профільні проекції групи фігур (циліндр, конус, призма, піраміда) та встановити видимість поверхонь.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

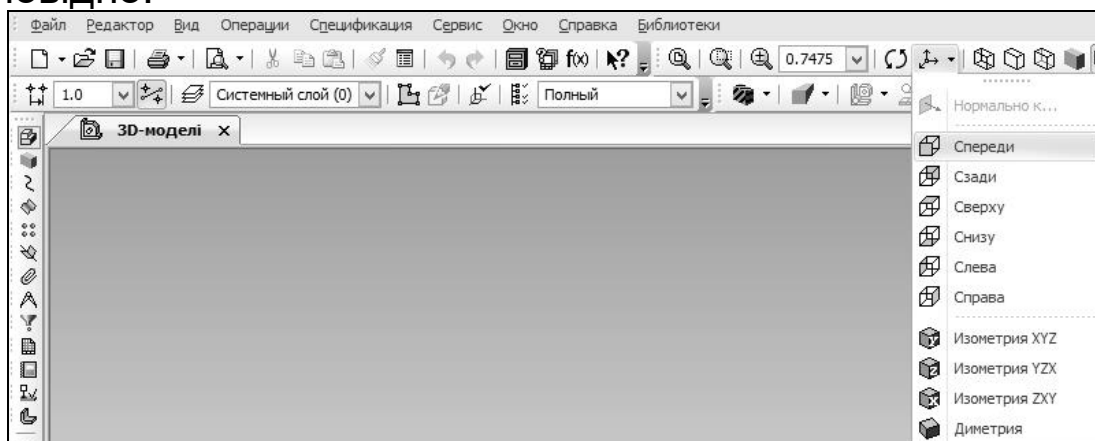
Відкрити файл «3D-моделі»

Перш ніж приступити до виконання графічної роботи, освоїти на 3D-моделі принцип утворення проекцій. Для цього слід відкрити файл «3D-моделі» (натиснути кнопку «Открыть»).

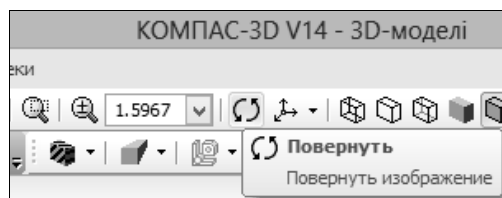
Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Інженерна графіка \ Лабораторні роботи \ Лабораторна

робота №2.1 \ 3D-модель \ 3D-моделі.

Зображення, яке з'явилося на екрані, розташувати так, щоб утворилась фронтальна проекція. Для цього слід натиснути на стрілку, розташовану праворуч від кнопки «Ориентация». На панелі, що відкрилася, активувати команду «Спереди». Для утворення горизонтальної або профільної проекції активувати команду «Сверху та «Слева» – відповідно.



Для утворення проекції в ручному режимі потрібно активувати кнопку «Повернуть», після чого навести курсор на зображення і натиснути ЛКМ. Не відпускаючи кнопку миші та переміщуючи курсор в різні сторони, можна змінювати проекцію фігур.



Закрити файл «3D-модель»

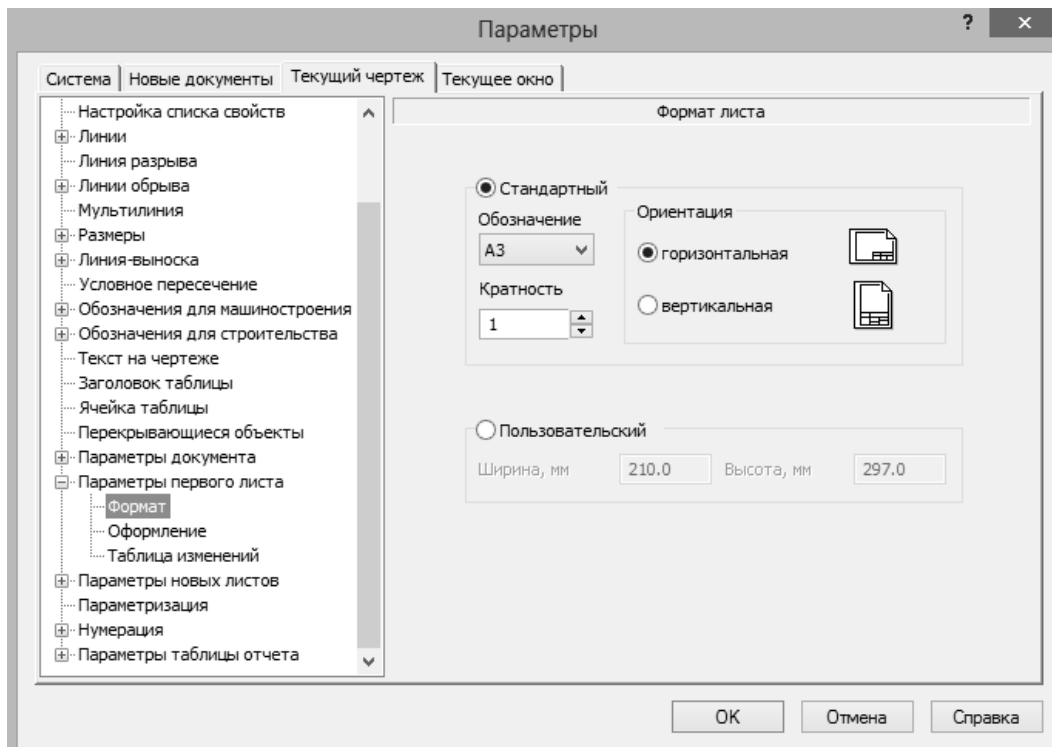
Створити новий кресленик

Створити новий кресленик, для цього потрібно активувати кнопку «Создать», з якої вибрати тип документу «Чертеж» (згідно налаштування ПК на екран виводиться формат А4).

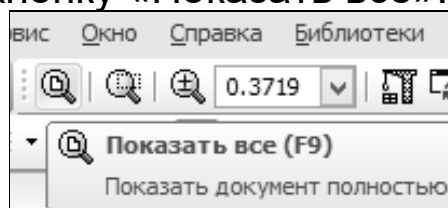
Змінити формат кресленника

Клацнути **ПКМ** в полі кресленника. В контекстному меню, що відкрилося, активувати команду «Параметры текущего чертежа», після чого появиться нове вікно «Параметры».

Клацнути ЛКМ на кнопці + розділу «Параметры первого листа», вибрати підрозділ «Формат». У полі «Формат листа» задати формат кресленника – А3 з горизонтальною орієнтацією. [«ОК»].



Для того щоб показати кресленик повністю на екрані, потрібно активувати кнопку «Показати все».



Зберегти файл у Вашій папці

Включити прив'язки

Під час виконання даної роботи достатньо прив'язок, ввімкнених за замовчуванням у налаштуваннях ПК.

Вставити фрагмент завдання

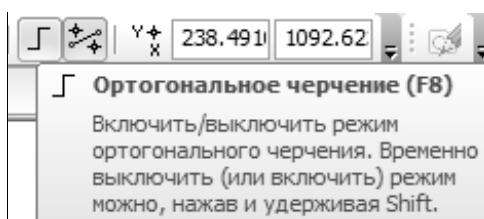
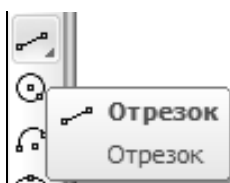
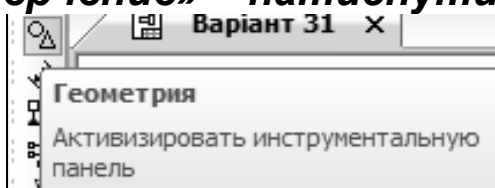
Клацнути **ПКМ** на полі формату, в контекстному меню, що відкрилося, клацнути ЛКМ на команді «Вставити зовнішній фрагмент». В стандартному діалозі відкриття файлів знайти і відкрити файл «Варіант 31».

Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерна графіка \ Лабораторні роботи \ Лабораторна робота №2.1 \ Варіант 31.

Зображення фрагменту, яке «прилипло» до курсору, розмісти в лівій частині кресленика і зафіксувати положення – клацнути ЛКМ. Завершити команду – клацнувши ЛКМ на кнопці STOP.

Провести осі координат

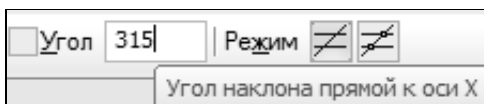
Активувати кнопку-перемикач «Геометрия», після чого аналогічно додатку 5 за допомогою команди «Отрезок» провести осі координат. Стиль лінії – «Тонкая». **Кнопку «Ортогональное черчение» – натиснути!**



Провести бисекторную плоскость

Клацнути ЛКМ в нульовій точці системи координат (кнопку «Ортогональное черчение» відключити!)

В полі параметру «Угол», розташованого в рядку параметрів, задати кут нахилу бісекторної площини – «315» ($360^0 - 45^0 = 315^0$).



Зафіксувати параметри – натиснути клавішу «Enter».

Зафіксувати точку кінця бісекторної площини – клацнути ЛКМ «STOP»

Побудувати профільну проекцію

Проаналізувати зображення фронтальної та горизонтальної проекцій групи геометричних тіл, уточнити їх конфігурацію та взаємне розташування. При необхідності змодельювати обстановку чи повторно розглянути принцип утворення проекцій на 3D-моделі.

* Проекції *

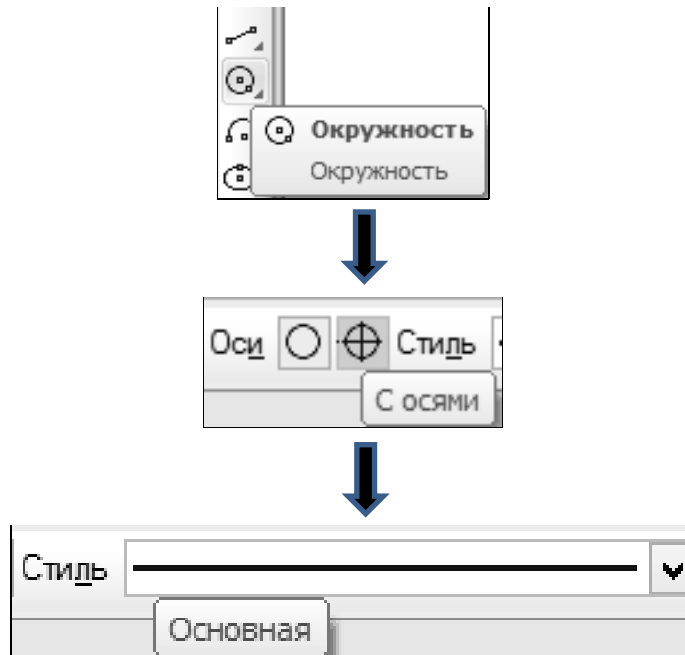
Використовуючи правило проекційної відповідності, побудувати профільну проекцію крайньої лівої фігури (циліндра). Для цього виконати такі дії:



[Клацнути ЛКМ в габаритних точках фронтальної та горизонтальної проекції фігури]

Змінити команду на «Вертикальная прямая» та клацнути ЛКМ в точках перетину горизонтальних допоміжних прямих з бісекторною площиною. **Слідкувати за дією прив'язок!**

В зоні, обмеженій горизонтальними та вертикальними допоміжними прямими, побудувати профільну проекцію циліндра – це коло:

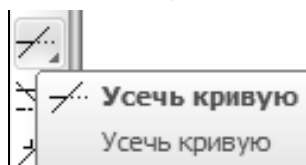
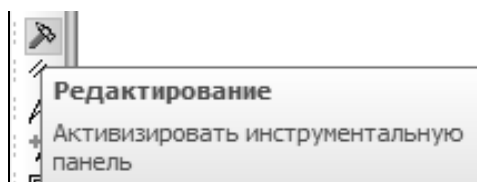


Виконуючи дії аналогічно попереднім, побудувати профільні проекції інших фігур. При побудовах використовувати команди «Отрезок», «Прямоугольник» або «Окружность». Стиль ліній – «Основная». Після завершення побудови, видалити всі допоміжні лінії.

Проаналізувати зображення профільних проекцій фігур на предмет видимості тієї чи іншої поверхні. При необхідності переглянути кольорове зображення додатку.

Видалити невидимі поверхні:

Невидимі поверхні зобразити лінією стилю «Штриховатая», команди «Отрезок» на панелі «Геометрия».



**[Видалити відрізки
прямих, які повинні
бути невидимими]**

Виконати індивідуальне завдання

Користуючись набутими навиками, виконати індивідуальне завдання, дотримуючись послідовності, описаній вище.

Зберегти файл у своїй папці

Оформити основний напис (аналогічно додатку 5)

Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

1. Показати і назвати всі проекції призми на індивідуальному завданні.
2. Показати фронтальну проекцію піраміди.
3. Назвати проекції всіх фігур на горизонтальній площині проекцій.
4. Видалити профільну проекцію однієї із фігур і побудувати її заново, не користуючись довідковими матеріалами.
5. Поставити точку на одній із проекцій певної фігури. Знайти цю точку на інших проекціях цієї ж фігури.

Technical drawing showing the projections of a composite object. The object consists of a rectangular base, a conical part on top, and a cylindrical part on the right. The drawing includes the front view (top), side view (left), and top view (bottom) on a coordinate system with X, Y, and Z axes. The origin is marked with '0'.

| | | | |
|--------------------------------|------------|---------|-------|
| <i>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2.1</i> | | | |
| Літера | Маса | Масштаб | |
| У | | 1:1 | |
| Арк | Аркшвіт | ? | |
| Побудова профільної проекції | | | |
| Варіант 31 | | | |
| ЗМ | Алк | № візку | Літис |
| Розроб | Веселка | | |
| Лерей | Бондаренко | | |

Лабораторна робота №2.2. Побудова трьох проекцій по аксонометрії

Мета роботи:

- **студент повинен знати** особливості аксонометричних зображень;
- **студент повинен уміти** креслити фронтальну, горизонтальну та профільну проекції по аксонометричному зображенню фігури;
- **студент повинен отримати навички** креслення з використанням прямокутної та ізометричної сіток.

Завдання:

Аналогічно додатку 7 побудувати фронтальну, горизонтальну та профільну проекції фігури по її аксонометричному зображенню.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Створити новий кресленик («Чертеж»)

Змінити формат А4 на А3

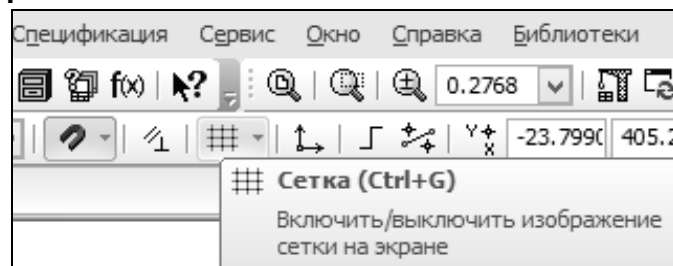
Зберегти файл (у Вашій папці)

Виконати поточні налаштування ПК

Включити прив'язку «По сетке». Всі інші прив'язки відключити – зняти «галочки».

Настроїти параметри сітки

Клацнути ЛКМ на кнопці «Сетка», розташованої в рядку поточного стану.

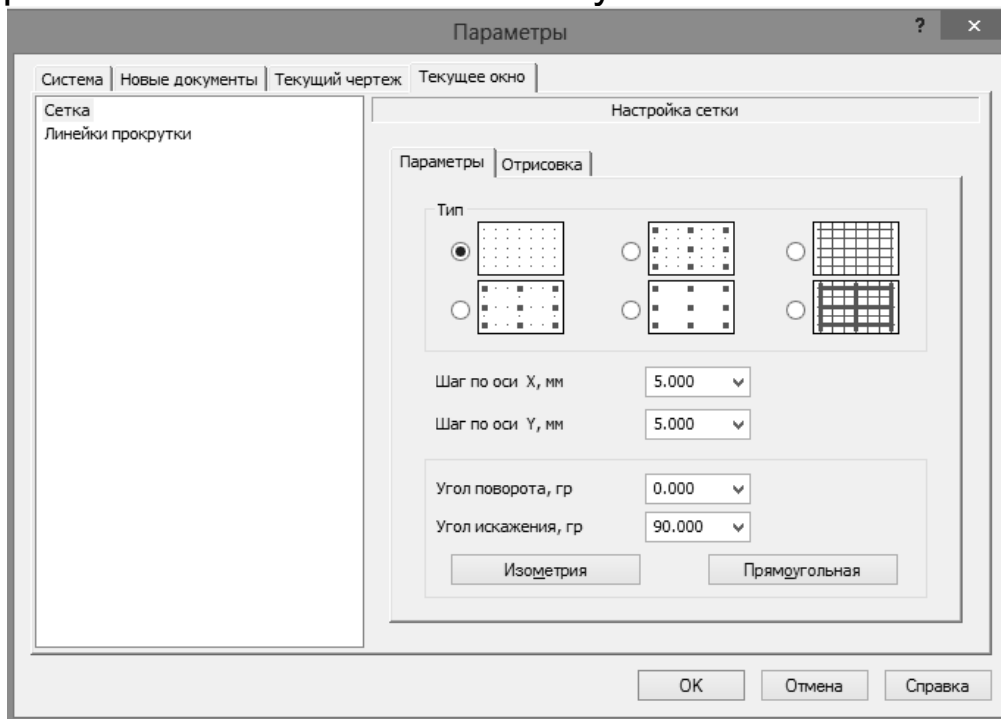


Розкрити меню команди «Сетка».

Активувати команду «Настроить параметры» – клацнути ЛКМ.

Перевірити установку параметрів сітки:

- у віконці опції «Тип» мітка має стояти біля сітки, утвореної точками;
- крок сітки по осях X та Y має бути «5.000».



Вставити фрагмент «Сітка прямокутника»

Клацнути **ПКМ** на полі кресленика.

Вибрати команду «Вставить внешний фрагмент»

Відкрити файл «Сітка прямокутника». Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерная графика \ Лабораторные работы \ Лабораторная работа №2.2 \ Сітка прямокутника.

Зорієнтувати зображення, яке «прилипло» до курсору, в лівій частині кресленика суворо по базовій сітці – **має спрацювати прив'язка «По сетке»!**

Вийти з режиму вводу – клацнути ЛКМ на кнопці «STOP».

Відключити режим «Сетка» – ще раз клацнути ЛКМ на кнопці «Сетка».

Вставити індивідуальне завдання

Клацнути **ПКМ** на полі кресленика.

Вибрати команду «Вставить внешний фрагмент».

Відкрити індивідуальне завдання. Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерная графика \ Лабораторные работы \ Лабораторная работа №2.2 \ Ваш вариант.

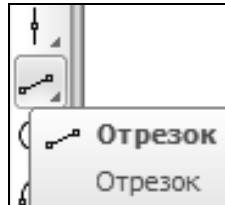
Розташувати зображення над основним написом і

зафіксувати його положення – клацнути ЛКМ.

Вийти з режиму вводу – клацнути ЛКМ на кнопці «STOP».

Виконати індивідуальне завдання

Аналогічно додатку 7 виконати індивідуальне завдання: побудувати фронтальну (вид по осі Y), горизонтальну (вид по осі Z) та профільну (вид по осі X) проекції фігури. Всі елементи зображення виконувати за допомогою кнопки «Отрезок».



Стиль лінії – «Основная».

При необхідності розглянути принцип утворення проекції за допомогою 3D-моделі.

Шлях до файлу «3D-модель»: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Інженерна графіка \ Лабораторні роботи \ Лабораторна робота №2.2 \ 3D-модель.

За бажанням студентів аксонометричне зображення фігури та її проекції можна зафарбувати, дотримуючись такого правила: поверхні, які відповідають одній проекції, зафарбувати в різні відтінки одного кольору (ближні – у світліші тони, віддалені – в темніші).

[«Инструменты» – команда на панелі головного меню] – [«Заливка»] – [Розкрити меню параметра «Тип»] – [«Одноцветная»] – [Розкрити меню параметра «Цвет»] – [«Другие цвета»] – [Вибрати колір на палітрі «Основные цвета»] – [Переміщуючи трикутник-повзунок індикатора, підібрати потрібний відтінок кольору] – [«ОК»] – [Клацнути послідовно на поверхнях, які потрібно зафарбувати в один колір] – Зберегти виконану дію клацнувши на кнопці «Создать объект».

Оформити основний напис

Двічі коротко клацнути ЛКМ на основному написі.

Аналогічно додатку 7 оформити основний напис.

Зберегти дані – кнопка «Создать объект».

Зберегти файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

1. Поставити точку на одній із проекцій фігури. Знайти цю точку на аксонометричному зображенні фігури та на двох інших проекціях.
2. Повторити завдання ще дев'ять разів на різних проекціях фігури.

Лабораторна робота №2.3. Побудова аксонометрії по трьох проекціях

Мета роботи:

- **студент повинен знати** різницю між прямокутним та аксонометричним зображенням;
- **студент повинен уміти** виконувати процедуру зворотну попередній лабораторній роботі, побудувати аксонометричне зображення фігури по заданих фронтальній, горизонтальній та профільній проекціях;
- **студент повинен отримати навички** креслення з використанням ізометричної сітки.

Завдання:

Аналогічно додатку 8 побудувати аксонометричне зображення фігури по її фронтальній, горизонтальній та профільній проекціях.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Створити новий кресленик

Змінити формат А4 на А3

Змінити формат з А4 на А3 з горизонтальною орієнтацією.

Зберегти файл

Зберегти файл у Вашій папці. Ім'я файлу – «Лабораторна робота №.2.3».

Виконати поточні налаштування ПК

Включити прив'язку «По сетке». Всі інші прив'язки відключити.

Увага! Режим «Ортогональное черчение» – має бути відключений!

Включити режим «Сетка»

Клацнути ЛКМ на кнопці «Сетка», розташованій на панелі поточного стану.

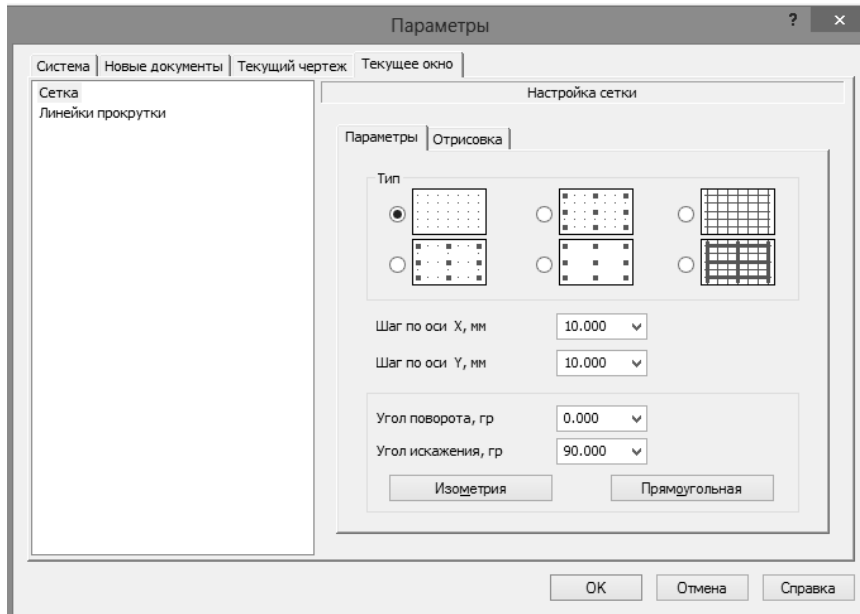
Розкрити меню команди «Сетка».

Активувати команду «Настроить параметры» – клацнути ЛКМ.

Активною має бути сітка, утворена точками.

Змінити крок сітки по осях X та Y – має бути «10.000».

Задати форму сітки – клацнути ЛКМ на кнопці «Изометрия».



Вставити фрагмент «Сітка ізометрична»

Клацнути **ПКМ** на полі кресленника.

Вибрати команду «Вставити зовнішній фрагмент»

Відкрити файл «Сітка ізометрична». Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерная графика \ Лабораторные работы \ Лабораторная работа №2.3 \ Сітка ізометрична.

Зорієнтувати зображення, яке «прилипло» до курсору, суворо по базовій сітці – **має спрацювати прив'язка «По сетке»!** Розташувати зображення сітки над основним написом.

Вийти з режиму вводу – клацнути ЛКМ на кнопці «STOP».

Відключити режим «Сетка» – ще раз клацнути ЛКМ на кнопці «Сетка».

Вставити індивідуальне завдання

Клацнути **ПКМ** на полі кресленника.

Вибрати команду «Вставити зовнішній фрагмент».

Відкрити індивідуальне завдання. Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Инженерная графика \ Лабораторные работы \ Лабораторная работа №2.3 \ Ваш вариант.

Фрагмент індивідуального завдання розташувати в лівій

частині формату.

Вийти з режиму вводу – клацнути ЛКМ на кнопці «STOP».

Виконати індивідуальне завдання

Аналогічно додатку 8 побудувати аксонометричне зображення фігури. Всі елементи зображення виконувати за допомогою кнопки «Отрезок». Стиль лінії – «Основная».

Рекомендація:

Побудову аксонометричного зображення фігури краще починати з побудови площадки, яка примикає до точки «0» на горизонтальній проекції.

За бажанням студентів аксонометричне зображення фігури та її проекції можна зафарбувати, дотримуючись рекомендацій лабораторної роботи №2.2.

Оформити основний напис

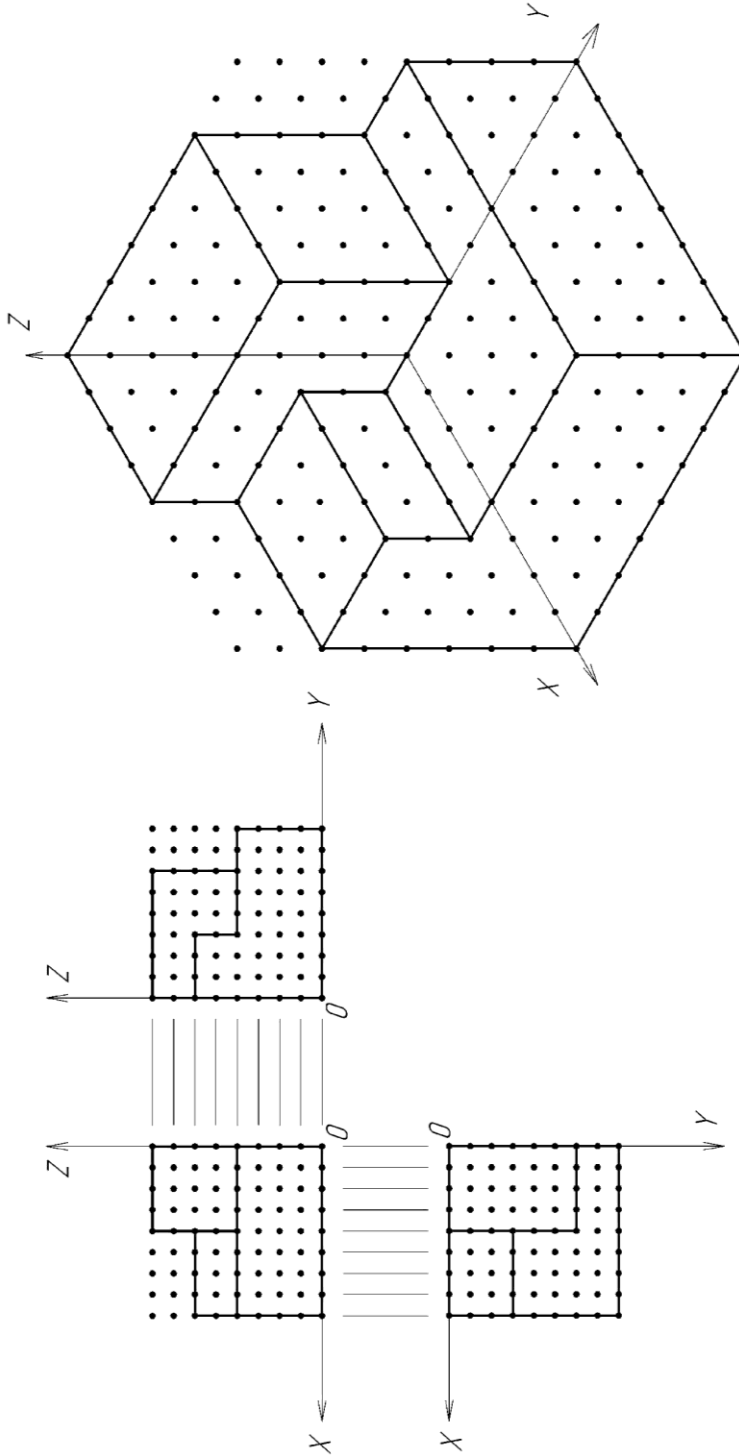
Аналогічно додатку 8 оформити основний напис.

Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

Запитання та вправи для самоконтролю дивись в лабораторній роботі №2.2.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2.3

| | | |
|---|------------|---------|
| Літера | Маса | Масштаб |
| У | | 1:1 |
| Арк | Арк | 1 |
| Подруба аксонометрії по трьох проєкціях | | |
| Варіант 31 | | |
| № арк | № докум | Підпис |
| Розроб | Всього | Датум |
| Перев | Бондаренко | |

Лабораторна робота №2.4. Побудова виду зліва

Мета роботи:

- **студент повинен знати** використання основної та штрихової ліній при зображенні видимих і невидимих поверхонь геометричних тіл, поглибити розуміння суті проекційного зв'язку;
- **студент повинен уміти** читати кресленики простих деталей геометричних тіл;
- **студент повинен отримати навички** побудови в КОМПАС-3D виду зліва при заданих головному виду та виду зверху.

Завдання:

Аналогічно додатку 9 побудувати вид зліва при заданих головному виду і виду зверху та встановити видимість поверхонь.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Створити новий кресленик

Змінити формат А4 на А3

Змінити формат з А4 на А3 з горизонтальною орієнтацією.

Зберегти файл

Зберегти файл у Вашій папці. Ім'я файлу – «Лабораторна робота №2.4».

Вставити фрагмент завдання

Клацнути ПКМ на полі формату.

Клацнути ЛКМ на команді «Вставити зовнішній фрагмент».

Відкрити фрагмент індивідуального завдання. Шлях до файлу: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Інженерна графіка \ Лабораторні роботи \ Лабораторна робота №2.4 \ Ваш варіант.

Побудувати вид зліва

Аналогічно додатку 9 побудувати вид зліва. Для цього, орієнтуючись на зображення головного виду, за допомогою

горизонтальної допоміжної прямої – кнопка «*Горизонтальная прямая*» – задати місце розташування характерних поверхонь виду зліва.

За допомогою вертикальної допоміжної прямої – кнопка «*Вертикальная прямая*» – вказати місце розташування осі симетрії виду зліва.

Орієнтуючись на зображення виду зверху, за допомогою паралельної допоміжної прямої – кнопка «*Параллельная прямая*» – вказати місце розташування симетричних елементів виду зліва (кнопка «*Две прямые*»).

На лініях, утворених допоміжними прямими, побудувати вид зліва, використовуючи команди «*Отрезок*» або «*Прямоугольник*». Стель ліній: видимого контуру – «*Основная*», невидимого – «*Штриховая*».

Провести вісь симетрії на виді зліва. Стель лінії – «*Осевая*».

Видалити допоміжні прямі

При необхідності видалити зайві лінії – кнопка «*Усечь кривую*» в режимі «*Редактирование*».

Оформити основний напис

Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

Запитання та вправи для самоконтролю дивись в лабораторній роботі №2.3.

Technical drawing of a mechanical part showing front, top, and side views with dimensions:

- Front view: Total length 60, diameter 30, chamfered end with radius 10, hole diameter 10, hole length 10, chamfered section length 50, chamfer angle 45°.
- Top view: Total length 80, diameter 50, hole diameter 30, hole length 20.
- Side view: Diameter 20, length 30.

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-------|--------|------------|------------|-----|--|---|--|
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2.5 | | | | | | | | | |
| Літера | | Місто | | Місцевість | | Рік | | Т | |
| У | | У | | 11 | | А | | Т | |
| Побудова виду зліва | | | | | Варіант 31 | | | | |
| Зм. | Арх. | № | Діагн. | Лінійс. | Дата | | | | |
| Розроб. | Виселка | | | | | | | | |
| Перед. | Бондаренко | | | | | | | | |

Лабораторна робота №2.5. Ізометрична прямокутна проекція

Мета роботи:

- **студент повинен знати** види аксонометричних і, зокрема, ізометричних проекцій;
- **студент повинен вміти** будувати аксонометричні проекції;
- **студент повинен отримати навички** побудови ізометричної прямокутної проекції в програмі КОМПАС–3D.

Завдання:

Ознайомитись з правилами побудови ізометричної прямокутної проекції (надалі – ізометрія) в пункті «2.4. Аксонометрія».

За основу, для побудови ізометрії деталі, взяти свій варіант завдання з лабораторної роботи №2.4.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Зкопіювати файл з якого буде будуватись ізометрична проекція

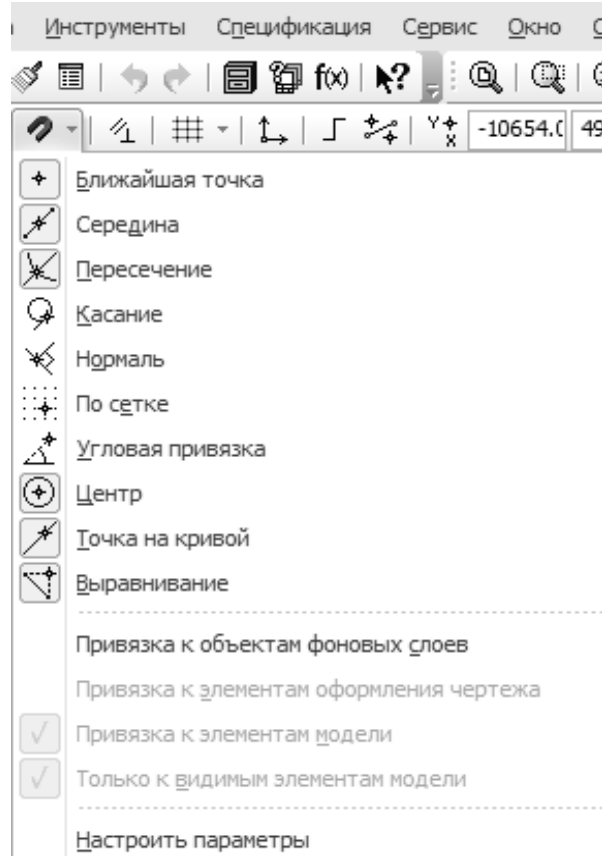
Відкрити файл «Лабораторна робота №2.4». Шлях до файлу:

\ Мій комп'ютер \ Локальний диск (D:) \ Інженерна графіка \ Ваша група \ Ваша папка \ Ім'я файлу.

Зробити копію та перейменувати. Змістити три проекції деталі у лівий верхній кут. Масштаб повинен бути А3 з горизонтальним розташуванням (лаб. 2.1).

Зберегти файл у вашій папці.

Включити прив'язки

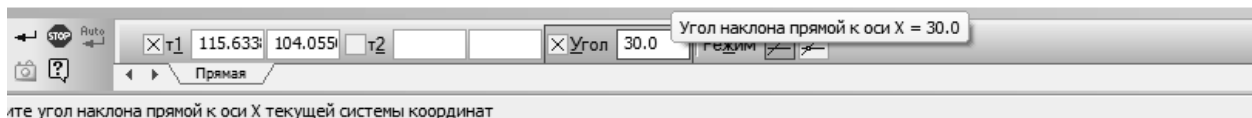


Відключити «Округление» .

Нанести оси

Центр осей розташувати як показано на рисунку.

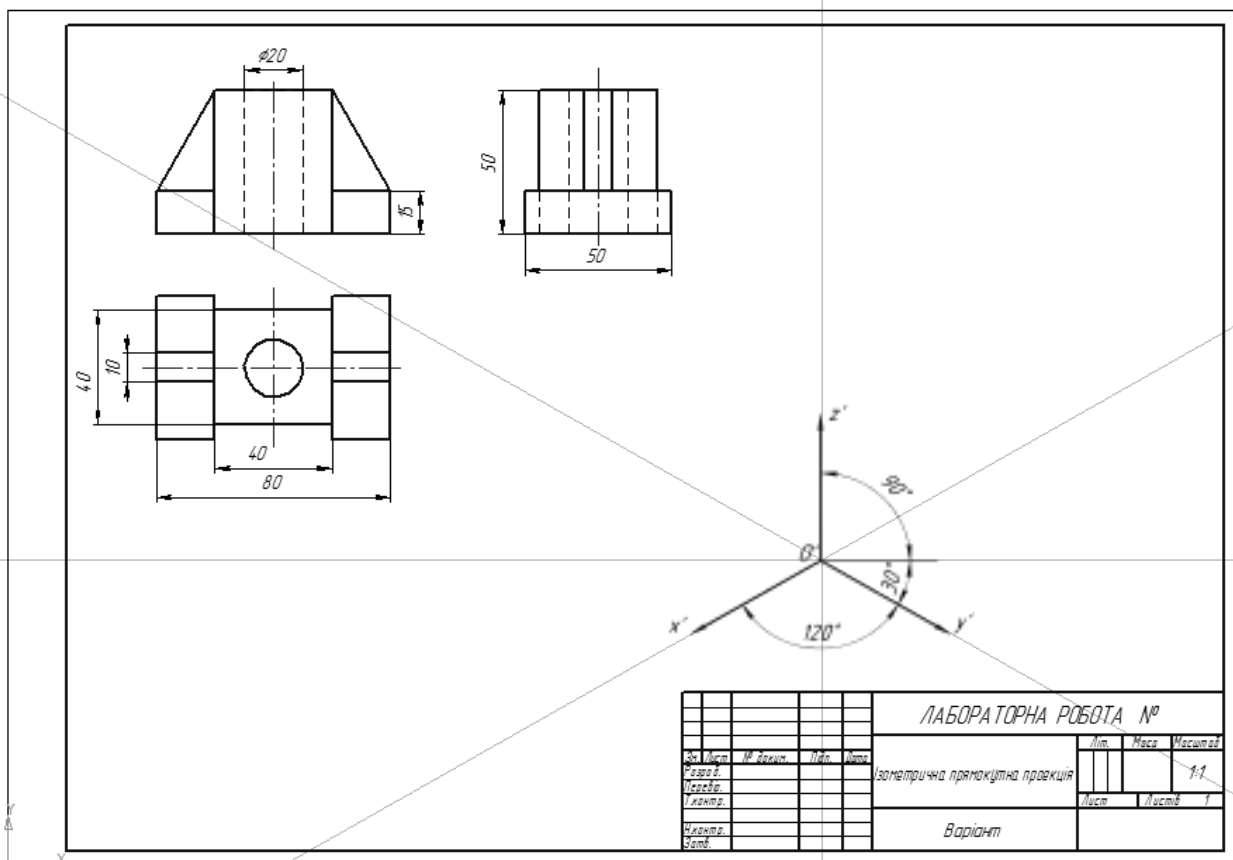
Спочатку відкладаємо вертикальну і горизонтальну осі (лаб. 1.2). Для нахилених прямих під кутом 30° до горизонтальної осі обираємо піктограму «Вспомогательная прямая» (лаб. 1.2) і прив'язуємось до перетину осей і в панелі властивостей у полі «Угол» вводимо 30° та натискаємо «Enter». Повторюємо попередні дії ще раз, тільки вводимо кут 150°



В результаті отримаємо осі координат для побудови прямокутної ізометричної проєкції.

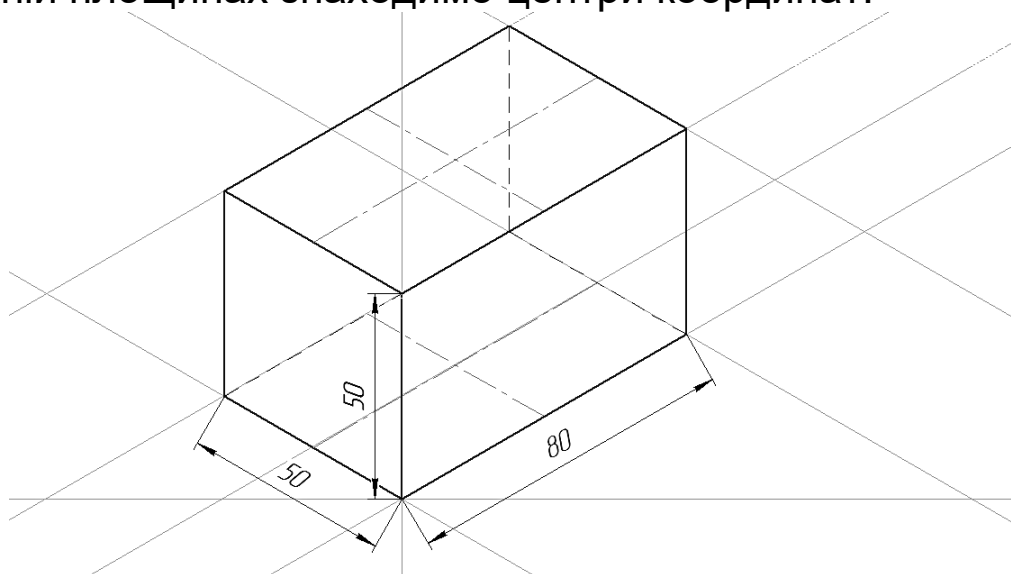
Наприклад, необхідно побудувати ізометрію наступної фігури.

*** Проекції ***



Побудова деталі в габаритних розмірах

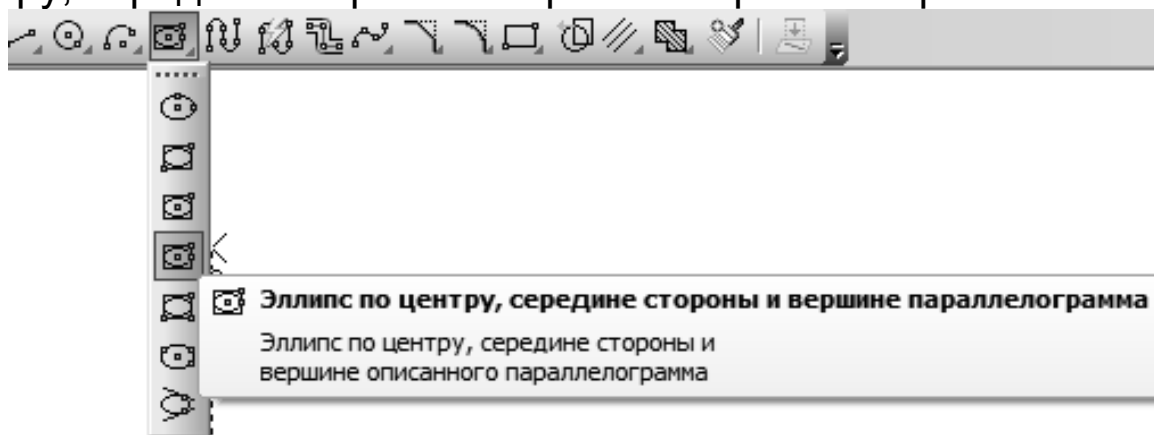
Починаємо побудову деталі з її габаритних розмірів, для цього по осі *X* відкладемо довжину деталі (80 мм), по осі *Y* ширину (50 мм.), а по осі *Z* висоту деталі (50 мм). На нижній та верхній площинах знаходимо центри координат.



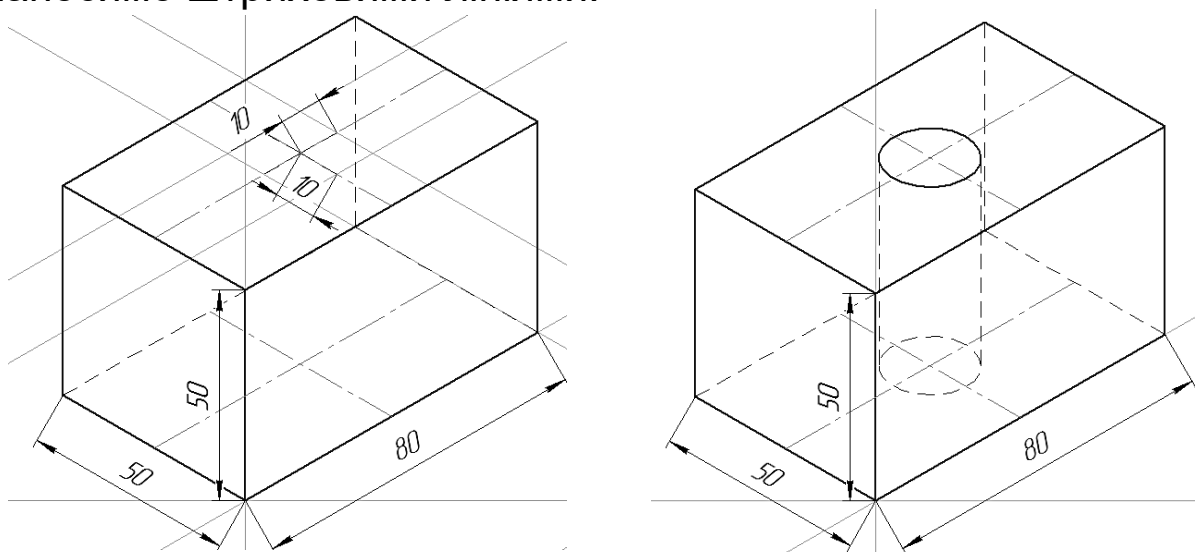
Побудова кола в ізометричній прямокутній проекції

Далі зображуємо отвір ($\varnothing 20$ мм), який на ізометричному зображенні буде мати вигляд еліпсу. В нашому випадку центр координат площин співпадає з центром координат кола. Для

цього необхідно відкласти з центра координат по 10 мм (половина діаметра кола) в право і вліво по осях X і Y . Для побудови еліпса на панелі «Геометрія» обираємо «Еліпс по центру, середині сторони і вершині параллелограма».



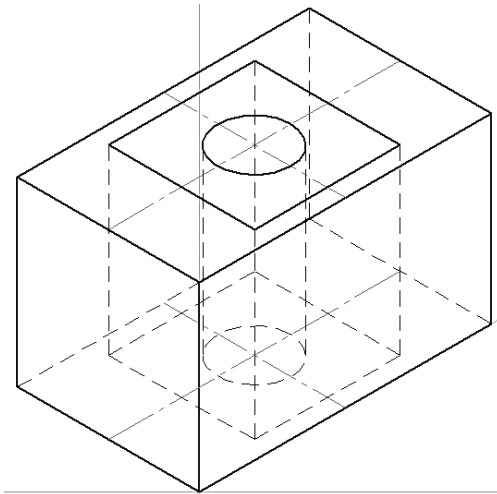
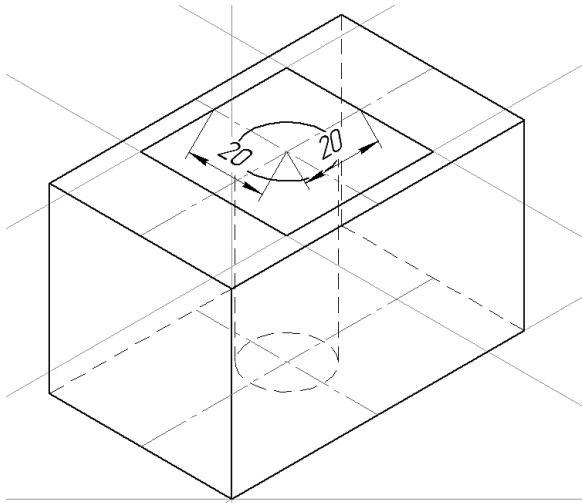
Далі отриманий еліпс копіюємо з прив'язкою до центра і вставляємо на нижній площині. Після цього з'єднуємо ці два еліпса таким чином, щоб утворився циліндр. Невидимі грані наносимо штриховими лініями.



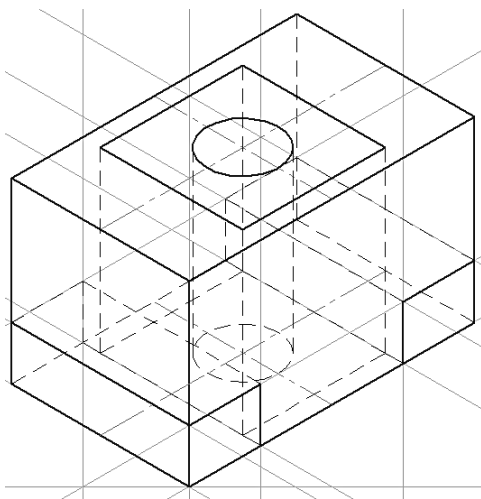
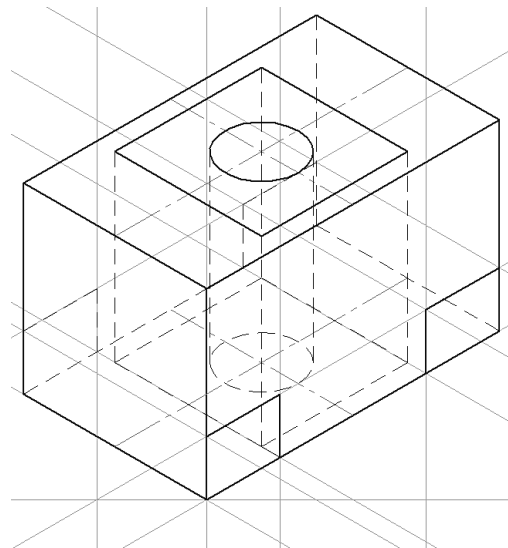
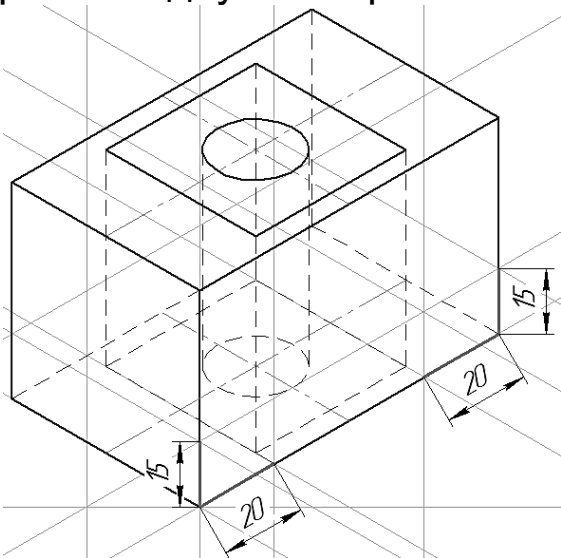
Покрокове вимальовування деталі

Зобразимо середню частину деталі. Вона має форму квадрата розміром 40 x 40 мм. Тому на верхній або нижній площині відносно центра відкладаємо лінії по 20 мм по осях X і Y . Паралельно осям координат площини проводимо паралельні прямі через кінці проведених ліній.

Копіюємо отриманий ромб з прив'язкою до центра і вставляємо на протилежній площині. З'єднуємо нижній і верхній ромби.

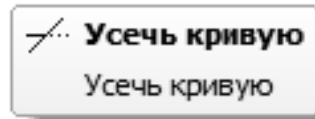
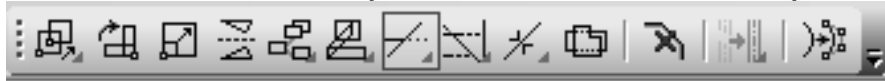


Далі відкладаємо по осі Z висоту «підшви» деталі (15 мм), а по осі X її довжину $((80-40) / 2 = 20$ мм), після чого проведемо через вершини отриманих відрізків паралельні прямі і з'єднаємо отримані точки між собою.

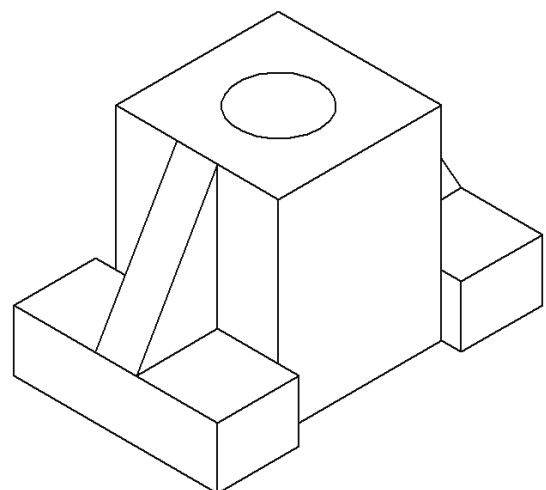
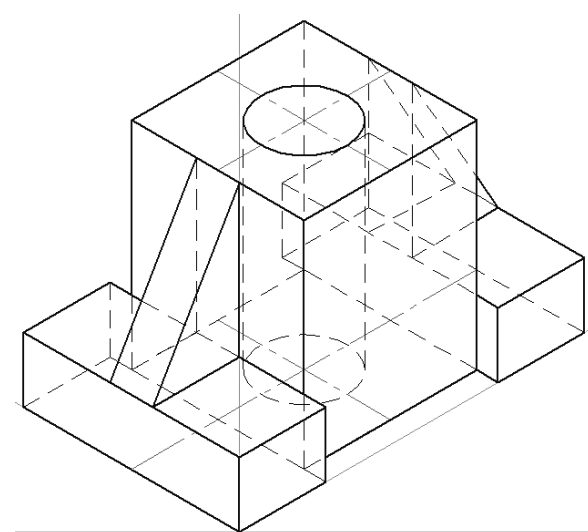
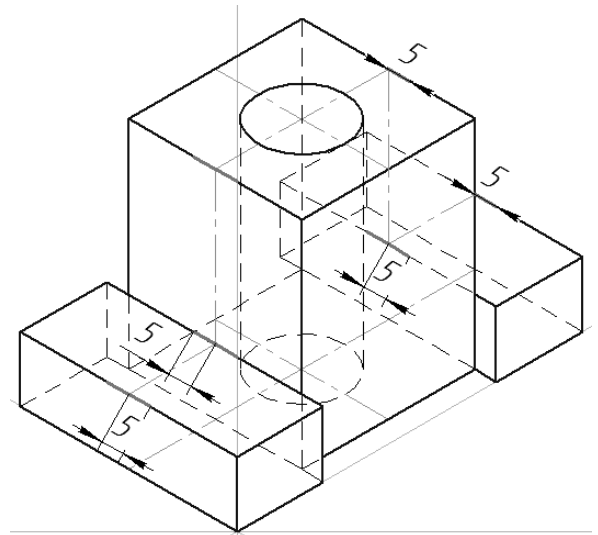
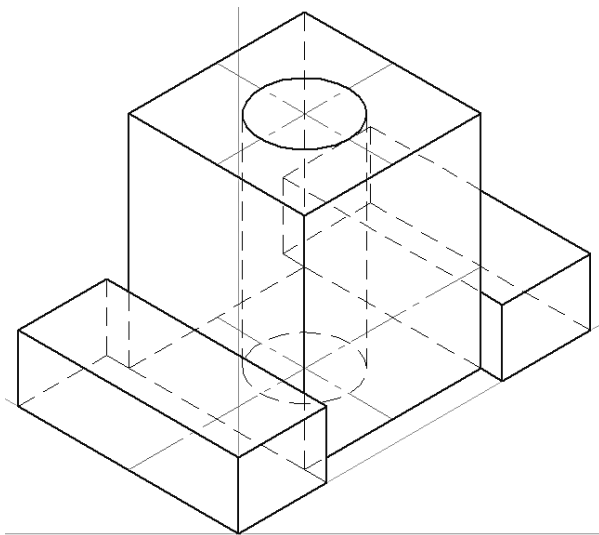


Користуючись піктограмою «Усечь кривую» на панелі

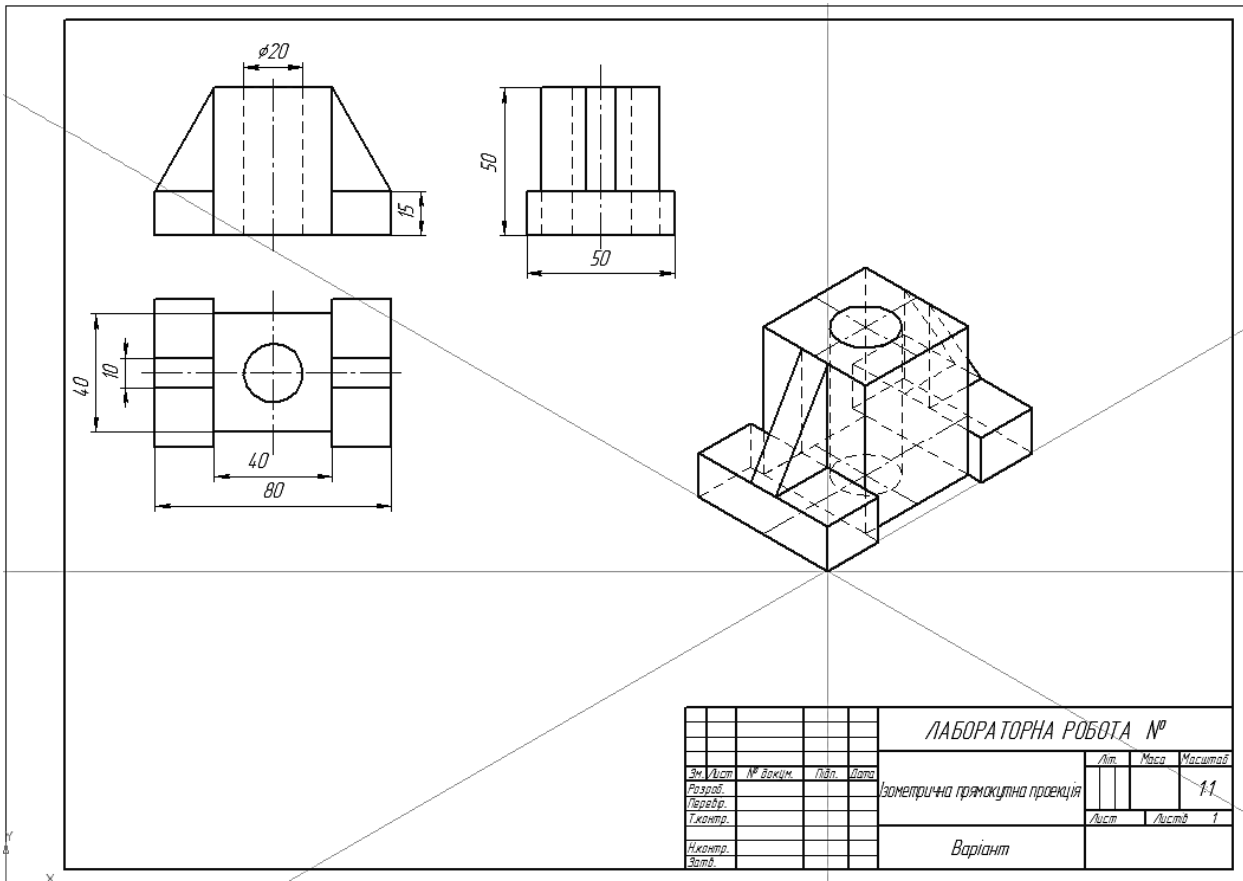
«Редактирование» прибираємо зайві лінії та виділяємо основними лініями видимі грані, а невидимі – штриховими.



Завершуємо побудову ізометричної фігури зображенням ребер жорсткості. У зв'язку з тим, що сторони ребер жорсткості розташовані симетрично осі, відкладемо по $10/2 = 5$ мм в обидва боки від осі і з'єднаємо отримані точки лініями.



*** Проекції ***



Оформити основний напис
Зберегти та закрити файл
Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання для самоперевірки

1. Що таке аксонометрія?
2. Які відмінності має прямокутна ізометрична проекція?
3. Який порядок побудови проекції?
4. Як зобразити коло в прямокутній ізометричній проекції?

РОЗРІЗИ

Лабораторна робота №3.1. Прості та складні розрізи

Мета роботи:

- *студент повинен знати* призначення розрізів та правила їх виконання;
- *студент повинен уміти* читати та зображувати прості та складні розрізи;
- *студент повинен отримати навички* зображення простих і складних розрізів в КОМПАС-3D.

Завдання:

Аналогічно додатку 10 виконати простий та складний розріз і побудувати їх зображення.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Створити новий кресленик

Змінити формат А4 на А3

Змінити формат з А4 на А3 з горизонтальною орієнтацією.

Зберегти файл

Зберегти файл у Вашій папці. Ім'я файлу – «Лабораторна робота №3.1».

Включити прив'язки

Включити всі прив'язки, крім «По сетке».

Вставити індивідуальне завдання

Клацнути ПКМ на полі кресленика.

Вибрати команду *«Вставити зовнішній фрагмент»*.

Фрагмент індивідуального завдання розташувати в лівій частині формату.

Проаналізувати завдання

Виконати простий розріз

Для кращого розуміння принципу утворення зображення простого розрізу переглянути 3D-модель – файл «А-А». Техніка перегляду 3D-моделей описана в лабораторній роботі №2.1.

Виділити зображення індивідуального завдання – клацнути ЛКМ (воно стало зеленим).

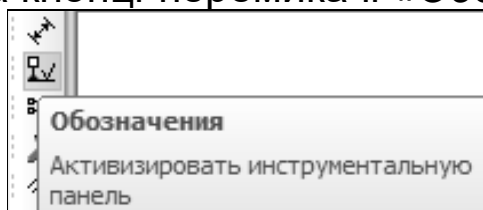
Клацнути **ПКМ** на виділеному зображенні. В контекстному меню, що відкрилось, вибрати команду *«Разрушить»*.

На виді зверху вставленого зображення провести січну площину простого розрізу «А-А» в місцях, які студент вибирає самостійно, орієнтуючись на додаток.

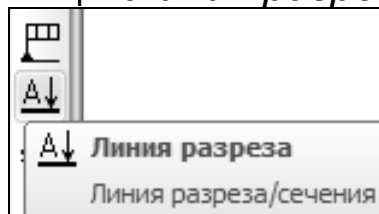
(Увага! Січна площина обов'язково має проходити через весь елемент зображення! Контролювати дію прив'язок!)

Для цього виконати такі дії:

Клацнути ЛКМ на кнопці-перемикачі *«Обозначения»*.



Клацнути ЛКМ на кнопці *«Линия разреза»*.



Клацнути послідовно ЛКМ в тих точках, через які пройде січна площина (***кнопку «Ортогональное черчение» натиснути!***). Якщо напрямок стрілок, що з'явилися не відповідає запланованому, перемістити курсор в протилежний бік.

Зафіксувати положення січної площини – клацнути ЛКМ в довільному місці. В результаті цієї операції курсор перетворився на мініатюрну систему координат.

Вказати вільне місце на кресленику, де буде зображено простий розріз – клацнути ЛКМ. В результаті у вказаному місці з'явиться напис «А-А».

Зобразити простий розріз

Зобразити простий розріз «А-А». В якості заготовки використати вид зліва індивідуального завдання. При цьому виконати такі дії:

Виділити вид зліва рамкою. Для цього завести курсор за межі зображення виду, натиснути ЛКМ і, не відпускаючи кнопку, провести курсором по діагоналі. Рамкою, яка при цьому утворюється, охопити зображення виду зліва повністю, після чого відпустити кнопку. В результаті зображення буде виділене – стане зеленим.

Клацнути **ПКМ** на виділеному зображенні. В контекстному меню активувати команду «Копіювати».

Мініатюрну систему координат, яка з'явилась, зафіксувати на осі симетрії виду – клацнути ЛКМ.

Клацнути **ПКМ** на полі кресленика.

В контекстному меню вибрати команду «Вставити».

Повернути зображення на потрібний кут. Для цього ввести величину кута у віконці параметру «Угол», розташованого на панелі властивостей. При повороті вправо перед цифрою, яка відповідає куту повороту, ставити знак мінус «-».

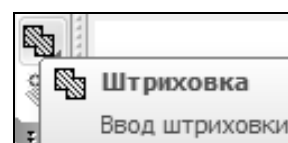
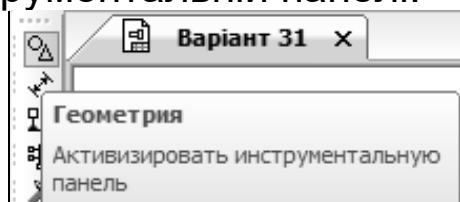
Зафіксувати зображення яке прилипло до курсору, під написом «А-А» – клацнути ЛКМ.

Вийти з режиму вводу – кнопка «STOP».

На зображенні розрізу показати ті поверхні, через які пройшла січна площина, і ті, що знаходяться за нею. Лінії поверхонь, які стали видимими, зобразити основними. Зайві елементи видалити.

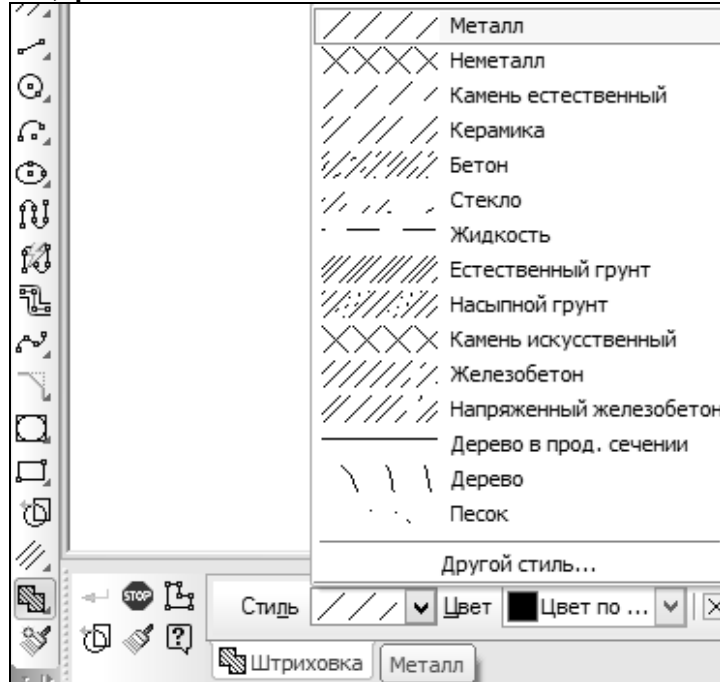
Заштрихувати розрізані поверхні

Активувати команду «Геометрия» після чого клацнути ЛКМ по кнопці «Штриховка», розташованій на інструментальній панелі.



Задати стиль штриховки. Для цього клацнути ЛКМ у вікні

стилю штриховки, розташованого на панелі властивостей



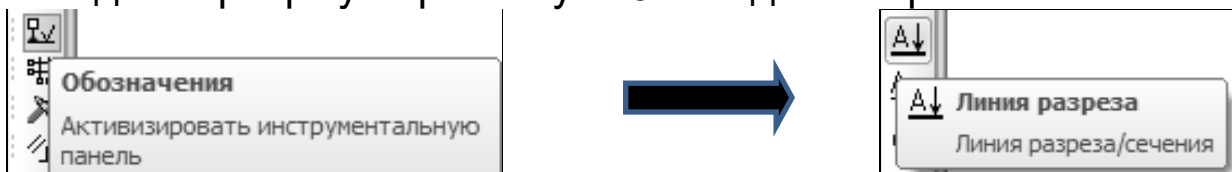
У вікні, що відкрилося, вибрати матеріал деталі – «Металл» (цей стиль штриховки задається у вікні параметру по налаштуваннях ПК)

Заштрихувати розрізані поверхні. Для цього послідовно клацнути ЛКМ всередині кожного замкнутого контуру, утвореного основною лінією.

Зберегти дані – клацнути ЛКМ на кнопці «Создать объект».

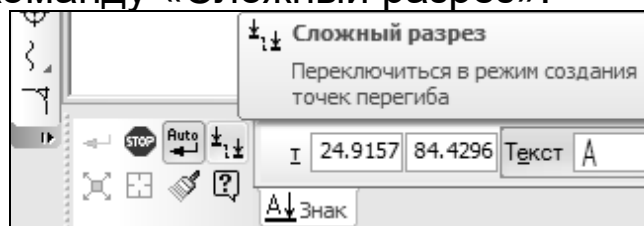
Виконати складний розріз

Для кращого розуміння принципу утворення зображення складного розрізу переглянути 3D-модель – файл «Б-Б».



Клацнути ЛКМ в місці розташування першої січної площини.

Активувати команду «Сложный разрез».



Вказати точки зміни положення січної площини (**Кнопку «Ортогональное черчение» активувати!**). По закінченні

зображення січної площини відмінити дію команди – ще раз клацнути ЛКМ по кнопці «Сложный разрез».

Якщо напрямок стрілок не відповідає запланованому, перемістити курсор в протилежний бік і клацнути ЛКМ.

Зафіксувати положення січної площини – клацнути ЛКМ в довільному місці. В результаті цієї операції курсор перетворився на мініатюрну систему координат.

Вказати вільне місце на кресленику, де буде зображено складний розріз – клацнути ЛКМ. В результаті чого у вказаному місці з'явиться напис «Б-Б».

В якості заготовки для зображення складного розрізу використати головний вигляд індивідуального завдання. Для цього слід виділити зображення головного виду – рамкою. Потім скопіювати головний вид, і вставити, скопійоване зображення, під написом «Б-Б». Вийти з режиму вводу – кнопка «STOP».

Оформити зображення складного розрізу аналогічно простому.

Побудувати дзеркальне зображення

У випадку, коли зображення головного виду не відповідає потрібному зображенню розрізу, то потрібно утворити його дзеркальне зображення. Для цього необхідно виконати наступні дії:

Виділити головний вид рамкою.

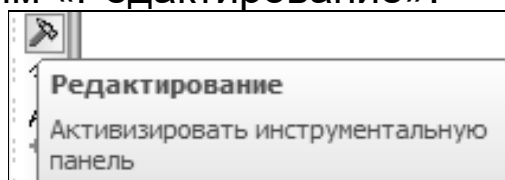
Скопіювати зображення головного виду.

Вставити скопійоване зображення під написом «Б-Б».

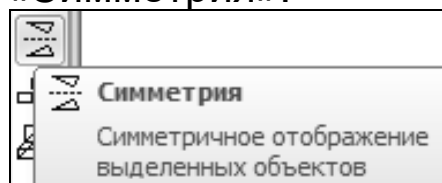
Видалити всі розміри.

Ще раз виділити зображення.

Активувати режим «Редактирование».



Натиснути кнопку «Симметрия».



Клацнути ЛКМ послідовно в тих точках прямої, відносно

якої буде утворене дзеркальне (симетричне) зображення.

Перервати команду – клацнути ЛКМ на кнопці «STOP».

Видалити зайве (зелене) зображення – натиснути клавішу «Delete».

Виконавши дії аналогічні попереднім, оформити зображення складного розрізу.

Оформити основний напис

Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

Змінити напрям стрілок простого і складного розрізів на протилежний і побудувати їх нове зображення.

ІНШІ ВИДИ КРЕСЛЕНИКІВ

Лабораторна робота №4.1. Складальний кресленик

Мета роботи:

- **студент повинен знати** види конструкторських документів, суть, призначення та механізм утворення складального кресленика і специфікації, особливості оформлення робочих документів;
- **студент повинен уміти** виконувати складальний кресленик та складати його специфікацію;
- **студент повинен отримати навички** компоновки складальних креслеників з використанням робочих креслеників деталей та складання специфікації в КОМПАС-3D.

Завдання:

Змінити буквенний код позначки деталей – додатки 13–22.

Використовуючи кресленики деталей в якості заготованки, аналогічно додатку 12 побудувати складальний кресленик.

Створити специфікацію до складального кресленика.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Відкрити папку «Лабораторна робота №4.1»

Відкрити папку «Лабораторна робота №4.1». Шлях до папки: \ «Мой компьютер» \ «Локальный диск (D:)» \ Інженерна графіка \ Лабораторні роботи \ Лабораторна робота №4.1.

Скопіювати папку «ЛІРА.267420.016»

Клацнути **ПКМ** на папці «ЛІРА.267420.016».

В контекстному меню, клацнути ЛКМ на команді «Копировать».

Відкрити свою папку.

Вставити скопійовану папку. Для цього клацнути **ПКМ** і активувати команду «Вставить».

Створити новий кресленик

Змінити формат з А4 на А3

Змінити формат з А4 на А3 з горизонтальною орієнтацією.

Оформити основний напис

Аналогічно додатку 12 оформити основний напис складального кресленика.

Присвоїти ім'я файлу

Присвоїти ім'я файлу і зберегти його у Вашій папці з деталями до лабораторної роботи №4.1. Ім'я файлу – це позначка Вашого складального кресленика.

Побудувати головний вид СБ

Відкрити Вашу папку до лабораторної роботи №4.1.

Відкрити кресленик першої деталі в списку файлів.

Виділити рамкою зображення розрізу відкритої деталі.

Клацнути **ПКМ** на виділеному зображенні.

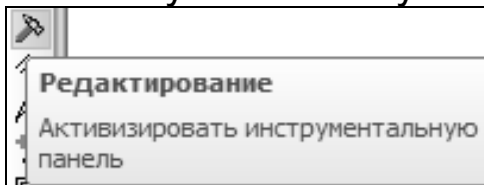
Клацнути ЛКМ на команді «Копировать».

Закрити файл.

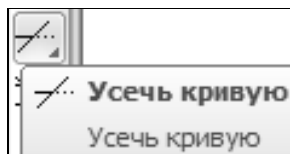
Вставити скопійоване зображення за межами складального кресленика.

Привести вставлене зображення деталі у відповідність до зображення додатку 12.

Для цього потрібно активувати кнопку «Редактирование».

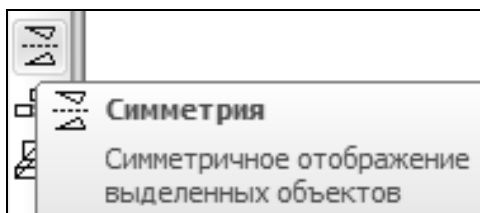


Для видалення зайвих ліній використати команду «Усечь кривую».



Для того щоб зробити зображення симетричним, або повернути на потрібний кут – використати команду

«Симметрия».



Головне, відредаговане зображення виділити рамкою і клацнути на ньому **ПКМ**. В контекстному меню клацнути ЛКМ на команді «Объединить в макроэлемент». Після цієї операції всі елементи зображення стають єдиним цілим. Якщо виникає потреба зруйнувати мікроелемент, клацнути **ПКМ** на зображенні і вибрати команду «Разрушить».

Відкрити послідовно інші деталі, з якими виконати необхідні дії.

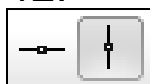
В лівій частині складального кресленика вказати місце розташування осі симетрії головного виду складального кресленика вертикальною допоміжною прямою.

Із підготовлених зображень деталей скомпонувати зображення головного виду. Побудову починати з деталі «Шарнір сферичний». При вставці скопійованих зображень контролювати точку вводу. Це – спільна точка суміжних деталей. При відсутності чітко вираженої точки використовувати допоміжні прямі.

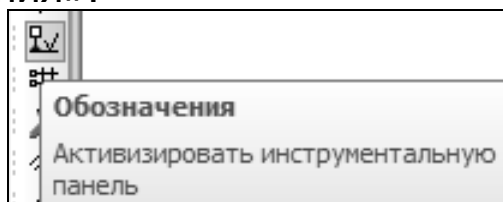
Привести зображення складального кресленика у відповідність з додатком 12. При необхідності змінити параметри штриховки – «Шаг» та «Угол».

Поставити позиції деталей

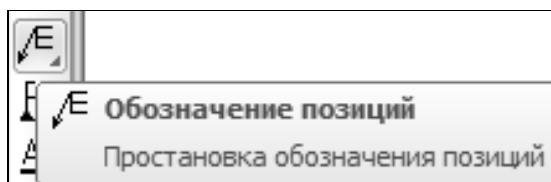
Перш ніж приступити до цієї операції, за допомогою допоміжних прямих, задати місце розташування полиць позицій – аналогічно додатку 12.



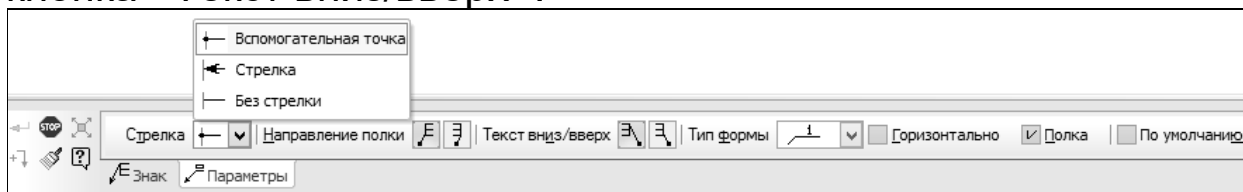
Щоб поставити позиції деталей, потрібно активувати команду «Обозначения».



Потім клацнути по команді «Обозначение позиций».



В результаті проведених дій внизу екрана з'явиться панель властивостей. На даній панелі потрібно відкрити закладку «Параметры» та встановити вид виносної лінії позиції («Вспомогательная точка», «Стрелка» чи «Без стрелки») та напрямок полиці – команда «Направление полки». На цій же панелі виставляємо напрямок тексту – кнопка «Текст вниз/вверх».



Клацнути ЛКМ на деталі. Завершити операцію введення позицій – клацнути ЛКМ на проведеній допоміжній лінії. Зберегти виконані дії за допомогою кнопки «Создать объект».

Позиції ставити в довільній послідовності. Після введення останньої позиції натиснути кнопку «STOP».

Увага! Не допускати перетину виносних ліній.

Відстань між сусідніми полицями по вертикалі має бути не менше 10 мм.

Вставити кріпильні деталі

Вказати місце розташування кріпильних деталей.

За допомогою допоміжних паралельних прямих вказати місце розташування кріпильних деталей – параметр «Расстояние» має бути 28 мм (це половина розміру 56 мм).

Вставити шайбу ГОСТ 10450-78

Розкрити меню команди «Библиотеки», розташованій на панелі головного меню. Наступні дії виконати в такій послідовності:

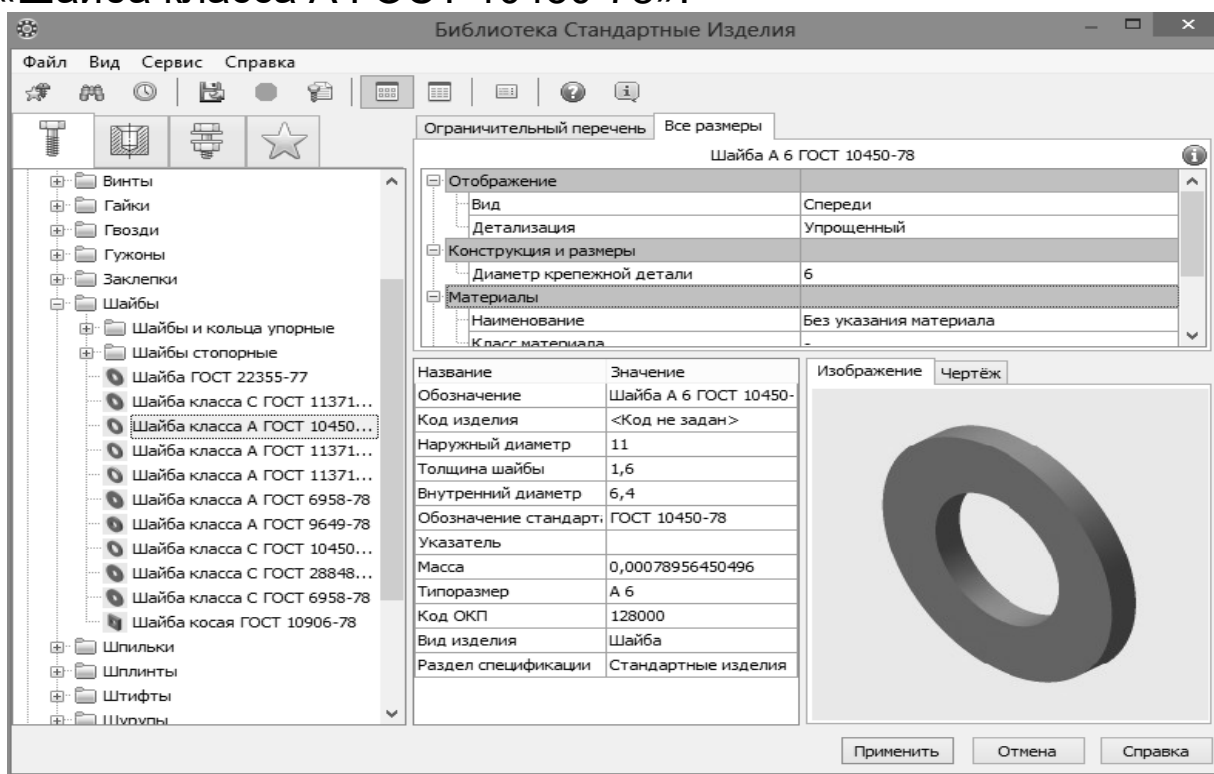
Вибрати «Стандартные изделия».

Перейти на команду «Вставить элемент» і клацнути ЛКМ по ній, в результаті з'явиться нове вікно.

Із даного меню вибрати команду «Крепёжные изделия» і двічі коротко клацнути ЛКМ по команді.

З розкритої папки вибрати іншу папку «Шайбы» і також двічі коротко клацнути ЛКМ по ній.

Вибрати шайбу – двічі коротко клацнути ЛКМ на рядку «Шайба класса А ГОСТ 10450-78».



Двічі коротко клацнути ЛКМ «Отображение».

Вибрати параметр «Вид: спереди».

Вибрати параметр «Детализация: Упрощенный».

Двічі коротко клацнути ЛКМ на рядку «Конструкция и размеры».

В меню що відкрилося вибрати шайбу діаметром 6 мм – двічі коротко клацнути ЛКМ.

Двічі коротко клацнути на рядку «Материалы» і вибрати команду «Без указания материала».

Активувати команду «Применить».

Вставити зображення шайби на складальному кресленіку – клацнути ЛКМ на проведеній допоміжній прямій.

Зафіксувати положення шайби – ще раз клацнути ЛКМ на цій же прямій.

Зберегти проведені дії за допомогою кнопки «Создать объект».

Після цього відкриється наступне вікно «Объект спецификации»:

*** Лабораторна робота №4.1. ***

| Объект спецификации | | | | | | |
|---------------------|------|------|-------------|-------------------------|------|------------|
| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
| | | 10 | | Шайба А 6 ГОСТ 10450-78 | 1 | |

OK Отмена Справка

В графі «Кол.» замінити число «1» на число «3».

Підтвердити факт введення – кнопка «ОК».

Поставити позицію шайби на кресленику. Для цього клацнути ЛКМ на зображенні шайби. Зображення виносної лінії з позицією, яке з'явилось, ввести на полі кресленика. При необхідності змінити напрямок полиці.

Зберегти дані – кнопка «Создать объект».

Ввести зображення шайби в іншому місці.

Знову зберегти дані за допомогою кнопки «Создать объект». Після чого відкриється вікно «Объект спецификации». Далі натискаємо «ОК» та «STOP». **Вікно не закривати!**

Вставити шайбу ГОСТ 6402-70

Розкрити меню команди «Шайбы стопорные» – двічі коротко клацнути. Наступні дії виконати в такій послідовності:

- «Нормальная пружинная шайба ГОСТ 6402-70 (исп. 1)».
- «Представления»: «положение фиксации» – да».
- «Отображение»: «Вид» – «Спереди». «Детализация» – «Упрощённый»
- «Конструкция и размеры»: вибрати шайбу діаметром 6 мм.
- «Материалы» – «Без указания материала».
- «Покрытия»: «Без покрытия».
- «Применить».

Вставити зображення шайби на складальному кресленику.

Зафіксувати положення шайби – ще раз клацнути ЛКМ на цій же прямій.

Натиснути команду – «Создать объект».

Після цього знову відкриється вікно «Объект спецификации».

В графі «Кол.» замінити число «1» на число «3».

Підтвердити факт введення – кнопка «ОК».

Поставити позицію на кресленику. Для цього клацнути ЛКМ на зображенні шайби. Зображення виносної лінії з позицією, яке з'явилося, ввести на полі кресленика. При необхідності змінити напрямок полиці.

Зберегти дані – кнопка «Создать объект».

Ввести зображення шайби в іншому місці.

Знову зберегти дані за допомогою кнопки «Создать объект». Після чого відкриється вікно «Объект спецификации».

Далі натискуємо «ОК» та «STOP».

Вставити болт М6х18 ГОСТ 15591-70

Розкрити меню команди «Болты» – двічі коротко клацнути. Наступні дії виконати в такій послідовності:

- «болты с шестигранной головкой»
- «Болт ГОСТ 15591-70 (исп. 1)»
- «Отображение: Вид – Спереди». Детализация – Упрощённый»
- «Конструкция и размеры: Диаметр резьбы – «6»; Шаг резьбы – «1»; Длина болта – «18»; Размер под ключ – «10»
- «Конструкция и размеры + Материалы»: «Без указания материала»
- «Покрытия: Без покрытия»
- «Применить»
- Вставити зображення болта на складальному кресленику
- Зафіксувати положення болта – ще раз клацнути ЛКМ на цій же прямій
- Зберегти дані – «Создать объект».

У вікні, що відкрилось, в графі «Кол.» замінити число «1» на число «3».

Підтвердити факт введення – кнопка «ОК».

Поставити позицію болта на кресленику. Для цього клацнути ЛКМ на зображенні болта. Зображення виносної лінії з позицією, яке з'явилося, ввести на полі кресленика. При необхідності змінити напрямок полиці.

Зберегти дані – кнопка «Создать объект».

Ввести зображення болта в іншому місці.

Знову зберегти дані за допомогою кнопки «Создать объект». Після чого відкриється вікно «Объект спецификации».

Далі натискаємо «ОК» та «STOP».

Вставити болт М8х8 ГОСТ 15591-70

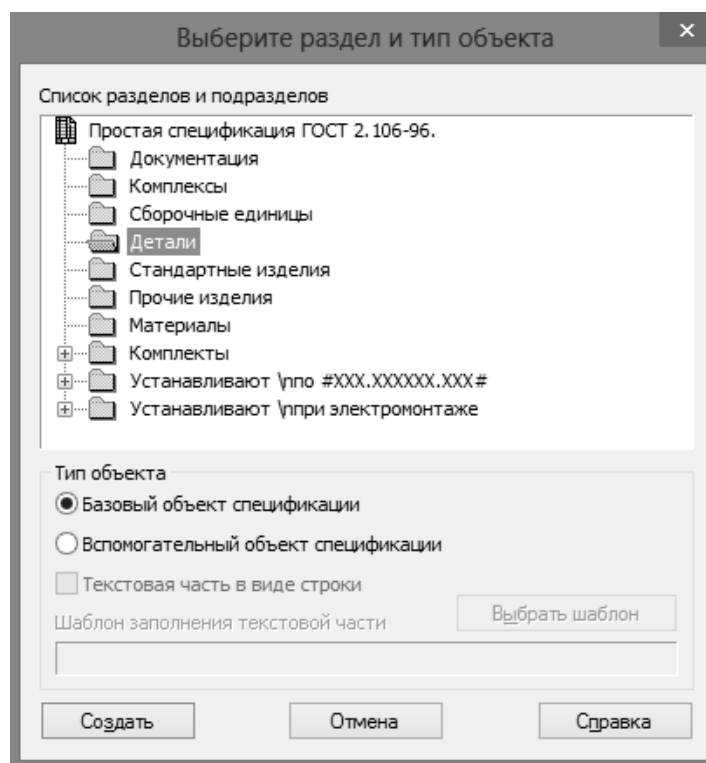
Вставити зображення болта М8х8 ГОСТ 15591-70, виконавши дії аналогічні попереднім.

Внести деталі в специфікацію

Виділити певну деталь на головному виді – клацнути ЛКМ.

Клацнути **ПКМ** на зображенні виділеної деталі.

В контекстному меню клацнути ЛКМ на команді «Добавить объект спецификации». В результаті відкриється наступне вікно:



Клацнути ЛКМ на іконці «Детали».

Клацнути ЛКМ на кнопці «Создать». В результаті відкриється наступне вікно:

Объект спецификации

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|------------------|------------------|------|------------|
| | | 1 | РУНО.74.1765.008 | Шарнір сферичний | 1 | |

Ввести в специфікацію реквізити деталі: «Формат», «Обозначения», «Наименование», «Кол.».

«ОК»

Ввести в специфікацію реквізити інших деталей

Виконуючи дії аналогічні попереднім, ввести в специфікацію реквізити інших деталей.

Створити розділ «Документация»

Виділити рамкою все зображення головного виду.

Клацнути **ПКМ** на виділеному зображенні.

«Добавить объект спецификации».

Клацнути ЛКМ на папці «Документация».

«Создать».

Аналогічно додатку 11 оформити розділ «Документация».

«ОК»

Зняти виділення.

Синхронізація позицій

Виділити зображення певної деталі на головному виді.

Натиснути клавішу «Shift». Не відпускаючи клавішу, клацнути ЛКМ на позиції цієї деталі. В результаті вона також буде виділена.

Клацнути ЛКМ на команді «Спецификация», розташованій на панелі головного меню.

Клацнути ЛКМ на команді «Редактировать объекты» – відкриється специфікація.

Виділити потрібну деталь і клацнути **ПКМ**.

В контекстному меню клацнути ЛКМ на команді «Редактировать состав объекта».

У вікні, що відкрилось, клацнути ЛКМ на кнопці «Добавить».

Закрити специфікацію.

Синхронізувати позиції інших елементів специфікації, виконавши описані вище дії.

Створити нову специфікацію

Режим формування специфікації, описаний вище, називається підлеглим. Це – ще не специфікація. Для створення справжньої специфікації виконати такі дії:

«Создать» новий документ – «Спецификация» – підтвердити «ОК».

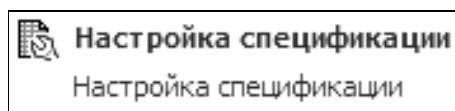
В результаті на екрані з'явиться пустий бланк

специфікації.

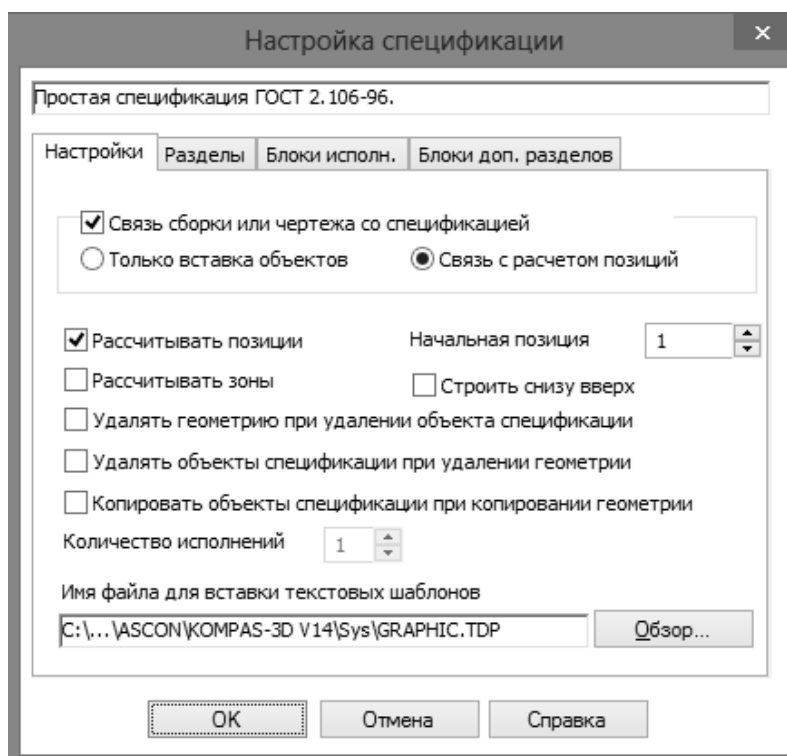
Присвоїти ім'я специфікації. Ім'я файлу – позначка складального кресленика без шифру СБ.

Налаштувати специфікацію

Клацнути ЛКМ на кнопці «Налаштування специфікації».



В результаті відкриється наступне вікно:

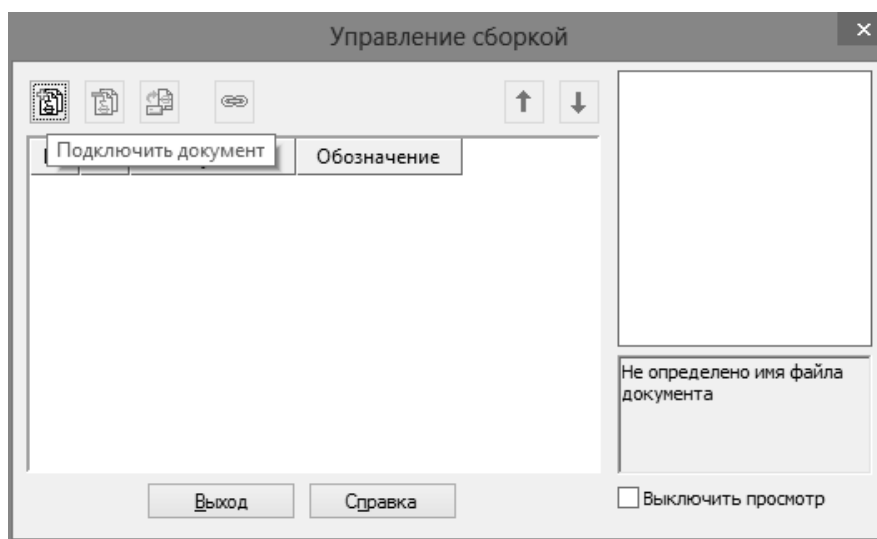


Поставити мітки в вікнах опій:

- «Связь сборки и чертежа со спецификацией».
- «Связь с расчетом позиций».
- «Рассчитывать позиции».
- Зняти мітку у вікні опції «Рассчитывать зоны».
- «ОК».

Клацнути **ПКМ** на полі специфікації.

В контекстному меню клацнути ЛКМ на команді «Управление чертежами сборки».



У вікні, що відкрилося, клацнути ЛКМ на кнопці «Подключить документ». В результаті відкриється вікно відкриття файлів.

Відкрити свій складальний кресленик – клацнути ЛКМ. «Выход».

В результаті всі об'єкти віртуальної специфікації увійшли до реальної.

Синхронізувати номери позицій в специфікації та СБ

Синхронізувати номери позицій в специфікації та СБ. Для цього клацнути **ПКМ** на будь-якому рядку специфікації. В меню, що відкрилось, клацнути ЛКМ на команді «Синхронизировать данные».

«ОК».

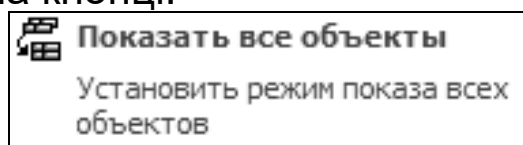
В результаті цієї операції однойменні номери позицій в специфікації та в складального кресленика стануть однаковими.

Видалити об'єкти специфікації

Відкрити свою специфікацію.

При необхідності видалити зайві об'єкти специфікації. Для цього виконати такі дії:

Клацнути ЛКМ на кнопці:



Клацнути ЛКМ на рядку, який потрібно видалити, – він стане червоного кольору. Видалити рядок – натиснувши клавішу «Delete».

Підтвердити факт видалення об'єкту – натиснувши кнопку

«Да» у вікні, яке при цьому відкриється.

Внесення змін у специфікацію

Двічі коротко клацнути ЛКМ на рядку і внести зміни.

Зберегти внесені зміни – кнопка «Создать объект».

Закрити специфікацію – «Да» – «ОК».

Оформити основний напис специфікації

Кнопка «Вид» на панелі головного меню

«Разметка страниц»

Оформити основний напис аналогічно додатку 11.

«Создать объект».

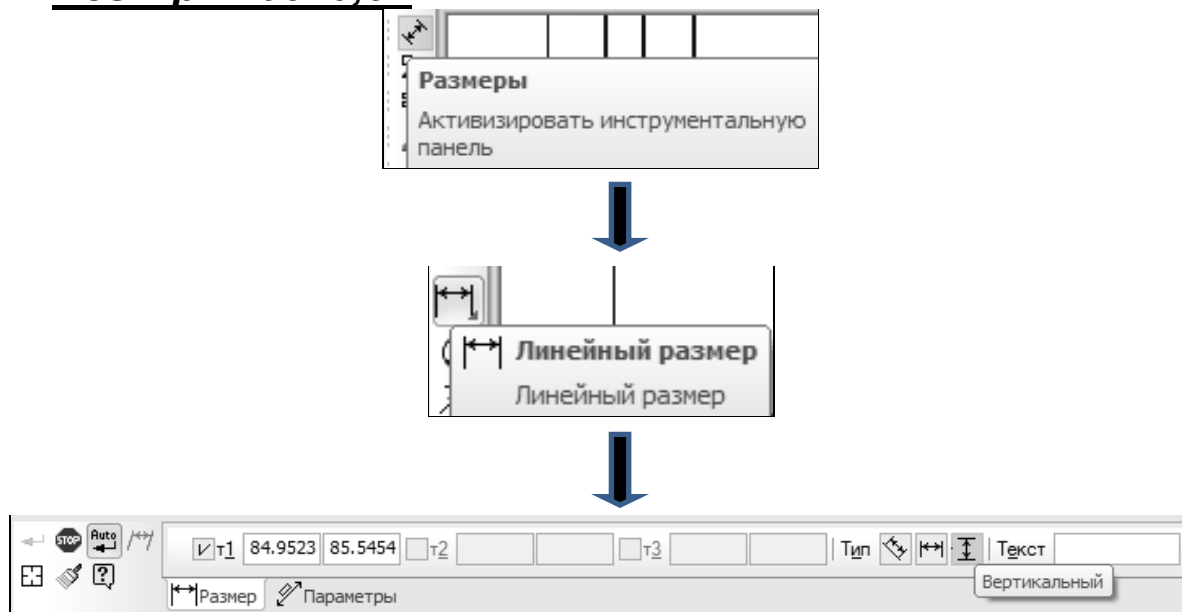
Зберегти внесені зміни.

Закрити специфікацію.

Нанести розміри

За допомогою паралельних допоміжних прямих вказати місце розташування розмірів « $105\pm 0,5$ », «110*», « $\varnothing 16^*$ ».

Розмір « $105\pm 0,5$ »



- Відкрити вікно «Текст»;
- Зняти «галочку» у вікні «Авто»;
- У вікні «Значение» ввести розмір «105»;
- У вікні «Отклонения» вставити величину граничного відхилення «0,5»;
- Натиснути кнопку зі знаком « \pm »;
- Поставити «галочку» в вікні команди «Включить»;
- «ОК»;
- Нанести розмір на складальний кресленик;
- «STOP».

Розмір «110*»

Виконати наступні дії:

- Активувати кнопку «Размеры»;
- Вибрати «Линейный размер»;
- «Вертикальный»;
- Відкрити вікно «Текст»;
- Зняти «галочку» у вікні «Авто»;
- У вікні «Значение» ввести розмір «110»;
- Параметр «Отклонения» має бути відключеним (без «галочки»);
- Клацнути ЛКМ у вікні опції «Текст после»;
- «Вставить»;
- «Спецзнак»;
- «Простановка размеров»;
- Перемістити лінійку прокрутки вниз;
- «Звезда с индексом»;
- Виділити знак «*»
- «ОК»;
- «ОК»;
- Нанести на СБ розмір «110»;
- «STOP».

Розмір «Ø16*»

Виконати наступні дії:

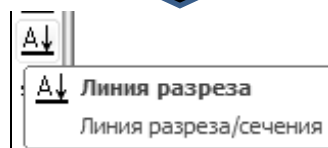
- Активувати кнопку «Размеры»;
- Вибрати «Линейный размер»;
- «Горизонтальный»;
- Відкрити вікно «Текст»;
- У вікні параметра, розташованого зліва від параметра «Значение», вибрати знак діаметра «Ø»;
- Клацнути ЛКМ у вікні опції «Текст после»;
- «Вставить»;
- «Спецзнак»;
- «Простановка размеров»;
- «Звезда с индексом»;
- Виділити знак «*»
- «ОК»;
- Нанести на СБ розмір «Ø16*»;

– «STOP».

Виконати розріз «А–А»

Аналогічно додатку 12 задати місце розташування січної площини розрізу «А–А» горизонтальною допоміжною прямою.

Провести розріз «А–А»:



Клацнути послідовно ЛКМ в точках розміщення розімкнених ліній.

Для зображення розрізу «А–А» в якості заготовки використати зображення виду зверху корпусу, додаток 14 та розміри сильфону в площині розрізу «А–А», додаток 20.

Об'єднати позиції кріпильних деталей

Об'єднати позиції кріпильних деталей в єдиний блок. Для цього двічі клацнути ЛКМ на позиції нижньої кришки, додаток 13.

Відкрити вікно «Текст».

Поставити курсор в кінці номера позиції і натиснути клавішу «Enter».

Аналогічно додатку 12 ввести позицію болтів М6х18 та їх кількість.

Аналогічно ввести позиції шайб.

«ОК».

Видалити позиції кріпильних деталей, проведених раніше безпосередньо до самих кріпильних деталей.

Ввести технічні вимоги

Над основним написом ввести текст технічних вимог. Шрифт тексту – 5мм.

Оформити основний напис

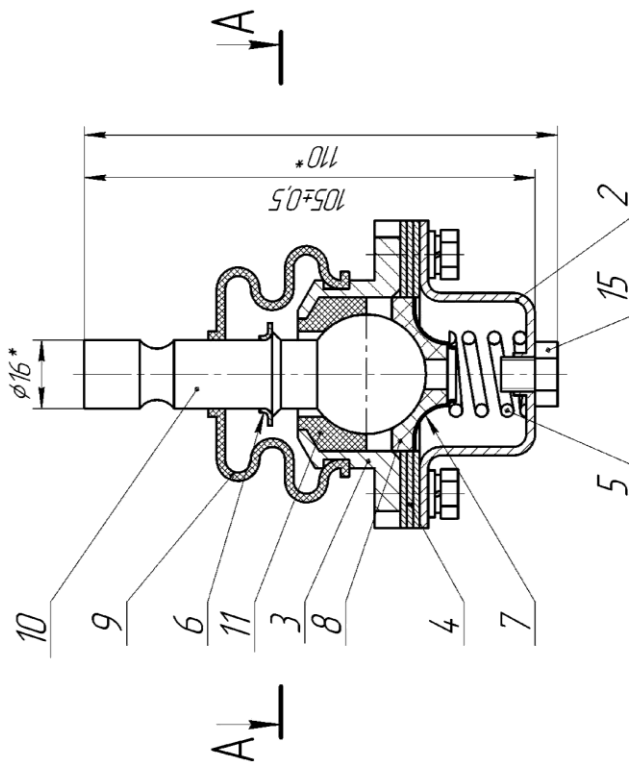
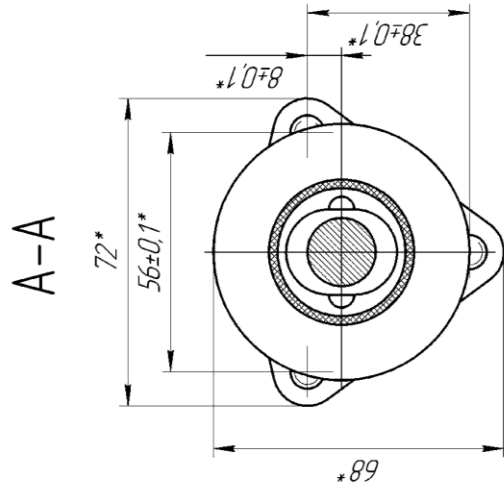
Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання та вправи для самоконтролю

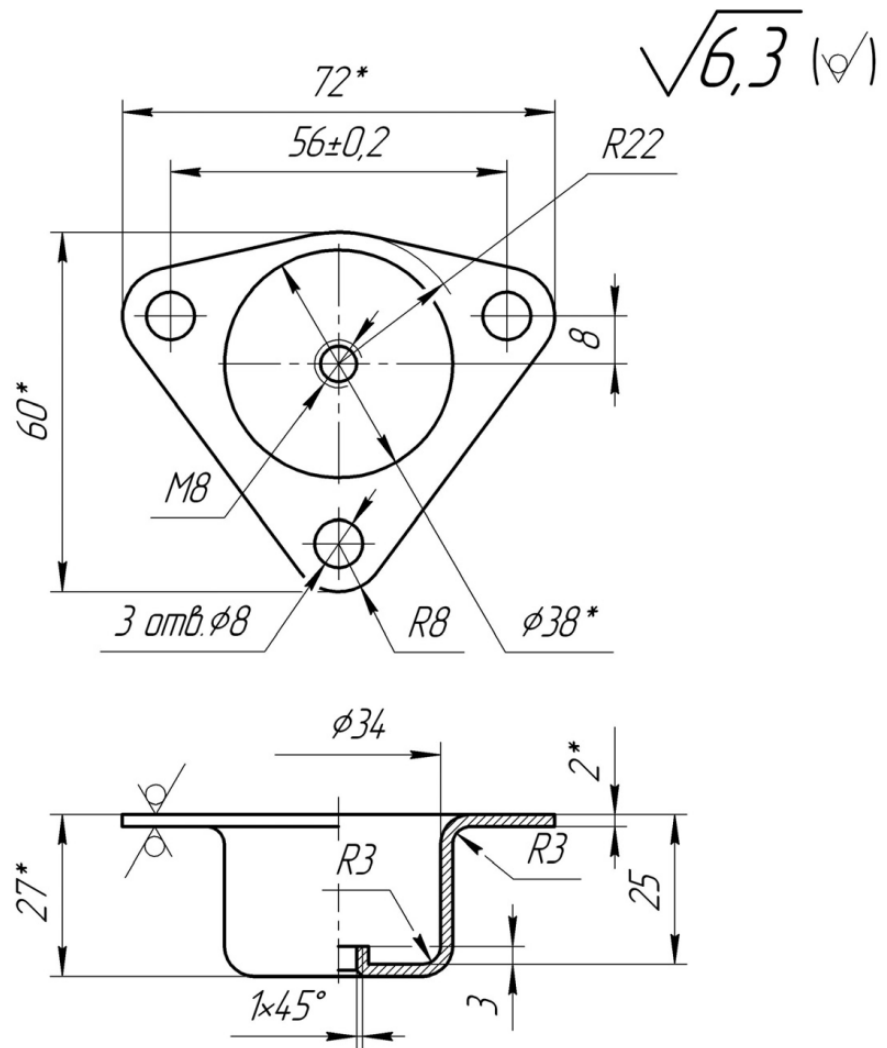
Головна задача лабораторної роботи – побудувати зображення складального кресленика та створити специфікацію, чітко дотримуючись алгоритму роботи. Про правильність виконаної роботи свідчить синхронізація позицій деталей в складальному кресленнику та специфікації.

| Формат | Зона | Поз. | Познака | Назва | Кіль. | Примітка |
|--------|------|------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|----------|
| | | | | <i>Документація</i> | | |
| A3 | | | ЛІРА.267420.016СБ | Складальний кресленик | | |
| | | | | <i>Детали</i> | | |
| A4 | 2A | 2 | АРФА.984210.120 | Накривка | 1 | |
| A3 | 2A | 3 | БАЙТ.725402.010 | Корпус | 1 | |
| A4 | 2A | 4 | БАРС.810050.142 | Прокладка | 3 | |
| A4 | 2A | 5 | КАДР.902436.002 | Пружина | 1 | |
| A4 | 2A | 6 | КЕДР.975200.068 | Накривка | 1 | |
| A4 | 2A | 7 | ЛАВР.984210.119 | Накривка | 1 | |
| A4 | 2A | 8 | МАРС.761824.015 | Втулка | 1 | |
| A4 | 2A | 9 | НОРД.963054.240 | Сильфон | 1 | |
| A4 | 2A | 10 | РУНО.741765.008 | Шарнір сферичний | 1 | |
| A4 | 2A | 11 | ЯВІР.761825.016 | Втулка | 1 | |
| | | | | <i>Стандартные изделия</i> | | |
| | | 14 | | Болт М6 x 18 ГОСТ 7805-70 | 3 | |
| | 2A | 15 | | Болт М8 x 8 ГОСТ 7805-70 | 1 | |
| | | 16 | | Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70 | 3 | |
| | | 17 | | Шайба 6 ГОСТ 10450-78 | 3 | |
| | | | | <i>ЛІРА.267420.016</i> | | |
| Зм | Арк | № докum. | Підпис | Дата | | |
| Розроб | | Веселка | | | Літера | Арк. |
| Перев | | Бондаренко | | | | Аркцифр |
| | | | | | | 1 2 |
| | | | | | <i>Опора сферична</i> | |



1. * Розміри для довідок.
2. Сферичну поверхню деталі, поз. 10, змастити змазкою ЦИАТИМ.
3. Інші технічні умови – по ОСТ4 ГО.070.015.

| | | | | |
|-----------------------|------------|--------|------|---------|
| ЛІРА.267420.016СБ | | Літера | Маса | Масштаб |
| Опора сферична | | У | 0,5 | 1:1 |
| Складальний кресленик | | Арк | Арк | 1 |
| Зм. Арк. | № дожим. | Підпис | Дата | |
| Розроб. | Виселка | | | |
| Перев. | Бондаренко | | | |



1. *Разміри для довідок.

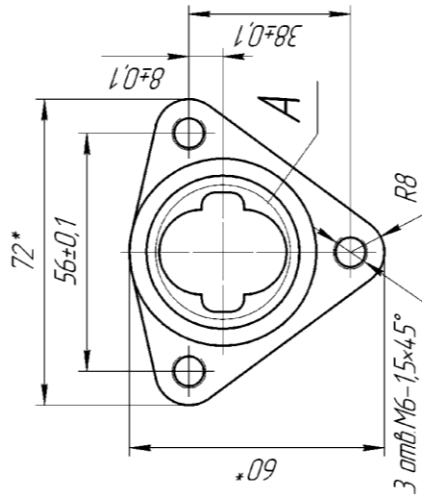
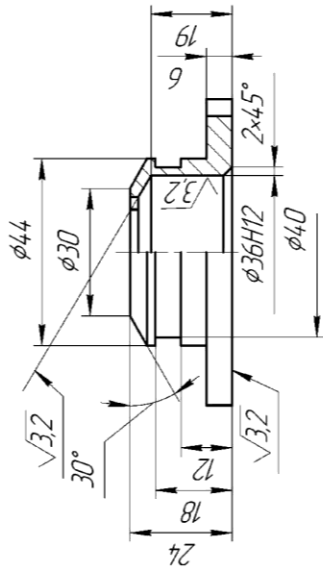
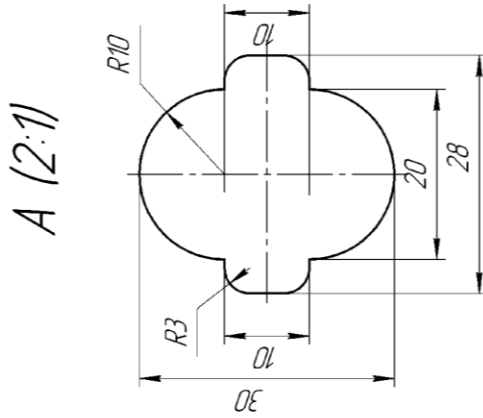
2. Невказані граничні відхили розмірів: $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

3. Покрив Кд24.хр.

4. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО.070.014.

| | | | | | | | | |
|---------|------|------------|---------|-------|----------------------------|--------|--------|---------|
| | | | | | АРФА.984210.120 | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис. | Дата. | Накривка | Літера | Маса | Масштаб |
| Розроб. | | Веселка | | | | у | 0,06 | 1:1 |
| Перев. | | Бридаренко | | | | Арк. | Аркцив | 1 |
| | | | | | Стрічка 20-С-Н-2 ГОСТ 2284 | | | |

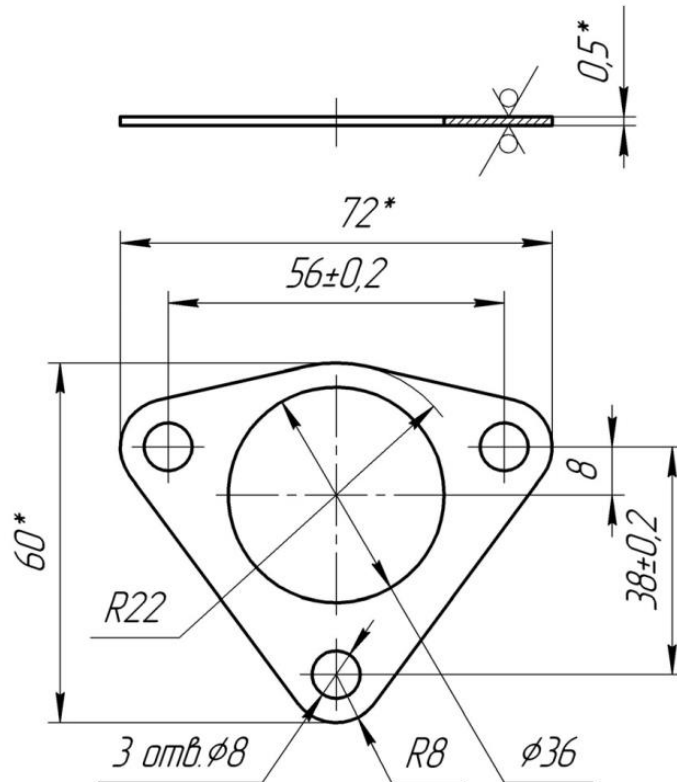
$\sqrt{6,3}$ M



1. *Розміри для довідок.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: Н14, н14.
3. Покрів К012. хр.
4. Інші технічні вимоги – по ОСТ14.ГО.070.014.

| | | | | |
|--------------------|------------|--------|-----------|---------|
| БАНТ.725402.010 | | Литера | Маса | Масштаб |
| Корпус | | У | 0,15 | 1:1 |
| Сталь 20 ГОСТ 1050 | | Арк | Аркшвид 1 | |
| Зм | Арк | № док | Підпис | Дата |
| Розроб | Векелка | | | |
| Перев | Бондаренко | | | |

$\sqrt{6,3}$ (✓)



1. *Розміри для довідок.

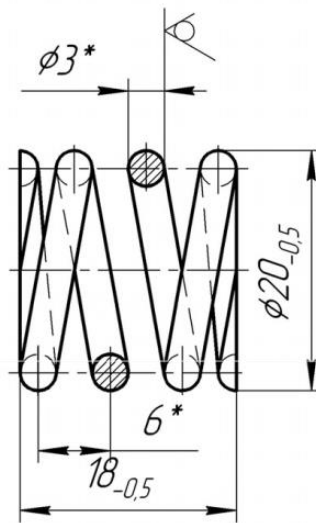
2. Невказані граничні відхилення розмірів: $H14, \pm \frac{IT14}{2}$.

3. Покрив Кд 24.хр.

4. Інші технічні вимоги - по ОСТ4 ГО.070.014.

| | | | | | | | | |
|---------|------|------------|--------|------|--------------------------------|--------|---------|---------|
| | | | | | БАРС.810050.142 | | | |
| Зм. | Арк. | № доцм. | Підпис | Дата | Прокладка | Літера | Маса | Масштаб |
| Розроб. | | Веселка | | | | у | 0,01 | 1:1 |
| Перев. | | Бондаренко | | | | Арк. | Аркцифр | 1 |
| | | | | | Стрічка 10-М-2-НО-0,5 ГОСТ 503 | | | |

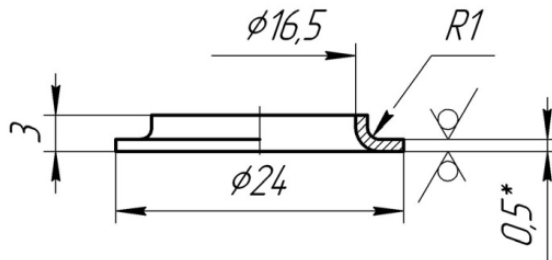
$\sqrt{6,3}$ (✓)



1. *Разміри для довідок.
2. Кількість робочих витків 3.
3. Кількість витків повна 5.
4. Напрямок навивання лівий.
5. Покрив Кд12.хр.
6. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО. 070.014.

| | | | | | | | | | |
|---------|------|------------|--------|------|-----------------------------------|--------|--------|---------|--|
| | | | | | КАДР.902436.002 | | | | |
| Зм. | Арк. | № докum. | Підпис | Дата | Пружина | Літера | Маса | Масштаб | |
| Разроб. | | Веселка | | | | У | 0,02 | 1:1 | |
| Переб. | | Бондаренко | | | | Арк. | Аркцив | 1 | |
| | | | | | Пруток 3-Б-н9-Т-У8А ГОСТ 14955 | | | | |

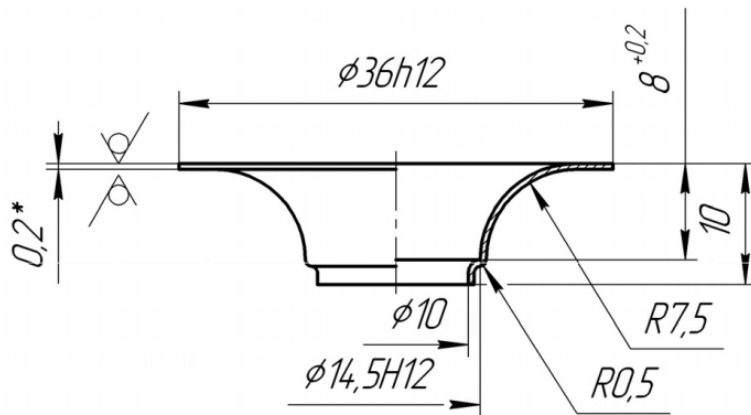
$\sqrt{6,3}$ (✓)



1. Невказані граничні відхилення розмірів: Н14, н14.
2. Поверх Кд 12. хр.
3. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО.070.014.

| | | | | | | | | |
|----------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| | | | | | <i>КЕДР.975200.068</i> | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ док.м.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Накривка</i> | <i>Літера</i> | <i>Маса</i> | <i>Масштаб</i> |
| <i>Розроб.</i> | <i>Веселка</i> | | | | | <i>у</i> | <i>2 г</i> | <i>2:1</i> |
| <i>Перев.</i> | <i>Бондаренко</i> | | | | | <i>Арк.</i> | <i>Аркцифр</i> | <i>1</i> |
| | | | | | <i>Стрічка 10-М-2-НО-0,5 ГОСТ 503</i> | | | |

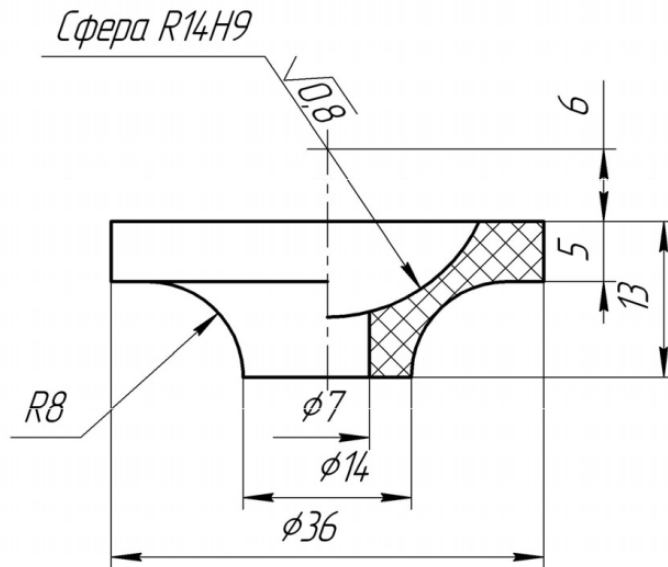
$\sqrt{6,3}$ (✓)



1. *Розмір для довідок.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: $H14, h14, \pm \frac{IT14}{2}$.
3. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО.070.14.

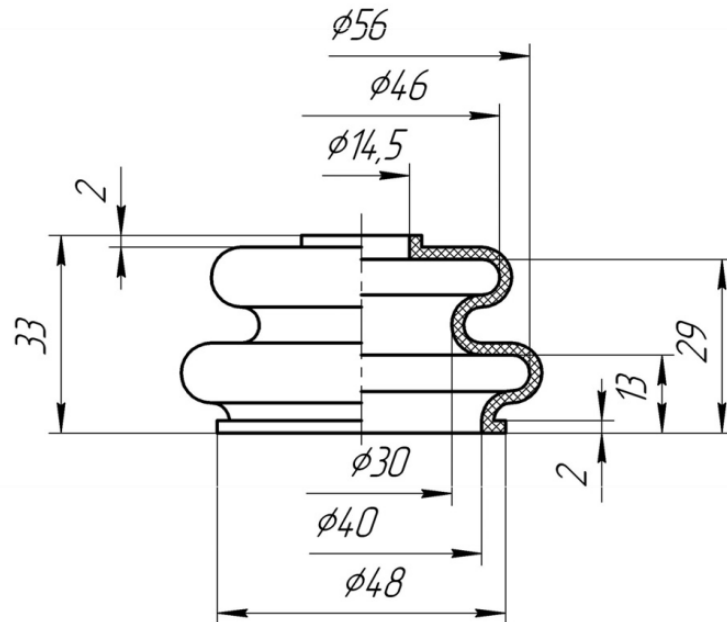
| | | | | | | | | |
|---------|------|------------|--------|------|--------------------------------|--------|---------|---------|
| | | | | | ЛАВР.984210.119 | | | |
| Зм. | Арк. | № докцм. | Підпис | Дата | Накривка | Літера | Маса | Масштаб |
| Розроб. | | Веселка | | | | У | 0,01 | 2:1 |
| Перев. | | Бондаренко | | | | Арк. | Аркцифр | 1 |
| | | | | | Стрічка 10-М-2-НО-0,2 ГОСТ 503 | | | |

$\sqrt{3,2}$ (✓)



1. Невказані граничні відхилення розмірів: $H12, h12, \pm \frac{IT12}{2}$.
2. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО.005.051.

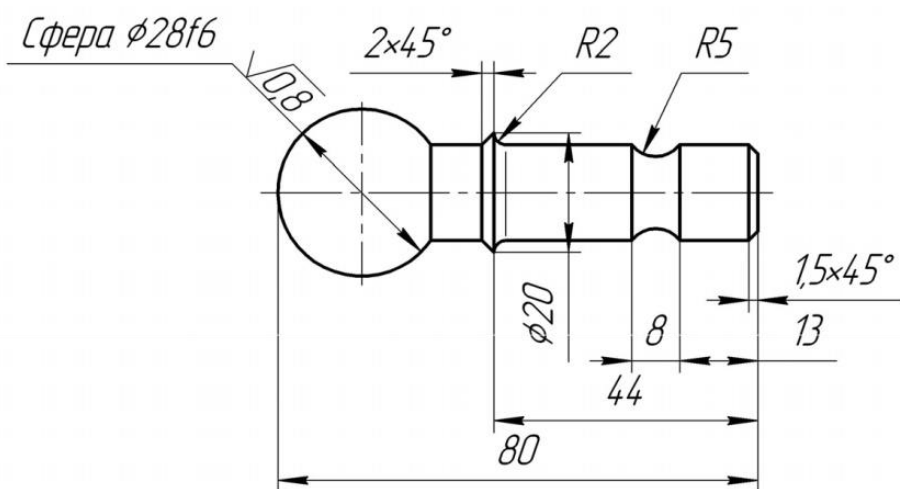
| | | | | | | | | |
|---------|------|------------|--------|------|----------------------------------|--------|---------|---------|
| | | | | | МАРС.761824.015 | | | |
| Зм. | Арк. | № док.м. | Підпис | Дата | Втулка | Літера | Маса | Масштаб |
| Розроб. | | Веселка | | | | у | 0,004 | 1:1 |
| Перев. | | Бондаренко | | | | Арк. | Аркцифр | 1 |
| | | | | | Полиетилен 178-93К ГОСТ 16336 | | | |



1. Розміри забезпечуються інструментом.
2. Внутрішні радіуси 3 мм.
3. Товщина стінок 2 мм.
4. Граничні відхилення розмірів: $\pm \frac{IT16}{2}$.

| | | | | | | | | |
|--------|------------|----------|--------|------|--------------------------------------|--------|--------|---------|
| | | | | | НОРД.963054.240 | | | |
| Зм | Арк. | № док-м. | Підпис | Дата | Сильфон | Літера | Маса | Масштаб |
| Розроб | Веселка | | | | | У | 0,025 | 1:1 |
| Перев. | Бондаренко | | | | | Арк | Арцшів | 1 |
| | | | | | Суміш гумова ИРП-1265 ТУ38-103321 | | | |

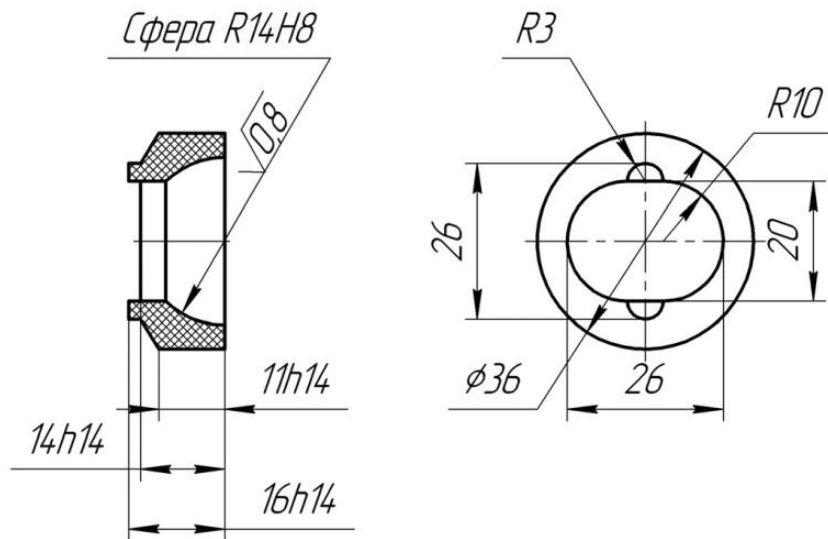
$\sqrt{6,3}$ (M)



1. *Розмір для довідок.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: $h14, \pm \frac{IT14}{2}$.
3. 50...55 HRC_э.
4. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО.070.014.

| | | | | | | | | |
|--------|------|------------|--------|------|---------------------|--------|--------|---------|
| | | | | | РУНО.74.1765.008 | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Шарнір сферичний | Літера | Маса | Масштаб |
| Розроб | | Веселка | | | | у | 0,18 | 1:1 |
| Перев | | Бондаренко | | | | Арк. | Аркцив | 1 |
| | | | | | Сталь 45 ГОСТ 1050 | | | |

$\sqrt{3,2}$ (✓)



1. Невказані граничні відхили розмірів: $H12, h12, \pm \frac{IT12}{2}$.
2. Інші технічні вимоги – по ОСТ4 ГО.005.051.

| | | | | | | | |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|---------------|----------------|
| | | | | | <i>ЯВІР.761825.016</i> | | |
| | | | | | <i>Втулка</i> | | |
| | | | | | <i>Літера</i> | <i>Маса</i> | <i>Масштаб</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ док.м.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>У</i> | <i>0,01</i> | <i>1:1</i> |
| <i>Разроб.</i> | <i>Веселка</i> | <i>Бондаренко</i> | <i>Бондаренко</i> | <i>Бондаренко</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркциф</i> | <i>1</i> |
| | | | | | <i>Поліетилен</i> | | |
| | | | | | <i>178-93К ГОСТ 16336</i> | | |

Лабораторна робота №4.2. План цеху

Мета роботи:

- **студент повинен знати** термінологію БК, особливості будівельних креслеників та основні правила їх виконання;
- **студент повинен уміти** читати та зображувати план цеху;
- **студент повинен отримати навички** креслення плану цеху в КОМПАС-3D.

Завдання:

Аналогічно додатку 23 та відповідно власного варіанту завдання накреслити план цеху.

АЛГОРИТМ РОБОТИ

Запустити КОМПАС-3D

Створити новий кресленик

Змінити формат з А4 на А3

Змінити формат з А4 на А3 з горизонтальною орієнтацією.

Зберегти файл

Зберегти файл у Вашій папці. Ім'я файлу – «Лабораторна робота №4.2».

Вставити вид

Для цього потрібно натиснути кнопку «Вставка» на панелі головного меню і перейти до активації закладки «Вид». На нижній панелі, що з'явилась після активації команди, вказати масштаб зображення «1:100».



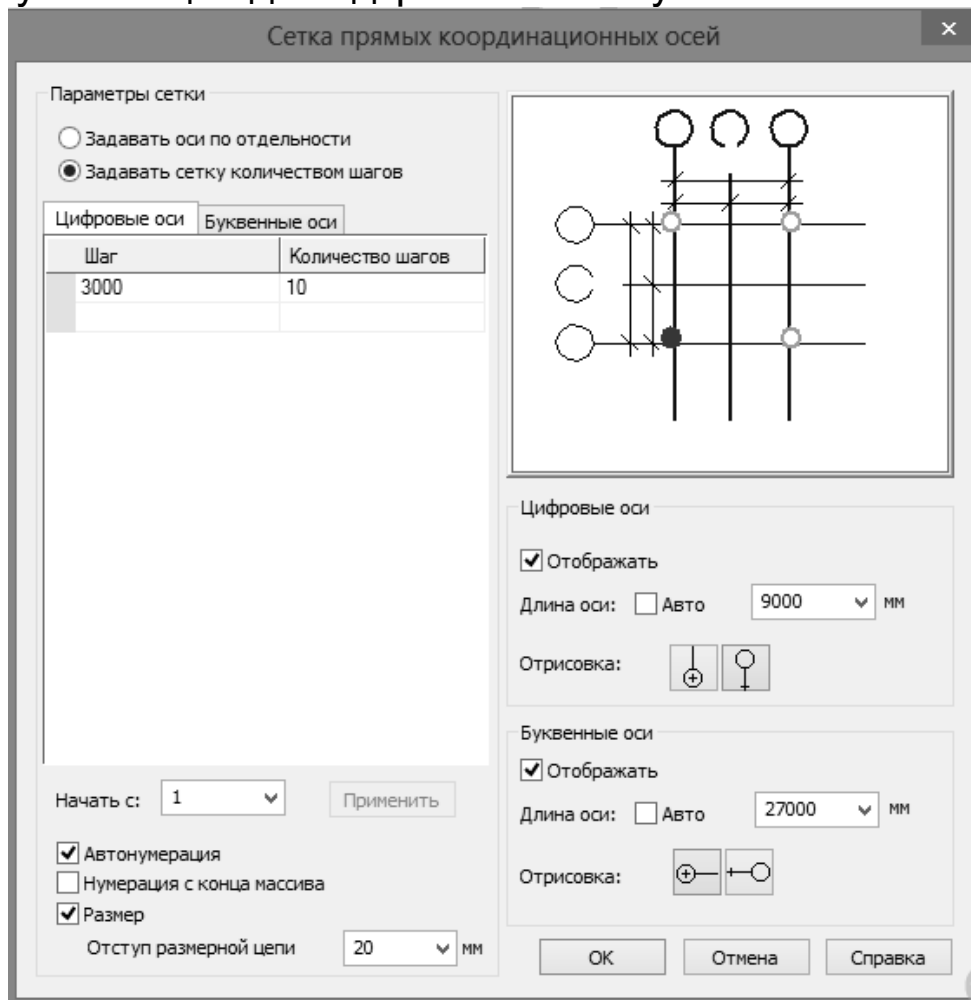
Вказати точку вводу зображення плану цеху (лівий нижній кут) – клацнути ЛКМ.

Створити сітку прямокутних координатних осей

Створити сітку координатних осей. Для цього виконати дії в такій послідовності:

- Натиснути в головному меню «Менеджер библиотек». В результаті відкриється бібліотека КОМПАС;
- Вибрати і активувати «Архитектура и строительство»;
- «Библиотека СПДС-обозначений»;
- «Сетка координационных осей»;
- «Сетка прямых координационных осей».

В результаті цих дій відкриється наступне вікно:



Задати параметри сітки

Задати параметри сітки – має стояти мітка у вікні «Задать сетку количеством шагов».

Відкрити закладку «Цифровые оси».

Вказати довжину кроку – параметр «Шаг» має стояти число 3000.

Задати кількість кроків – параметр «Количество шагов» має стояти число 10 (кількість кроків для варіанту 31).

Задати параметр «Наименование осей»:

- «Начать с: 1».
- Має стояти мітка у вікні опції «Прямая нумерация».

Відкрити закладку «Буквенные оси».

Вказати довжину кроку – параметр «Шаг» має стояти число 3000.

Задати кількість кроків – параметр «Количество шагов» має стояти число 4 (кількість прогонів для варіанту 31).

Задати параметр «Наименование осей»:

- «Начать с: А».
- Має стояти мітка у вікні опції «Прямая нумерация».

Задати параметр «Цифровые оси»:

- У вікні опції «Отображать» має стояти галочка.
- Зняти галочку у вікні опції «Авто».
- Зменшити параметр «Длина оси» на 3000 мм (довжина вильоту осі) – має стояти число 9000 (12000–3000).

Задати параметр «Буквенные оси»:

- У вікні опції «Отображать» має стояти галочка.
- Зняти галочку у вікні опції «Авто».
- Зменшити параметр «Длина оси» на 3000 мм (довжина вильоту осі) – має стояти число 27000 (30000–3000).

Задати параметр «Размерные линии»:

- У вікні опції «Отображать размерные линии» має стояти галочка.
- У вікні опції «Отступ размерной цепи» має стояти число 20.
- «ОК».

Ввести зображення сітки у лівому нижньому кутку плану ділянки – клацнути ЛКМ.

Закрити «Менеджер библиотек».

Вказати місце розташування крайніх поперечних колон

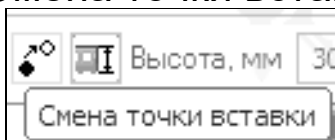
За допомогою допоміжних паралельних прямих задати місце розташування колон в крайніх поперечних рядах – 500 мм від координаційної осі (аналогічно додатку).

Зобразити колони

Виконати наступні дії:

- «Менеджер библиотек»;
- «Архитектура и строительство»;
- «Библиотека проектирования зданий и сооружений: АС/АР»;
- «Колона»;
- Закрити панель «Колона»;
- На розкритій панелі «Свойства» знайти опцію «Управление слоями» і зняти «галочку» команд «Фоновая заливка» та «Сечение»;
- Параметр «Длина» – вибрати 400 мм;
- Параметр «Ширина» – вибрати 400 мм;
- Вставити колони на всіх середніх поздовжніх рядах – точка вводу центр колони.

Точку вводу колони змінюють, натискаючи послідовно кнопку – «Смена точки вставки»



- Вставити колони на верхньому поздовжньому ряду – точка вводу верхня середня точка;
- Вставити колони на нижньому поздовжньому ряду – точка вводу колони нижня середня;
- «STOP».

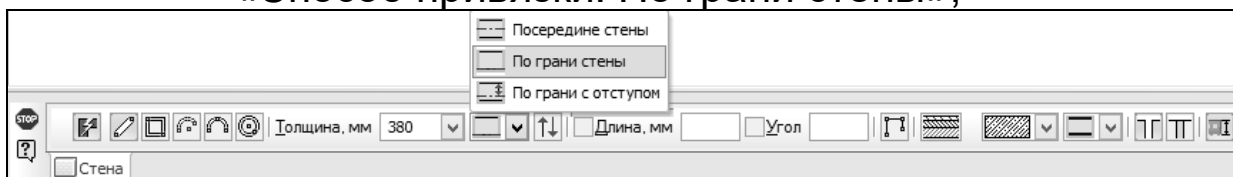
Затушувати колони

- «Инструменты»;
- «Заливка»;
- Тип «Одноцветная»;
- «Цвет» – вибрати чорний;
- Затушувати колони – клацнути ЛКМ
- «Создать объект».

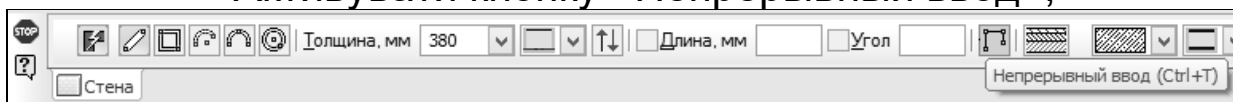
Зобразити стіни цеху

Виконати наступні дії:

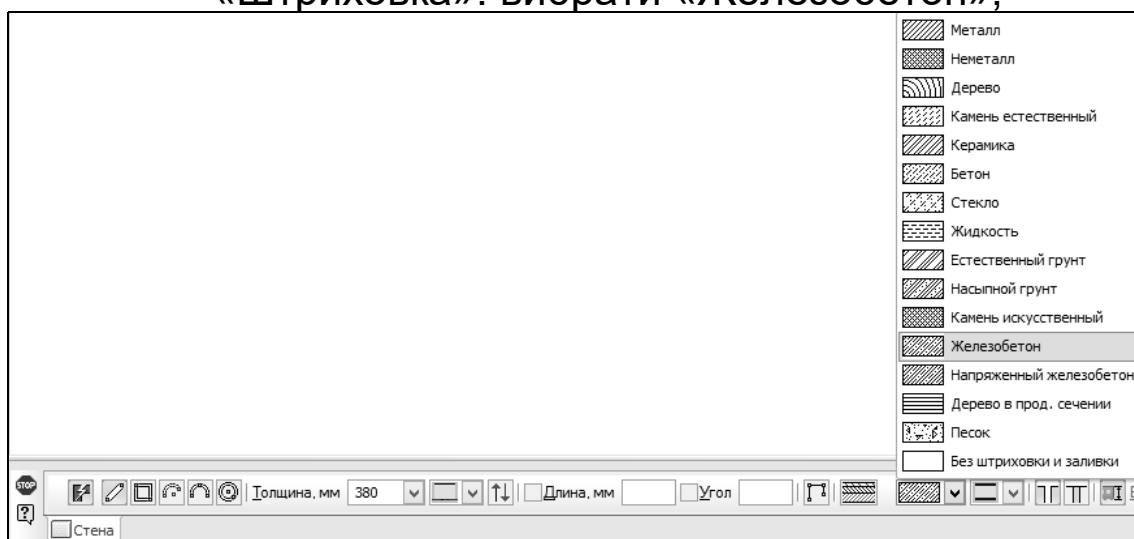
- «Менеджер библиотек»;
- «Архитектура и строительство»;
- «Библиотека проектирования зданий и сооружений: АС/АР»;
- «Стена»;
- «Толщина»: вибрати 380 мм;
- «Способ привязки: По грани стены»;



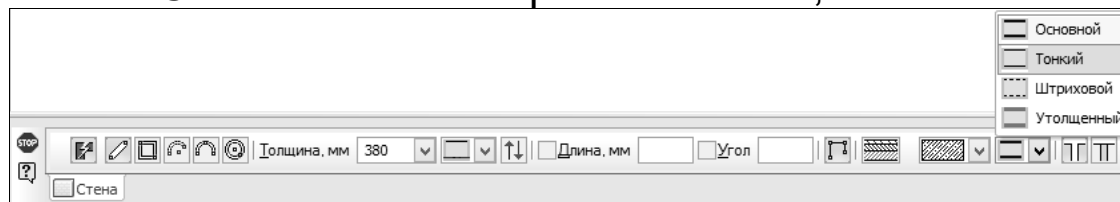
- Активувати кнопку «Непрерывный ввод»;



- «Штриховка»: вибрати «Железобетон»;



- «Стиль линий»: вибрати «тонкий»;



- Зобразити стіни на плані – клацнути ЛКМ в точках перетину крайніх координатних осей;
- «STOP».

Вставити вікна і двері

Аналогічно вікна та двері.

Вставити двері:

Виконати наступні дії:

- «Менеджер библиотек»;
- «Архитектура и строительство»;
- «Библиотека проектирования зданий и сооружений: АС/АР»;
- «Дверь»;
- «Ширина»: вибрати 1500 мм;
- «Виды заполнителей»: вибрати «Пустой проем»;
- Вставити двері на плані цеху – аналогічно додатку 23 – клацнути ЛКМ;
- «STOP».

Вставити вікна:

- «Менеджер библиотек»;
- «Архитектура и строительство»;
- «Библиотека проектирования зданий и сооружений: АС/АР»;
- «Окно»;
- «Ширина»: вибрати 900 мм;
- «Виды заполнителей»: вибрати «Обычное остекление»;
- Вставити вікна на плані цеху – аналогічно додатку – клацнути ЛКМ;
- «STOP».

Нанести розміри

Нанести горизонтальні розміри 380 та 500 мм

Виконати наступні дії:

- Активувати кнопку «Размеры»;
- Вибрати «Линейный размер»;
- «Горизонтальный размер»;
- Відкрити закладку «Параметры»;
- Розкрити меню команди «Отрисовка первой выносной линии» і вибрати команду «Засечка»;
- Розкрити меню команди «Отрисовка второй выносной линии» і вибрати команду «Засечка»;
- Поставити «галочку» «По умолчанию»;
- Нанести розміри;

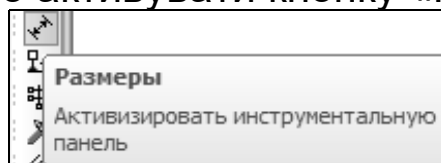
Аналогічно нанести вертикальний розмір 380 мм.

Нанести позначку нульового рівня

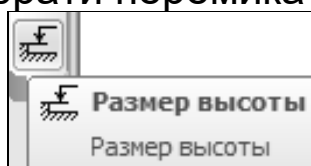
На полі плану цеху нанести позначку нульового рівня:

0,000

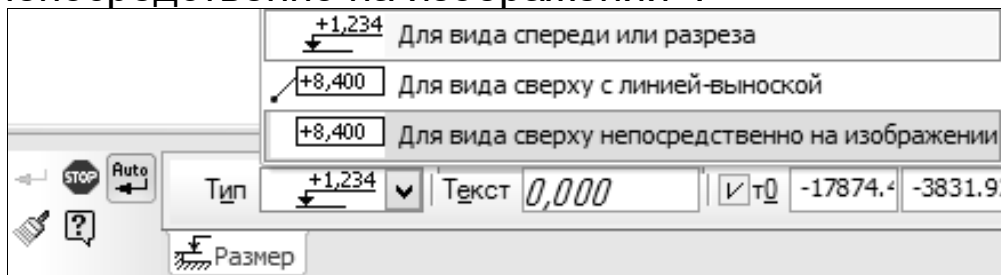
Для цього потрібно активувати кнопку «Размеры»:



На боковій панелі вибрати перемикач «Размер высоты»:



Розкрити меню команди «Тип» і вибрати «Для вида сверху непосредственно на изображении»:



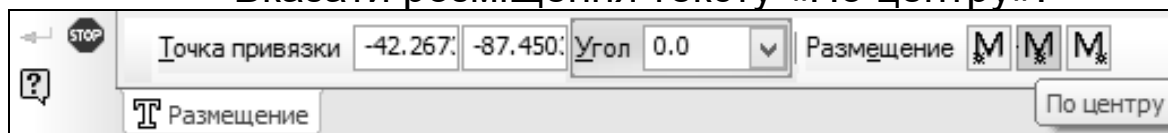
У вікні кнопки «Текст» повинно стояти значення «0,000», як правило воно задано при налаштуваннях ПК.

Ввести позначку нульового рівня на плані цеху – клацнути ЛКМ.

Ввести текст «План на позн. 0,000»

Над зображенням плану цеху ввести текст «План на позн. 0,000», шрифт 10. Для цього виконати наступні дії:

- Активувати команду «Обозначение»;
- Вибрати кнопку «Ввод текста»;
- Вказати розміщення тексту «По центру»:



- Вказати точку вводу тексту;
- Задати шрифт «10,0»;
- Ввести текст «План на позн. 0,000»;
- «Создать объект».

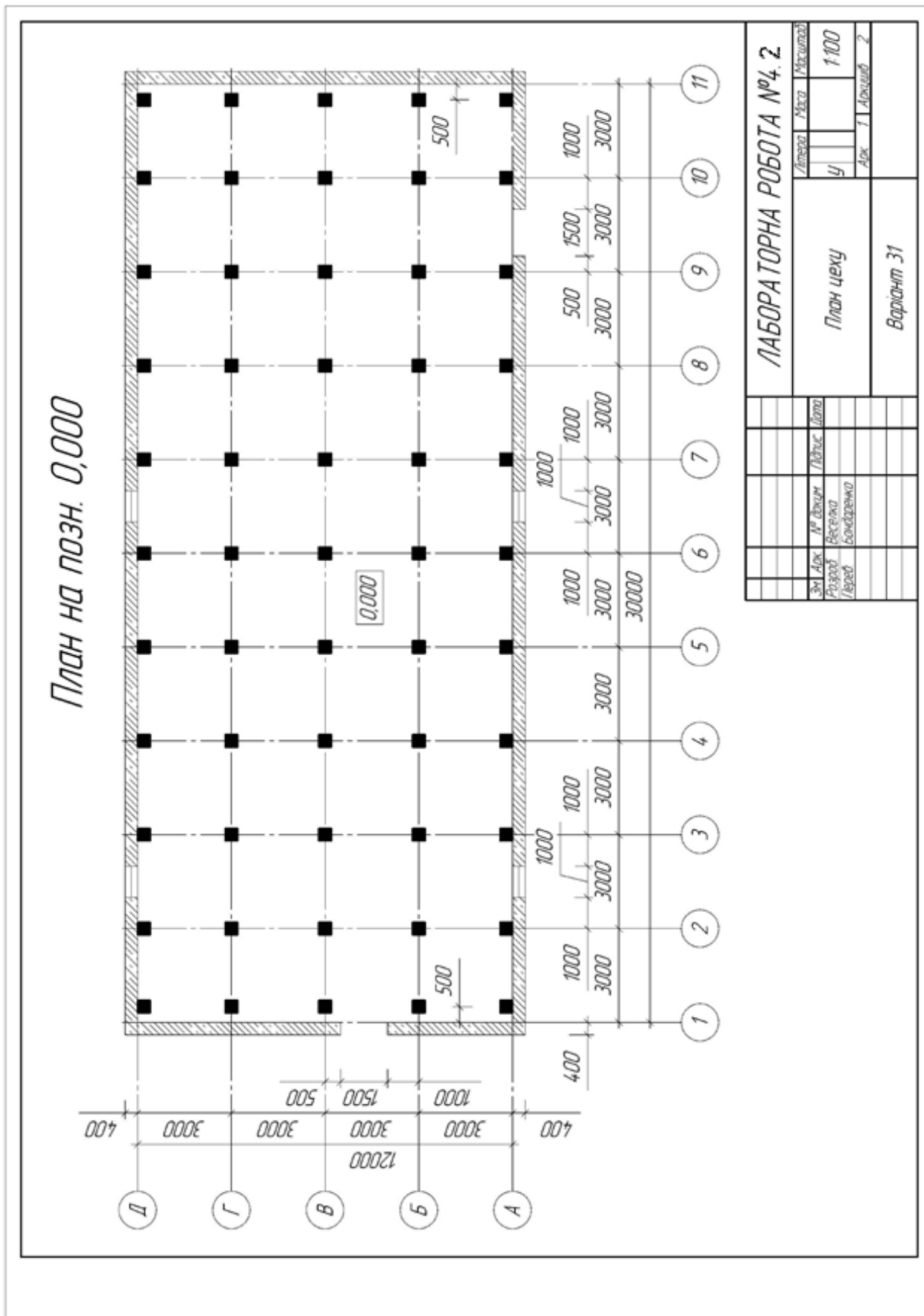
Оформити основний напис

Закрити файл

Закрити систему КОМПАС-3D

Запитання і вправи для самоконтролю

1. Як вставити на зображенні плану цеху позначку нульового рівня?
2. Як заштрихувати стіни?
3. Ввести зображення колон.
4. Задати масштаб зображення плану 1:50.
5. Змінити параметри сітки прямих координатних осей.
6. Нанести ланцюжок вертикальних розмірів.
7. Видалити частину зображення плану цеху і, не користуючись довідковою літературою, накреслити його заново.



ЛІТЕРАТУРА

1. Азбука КОМПАС-3D V14. Руководство пользователя. АО АСКОН., 2013. – 412 с.
 2. Азбука КОМПАС-График V14 Машиностроительная конфигурация. Руководство пользователя. АО АСКОН., 2013. – 260 с.
 3. Алімов В.І., Дурягіна З.А. Корозія та захист металів від корозії. Донецьк-Львів: ТОВ «Східний видавничий дім». 2012. – 328с.
 4. Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка / За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 3-тє вид., 2004. – 344с.
 5. Ванін В.В., Бліок А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. – К.: Каравела, 3-тє вид., 2003. – 160с.
 6. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власик Г.Г. Інженерна графіка – К.: Видавнича група БІУ, 2009. – 400с.
 7. Верхола А.П., Коваленко Б.Д., Богданов В.М. та ін. Інженерна графіка: креслення, комп'ютерна графіка: Навч. посібн. / За ред. А.П. Верхоли. – К.: Каравела, 2005. – 304с.
 8. Вискребенцев Е.П. Допуски та посадки гладких циліндричних з'єднань у завданнях та прикладах [Текст]: Навч. посібник / Е.П. Вискребенцев; Донбаський держ. технічний ун-т. – Алчевськ : ДонДТУ, 2005. – 216с.
 9. Гаврилук В.Г., Кукляк М.Л. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчальний посібник для студентів механічних та машинобудівних спеціальностей. – К: УМКВО, 1990. – 210с.
-

10. Головчук А.Ф., Кепко О.І., Чумак Н.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: Навч. посіб. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 160с.
11. Допуски і посадки: Навч. посібник / Г.І. Влащенко [та ін.]; ред. Л.М. Тіщенко. – Харків: Видавництво Ч.П. Червяк, 2005. – 177с.
12. ДСТУ 3321-96 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
13. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. – М., 1991. – 238с.
14. Кепко О.І., Чумак Н.М. Використання 3Д-моделей під час викладання дисципліни «Інженерна графіка» / Наука і методика: Збірник науково-методичних праць. – К.: Аграрна освіта, – 2007. – Вип. 10. С. 46–50.
15. Кепко О.І., Чумак Н.М. Досвід використання комп'ютерних технологій в навчальному процесі // Матеріали IV Международной конференции «Стратегия качества в промышленности и образовании» // Варна. Болгария. – 2008. Т.2. С. 606–609.
16. Кепко О.І., Чумак Н.М. Комп'ютерне проектування садово-паркових об'єктів: Навч. посібн. – Умань: «Візаві», 2010. – 196с.
17. Кепко О.І., Чумак Н.М. Особливості комп'ютеризації процесу викладання дисципліни «Інженерна графіка» в регіональних ВНЗ / Наука і методика: Збірник науково-методичних праць. – К.: Аграрна освіта, – 2006. – Вип.10. С. 50–52.
18. Кепко О.І., Чумак Н.М. Особливості методики викладання комп'ютерної графіки // Сборник научных трудов научно-практической конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании, 2008». – Том3. – Одесса: Черноморье. – 2008. – С. 67–69.
19. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: Підручник. Вид. 2-ге. - К.: Кондор, 2004. – 584с.
20. Корець М.С. Основи машинознавства: Навч. посібник / М.С. Корець, А.М. Тарара, І.Г. Трегуб. – К., 2001. – 144с.
21. Матеріалознавство: підручник / [Дяченко С.С.,

- Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешаков Е.І.]; ред. С.С. Дяченко; Харківський нац. автомобільно-дорожній ун-т. – Х. : ХНАДУ, 2007. – 440с.
22. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка: Підручник / За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 4-те вид., 2008. – 272с.
23. Михайленко В.Є., Найдиш В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка. – К.: Вища школа, 2-ге вид., 2002. – 344с.
24. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – Афіша. – 560с.
25. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / В.В. Попович. – Львів: Світ, 2006. – 624с.
26. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. ДСТУ 3321-96. Держстандарт України. – К. – 1996. – 80с.
27. Сопрунюк П.М., Юзевич В.М. Діагностика матеріалів і середовищ. Енергетичні характеристики поверхневих шарів. – Львів: ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, вид-во «СПОДОМ». – 2005. – 292с.
28. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Практикум: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. за напрямом «Інж. механіка»] / В.В. Попович, А.І. Кондир, Е.І. Плешаков та ін. - Львів : Світ, 2009. – 551с.
29. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М.А. Сологуб, І.О. Рожнецький, О.І. Некоз та ін.; За ред. М.А. Сологуба. – 2-ге вид., перероб. і допов. – К.: Вища школа, 2002. – 374с.
30. Якушев Я.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Учебник для вузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и дополн. – М.: Машиностроение, 1987. – 352с.

Кепко О.І.
Накльока Ю.І.
Пушка О.С.
Чумак Н.М.

ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано

Вченою радою Уманського національного університету садівництва як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр», за напрямами підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», 6.100102 «Процеси, машини та обладнання АПВ» та 6.140101 «Готельно-ресторанна справа» (15/2-2-11 від 26.11.2015 р.)

Формат 60x90 1/32, папір офсетний
Обл.-вид. арк.. 9,2 Ум. Друк. Арк. 9,3
Тираж 500. Зам. №123

Видавець та виготовлювач
Видавництво «Основа»
01005, м. Київ, вул. Чехова, 11
Свідоцтво ДК №3526 від 15.10.2009 р.

