

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

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

**ПАКЕТИ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН**

*"Використання систем автоматизованого проектування
AutoCAD та SolidWorks для конструювання електричних машин"*

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів, які навчаються за
спеціальністю*

*141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
освітньою програмою
«Електричні машини і апарати»*

Київ 2022

ПАКЕТИ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН “Використання систем автоматизованого проектування AutoCAD та SolidWorks для конструювання електричних машин” [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньою програмою «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю.М. Васьковський, Ю.А. Гайденко, С.С. Цивінський. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,54 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 - 89 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 24.06.2022 р.)
за поданням Вченої ради ФЕА
(протокол № 10 від 20.06.2022 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

**ПАКЕТИ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН
“Використання систем автоматизованого проектування
AutoCAD та SolidWorks для конструювання електричних машин”**

Укладачі Васьковський Юрій Миколайович, д.т.н, проф.
 Гайденко Юрій Антонович, к.т.н, доц.
 Цивінський Сергій Станіславович, к.т.н, доц.

Відповідальний Котлярова Вікторія Володимирівна, старший викладач
редактор

Рецензент Подольцев О.Д., д.т.н, с.н.с., Інститут електродинаміки НАНУ

Представлено методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт у сучасних програмних комплексах AutoCAD та SolidWorks.

Навчальний посібник призначений для бакалаврів, що навчаються за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньою програмою «Електричні машини і апарати».

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022

ПЕРЕДМОВА

Представлені вказівки складають учбово-методичну базу для виконання комп'ютерних практикумів з дисципліни «Основи комп'ютерних технологій аналізу та синтезу електричних машин» студентами з напрямку підготовки «електромеханіка».

Виконання комп'ютерних практикумів дозволяє розвинути і закріпити у студентів навички роботи з найсучаснішими системами автоматизованого проектування (САПР) пакетів AutoCAD та SolidWorks.

Графічний пакет AutoCAD фірми Autodesk застосовується для оформлення практично всієї графічної документації, що випускається в нашій країні та за кордоном в електронному вигляді. Формат DWG, що використовується в цій системі, став фактично всесвітнім стандартом. Крім того, для задоволення сучасних потреб в створенні тривимірної моделі проектного виробу, нагальним є вивчення графічного пакету SolidWorks американської компанії Dassault Systemes. В цій системі реалізований принцип конструювання за яким спочатку створюються тривимірні деталі та зборки, а потім з них генеруються двовимірні креслення. Цей принцип суттєво відрізняється від принципу який реалізований в пакеті AutoCAD (де все створюється навпаки), і значно полегшує конструювання машин в тривимірному вигляді.

В процесі виконання комп'ютерних практикумів студенти мають оволодіти такими знаннями та вміннями:

1. В графічному пакеті AutoCAD:

- створення примітивів та креслень електричних машин операції над ними;
- способи редагування геометрії та властивостей об'єктів (кольорів, типів ліній, шарів тощо.);
- робота з такими елементами як: стилі, блоки тощо;
- оволодіння засобами оформлення креслення.

2. В графічному пакеті SolidWorks:

- створення тривимірних деталей електричних машин;
- створення зборки електричної машини;
- створення креслень;
- способи взаємодії з AutoCAD.

За базові версії зазначених графічних систем, для викладення матеріалу в даних методичних вказівках, прийняті російськомовні версії: AutoCAD 2004 (внутрішній номер версії –16) та SolidWorks 2001.

При підготовці і виконанні комп'ютерних практикумів рекомендується використовувати таку навчальну літературу як [1-12].

РОБОТА З ГРАФІЧНИМ ПАКЕТОМ AUTOCAD

1. Запуск пакету AutoCAD

Запуск системи AutoCAD здійснюється за допомогою подвійного натискання лівої кнопки миші по ярлику  розташованому на робочому столі. Інший спосіб запуску — використання меню **Пуск** (Start) робочого столу Windows (**Пуск** | **Всі Програми** | **Autodesk** | **AUTOCAD** | **AUTOCAD**).

2. Робоче вікно AutoCAD

Відразу після старту системи відкривається стандартне робоче вікно (рис.1). Розберемо елементи оформлення робочого вікна AutoCAD.

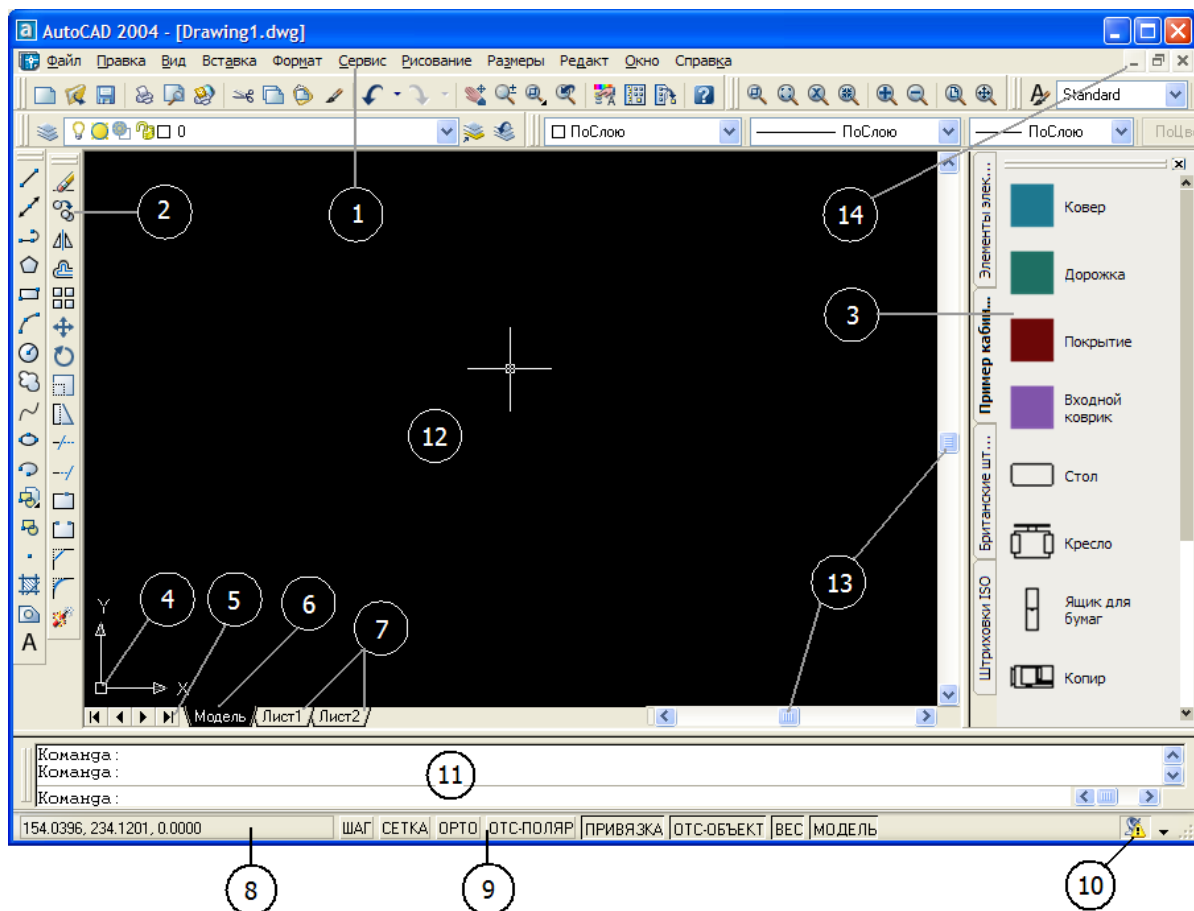


Рис.1. Елементи інтерфейсу: 1 – рядок меню, 2 – панелі інструментів, 3 – панель Tool Palettes, 4 – піктограма осей координат, 5 – кнопки показу списку вкладок, 6 – вкладка простору моделі, 7 – вкладки листів, 8 – рядок стану з лічильником координат, 9 – кнопки режимів, 10 – Communication Center, 11 – зона командних рядків, 12 – курсор, 13 – лінійки прокрутки, 14 – кнопки управління вікном документа

Центральна частина екрану – це основна робоча зона, в якій знаходиться видима частина рисунку (інші його частини можуть знаходитися вище, правіше, нижче або лівіше). При переміщенні курсору по цій частині, яку ми називатимемо далі графічним екраном, він (курсор) має вигляд перехрестя з квадратною мішенню в точці перетину (на рис.1 – позначений номером 12). Довжина ліній перехрестя налаштовується за допомогою системної змінної CURSORSIZE.

У лівому нижньому кутку графічного екрану знаходиться знак осей системи координат (позначений цифрою 4).

Верхній рядок екрану (1), що складається з написів: **Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Рисование, Размеры, Редакт, Экспресс, Окно, Справка** – називатимемо рядком меню. Цей рядок містить найменування падаючих меню, розкрити будь-яке з яких можна, вибравши за допомогою миші відповідне ім'я меню.

Знизу графічного екрану знаходяться кнопки вкладок **Модель** (елемент 6), **Лист1** і **Лист2** (елементи 7). Вкладки використовуються при перемиканні між просторами моделі і листа. В початковому стані активною є вкладка **Модель**. Трикутні кнопки (5) зліва від імен вкладок дозволяють пересуватися за списком вкладок в обох напрямках (аналогічно руху за списком листів в книзі Microsoft Excel).

Праворуч від вкладок розташована горизонтальна лінійка прокрутки для графічного екрану. Вертикальна лінійка прокрутки розташована по правій межі графічного екрану. Обидві лінійки прокрутки на рис.1 позначені номером 13.

Нижня частина екрану (11), в якій на рис.1 можна побачити запрошення у формі **Команда:** – це область, через яку в основному відбувається діалог користувача з системою, тут відображаються команди, що вводяться, і відповіді (або питання) AutoCAD. Цю частину називатимемо зоною командних рядків. Останній рядок, що містить запрошення **Команда:** називається командним рядком.

Нижче від зони командних рядків знаходиться рядок стану (8), в якому розташовані лічильник координат і прямокутні кнопки режимів (9): **ШАГ, СЕТКА, ОРТО, ОТС-ПОЛЯР, ПРИВЯЗКА, ОТС-ОБЪЕКТ, ВЕС, МОДЕЛЬ**. Лічильник координат служить для орієнтування на полі креслення – він змінює своє трьохкоординатне значення при русі покажчика миші по графічному екрану. Лічильник може бути відключений за допомогою функціональної клавіші <F6>. Натисненням на ту ж клавішу лічильник можна знову включити. Інший спосіб включення і виключення лічильника – натискання лівою кнопкою миші на рядок лічильника.

Кнопка (10), що з'явилася тільки у версії AutoCAD 2004, призначена для виклику діалогового вікна Communication Center (Центр зв'язку), яке дає можливість за наявності з'єднання з мережею Інтернет оперативно отримувати відомості про оновлення, випущені фірмою Autodesk.

Основним елементом призначеного для користувача інтерфейсу є кнопки панелей інструментів. На рис.1 під рядком меню знаходяться чотири горизонта-

льні панелі з найменуваннями: **Стандартная** і **Стили** (у першому ряду зверху), **Слои** та **Свойства** (у другому ряду зверху). Ці панелі бажано не чіпати, не видаляти і не переміщувати, оскільки вони постійно потрібні для роботи. Ще дві вертикальні панелі, що називаються **Рисование** і **Редактирование** знаходяться зліва від графічного екрану.

Якщо потрібно викликати або прибрати з екрану якусь панель, то слід скористатися контекстним меню. Контекстні меню викликаються натисканням правої кнопки миші. Зміст контекстного меню залежить від двох умов: чи працює в даний момент яка-небудь команда системи AutoCAD і де в даний момент знаходиться курсор миші. Підведіть курсор миші до якої-небудь з панелей інструментів, що знаходяться на екрані, наприклад, до розташованої горизонтально панелі **Стандартная** і натисніть правою кнопкою миші. У тому місці, де знаходиться курсор, повинне з'явитися контекстне меню роботи з панелями

Всі панелі інструментів в системі AutoCAD 2004 оформлені в стилі Windows XP. Якщо ви підведете курсор до якої-небудь піктограми будь-якої панелі, то піктограма відразу прийме форму прямокутної кнопки, а через декілька миттєвостей під покажчиком з'явиться спливаюча підказка з найменуванням команди або функції AutoCAD, що виконується за допомогою цієї кнопки.

3. Створення примітивів (панель «Рисование»)

Відрізки, дуги, кола і інші графічні об'єкти є елементами, з яких складається будь-який креслярський файл. У системі AutoCAD вони носять назву примітивів.

Примітиви можуть бути простими і складними. До простих примітивів відносяться наступні об'єкти: точка, відрізок, коло, дуга, пряма, промінь, еліпс, сплайн, однорядковий текст. До складних примітивів відносяться: полілінія, мультілінія, мультітекст (багаторядковий текст), розмір, винесення, допуск, штрихування, растрове зображення, тощо.

Операції побудови більшої частини примітивів можуть бути виконані за допомогою кнопок панелі інструментів **Рисование** (рис.2).



Рис.2. Панель інструментів **Рисование**

Наведемо способи створення деяких найважливіших примітивів.

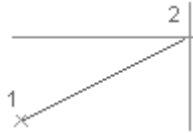
3.1. Побудова відрізків (**Отрезок**)

Для побудови відрізка потрібно:

1. Або з меню «**Рисование**» вибрати «**Отрезок**», або на панелі **Рисование** натиснути лівою кнопкою миші (☞) піктограму , або за допомогою кла-

віатури (☞) в командному рядку ввести команду **отрезок**. В командному рядку з'явиться надпис «Первая точка:».

2. Вказати початкову точку або натиснути <Enter> для продовження від останньої намальованої лінії або дуги. Положення точок задається або помістивши курсор в необхідне місце і натиснувши ліву кнопку миші, або набором координат на клавіатурі. В командному рядку з'явиться надпис «Следующая точка или [Отменить]:».



3. Вказати кінцеву точку першого сегменту.

Як опцію AutoCAD пропонує **Отменить**. Вона відмінняє раніше введену початкову точку відрізка. Щоб скористатися опцією, необхідно її набрати в командному рядку за допомогою клавіатури у верхньому або нижньому регістрі і натиснути <Enter>. Якщо в найменуванні опції якась частина виділена прописними буквами (в даному випадку це буква **О**), то досить на клавіатурі ввести тільки цю частину імені опції, причому можна зробити це у верхньому або нижньому регістрі (тобто **О** або **о**) і знову-таки натиснути клавішу <Enter>.

4. Вказати кінцеві точки подальших сегментів. Після введення другого або більше сегментів в командному рядку з'явиться надпис «Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]:».

5. Для завершення побудови натиснути <Enter> або ввести **З**, якщо потрібно замкнути послідовність лінійних сегментів.

З кінцевої точки відрізка можна провести новий відрізок, викликавши знову команду **Отрезок** і натиснувши <Enter> у відповідь на запит «Первая точка:».

Надалі вважатимемо, що користувач вже звик будь-яке введення з клавіатури завершувати клавішею <Enter>, а також самостійно слідкуватиме за запитами в командному рядку.

3.2. Побудова нескінченних ліній (**Прямая**)

Для побудови прямої по двох точках необхідно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Прямая**» (або ☞ Панель **Рисование**:



або ☞ Командний рядок: **прямая**).

2. Вказати базову точку прямої.

3. Вказати другу точку, через яку повинна проходити пряма.

4. Якщо необхідно, можна відразу побудувати декілька прямих.

Всі подальші прямі починаються в першій вказаній точці.

3.3. Побудова двовимірних поліліній (**Полилиния**)

Для побудови полілінії з *лінійних* сегментів потрібно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Полилиния**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **плиния**).

2. Вказати початкову точку полілінії.

3. Вказати кінцеву точку першого сегменту полілінії.

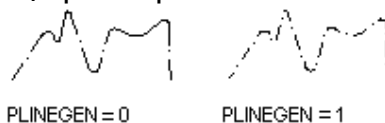
4. Продовжувати вказувати кінцеві точки для подальших сегментів.

5. Для завершення побудови натиснути <Enter> або ввести **з**, якщо потрібно замкнути полілінію.

Для побудови полілінії з *лінійних і дугових* сегментів потрібно в п.4 перед тим як вказувати кінцеві точки для подальших сегментів:

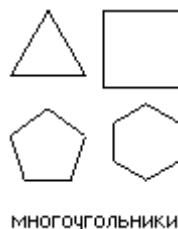
- Для включення режиму малювання дуг в командному рядку ввести **д** (Дуга).
- Для повернення в режим побудови лінійних сегментів ввести **л** (Лінійний).

Примітка: Системна змінна PLINEGEN управляє генерацією типу ліній у вершинах двовимірних поліліній. Якщо PLINEGEN дорівнює 1, генерація лінії заданого типу не уривається у вершинах полілінії. Якщо PLINEGEN дорівнює 0, кожен сегмент обов'язково починається і закінчується штрихом. PLINEGEN не діє для поліліній з сегментами, що розширюються або звужуються.



3.4. Побудова рівносторонніх багатокутників у вигляді замкнутих поліліній (**Многоугольник**)

Багатокутник є замкнутою полілінією. AutoCAD малює полілінії з нульовою шириною і без інформації про дотичні. Для зміни цих параметрів можна скористатися командою ПОЛПРЕД.



Для побудови *описаного* багатокутника необхідно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Многоугольник**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **мн-угол**).

2. У командному рядку ввести число сторін (від 3 до 1024).

3. Вказати центр багатокутника у відповідь на надпис в командному рядку: «Укажите центр многоугольника или [Сторона]».

4. Ввести **О** (Описанный вокруг окружности) для включення режиму побудови описаного багатокутника.

5. Задати радіус кола.

Для побудови *вписаного* багатокутника необхідно в пункті 4 замість літери **О** ввести літеру **В** (Вписанный в окружность).

Для побудови багатокутника *із заданою стороною* потрібно в п.3 замість введення центра багатокутника ввести **с** (Сторона). Далі вказати початкову та кінцеву точки однієї сторони багатокутника.

3.5. Побудова полілінії у вигляді прямокутника (**Прямоугольник**)

Для побудови прямокутника потрібно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Прямоугольник**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **прямоуг**).

2. Вказати точку першого кута прямокутника або натиснути <Enter> для продовження від останньої намальованої лінії або дуги.

3. Вказати другий кут прямокутника або ввести **р** (Размеры) для зазначення довжини і ширини прямокутника.

3.6. Побудова дуг (**Дуга**)

Для побудови дуги *по трьом точкам* потрібно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Дуга** > «**3 точки**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **дуга**).

2. Вказати початкову точку або ввести **ц** (Центр) для зазначення центру кола частиною якого є дуга, що створюється.

3. Вказати проміжну точку дуги.

4. Вказати кінцеву точку дуги.

3.7. Побудова кіл (**Круг**)

Коло можна починати будувати по заданому центру або по одній з трьох її точок, або можна вибрати об'єкти, дотичні до кола.

Для побудови кола *по центру і радіусу (або діаметру)* потрібно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Круг** > «**Центр, радиус**» або «**Центр, диаметр**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **круг**).

2. Вказати точку центру.

3. Задати радіус або ввівши в командний рядок **д** (Диаметр) задати значення діаметру кола.

Для побудови круга, який є *дотичним до двох об'єктів* треба:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Круг** > «**2 точки касания, радиус**».
2. Вибрати перший об'єкт, до якого дотичне коло.
3. Вибрати другий об'єкт, до якого дотичне коло.
4. Задати радіус кола.

3.8. Створення еліпсів і еліптичних дуг (**Эллипс**)

Для побудови еліпса по кінцевих точках однієї осі і половині довжини іншої осі потрібно:

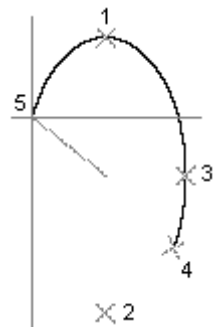
1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Эллипс** > **Ось, конец**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **эллипс**).
2. Вказати початок першої осі (1).
3. Вказати кінець першої осі (2).
4. Перетягнувши курсор на потрібну відстань, задати клацанням миші половину довжини другої осі (3).

Побудова *еліптичної дуги* по початковому і кінцевому кутах:

Еліптична дуга будується між початковою і кінцевою точками проти годинникової стрілки.

Для побудови еліптичної дуги необхідно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Эллипс** > **Дуга**» (або  Панель **Рисование**: , або  Командний рядок: **эллипс**).
2. В командному рядку у відповідь на надпис: «Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]:» ввести **д** (Дуга).
3. Вказати кінцеві точки першої осі (1 і 2).
4. Задати половину довжини другої осі (3).
5. Задати початковий кут (4).
6. Задати кінцевий кут (5).



3.9. Створення блоку (**Создать блок**)

При створенні блоку відбувається зв'язування об'єктів і привласнення імені. До блоку також можна приєднати додаткові інформаційні записи (атрибути).

Користувач має можливість створювати блоки, застосовуючи різні способи:

- Об'єднання об'єктів для створення опису блоку в поточному рисунку.
- Створення файлу рисунка з подальшою його вставкою як блок в інший рисунок.
- Створення файлу рисунка з декількома описами логічно споріднених блоків для використання як бібліотека компонентів.

Блоки можуть складатися з об'єктів, які спочатку знаходилися на різних шарах і мали різні кольори, типи і товщини ліній. Хоча блок, що вставляється,

завжди розміщується на поточному шарі, проте в блоці міститься інформація про початкові шари, кольори і типи ліній об'єктів, які до нього входять. Користувач може зберігати початкові властивості об'єктів блоку або використовувати налаштування поточного шару і поточні значення кольору, типу і товщини ліній.

Невживані в рисунку описи блоків можна видалити командою ОЧИСТИТЬ.

Для створення блоку в поточному рисунку потрібно:

1. Створити об'єкти, призначені для формування блоку.
2. З меню «Рисование» вибрати «Блок > Создать» (або  Панель Ри-

сование: , або  Командний рядок: **блок**).

3. У діалоговому вікні «Описание блока» (рис.3) ввести ім'я блоку.

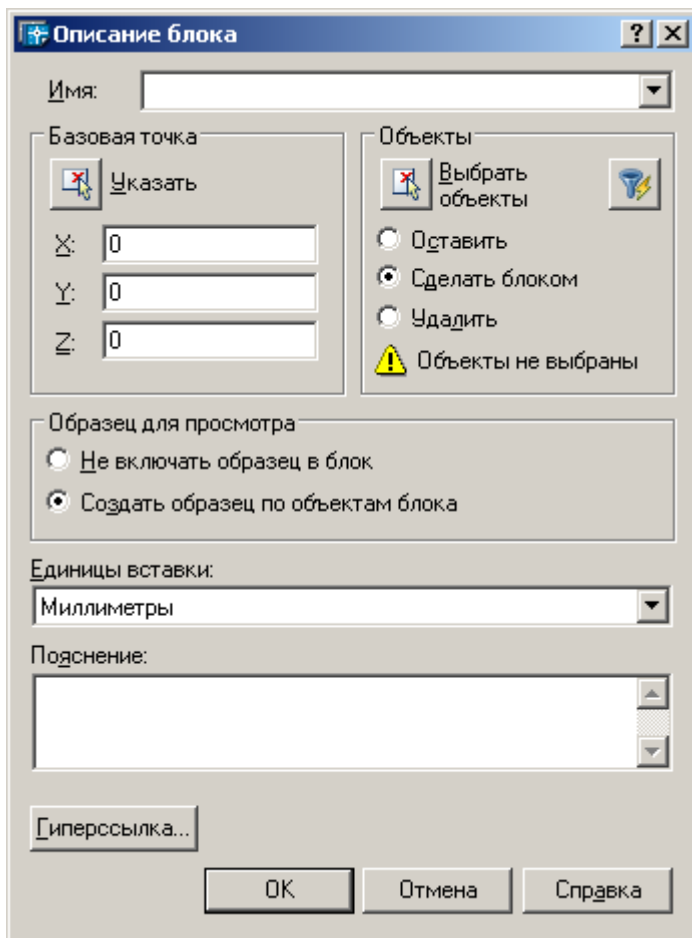


Рис.3 Діалогове вікно «Описание блока»

4. У групі «Объекты» відзначити опцію «Сделать блоком».

Якщо необхідно, щоб вибрані об'єкти після створення опису блоку не видалялися, слід переконатися, що відключена опція «Удалить». Інакше, вибрані об'єкти будуть видалені з рисунка. Видалені таким чином об'єкти можна відновити командою ОЙ.

5. Натиснути кнопку «Выбор объектов».

6. Вибрати за допомогою миші об'єкти, які входять до блоку. Після закінчення вибору об'єктів натиснути <Enter>.

7. У групі «Базовая точка» (рис.3) задати координати базової точки вставки одним із способів:

- Натиснути кнопку «Указать» для вибору базової точки за допомогою лівої кнопки миші.
- Ввести координати X,Y,Z точки.

8. У полі «Пояснение» ввести текстові пояснення для полегшення ідентифікації блоку.

9. Натиснути «ОК».

Опис блоку зберігається в поточному рисунку і може бути вставлений, як тільки це буде потрібно.

3.10. Створення штрихування (**Штриховка**)

У багатьох графічних пакетах застосовується заповнення областей штрихуванням заданого зразка. Зразки штрихування використовуються, як правило, для ідентифікації компонентів проекту або матеріалів, що складають який-небудь об'єкт.

Користувач може використовувати стандартні зразки штрихування або створити простий зразок штрихування з окремих ліній; можна також створювати і складніші зразки.

Контури штрихування визначаються різними способами, причому, якщо штрихування асоціативне, то воно слідує за всіма змінами контурів.

Для штрихування *областей* необхідно:

1. З меню «**Рисование**» вибрати «**Штриховка**» (або  Панель **Рисование**: , або Командний рядок: **кштрих**).

2. У діалоговому вікні «*Штриховка/заливка по контуру*» (рис.4) натиснути кнопку «*Указание точек*».

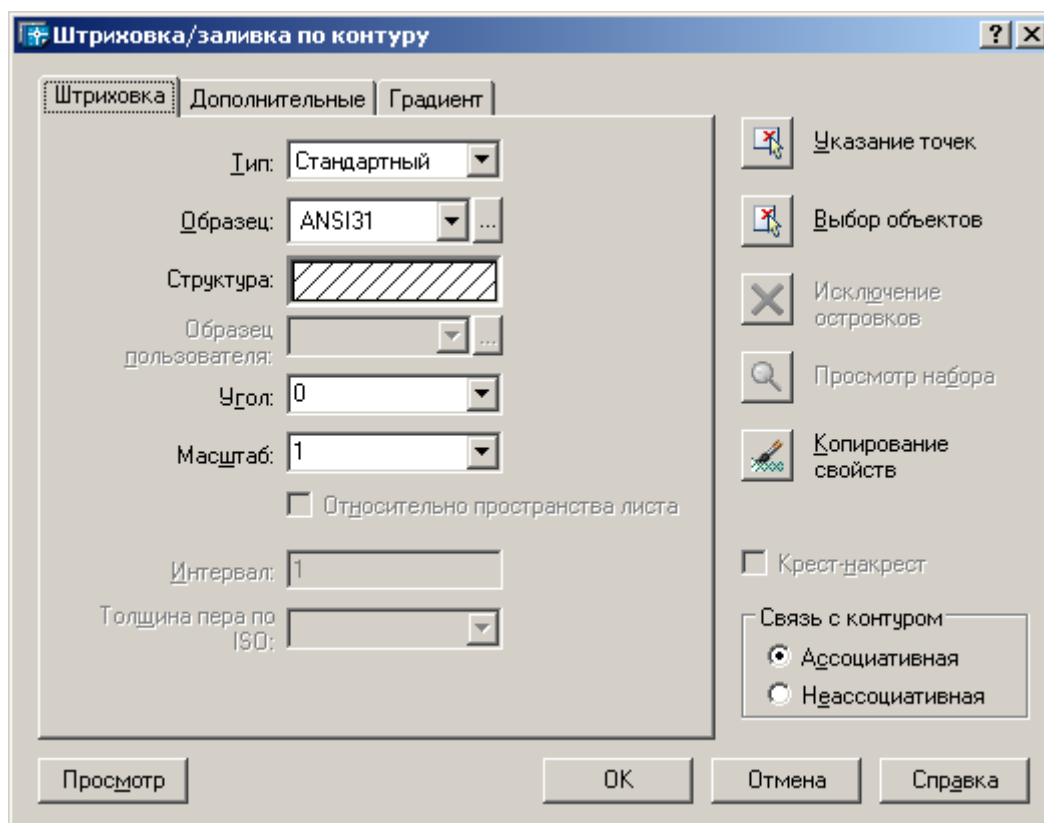


Рис.4. Діалогове вікно «*Штриховка/заливка по контуру*»

3. Вказати точки всередині областей, які необхідно заштрихувати, і натиснути <Enter>.

Вказана точка інтерпретується як внутрішня.

4. На вкладці «Штриховка» діалогового вікна «Штриховка/заливка по контуру» переконатися, що на слайді «Структура» відображений потрібний зразок штрихування. Для вибору іншого зразка штрихування потрібно скористатися списком «Образец».

Для перегляду вибраного зразка в наочній формі треба натиснути кнопку [...] поряд із списком «Образец». Натиснути «ОК» для завершення перегляду.

5. У діалоговому вікні «Штриховка/заливка по контуру» виконати всі необхідні налаштування.

Для визначення нових контурів слід натиснути кнопку «Указание точек».

6. У діалоговому вікні «Штриховка/заливка по контуру» натиснути «ОК» для побудови штрихування.

Для кожного блоку штриховки вказується одна внутрішня точка.

Для штрихування *вибраних об'єктів* потрібно:

1. У діалоговому вікні «Штриховка/заливка по контуру» натиснути «Выбор объектов».

2. Вибрати об'єкти, які необхідно заштрихувати.

При цьому не обов'язково, щоб об'єкти утворювали замкнутий контур. Можна також вказати будь-які острівці, які повинні залишитися не заштрихованими.

3. У діалоговому вікні «Штриховка/заливка по контуру» натиснути «ОК» для побудови штрихування.

3.11. Нанесення багаторядкових текстових написів (**Многострочный текст**)

Для нанесення багаторядкового тексту потрібно:

1. З меню «Рисование» вибрати «Текст > Многострочный» (або )

Панель **Рисование:** , або  Командний рядок: **мтекст**).

2. Задати рамкою ширину області багаторядкового тексту.

З'являється вікно Редактора багаторядкового тексту.

3. Для завдання відступу першого рядка абзацу на горизонтальній лінійці перемістити маркер «Первая строка» в положення, з якого повинен починатися текст. Для завдання відступу решти рядків абзацу на горизонтальній лінійці перемістити маркер «Абзац».

4. Для завдання позицій табуляції натиснути лівою кнопкою миші в потрібних місцях на горизонтальній лінійці.

5. Для завдання текстового стилю, відмінного від встановленого за умовчанням, розкрити список «Стиль» на панелі Редактора і вибрати необхідний стиль.

6. У вікні Редактора ввести текст.

Для вставки *спеціальних символів* в багаторядковий текст треба:

1. Натиснути правою кнопкою миші у вікні Редактора багаторядкового тексту і вибрати «Символ».

2. Вибрати потрібний символ, що вказаний в підміню або вибрати пункт «Другой» для виклику Таблиці символів.

3. Для вставки символу в кодуванні Unicode для TrueType шрифтів з контекстного меню вибрати «Символ» > «Другой».

4. Нанесення розмірів (панель «Размеры»)

4.1. Нанесення лінійних розмірів (Линейный размер)

Для нанесення *горизонтального* або *вертикального* розміру потрібно:

1. З меню «Размеры» вибрати «Линейный» (або  Панель **Размеры**:



, або  Командний рядок: **рзмлинейный**).

2. Натиснути <Enter> для вибору об'єкту на який треба нанести розміри або вказати початкові точки першої і другої виносних ліній.

3. Перед тим як вказати розташування розмірної лінії можна перевизначити напрям розміру, відредагувати розмірний текст, а також задати кути напрямку тексту і виносної лінії.

- Для повороту виносних ліній ввести **п** (Повернутый). Потім ввести кут повороту розмірної лінії.

- Для редагування багаторядкового тексту ввести **м** (Мтекст). У Редакторі багаторядкового тексту змінити текст і натиснути «ОК». Редагування тексту між кутовими дужками (<>) або їх видалення приводить до зміни або видалення розмірних значень в тексті, обчислюваних AutoCAD. Для додавання текстових елементів до і після розмірного числа слід ввести текст до і після кутових дужок відповідно.

- Для редагування однорядкового розмірного тексту ввести **т** (Текст). Відредагувати текст і натиснути <Enter>.

- Для повороту тексту ввести **у** (Угол). Потім ввести кут повороту розмірного тексту.

4. Вказати положення розмірної лінії.

4.2. Нанесення паралельних лінійних розмірів (Параллельный размер)

Для нанесення *паралельного* розміру необхідно:

1. З меню «Размеры» вибрати «Параллельный» (або  Панель **Раз-**



меры:  Командний рядок: **рзмпарал**).

2. Натиснути <Enter> для вибору об'єкту на який треба нанести розміри або вказати початкові точки першої і другої виносних ліній.

3. За потреби, можна відредагувати текст аналогічно тому, як це робиться для лінійного розміру.

4. Вказати положення розмірної лінії.

4.3. Нанесення радіусів кіл і дуг (**Радиус**)

AutoCAD ставить перед текстом радіусу символ R.

Радіальний розмір складається з розмірної лінії з однією стрілкою. AutoCAD наносить також маркер центру, якщо системна змінна DIMCEN не дорівнює 0.

Вигляд радіусу, що наноситься, залежить від розміру кола або дуги, параметрів розмірного стилю і положення курсору.

Якщо розмірна лінія нахилена до горизонталі більш ніж на 15 градусів, а розмірний текст повинен бути горизонтальним, AutoCAD рисує в розмірній лінії полицю довжиною, що дорівнює довжині стрілки.

Для нанесення *радіусу* потрібно:

1. З меню «**Размеры**» вибрати «**Радиус**» (або  Панель **Размеры**: , або  Командний рядок: **рзмрадиус**).
2. Вибрати дугу або коло для нанесення розмірів.
3. Ввести необхідні опції тексту, аналогічно тому, як це робиться для *лінійного розміру*.
4. Вказати положення виносної лінії.

4.4. Нанесення діаметрів кіл і дуг (**Диаметр**)

AutoCAD вимірює значення діаметру і відображає його в розмірному тексті з попереднім символом Ø. Положення розмірної лінії (всередині або поза колом/дугою) визначається положенням курсору. Переміщаючи курсор, можна помістити розмірну лінію усередині або зовні кола або дуги.

Для нанесення *діаметру* необхідно:

1. З меню «**Размеры**» вибрати «**Диаметр**» (або  Панель **Размеры**: , або  Командний рядок: **рзмдиаметр**).
- Пункти 2, 3, 4 такі ж як і для розміру «Радиус».

4.5. Нанесення кутових розмірів (**Угловой размер**)

Для нанесення *кутового розміру* необхідно:

1. З меню «**Размеры**» вибрати «**Угловой**» (або  Панель **Размеры**: , або  Командний рядок: **рзмугловой**).
2. Скористатися одним з наступних способів:
 - Для нанесення розмірів на коло потрібно вибрати коло, вказавши першу кінцеву точку кута. Потім вказати другу кінцеву точку.

- Для нанесення розмірів на будь-який інший об'єкт вказати перший відрізок, що визначає сторону вимірюваного кута. Потім вказати другий відрізок.

3. Ввести необхідні опції тексту, аналогічно тому, як це робиться для *лінійного розміру*.

4. Вказати положення розмірної дуги.

4.6. Нанесення нових лінійних або кутових розмірів від базової лінії попереднього або вибраного розміру (**Базовый размер**)

Команда РЗМБАЗОВЫЙ наносить ряд розмірів, які відлічуються від однієї і тієї ж базової лінії. AutoCAD використовує значення відступу від базової лінії для зсуву кожної нової розмірної лінії від попередньої. Їх відступ один від одного визначається значенням параметра «Шаг в базовых размерах» на вкладці «Линии и стрелки» діалогового вікна роботи з розмірними стилями. Нанесення базових розмірів відоме також як *нанесення розмірів від загальної бази*.

Для нанесення лінійних розмірів від спільної бази потрібно:

1. З меню «**Размеры**» вибрати «**Базовый**» (або  Панель **Размеры**:



, або  Командний рядок: **рзмбазовый**).

За умовчанням перша виносна лінія нового розміру визначається початковою точкою останнього лінійного розміру. AutoCAD пропонує вказати другу виносну лінію.

2. Включити об'єктну прив'язку для виділення початкової точки другої виносної лінії або натиснути <Enter> для вибору іншого базового розміру.

AutoCAD автоматично розміщує другу розмірну лінію на такий відстані від першої, яка задана параметром «Шаг в базовых размерах» на вкладці «Линии и стрелки» Диспетчера розмірних стилів.

3. При необхідності, повторити визначення початкових точок наступних виносних ліній.

4. Двічі натиснути <Enter> для завершення команди.

4.7. Нанесення ланцюга лінійних або кутових розмірів від другої виносної лінії попереднього або вибраного розміру (**Размерная цепь**)

Команда РЗМЦЕПЬ наносить ланцюг розмірів, які в сумі дають повний розмір об'єкту. Нанесення ланцюга розмірів відоме також як *нанесення розмірних ланцюгів*.

При створенні послідовності лінійних розмірів, що входять в ланцюг, їх перші виносні лінії пригнічуються, а розмірні тексти при цьому можуть розташовуватися на виносках.

Для нанесення лінійного розмірного ланцюга потрібно:



1. З меню «**Размеры**» вибрати «**Цепь**» (або  Панель **Размеры:**, або  Командний рядок: **рзмцепь**).

Для визначення початкової точки першої виносної лінії нового розміру береться початкова точка другої виносної лінії останнього створеного розміру.

2. Включити об'єкту прив'язку для визначення початкових точок подальших виносних ліній.

3. Двічі натиснути <Enter> для завершення команди.

4.8. Побудова простої виноски і пояснення для неї (**Быстрая выноска**)

Команда БВЫНОСКА використовується для швидкого нанесення виносок і пояснень на виносках. Кількість запрошуваних точок і тип надпису можна задати за допомогою діалогового вікна «*Параметры выноска*». За допомогою команди БВЫНОСКА можна:

- задати надпис і його формат;
- вказати, як розташовується багаторядковий текст щодо виноски;
- обмежити число вершин виноски;
- обмежити кути першого і другого сегменту виноски.

Якщо для розміру задана асоціативність (за допомогою команди DIMASSOC), початкова точка виноска може бути прикріплена до точки на об'єкті. В цьому випадку, переміщення об'єкту не вимагає коригування положення тексту або рамки допуску (вони залишаються на місці), а стрілки продовжують сполучати об'єкт і лінії виноска.

Для побудови виноска з ламаною лінією необхідно:

1. З меню «**Размеры**» вибрати «**Выноска**» (або  Панель **Размеры:**, або , або  Командний рядок: **бвыноска**).

2. Натиснути <Enter> для виклику діалогового вікна «*Параметры выноска*» і виконати наступні дії:

- На вкладці «Выноска и стрелка» вибрати «Ломаная». У групі «Количество точек» вибрати «Не ограничено».
- На вкладці «Пояснение» вибрати «Мтекст».
- На вкладці «Выравнивание» поставити галочку навпроти «Разместить текст над полкой».
- Натиснути «ОК».

3. Вказати початкову і подальші точки лінії-виноска.

4. Натиснути <Enter> для завершення визначення точок перелому.

5. Вказати ширину тексту.

6. Ввести рядок тексту. Якщо необхідно, натискати <Enter> для переходу на наступний рядок тексту.

7. Двічі натиснути <Enter> для завершення команди.

5. Редагування об'єктів (панель «Редактирование»)

5.1. Видалення об'єктів з рисунка (*Стереть*)

Видалення об'єктів з рисунка можна виконувати різними способами, включаючи:

- Виклик команди СТЕРЕТЬ
- Вирізання в буфер обміну
- Натиснення клавіші DELETE

Команда СТЕРЕТЬ підтримує всі доступні режими вибору об'єктів.

Випадково стерті об'єкти можна відновити командою ОТМЕНИТЬ. Крім того, команда ОЙ може відновити всі об'єкти, видалені останнім виконанням однієї з команд СТЕРЕТЬ, БЛОК або ПБЛОК.

- Для видалення маркерів слід відновити екран командою ОСВЕЖИТЬ.
- Для видалення невживаних іменованих об'єктів, описів блоків, розмірних стилів, шарів, типів ліній і текстових стилів використовується команда ОЧИСТИТЬ.

Для стирання об'єкту потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Стереть**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **стереть**).

2. У відповідь на підказку «Выберите объекты» вказати об'єкти будь-яким способом або задати одну з наступних опцій:

- Ввести **п** (Последний) для стирання останнього створеного об'єкту.
- Ввести **т** (Текущий) для стирання об'єктів з поточного набору.
- Ввести **все** для стирання всіх об'єктів рисунка.
- Ввести **?** для отримання інформації про всі методи вибору.

3. Натиснути <Enter> для завершення команди.

5.2. Створення копій об'єктів (*Копировать*)

Для копіювання об'єктів необхідно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Копировать**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **копировать**).

2. Вибрати копіювані об'єкти.

3. Якщо потрібно зробити відразу декілька копій треба ввести **н** (Несколько).

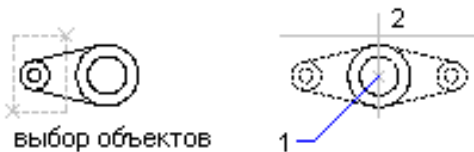
4. Вказати базову точку.

5. Вказати другу точку переміщення.

6. Вказати наступну точку переміщення. Продовжувати копіювання або натиснути <Enter> для завершення команди.

5.3. Дзеркальне копіювання об'єктів (**Зеркало**)

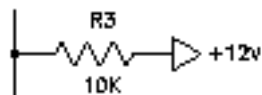
Дана функція дозволяє «дзеркально» відобразити об'єкт відносно деякої осі.



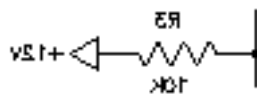
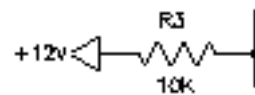
Дві вказані точки описують вісь, щодо якої виконується віддзеркалення.

Дзеркальним копіюванням текстових об'єктів управляє системна змінна MIRRTEXT.

За умовчанням вона включена (1), і тексти відображаються точно так, як і інші об'єкти. Якщо надати MIRRTEXT значення 0, то тексти відображатися не будуть.



до отражения

после отражения
(MIRRTEXT=1)после отражения
(MIRRTEXT=0)

Для дзеркального відображення об'єктів потрібно:

1. З меню **«Редакт»** вибрати **«Зеркало»** (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **зеркало**).
2. Вибрати об'єкт, що відображається.
3. Вказати першу точку осі віддзеркалення.
4. Вказати другу точку.
5. У відповідь на запитання «Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <Н>:» натиснути <Enter> для збереження початкових об'єктів на рисунку або ввести **д** (Да) для їх видалення.

5.4. Побудова концентричних кругів, паралельних відрізків і кривих (**Подобие**)

Команда ПОДОБИЕ створює новий об'єкт, який за формою подібний до початкового. Розташування нового об'єкту задається або відстанню від початкового, або зазначенням точки, через яку він повинен проходити.

Для побудови подібного об'єкту шляхом *завдання зсуву* потрібно:

1. З меню **«Редакт»** вибрати **«Подобие»** (або 

Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **подобие**).

2. Задати відстань зсуву.

Зсув задається за допомогою курсору або введенням з клавіатури.

3. Вибрати початковий об'єкт.



4. Вказати сторону зсуву.
5. Вибрати наступний об'єкт або натиснути <Enter> для завершення команди.

Для побудови подібного об'єкту, що *проходить через точку* треба після вибору команди «**Подобие**» у відповідь на підказку «Величина смещения или [Точка] <текущая>:» ввести **т** (Точка). Далі вибрати початковий об'єкт і вказати точку, через яку повинен проходити новий об'єкт. Натиснути <Enter> для завершення команди.

5.5. Створення масиву (**Массив**)

Система AutoCAD дозволяє копіювати об'єкти, впорядковано розташовуючи копії по колу (круговий масив) або у вузлах прямокутного масиву. Для прямокутних масивів задається кількість рядів і стовпців, а також відстань між ними. Для кругових масивів задається кількість копій об'єкту і режим їх повороту. Розмноження масивом є швидшим методом для створення декількох копій об'єкту із заданим інтервалом, чим виконання звичайного копіювання.

Для створення *прямокутного масиву* потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Массив**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **массив**).
 2. У діалоговому вікні «Массив» (рис.5) вибрати «Прямоугольный массив».
 3. Натиснути кнопку «Выбор объектов».
- Діалогове вікно тимчасово закривається і AutoCAD пропонує вибрати об'єкти.
4. Вибрати початкові об'єкти і натиснути <Enter>.
 5. У полях «Рядов» і «Столбцов» ввести число рядів і стовпців.
 6. Задати горизонтальну і вертикальну відстані між об'єктами одним з наступних способів:
 - У полях «Между рядами» і «Между столбцами» ввести значення відстаней між рядами і стовпцями. Знак числа (плюс або мінус) вказує на напрям побудови масиву.
 - Натиснути кнопку «Указать оба расстояния» і вказати за допомогою курсору два протилежні кути ячейки масиву. Ячейка визначає вертикальну і горизонтальну відстані між рядами і стовпцями.
 - Натиснути кнопку «Указать расстояние между рядами» для завдання вертикальної відстані за допомогою курсору і кнопку «Указать расстояние между столбцами» для завдання горизонтальної відстані.

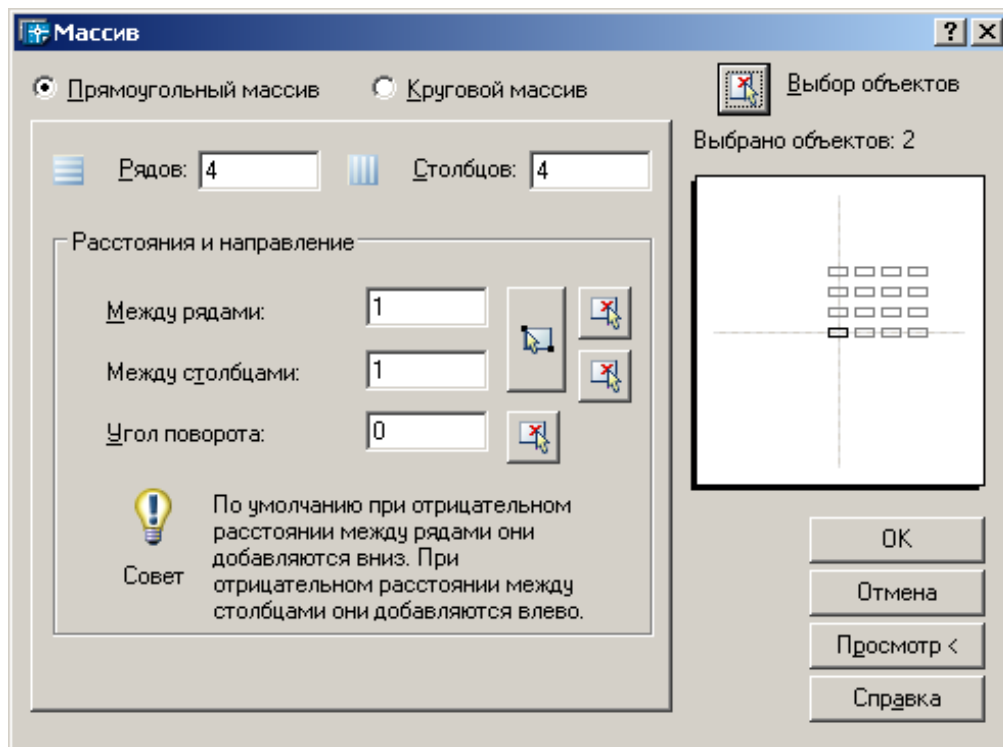


Рис.5. Діалогове вікно «Массив»

У вікні зразка виводиться результат дій.

7. Для зміни кута повороту масиву ввести нове значення кута в поле «Угол поворота».

8. Напрямок нульового кута, прийнятого за умовчанням, можна змінити командою ЕДИНИЦЫ.

9. Натиснути «ОК» для створення масиву.

Для створення *кругового масиву* потрібно:

1. У діалоговому вікні «Массив» (рис.5) вибрати «Круговой массив».

2. Для введення точки центру кругового масиву виконати одну з дій:

- Ввести значення координат X і Y, що визначають положення центру кругового масиву.

- Натиснути кнопку «Указать центр массива». Діалогове вікно тимчасово закривається і AutoCAD пропонує вказати точку. За допомогою курсору задати точку центру кругового масиву.

3. Натиснути кнопку «Выбор объектов».

4. Вибрати об'єкти, які потрібно розмножити.

5. У списку «Способ построения» вибрати один з пропонуваних способів:

- *Число элементов и Угол заполнения*
- *Число элементов и Угол между элементами*
- *Угол заполнения и Угол между элементами*

6. Ввести число елементів, включаючи початковий об'єкт.

7. Скористатися одним з наступних способів:

- Ввести значення кутів. У полі «Угол заполнения» вказується кут заповнення масиву. У полі «Угол между элементами» задається кутова відстань між парою сусідніх елементів.

- Натиснути кнопку «Указать угол заполнения» або «Указать угол между элементами» для завдання кута за допомогою курсору.

У вікні зразка виводиться результат дій.

8. При необхідності вказати додаткові опції.

9. Натиснути «ОК» для створення масиву.

5.6. *Переміщення об'єктів на задану відстань у вказаному напрямі (Перенести)*

Для переміщення об'єкту *на задану величину зсуву* необхідно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Перенести**» (або  Панель **Редактирование**).

вание: , або  Командний рядок: **перенести**).

2. Вибрати об'єкт, який потрібно перемістити.

3. Ввести значення відносних координат зсуву в декартовій, полярній, циліндричній або сферичній системі координат. Не слід вводити знак @, оскільки вже передбачено введення відносних координат.

4. На запит другої точки переміщення натиснути <Enter>.

При введенні координат тільки однієї точки AutoCAD вважає, що вказані значення визначають не базову точку, а величину зсуву об'єктів.

5.7. *Поворот об'єктів навколо заданої точки (Повернуть)*

Для повороту об'єкту потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Повернуть**» (або  Панель **Редактирование**).

вание: , або  Командний рядок: **повернуть**).

2. Вибрати об'єкт, який треба повернути.

3. Вказати базову точку повороту.

4. Виконати одну з наступних дій:

- Ввести значення кута повороту.
- Перетягнути об'єкт навколо базової точки до кінцевої точки повороту.

Для повороту об'єкту з використанням *опорного кута* треба:

1. Вибрати об'єкт, що повертається (1).

2. Вказати базову точку повороту.

3. Ввести **o** (Опорный отрезок).

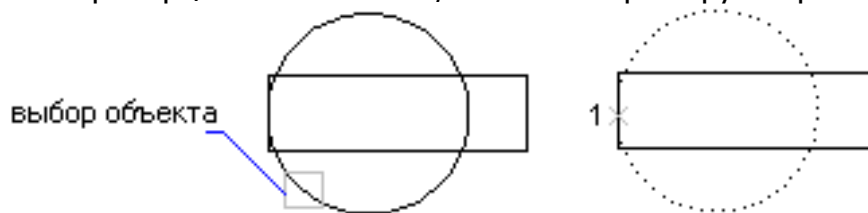
4. Визначити опорний кут, вказавши початкову (2) та кінцеву точку (3) об'єкту, який необхідно повернути.

6. Вказати кінцеву точку об'єкту, по якому виконується вирівнювання (4).



5.8. Пропорційна зміна розмірів об'єктів в напрямках X, Y і Z (**Масштаб**)

Масштабування об'єктів проводиться відносно базової точки; це означає, що її положення не змінюється. Після зазначення базової точки переміщення курсору викликає пропорційне збільшення/зменшення розміру вибраних об'єктів.



Для масштабування об'єкту *із заданим масштабним коефіцієнтом* треба:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Масштаб**» (або  Панель **Редактирова-**
ние: , або  Командний рядок: **масштаб**).

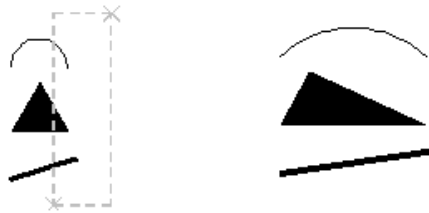
2. Вибрати об'єкт для масштабування.
3. Вказати базову точку (1).
4. Ввести значення масштабного коефіцієнта або перетягнути об'єкт і натиснути лівою кнопкою миші для визначення нового масштабу.

Для масштабування об'єкту *по довжині опорного відрізка* потрібно після вибору об'єкту масштабування та визначення базової точки:

1. Ввести **o** (Опорный отрезок).
2. Вказати першу і другу опорні точки або ввести значення довжини опорного відрізка.

5.9. Розтягання об'єктів (**Растянуть**)

AutoCAD розтягує дуги, еліптичні дуги, відрізки, сегменти поліліній, фігури, промені, смуги і сплайни, що перетинають рамку вибору. Переміщуються тільки кінцеві точки, що знаходяться усередині рамки; кінцеві точки за рамкою залишаються незмінними. Вершини смуг і фігур, що знаходяться усередині рамки, також переміщуються, тоді як вершини за межами рамки залишаються на місці. Полілінії обробляються посегментно, так, як ніби вони є звичайним набором елементарних відрізків і дуг.



Для розтягання об'єкту необхідно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Растянуть**» (або  Панель **Редактиро-**
вание: , або  Командний рядок: **растянуть**).

2. Вибрати об'єкт січною рамкою.

Січна рамка повинна охоплювати принаймні одну вершину або визначальну точку об'єкту. Вибір січною рамкою здійснюється шляхом введення **с** або натисканням і перетяганням мишею справа наліво, після чого необхідно знову натиснути ліву кнопку миші.

3. Виконати одну з наступних дій:

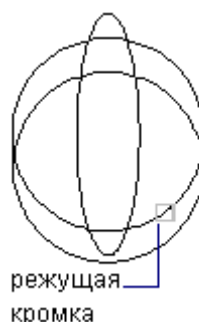
- Ввести значення відносних координат зсуву в декартовій, полярній, циліндричній або сферичній системі координат. Не слід вводити знак @, оскільки вже передбачається введення відносних координат. Натиснути <Enter> на запит про другу точку переміщення.

- Вказати базову точку і другу точку переміщення.

Зауваження: Об'єкти, у яких хоча б одна вершина або кінцева точка розташована усередині січної рамки, розтягуються, а об'єкти, які повністю охоплені січною рамкою, переміщуються без розтягнення.

5.10. Обрізання об'єкту по кромці, що формується іншими об'єктами (Об-резать**)**

Для обрізки необхідно вибрати об'єкти, які задають ріжучі кромки для обрізання або натиснути <Enter> для вибору всіх об'єктів як потенційних ріжучих кромок. Ріжучими кромками можуть служити 2D і 3D полілінії, дуги, круги, еліпси, відрізки, плаваючі видові екрани, промені, області, сплайни, текст і прямі. AutoCAD обрізає об'єкт до найближчого об'єкту, що підходить для використання як кромка.



Для обрізання об'єкту потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Обрезать**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **обрезать**).

2. Вибрати об'єкти, що визначають ріжучі кромки.

Для використання всіх об'єктів рисунка як потенційних ріжучих кромок треба натиснути <Enter> без визначення об'єктів.

3. Вибрати об'єкти, що обрізаються.

5.11. Подовження об'єктів до перетину з іншими об'єктами (**Удлинить**)

Об'єкти можна обрізати або подовжувати так, щоб вони закінчувалися точно на граничних кромках, які визначені іншими об'єктами. Таким чином, спочатку можна створити такий об'єкт, як відрізок, будь-якої довжини, а потім змінити його довжину, точно обмежену з різних сторін іншими об'єктами.

Об'єкти, що обираються для визначення граничних або ріжучих кромок, не обов'язково повинні перетинатися з об'єктами, що обрізаються. У операції можуть брати участь і продовження кромок, тобто об'єкти подовжуються/обрізаються в точках уявних перетинів з кромками.



Якщо кромка не визначена, то при натисканні <Enter> на запит командного рядка під час вибору об'єктів для визначення кромки вибираються всі об'єкти. Такий спосіб визначення кромки називається повним вибором.

Кромками можуть бути і геометричні об'єкти блоків. При цьому вибір кромки може виконуватися тільки за допомогою простої і січної рамок, а також методом повного і лінійного вибору.

Для подовження об'єкту потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Удлинить**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **удлинить**).

2. Вибрати об'єкти, що визначають граничні кромки.

Для використання всіх об'єктів можна застосувати спосіб повного вибору.

3. Вибрати об'єкти, які потрібно подовжити.

5.12. Розрив вибраного об'єкту між двома точками (**Разорвать**)

Подальші запити залежать від того, як був вибраний об'єкт. Якщо об'єкт вибраний шляхом безпосередньої виділення, AutoCAD вважає точку вибору першою точкою розриву. Відповідаючи на наступний запит, користувач може або вказати другу точку, або змінити першу. AutoCAD стирає частину об'єкту, що

лежить між вказаними точками. Якщо друга вказана точка не належить об'єкту, AutoCAD використовує найближчу до неї точку. Таким чином, для стирання одного з кінців відрізка, дуги або полілінії слід вказати другу точку за кінцем, що стирається.

Щоб розбити об'єкт на дві частини, нічого не видаляючи, потрібно вказати другу точку, яка збігається з першою.

AutoCAD перетворить круг в дугу шляхом відсікання його фрагмента від першої до другої точки в напрямі проти годинникової стрілки.



За допомогою команди РАЗОРВАТЬ можна стерти певні ділянки об'єктів, створюючи таким чином проміжок між частинами, що залишилися. Цей метод зазвичай використовується для створення порожніх місць, куди потім вставляються блоки або текст.

Для розривання об'єкту потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Разорвать**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **разорвать**).

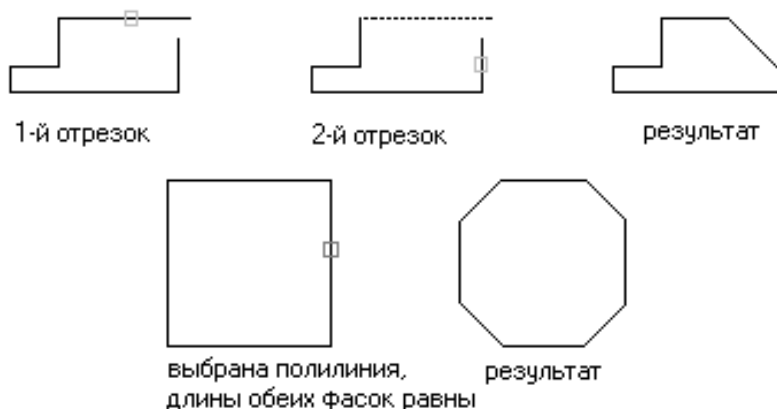
2. Вибрати об'єкт, який потрібно розірвати.

За умовчанням точка визначення об'єкту вважається першою точкою розриву. Щоб вибрати іншу першу точку розриву, слід ввести **п** (Первая) і вказати нову точку.

3. Вказати другу точку розриву.

5.13. Зняття фасок в місцях перетину об'єктів (Фаска)

Якщо обидва об'єкта, які сполучаються фаскою лежать на одному шарі, AutoCAD поміщає фаску також на цей шар. Інакше AutoCAD поміщає фаску на поточний шар. Сказане справедливе також для кольору фаски, її типу лінії і ваги лінії.



Для швидкої побудови відрізка, що сполучає дві непаралельні лінії, використовується команда ФАСКА. Зазвичай таким чином створюються скошені кути. Командою ФАСКА можна зняти фаски відразу по всій довжині полілінії.

Фаски будуються для відрізків, поліліній, прямих і променів. При завданні параметрів фаски двома лінійними розмірами вказуються відстані, на які кожен об'єкт потрібно подовжити або обрізати. Можна також задати фаску одним лінійним і одним кутовим розміром. Об'єкти, що сполучаються, можна або залишити в тому вигляді, який вони мали до зняття фаски, або обрізати або подовжити, використовуючи лінію фаски як кромку.

За допомогою опції «Несколько» можна з'єднати фаскою декілька об'єктів, не виходячи з команди.



Для побудови фаски *по двом лінійним розмірам* потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Фаска**» (або  Панель **Редактирование**:



, або  Командний рядок: **фаска**).

2. Ввести **д** (Длина).
3. Задати першу довжину фаски.
4. Задати другу довжину фаски.
5. Вибрати відрізки, що сполучаються фаскою.

Для з'єднання фаскою *двох непаралельних відрізків* треба після вибору «**Фаска**» вибрати перший відрізок, а за ним другий.

Для побудови фаски *по лінійному і кутовому розмірах* необхідно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Фаска**».
2. Ввести **у** (Угол).
3. Ввести довжину фаски від кута з'єднання уздовж першого відрізка.
4. Ввести кут фаски.
5. Вибрати перший відрізок. Потім вибрати другий відрізок.

Для побудови фаски *без обрізання об'єктів* потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Фаска**».
2. Ввести **о** (Обрезка).
3. Ввести **б** (Без обрезки).
4. Вибрати об'єкти, що сполучаються.

Для зняття фасок *уздовж всієї полілінії* треба:

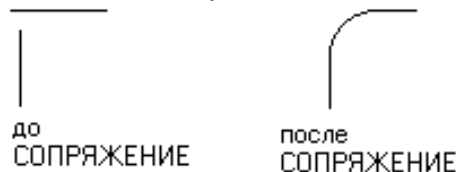
1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Фаска**».
2. Ввести **и** (полИлиния).

3. Вибрати полілінію.

Уздовж всієї полілінії відбувається зняття фасок встановленим поточним способом з розмірами, заданими за умовчанням.

5.14. Скруглення кутів і сполучення об'єктів (Сопряжение)

Сполученням називається плавне з'єднання двох об'єктів дугою заданого радіусу. За допомогою команди СОПРЯЖЕНИЕ можна отримати і сполучення, і скруглення кутів, оскільки AutoCAD не робить відмінності між ними.



Допускається сполучення лінійних сегментів поліліній; при цьому сегменти можуть бути суміжними, несуміжними, пересічними або розділеними одним сегментом. Якщо сегменти не суміжні, вони подовжуються так, щоб можна було задовольнити умовам сполучення. Якщо сегменти перетинаються, програма після побудови сполучення виконує їх обрізання.

Для завдання *радіусу сполучення* потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Сопряжение**» (або  Панель **Редакти-**
рование: , або  Командний рядок: **сопряжение**).

2. Ввести **д** (раДиус).

3. Ввести радіус сполучення.

4. Вибрати об'єкти для сполучення.

Спосіб побудови сполучення *без обрізання* та сполучень *уздовж всієї полілінії* подібний тому який використовувався для зняття фаски.

5.15. Розбиття складеного об'єкту на складові (Расчленить)

Складений об'єкт включає декілька об'єктів AutoCAD. До складених об'єктів відносяться, наприклад, блоки.

Для того, щоб дістати можливість редагувати окремі об'єкти, що входять в блок, необхідно виконати його розчленовування на окремі компоненти. Після цього користувач може:

- Створити опис нового блоку.
- Перевизначити опис наявного блоку.
- Зберегти об'єкти в розрізненому вигляді для різних цілей.

Є можливість автоматичного розчленовування блоків на місці створюваних входжень блоків шляхом включення опції «**Расчленить**» діалогового вікна «**Вставка блока**».

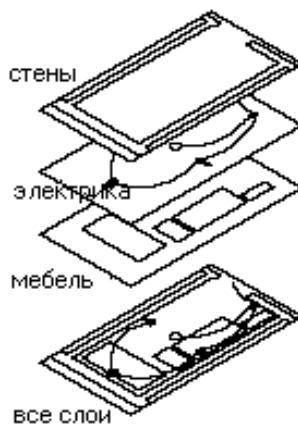
Для *розчленовування блоку* потрібно:

1. З меню «**Редакт**» вибрати «**Расчленить**» (або  Панель **Редактирование**: , або  Командний рядок: **расчленить**).
2. Вибрати блок для розчленовування і натиснути <Enter>.

6. Інші функції

6.1. Шари (Диспетчер свойств слоев)

Шари нагадують лежачі один на одному прозорі листи кальки. Вони є базовим засобом організації побудов в AutoCAD і дозволяють структурувати рисунок, що спрощує управління параметрами рисунка і різними властивостями, такими як типи ліній, кольору і ін.



Шари дозволяють групувати однотипні об'єкти. Наприклад, такі об'єкти, як допоміжні лінії, тексти, розміри і основні написи можна розмістити на окремих шарах. Пошарова організація об'єктів дозволяє:

- Легко пригнічувати і включати відображення об'єктів шару на видових екранах.
- Дозволяти, забороняти і налаштовувати виведення об'єктів на друк.
- Призначати колір одночасно всім об'єктам шару.
- Задавати тип і вагу ліній за умовчанням для всіх об'єктів шару.
- Дозволяти або забороняти редагування об'єктів шару.

Крім того, тут здійснюється заморожування і розморожування шарів (глобально або на поточному видовому екрані), блокування і розблокування, установка стилів друку, дозвіл і заборона виведення шарів на друк. Можлива фільтрація шарів по іменах, збереження і відновлення стану і властивостей шарів.

Для запуску діалогового вікна «*Диспетчер свойств слоев*» потрібно з меню «**Формат**» вибрати «**Слои**» (або  Панель **Слои**: , або  Командний рядок: **слой**).

Створювати, видаляти або редагувати властивості шарів можна за допомогою «*Диспетчера свойств слоев*» (рис.6).

6.2. Копіювання властивостей вибраного об'єкту в інші об'єкти (Копировать свойства)

Для часткового або повного копіювання властивостей одного об'єкту в іншій або в декілька інших об'єктів використовується функція «*Копирование свойств*». Можна копіювати колір, шар, тип ліній, масштаб типу ліній, вагу ліній, стиль друку, висоту і інші властивості.

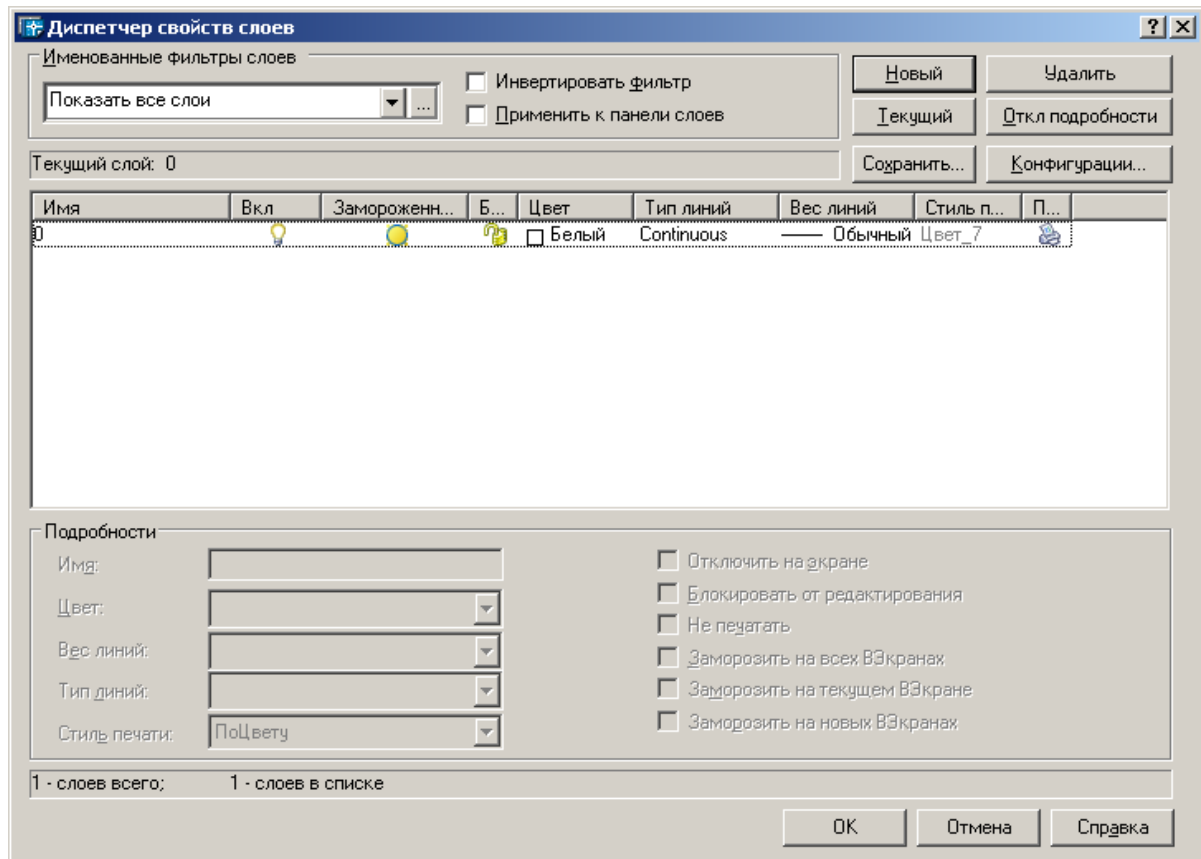


Рис.6. Діалогове вікно «Диспетчер свойств слоев»

За умовчанням всі властивості, які треба перенести копіюються з першого вибраного об'єкту в інші об'єкти. Для того, щоб заборонити копіювання певних властивостей, можна скористатися опцією «*Настройки*», вказавши властивості, які не можна копіювати. Цю опцію можна застосовувати у будь-який час впродовж виконання команди копіювання властивостей.

ЗВІТНІСТЬ

Скласти звіт з виконання комп'ютерних практикумів з пакету AutoCAD у вигляді:

- Створити директорію з ім'ям вигляду група_прізвище_AC.
- В директорію помістити файли креслень і ескізів комп'ютерних практикумів №1-5.
- Створити файл вигляду група_прізвище_AC.txt в якому зробити висновки про виконані роботи та відповісти на питання (стор. 44) які визначаються викладачем для кожного практикуму.

Комп'ютерний практикум №1

ПАЗ РОТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ

Мета роботи: ознайомлення з інтерфейсом системи автоматизованого проектування AutoCAD, та способами його налаштування; ознайомлення з правилами здобуття навичок креслення простих елементів та плоских фігур; зображення пазів ротора асинхронної машини (АМ) з короткозамкненим ротором.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 1.1).
2. За допомогою графічного пакету AutoCAD та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом AutoCAD» накреслити паз ротора АМ з к.з. ротором.
3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 30 (це креслення буде використано в комп'ютерному практикумі №4).

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. В табл.1.1. наведені варіанти завдань, що складаються з форми і розмірів пазу ротора АМ, який необхідно накреслити.

Таблиця 1.1. Параметри пазів ротора АМ

№ варіанту	Рисунок пазу	Розміри, мм				
		<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>h</i>	<i>e</i>	<i>m</i>
1	Рис. 7	2,9	3,1	8,2	0,75	1
2		2,1	1,55	9,4	0,7	1,1
3		2	1,5	10,2	0,5	1,2
4		2,2	1,6	10,8	0,55	0,95
5		2,3	1,9	10,5	0,45	0,9
6		2,4	1,65	11,5	0,5	1
7		1,7	1,5	11,4	0,55	1,1
8		2,5	2,5	11,8	0,45	1,2
9		2,6	1,55	12,6	0,5	1,1
10		1,9	1,9	11,4	0,55	0,9

Продовження табл. 1.1

№ варіанту	Рисунок пазу	Розміри, мм				
		b_1	b_2	h	e	m
11	Рис. 7	3,1	3,3	13,6	0,45	0,95
12		2,3	1,5	16,4	0,5	1
13		2,2	1,7	14,8	0,55	1,1
14		3,4	3,4	16	0,6	1,2
15		2,4	1,9	16,6	0,45	0,9
16		2,5	2,1	16,5	0,5	0,95
17		3,7	4	16,4	0,55	1
18		2,6	1,5	19,3	0,6	1,1
19		3	3	17,9	0,45	1,15
20		2,7	1,8	18,1	0,75	1,5

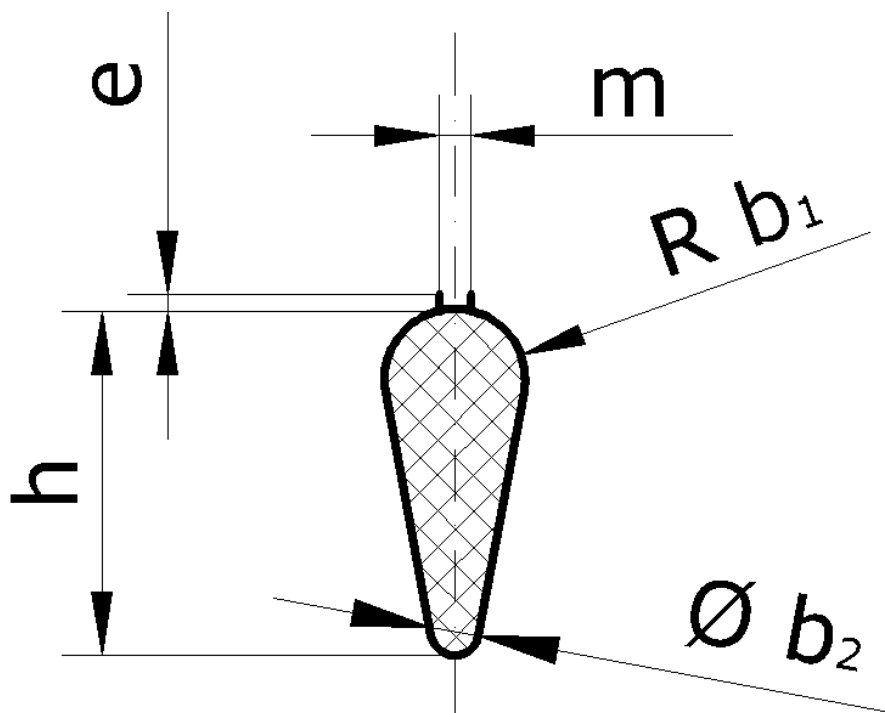


Рис. 7

2. При виконанні креслення використовуються елементи панелі «Рисование» та панелі «Размеры», а також елемент **«Обрезать»** (пп.5.10) з панелі «Редактирование». Алгоритми використання елементів зазначених панелей наведені в пунктах 3, 4 та 5 розділу *«Робота з графічним пакетом AutoCAD»*.

3. Зберегти файл рисунку потрібно в форматі *dwg* системи AutoCAD.

Комп'ютерний практикум №2

ПАЗ СТАТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ

Мета роботи: вдосконалення навичок креслення простих елементів та плоских фігур; виконання креслення пазів статора АМ з короткозамкненим ротором.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 2.1).
2. За допомогою графічного пакету AutoCAD та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом AutoCAD» накреслити паз статора АМ з к.з. ротором.
3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 30 (це креслення буде використано в комп'ютерному практикумі №4).

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. В табл.2.1. наведені варіанти завдань, що складаються з форми і розмірів пазу статора АМ, креслення якого потрібно виконати.

Таблиця 2.1. Параметри пазів статора АМ

№ варіанту	Рисунок пазу	Розміри, мм							
		<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>h</i>	<i>e</i>	<i>m</i>	<i>i</i>	<i>d1</i>	<i>d2</i>
1	Рис. 9	8,7	10,9	9,6	0,5	1,7	0,3	0,8	0,86
2		9,7	12,4	11	0,5	1,8	0,25	0,85	0,91
3		4,5	5,8	8	0,5	1,6	0,3	0,9	0,96
4		4,8	6,4	9,8	0,5	1,85	0,25	0,95	1,01
5		4,8	6,3	9	0,5	1,75	0,3	1	1,08
6		4,7	6,5	10,4	0,5	1,7	0,25	1,06	1,14
7		3,5	4,9	10,9	0,5	1,8	0,3	0,8	0,86
8		5,9	7,5	9,3	0,5	2,1	0,25	0,85	0,91
9		5,2	7,3	11,6	0,5	2,2	0,3	0,9	0,96
10		3,9	5,5	12,2	0,5	2	0,25	1	1,01

Продовження табл. 2.1

№ варіанту	Рисунок пазу	Розміри, мм							
		b_1	b_2	h	e	m	i	d_1	d_2
11	Рис. 9	6,8	8,5	11,6	0,5	3	0,3	0,8	0,86
12		4,4	6	12,1	0,5	2,5	0,25	0,85	0,91
13		4,3	6	13	0,5	2,4	0,3	0,9	0,96
14		8,1	10,1	12,6	0,5	3,2	0,25	0,95	1,01
15		4,8	6,5	12,9	0,5	3	0,3	1	1,08
16		4,7	6,6	13,8	0,5	2,7	0,25	1,06	1,14
17		9,1	11,3	14,1	0,5	3,5	0,3	0,8	0,86
18		4,9	7,1	15,8	0,5	3	0,25	0,85	0,91
19		5,4	7,5	15,4	0,5	3,1	0,3	0,9	0,96
20		6,5	8,2	14,3	0,5	3,5	0,25	1	1,01

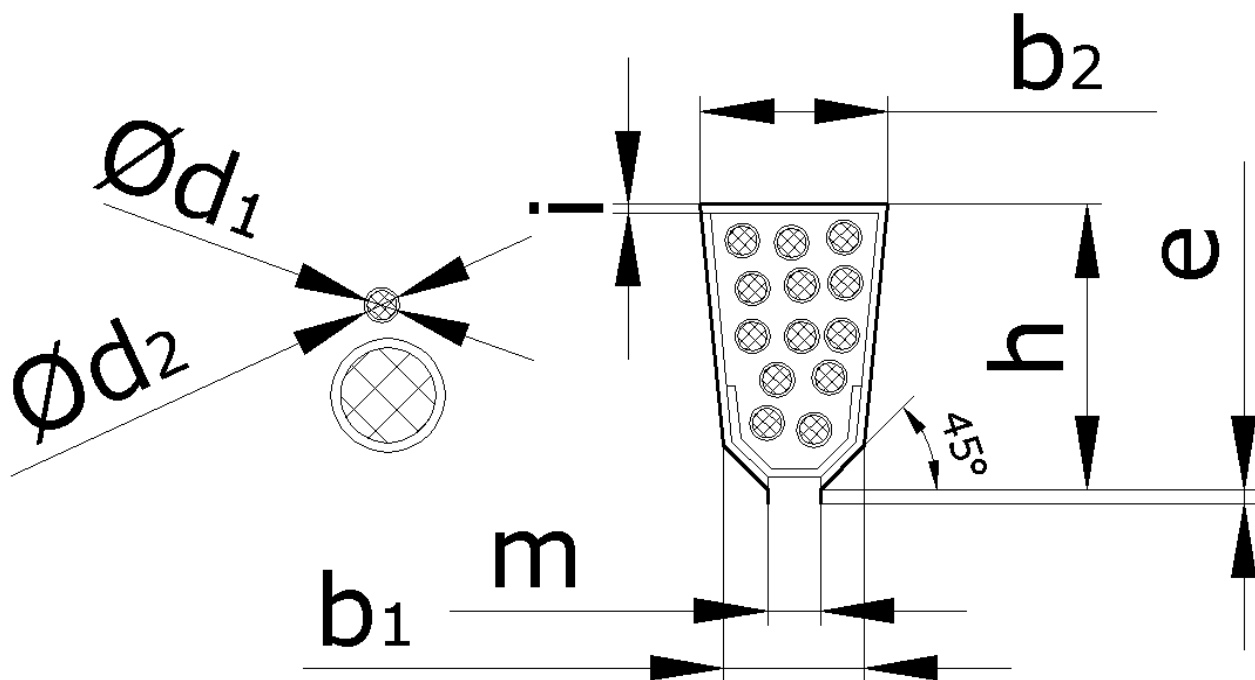


Рис. 9

2. При виконанні креслення використовуються ті ж елементи панелей «Рисование», «Размеры» і «Редактирование», що і в комп'ютерному практикумі №1.

3. При збереженні файлу виконаного рисунку потрібно використати формат *.dwg.

Комп'ютерний практикум №3

ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ ТРИФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Мета роботи: вдосконалення навичок креслення та виконання спрощеного зображення поперечного перерізу силового трифазного трансформатора.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 3.1 та рис.11).
2. За допомогою графічного пакету AutoCAD та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом AutoCAD» виконати спрощене креслення поперечного перерізу силового трифазного трансформатора.
3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск (див. стор. 30).

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. В табл.3.1. наведені варіанти завдань, що складаються з деяких розмірів поперечного перерізу трансформатора які позначені на рис.11.

Таблиця 3.1. Розміри трифазного трансформатора

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.11)								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>k</i>	<i>m</i>
1	100	90	60	54	44	40	20	80	5
2	200	140	120	110	96	90	40	137	7
3	300	200	170	160	148	140	70	199	9
4	400	280	240	220	190	180	90	270	10
5	500	440	400	360	330	300	160	440	20
6	150	120	100	88	74	70	30	110	5
7	100	80	66	60	48	45	20	75	5
8	110	90	68	58	44	40	20	85	5
9	120	100	84	74	52	45	25	96	6
10	140	124	104	94	74	70	35	114	7

Продовження табл. 3.1

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.11)								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>k</i>	<i>m</i>
11	200	164	146	130	108	100	50	162	10
12	250	220	190	174	144	140	70	205	10
13	300	240	200	184	166	160	80	230	15
14	100	86	68	60	44	40	20	78	5
15	110	90	66	58	40	34	15	75	5
16	120	86	58	50	36	30	15	73	5
17	130	110	80	70	48	40	20	90	5
18	140	122	108	96	72	65	30	113	7
19	210	190	176	158	130	120	60	188	8
20	180	156	128	114	94	85	40	140	7

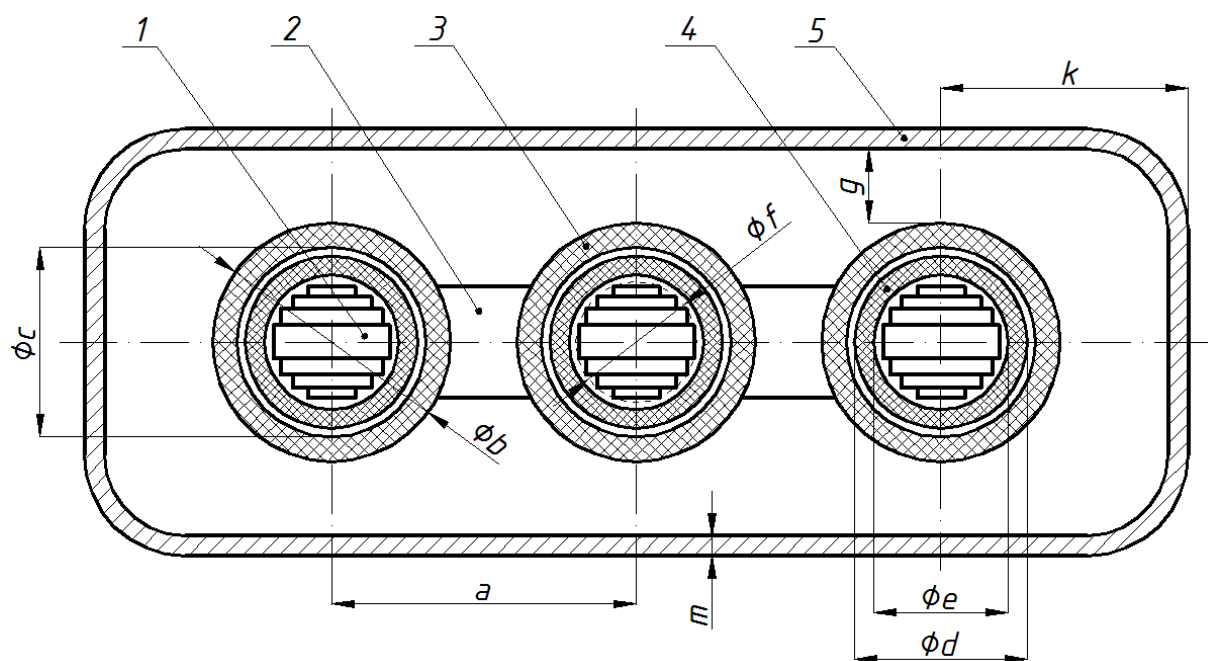


Рис. 11

2. При виконанні креслення використовуються елементи панелей «Рисование», «Размеры» і «Редактирование».

3. При збереженні файлу виконаного рисунку потрібно використати формат *.dwg.

Комп'ютерний практикум №4

ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ АСИНХРОННОЇ МАШИНИ

Мета роботи: виконання спрощеного зображення поперечного перерізу асинхронної машини з короткозамкненим ротором.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 4.1 та рис.12).
2. За допомогою графічного пакету AutoCAD та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом AutoCAD» виконати спрощене креслення поперечного перерізу асинхронної машини з короткозамкненим ротором.
3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск (див. стор. 30).

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. В табл.4.1. наведені варіанти завдань, що складаються з деяких розмірів поперечного перерізу асинхронної машини з короткозамкненим ротором які позначені на рис.12. Пази статора і ротора беруться з файлів, що створені в комп'ютерних практикумах 1 і 2 згідно власного варіанту.

Таблиця 4.1. Розміри асинхронної машини з к.з. ротором

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.12)								
	D_a	D_i	δ	Z_1	Z_2	d_{30}	b_{11}	h	d_1
1	81	41	0,25	12	9	112	102	50	9
2	84	46	0,3	12	15	110	100	52	10
3	89	48	0,35	24	18	128	116	56	11
4	90	55	0,4	24	19	130	118	58	12
5	100	54	0,3	24	17	138	129	63	14
6	105	61	0,25	24	18	136	127	65	15
7	103	65	0,3	36	28	137	128	64	14
8	116	65	0,35	24	20	170	135	71	19
9	118	70	0,25	24	17	168	133	73	18
10	117	76	0,3	36	28	169	134	72	19
11	131	74	0,35	24	20	186	155	80	22
12	132	84	0,25	36	28	185	157	81	23

Продовження табл. 4.1

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.12)								
	D_a	D_i	δ	Z_1	Z_2	d_{30}	b_{11}	h	d_1
13	133	88	0,3	36	28	184	156	82	21
14	149	84	0,4	24	20	208	175	90	24
15	150	95	0,25	36	28	210	178	91	25
16	151	100	0,3	36	28	209	177	92	23
17	168	95	0,45	24	20	235	200	100	28
18	169	105	0,3	36	28	237	205	105	27
19	170	113	0,4	36	28	236	203	102	26
20	191	126	0,3	36	34	260	230	112	32

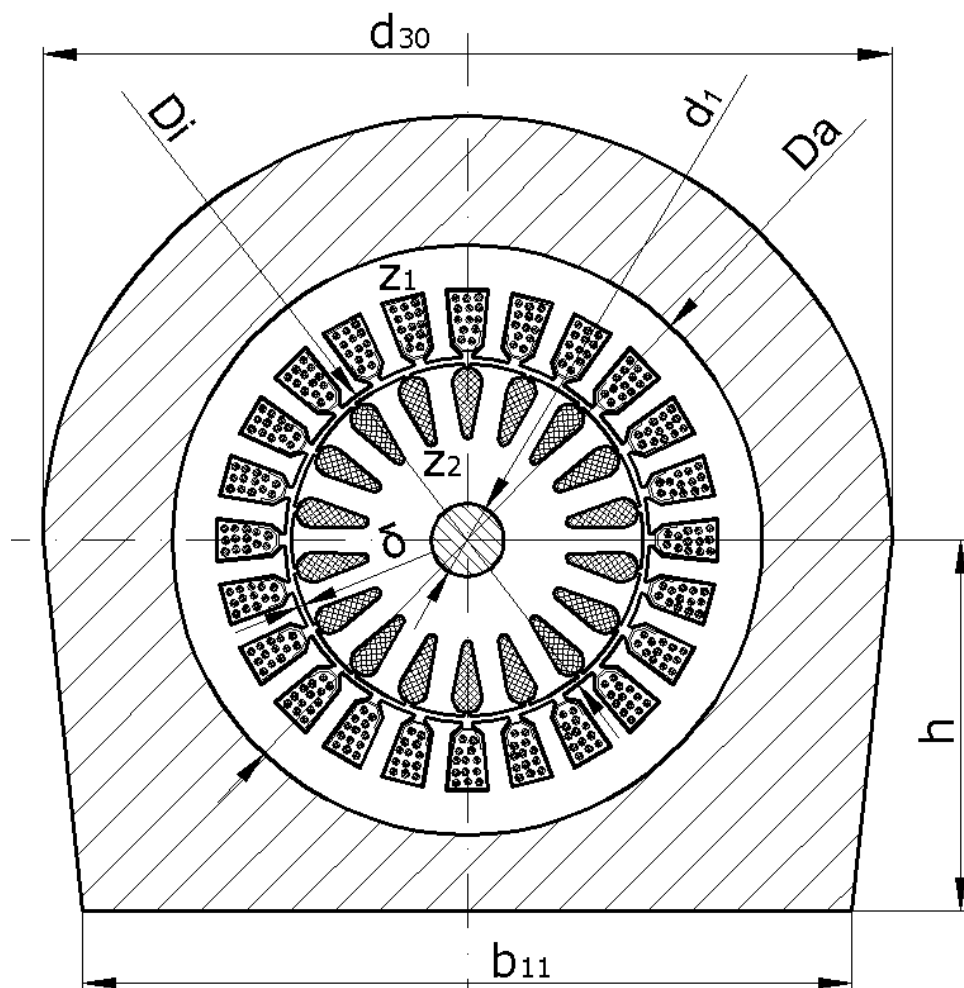


Рис. 12

Пункти 2 і 3 аналогічні тим, що викладені в попередніх комп'ютерних практикумах.

Комп'ютерний практикум №5

ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Мета роботи: виконання спрощеного зображення поперечного перерізу машини постійного струму (МПС).

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 5.1, 5.2, 5.3 та рис.13, 14, 15).

2. За допомогою графічного пакету AutoCAD та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом AutoCAD» виконати спрощене креслення поперечного перерізу машини постійного струму, а також окремі креслення пазу якоря, полюсу та валу МПС.

3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск (див. стор. 30).

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. В табл.5.1. наведені варіанти завдань, що складаються з деяких розмірів поперечного перерізу машини постійного струму.

Таблиця 5.1. Розміри МПС

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.13)							
	A	B	C	D	E	F	G	K
1	115	265	594	335	30	55	130	220
2	116	264	596	336	31	54	128	221
3	117	265	598	337	32	53	126	222
4	118	266	600	338	33	52	126	223
5	119	265	598	339	34	51	126	224
6	118	264	596	339	35	52	125	225
7	117	263	594	338	34	53	127	226
8	116	264	596	337	33	54	129	227
9	115	265	598	336	32	55	129	226
10	114	266	600	336	31	56	129	225
11	115	267	600	337	30	57	132	224
12	116	266	598	338	31	56	133	223
13	117	265	596	339	32	55	130	221

Продовження табл. 5.1

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.13)							
	A	B	C	D	E	F	G	K
14	118	264	594	339	33	54	128	221
15	119	263	596	338	34	53	126	222
16	118	264	598	337	35	52	127	223
17	117	265	600	336	34	51	125	224
18	116	266	598	335	33	52	125	225
19	115	267	596	336	32	53	128	226
20	114	265	594	337	31	55	129	227

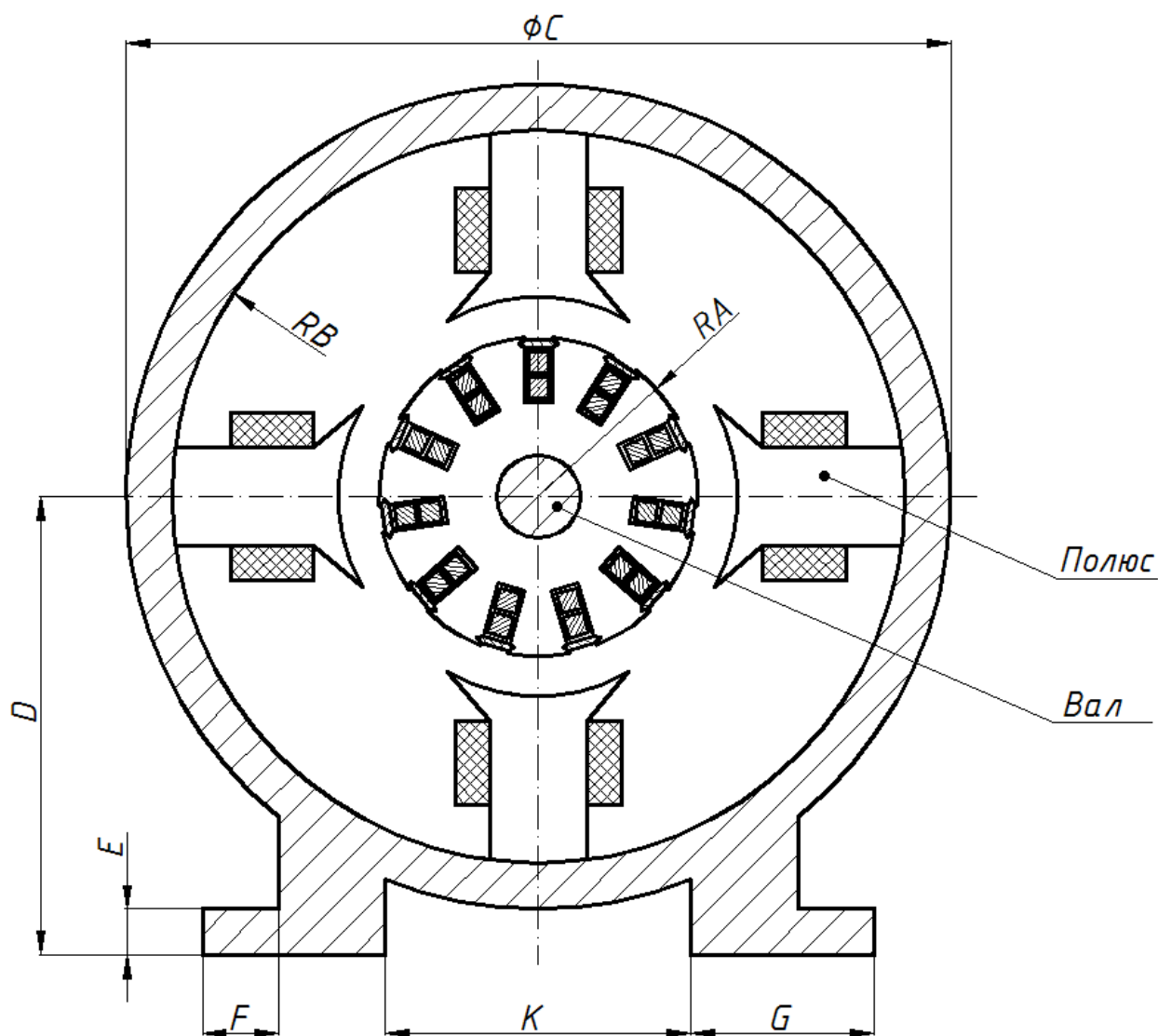


Рис. 13

Паз якоря МПС зображено на рис. 14. Розміри пази для кожного варіанту приведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2. Розміри пази якоря МПС

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.14)						
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>k</i>
1	20	14	40	16	3	5	2
2	21	15	42	15	2,5	6	2,5
3	22	16	44	16	2	6	3
4	23	16	44	17	2,5	5	3
5	20	15	42	16	3	5	2,5
6	21	14	40	15	3	6	2
7	22	14	42	16	2,5	6	2
8	23	15	44	17	2	5	2,5
9	20	16	44	16	2	5	2,5
10	21	16	42	15	2,5	6	3
11	22	15	40	15	3	6	3
12	23	14	40	16	3	5	2
13	20	14	42	15	2,5	6	2,5
14	21	15	44	16	2	5	3
15	22	16	42	17	2,5	6	2,5
16	23	16	40	17	3	5	3
17	20	15	40	16	3	5	2
18	21	14	42	15	2,5	6	2,5
19	22	14	44	15	2	5	2
20	23	15	42	16	2	6	2

Полюс МПС з обмоткою збудження, а також вал машини постійного струму зображено на рис.15. Розміри цих елементів приведені в табл. 5.3.

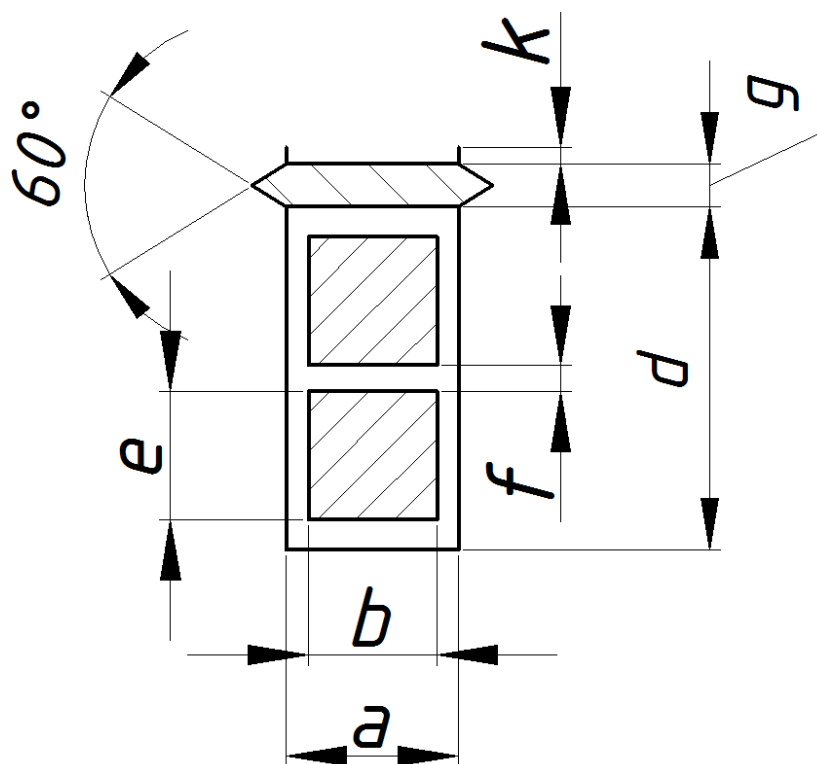
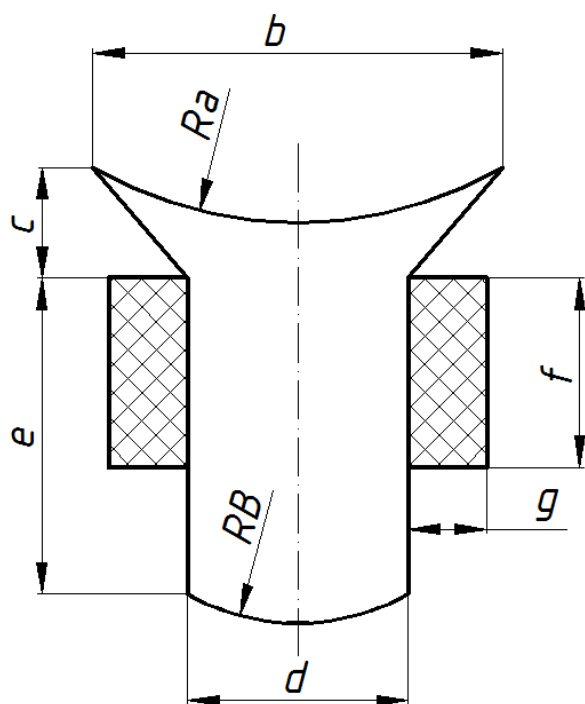


Рис. 14

Полюс



Вал

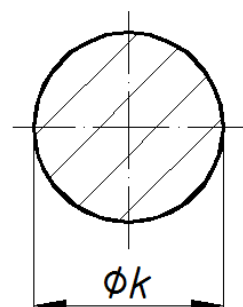


Рис. 15

Таблиця 5.3. Розміри полюсу та валу МПС

№ варіанту	Розміри, мм (див. рис.15)							
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>k</i>
1	130	132	35	72	102	62	24	61
2	132	131	34	70	103	63	25	62
3	133	132	33	71	104	64	26	63
4	134	130	32	73	105	65	27	64
5	135	133	32	71	104	65	26	65
6	131	132	33	70	103	64	25	64
7	130	133	34	72	102	63	24	63
8	132	134	35	74	100	62	23	62
9	133	135	36	75	101	61	24	61
10	135	132	37	74	102	60	25	60
11	134	131	36	73	103	61	26	61
12	133	131	35	72	104	62	27	62
13	132	134	34	71	105	63	28	63
14	130	132	33	72	104	64	27	64
15	131	134	32	70	103	65	26	65
16	134	132	31	73	102	64	25	64
17	135	133	31	72	101	63	24	63
18	132	130	32	71	100	62	25	62
19	133	131	33	72	101	61	26	62
20	134	132	34	73	103	60	27	61

Виконання пунктів 2 і 3 аналогічно тому, як це було зроблено в попередніх комп'ютерних практикумах.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ З ПАКЕТУ AUTOCAD

1. Як накреслити нескінченну лінію в пакеті AutoCAD?
2. Як накреслити коло в пакеті AutoCAD?
3. Як накреслити прямокутник в пакеті AutoCAD?
4. Як накреслити полілінію в пакеті AutoCAD?
5. Як накреслити еліпс в пакеті AutoCAD?
6. Як накреслити лінію в пакеті AutoCAD?
7. Як накреслити багатокутник в пакеті AutoCAD?
8. Як накреслити дугу в пакеті AutoCAD?
9. Як нанести розміри в пакеті AutoCAD?
10. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити креслення пазу асинхронної машини в пакеті AutoCAD?
11. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити креслення активної частини асинхронної машини в пакеті AutoCAD?
12. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити креслення трансформатора в пакеті AutoCAD?
13. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити креслення машини постійного струму в пакеті AutoCAD?
14. Яка мета створення блоку в пакеті AutoCAD?
15. Яка мета створення масиву в пакеті AutoCAD?
16. Що таке шари в пакеті AutoCAD і їхні призначення?
17. Поясніть призначення функції копіювання властивостей об'єкту в пакеті AutoCAD?
18. Яка команда використовується для розбиття складного об'єкту на більш прості складові в пакеті AutoCAD?
19. Як виконати фаску і округлення об'єктів в пакеті AutoCAD?
20. Як виконати поворот об'єкта в пакеті AutoCAD?

РОБОТА З ГРАФІЧНИМ ПАКЕТОМ SOLIDWORKS

1. Основні функціональні можливості SolidWorks

- За допомогою SolidWorks можна створювати тривимірні моделі, а не тільки двовимірні креслення (рис.16). Ці тривимірні деталі можна використовувати для створення двовимірних креслень і тривимірних зборок (рис.17).

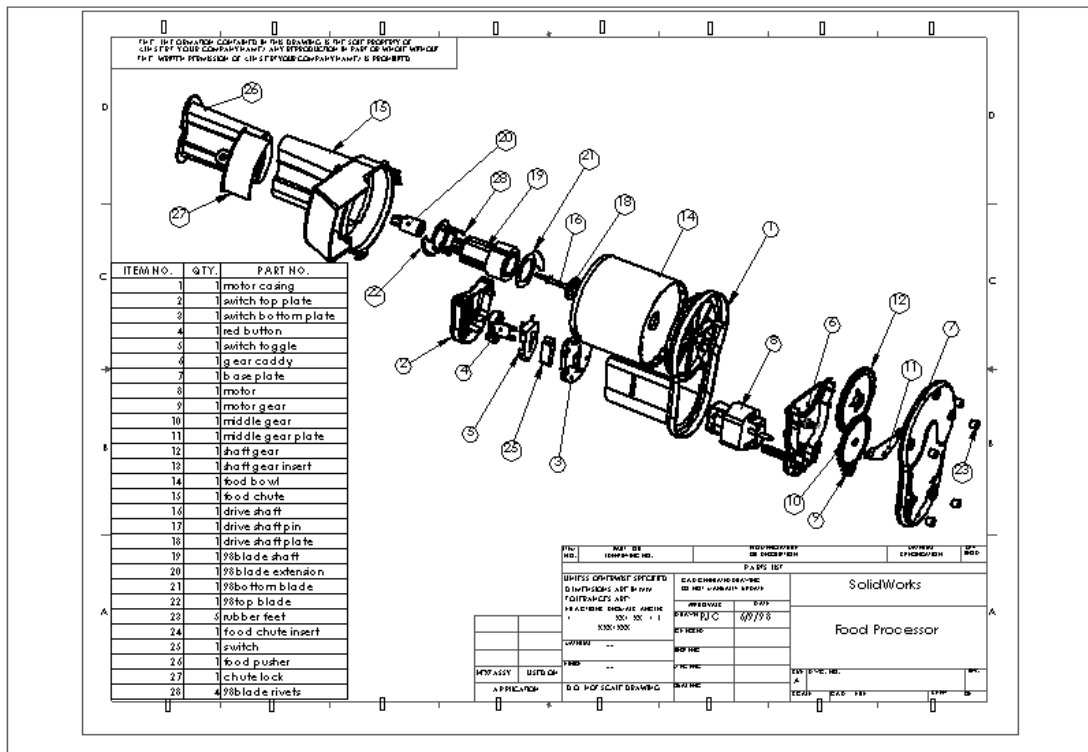


Рис.16. Двовимірні креслення, що виконані з окремих ліній

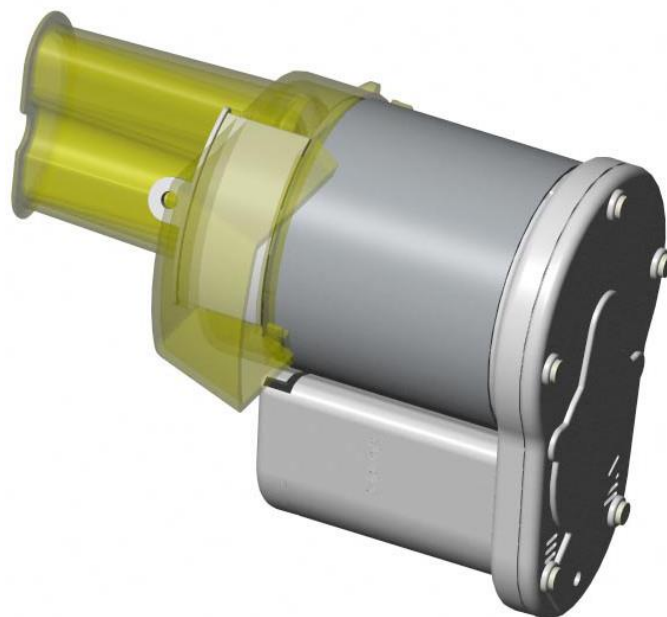


Рис.17. Тривимірні деталі, що створені в SolidWorks

- **SolidWorks це система, що працює по принципу завдання розмірів.**

Можна задати розміри і геометричні взаємозв'язки між елементами. При зміні розмірів також змінюються розмір і форма деталі, проте зберігається загальний задум проекту. Наприклад, в зображеній на рис.18 деталі бобишка завжди наполовину нижче основи.

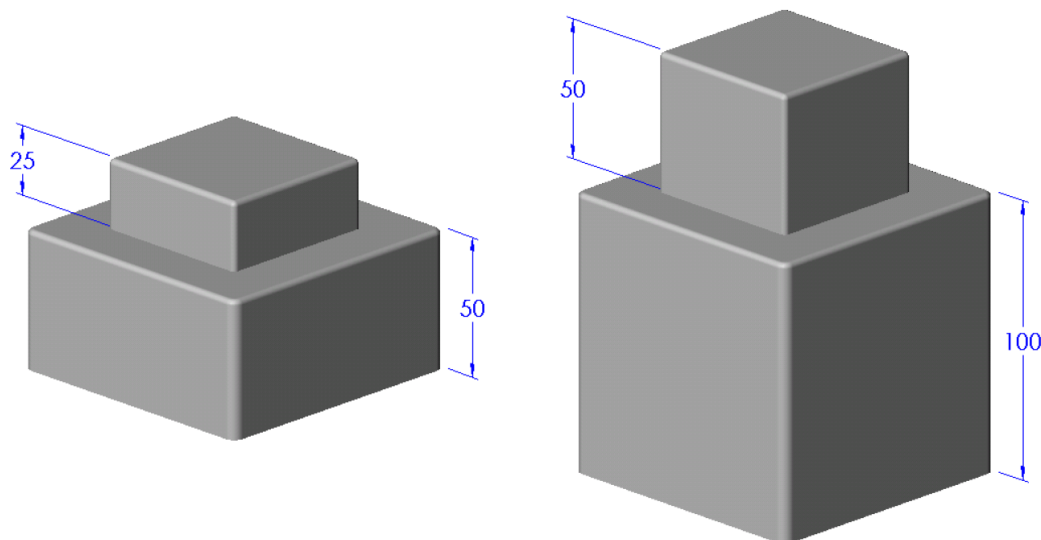


Рис. 18

- **В SolidWorks тривимірна модель складається з деталей, зборок і креслень.**

Деталі, зборки і креслення відображають одну і ту ж модель в різних документах. Будь-які зміни, які вносяться в модель в одному документі, розповсюджуються на інші документи, що містять цю модель.

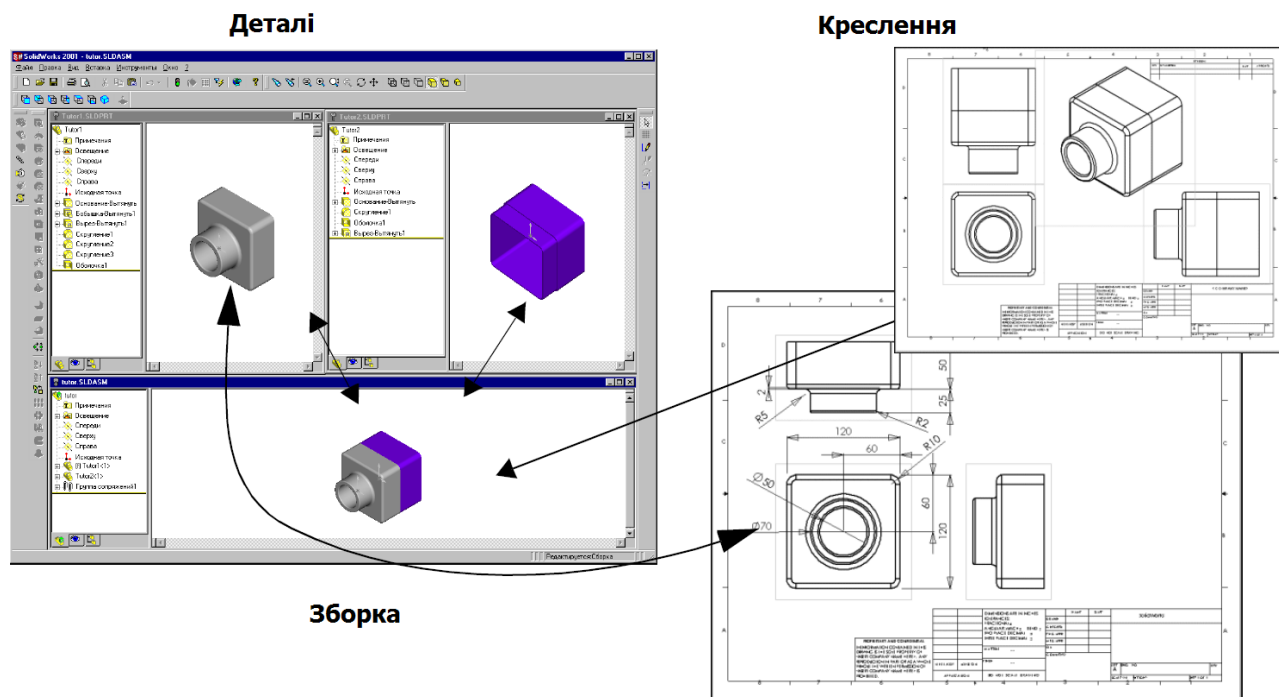


Рис. 19

- **Створення та використання ескізів для побудови багатьох елементів.**

Ескіз – це двовимірний профіль або поперечний переріз. Для створення елементів ескізи можуть бути витягнуті (рис.20), повернуті, розрізані складним чином або зміщені по контуру.

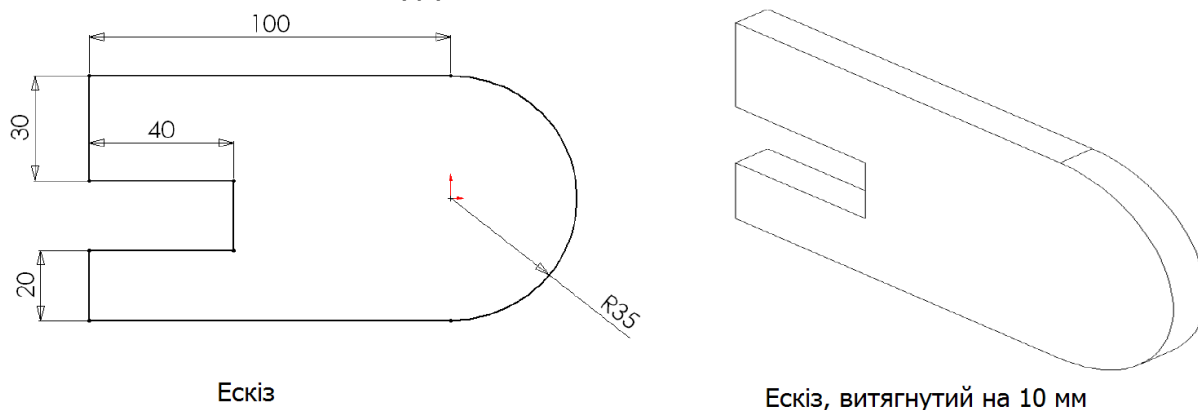


Рис.20

- **Використання елементів для побудови деталей.** Елементами можуть бути форми (бобишки, вирізи, отвори) і операції (скруглення, фаски, оболонки, тощо), які комбінуються для побудови деталей (рис.21).

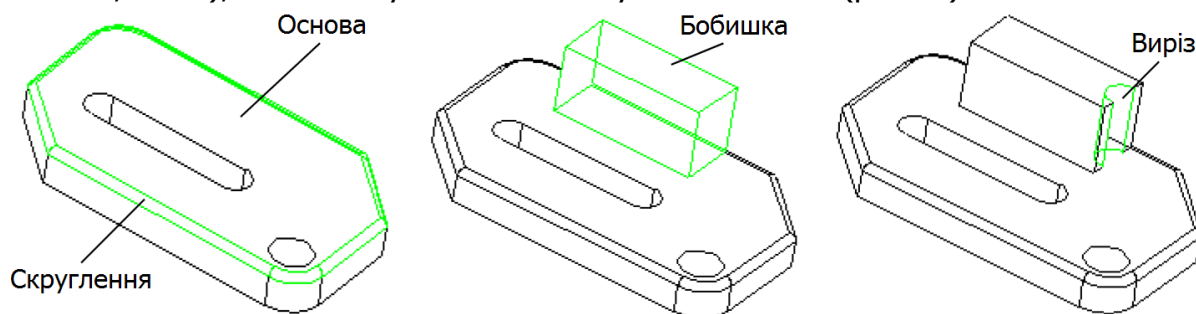


Рис.21

2. Терміни SolidWorks

2.1. Вікна документів

Вікна документів SolidWorks містять дві основні панелі (рис.22):

- В лівій частині вікна міститься наступне:
 - Дерево конструювання *FeatureManager*, в якому відображена структура деталі, зборки або креслення.
 - *PropertyManager* (Менеджер властивостей) забезпечує додатковий спосіб створення ескізів і інші види взаємодії з додатками SolidWorks.
 - *ConfigurationManager* (Менеджер конфігурації) слугує для створення, вибору і перегляду численних конфігурацій деталей і зборок в документі.

- Права панель являє собою графічну область, в якій виконуються різноманітні операції над деталлю, збіркою або кресленням.

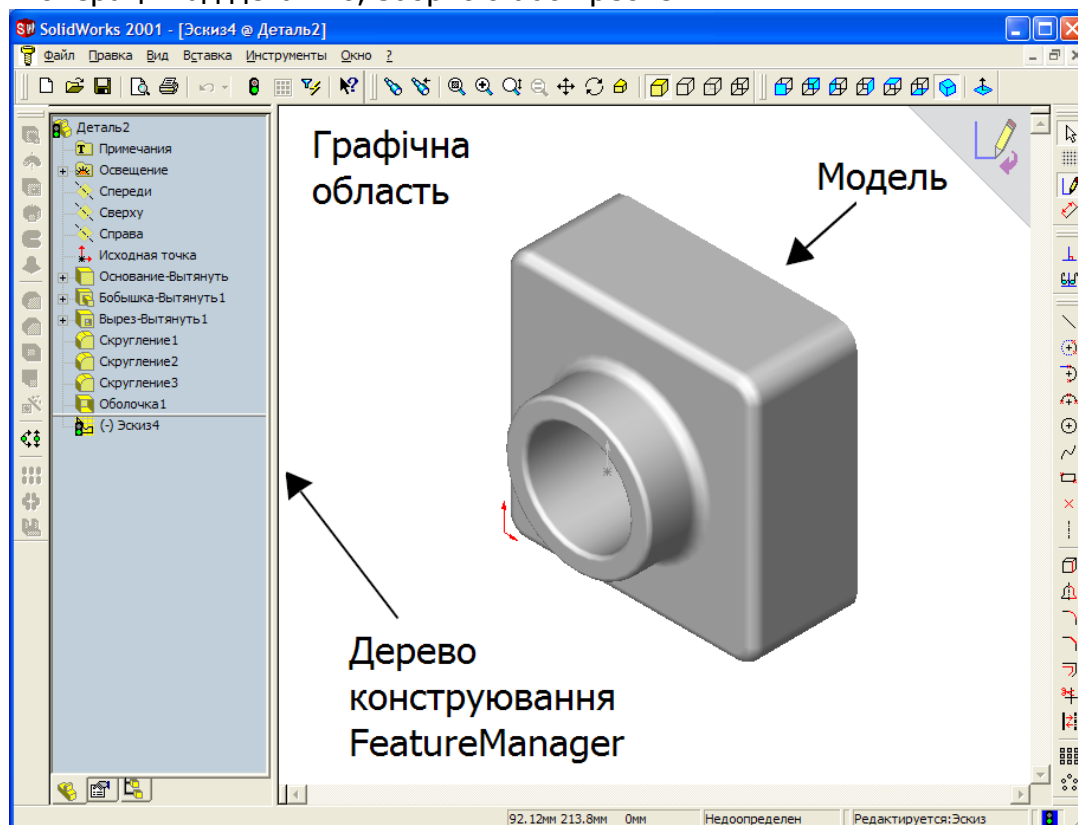


Рис. 22

2.2. Загальноприйняті терміни в моделях

На рис.23 наведено деякі найголовніші терміни, що зустрічаються при конструюванні деталей та зборок в системі SolidWorks.

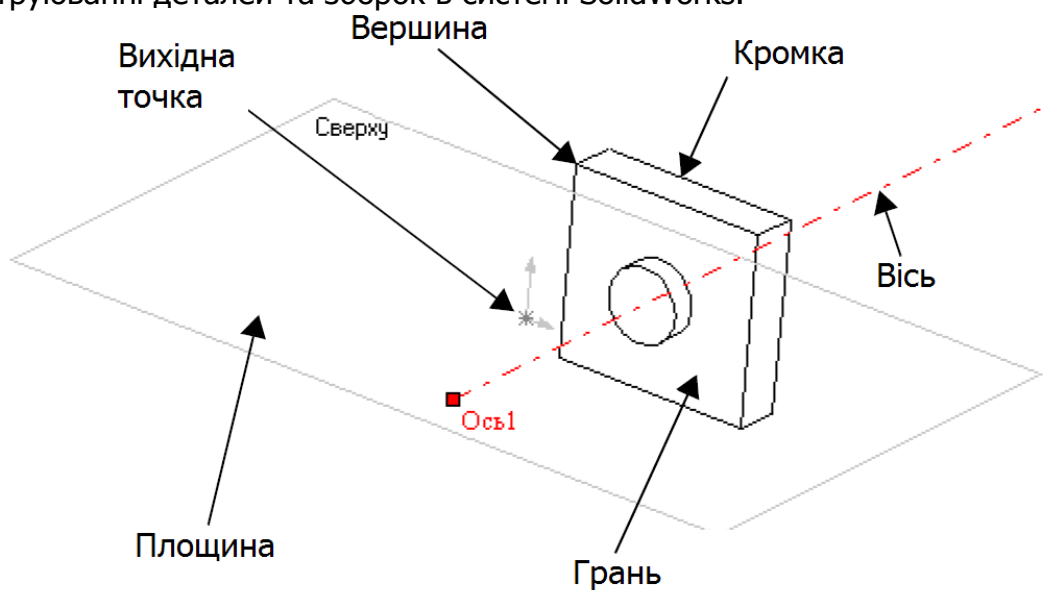


Рис. 23

2.3. Маркери

Маркери дозволяють динамічно переміщувати і задавати деякі параметри, не виходячи з графічної області. Активні маркери відображаються жовтим, синім або зеленим кольором, а неактивні – сірим (рис.24).

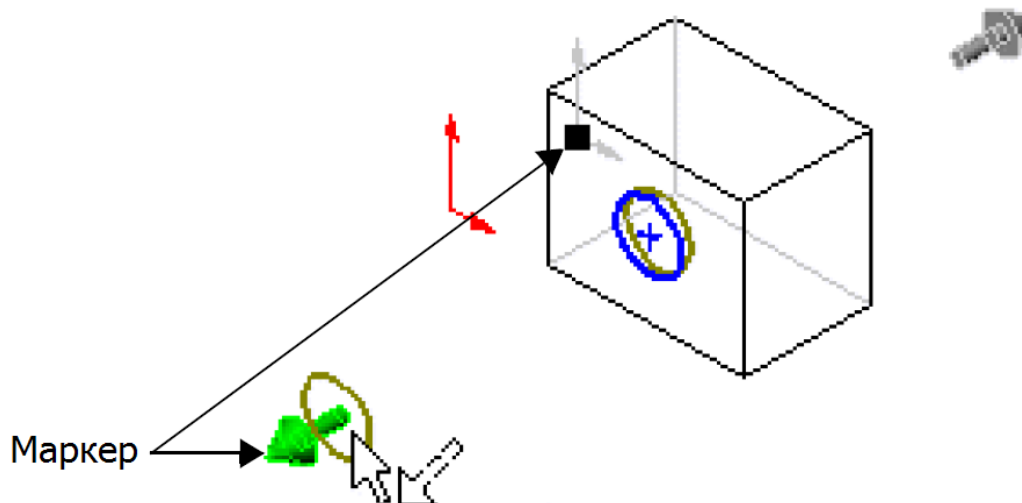


Рис. 24

2.4. Панелі інструментів

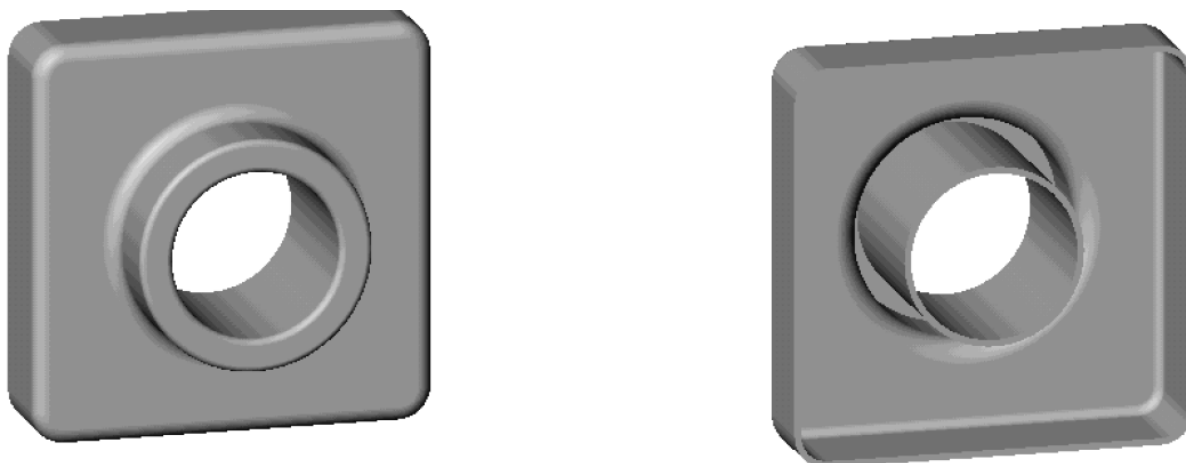
Кнопки панелей інструментів дають можливість швидкого доступу до команд, які використовуються найчастіше. Деякі панелі інструментів відображаються завжди; інші відображаються автоматично при відкриванні документа відповідного типу. Наприклад, при відкриванні документа зборки відображається панель інструментів зборки.



Для відображення або приховування окремих панелей інструментів потрібно вибрати **Вид, Панели инструментов** або натиснути правою кнопкою миші на рамку вікна SolidWorks. Після цього з'явиться список всіх панелей інструментів. Панелі інструментів, що відмічені галочкою є видимими на екрані, а ті, які не відмічені, – скриті. Потрібно натиснути на ім'я панелі інструментів, щоб увімкнути або вимкнути її відображення.

3. Конструювання деталі

Представимо алгоритм конструювання на прикладі створення наступної простої деталі:



Для створення цієї деталі необхідно:

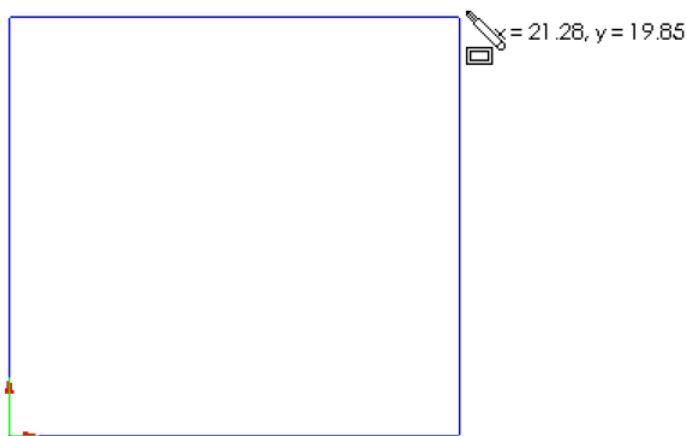
1. Натиснути **Создать документ**  в діалоговому вікні **Вас приветствует SolidWorks 2001** або натиснути кнопку **Создать**  на панелі інструментів «Стандартная» або вибрати **Файл, Создать**.
2. Обрати значок **Деталь**.
3. Натиснути **ОК**.

З'явиться вікно нової деталі.

Першим елементом в деталі є коробка, що витягнута із ескізного прямокутного профілю. Тому розпочнемо з малювання прямокутника.

3.1. Малювання прямокутника

1. Щоб відкрити двомірний ескіз, потрібно натиснути кнопку **Эскиз**  на панелі інструментів «Эскиз» або вибрати **Вставка, Эскиз**. Ескіз відкриється на передній площині.
2. Необхідно натиснути кнопку **Прямоугольник**  на панелі інструментів «Инструменты эскиза» або вибрати **Инструменты, Объекты эскиза, Прямоугольник**.
3. Перемістити покажчик у вихідну точку ескізу. При наведенні покажчика на вихідну точку він прийме наступну форму , а його колір зміниться з білого на жовтий. Далі треба натиснути ліву кнопку миші і перемістити покажчик для створення прямокутника. При цьому зверніть увагу на те, що поруч з ним відображається розмір

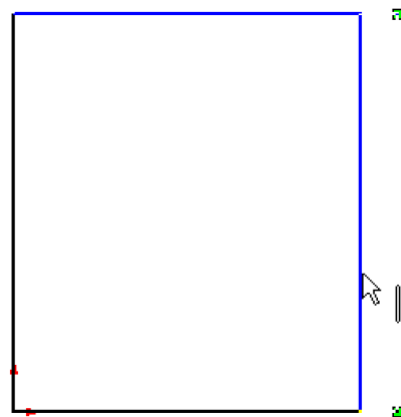


прямокутника. Для завершення побудови прямокутника потрібно ще раз натиснути ліву кнопку миші.

4. Натиснути кнопку **Выбрать**  на панелі інструментів «Эскиз» або вибрати **Инструменты, Выбрать**.

Дві сторони прямокутника, які є дотичними до вихідної точки, відображаються чорним кольором. Оскільки малювання ескізу починалося у вихідній точці, то вершина цих двох сторін автоматично прив'язується до вихідної точки (Незалежне переміщення вершини неможливе). Дві інші сторони (і три вершини) показані синім кольором. Це означає, що їх можна вільно переміщувати.

5. Натиснути на одну зі сторін синього кольору і перемістити її або маркер вершини для зміни розмірів прямокутника.



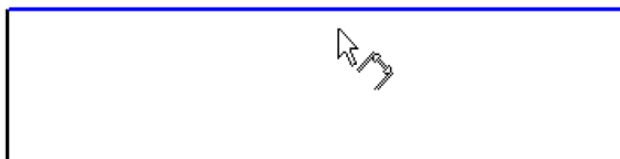
3.2. Додавання розмірів

В SolidWorks необов'язково задавати розміри на ескізі до того, як вони будуть використані для створення елементів. Проте в даному прикладі додаються розміри для повного визначення ескізу.

Після додавання розмірів в ескіз стан ескізу буде відображений в рядку стану. Всі ескізи SolidWorks можуть бути представлені в одному з трьох станів. Кожний стан позначається іншим кольором:

- В *цілком визначеному* ескізі положення всіх об'єктів повністю описані за допомогою розмірів або взаємозв'язків, або тих і інших одночасно. В такому ескізі всі об'єкти відображені *чорним* кольором.
- В *недовизначеному* ескізі для повного визначення геометрії потрібні додаткові розміри або взаємозв'язки. В цьому стані є можливість переміщувати недовизначені об'єкти ескізу для його зміни. Недовизначені об'єкти ескізу відображаються *синім* кольором.
- В *перевизначеному* ескізі об'єкт містить суперечні розміри або взаємозв'язки, або і ті і інші одночасно. Перевизначені об'єкти ескізу відображаються *червоним* кольором.

1. Натиснути кнопку **Размер**  на панелі інструментів «Взаимосвязи эскиза» або вибрати **Инструменты, Размеры, Параллельные**. Показчик прийме наступну форму .



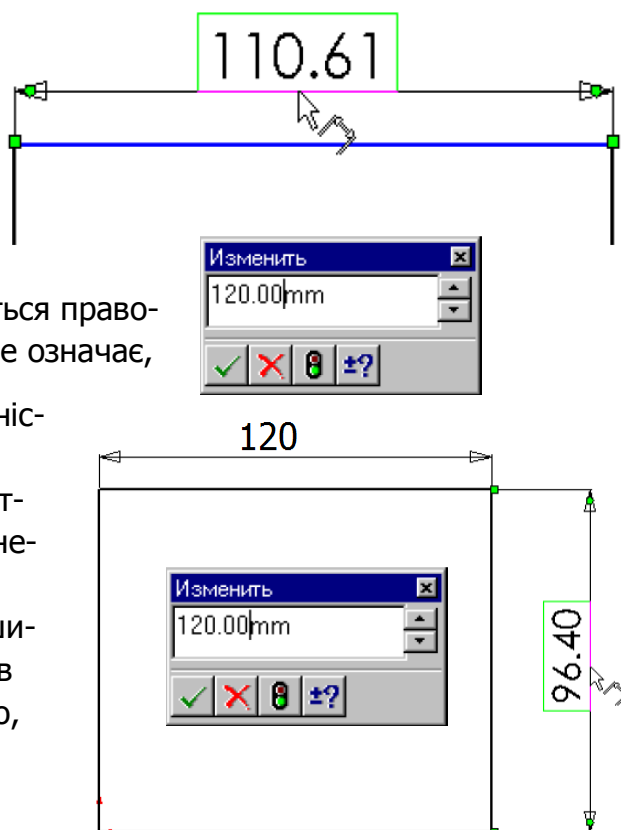
- Натиснути на верхню кромку прямокутника, потім натиснути в тому місці де потрібно нанести розмір. Відразу після цього з'явиться вікно **Изменить**, в якому потрібно задати розмір 120 мм.

Колір вертикальної лінії, що знаходиться праворуч зміниться з синього на чорний. Це означає,

що положення правого сегменту повністю визначене.

- Натиснути на праву сторону прямокутника, потім ще раз натиснути для нанесення розміру 120 мм.

Верхній сегмент і вершини, що залишилися стають чорними. В рядку стану в правому нижньому куту вікна вказано, що ескіз повністю визначений.



Для зміни величини якогось з розмірів потрібно двічі натиснути на цей розмір. З'явиться вікно **Изменить** в якому потрібно задати необхідну величину і натиснути кнопку .

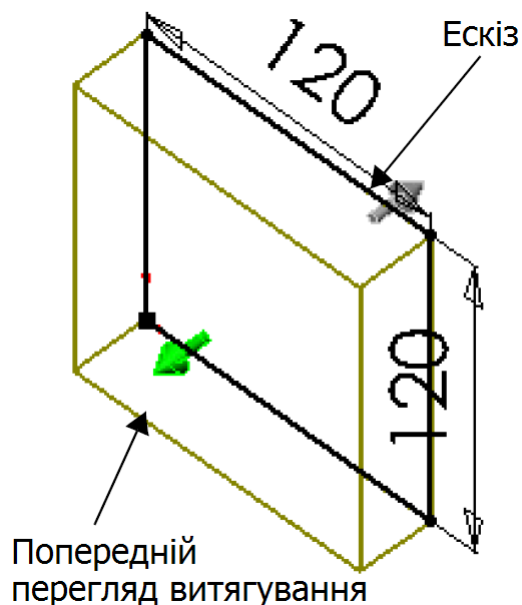
- Далі бажано натиснути кнопку **Изменить в размер экрана**  на панелі інструментів «Вид» або натиснути клавішу **f**, або вибрати **Вид, Изменить, Изменить в размер экрана**, щоб відобразити весь прямокутник в повний розмір і розмістити його по центру в графічній області.

3.3. Витягування основи

Перший елемент будь-якої деталі називається *основой*. Цей елемент створюється шляхом витягування намальованого прямокутника.

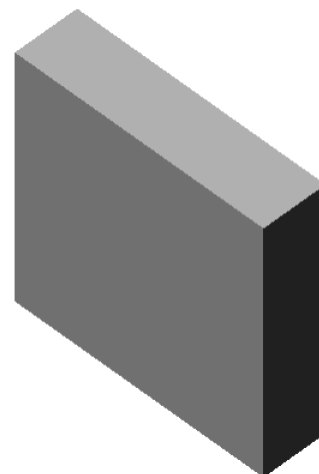
Алгоритм створення основи наступний:

- Натиснути кнопку **Вытянутая бо-
бышка/Основание**  на панелі інструментів «Элементы» або обрати **Вставка, Основание, Вытянуть**. З'явиться діалогове вікно **Основание-Вытянуть** PropertyManager (Мене-

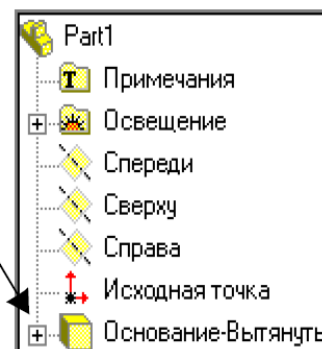


джера властивостей) на лівій панелі, а вигляд ескізу буде показаний в ізометрії.

2. У вікні групи **Направление 1** потрібно виконати наступні операції:
 - Встановити для параметра **Граничное условие** значення **На заданное расстояние**.
 - Встановити Глубину , яка дорівнює 30 мм. Щоб збільшити значення можна використати стрілки або ввести інше значення. При використанні стрілок в графічній області з'являється попередній вигляд отриманого результату.
3. Натиснути ОК  для створення витягування. В дереві конструювання FeatureManager з'явиться новий елемент **Основание-Вытянуть**.
4. Якщо потрібно змінити масштаб, щоб відобразити модель повністю, потрібно натиснути **Z** для зменшення або **Shift+Z** для збільшення.
5. Натиснути на знак плюса **+** поруч з записом **Основание-Вытянуть** в дереві конструювання. **Эскиз1**, який використовувався для витягування елемента, тепер відображений під цим елементом.



Натиснути тут



3.4. Збереження деталі

1. Натиснути кнопку **Сохранить**  на панелі інструментів «Стандартная» або обрати **Файл, Сохранить**.
2. Ввести **Деталь1** і натиснути кнопку **Сохранить**. До імені файлу буде додано розширення **.sldprt** і, файл буде збережений в поточному каталозі.

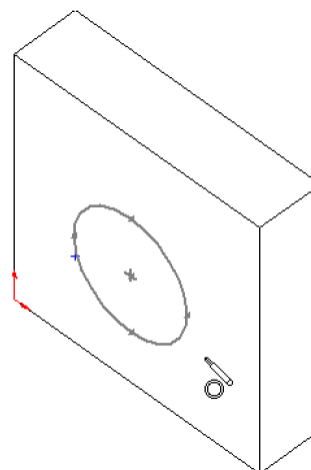
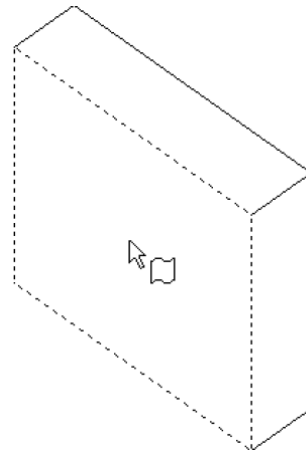
3.5. Малювання бобишки

Для створення додаткових елементів на деталі (наприклад, бобишек або вирізів) можна малювати їх на гранях або площинах моделі, а потім витягувати ескізи.

Примітка: За один раз ескіз можна намалювати тільки на одній грані або площині; потім створювати елемент на основі одного або декількох ескізів.

Для малювання бобишки потрібно:

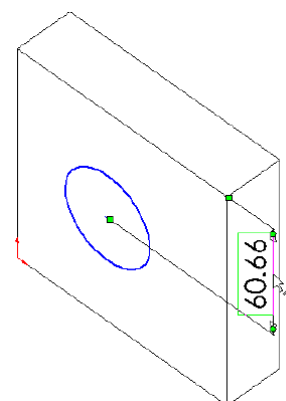
1. Натиснути кнопку **Скрыть невидимые линии**  на панелі інструментів «Вид» або обрати **Вид, Отобразить, Скрыть невидимые линии**.
2. Натиснути кнопку **Выбрать**  на панелі інструментів «Эскиз», якщо вона досі не натиснута.
3. Якщо переміщувати покажчик по лицьовій грані деталі, то її межі будуть відображені пунктиром, вказуючи на те, що її можна вибрати. При цьому покажчик приймає форму .
4. Натиснути на лицьову грань для її вибору.
5. Натиснути кнопку **Эскиз**  на панелі інструментів «Эскиз» або натиснути праву кнопку миші в будь-якому місці графічної області і вибрати **Вставить эскиз**. Відкриється ескіз.
6. Натиснути кнопку **Окружность**  на панелі інструментів «Инструменты эскиза» або обрати **Инструменты, Объекты эскиза, Окружность**.
7. Натиснути поруч з центром грані і, переміщуючи покажчик, намалювати коло. Для завершення побудови кола потрібно натиснути ще раз.



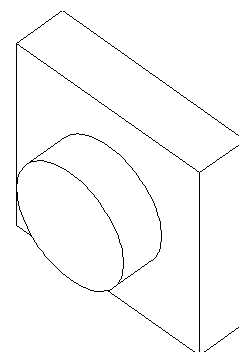
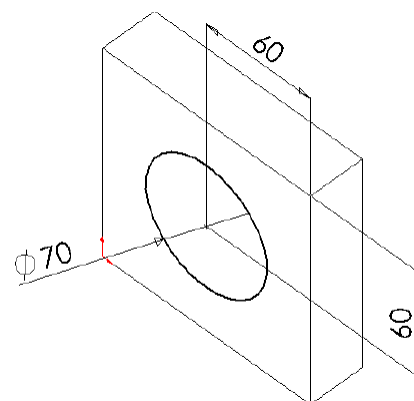
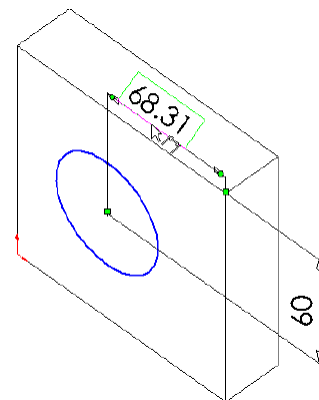
3.6. Нанесення розмірів і витягування бобишки

Для встановлення положення і розміру кола потрібно додати необхідні розміри.

1. Вибрати **Размер**  на панелі інструментів «Взаимосвязи эскиза» або натиснути праву кнопку миші в будь-якому місці графічної області і вибрати **Размер** в контекстному меню.
2. Натиснути на верхню кромку грані, натиснути на коло, потім в тому місці, де необхідно нанести розмір. При додаванні установочного розміру до кола, виносна лінія за умовчанням прикріплюється до центральної точки.



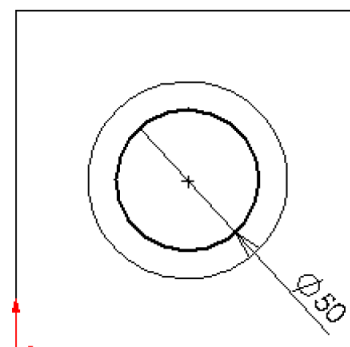
3. В діалоговому вікні **Изменить** ввести значення 60 мм. Якщо діалогове вікно **Изменить** не з'явилося автоматично потрібно натиснути кнопку **Выбрать** і двічі натиснути на розмір.
4. Повторити операцію, щоб задати відстань від центру кола до бічної кромки грані. Встановити значення 60 мм.
5. Користуючись тим самим інструментом **Размер**  натиснути на коло для визначення величини її діаметру. Коли розмір вирівняний по горизонталі або вертикалі, він відображається як лінійний розмір; якщо від під кутом – як розмір діаметра.
6. Натиснути в тому місці, де потрібно нанести розмір діаметру. Встановити значення діаметру 70 мм. Коло стає чорною, а в рядку стану зазначається, що ескіз визначений повністю.
7. Натиснути кнопку **Вытянутая бобышка/Основание**  на панелі інструментів «Элементы» або вибрати **Вставка, Бобышка, Вытянуть**. З'явиться діалогове вікно **Бобышка-Вытянуть** Менеджера властивостей (PropertyManager).
8. У вікні групи **Направление 1** встановити **Глубину**  витяжки 25 мм і натисніть **ОК**  для витягування елемента бобышки. В дереві конструювання FeatureManager з'явиться **Бобышка-Вытянуть1 (Boss-Extrude1)**.



3.7. Створення вирізу

Спершу потрібно створити ескіз і нанести розміри вирізу.

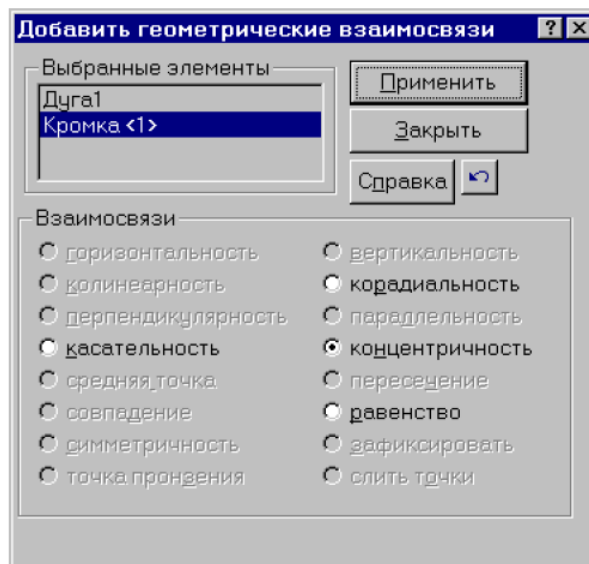
1. Натиснути на лицьову грань кругової бобышки.
2. Натиснути кнопку **Перпендикулярно**  на панелі інструментів «Стандартные виды». Деталь повертається вибраною гранню до споглядаючого.
3. Натиснути кнопку **Эскиз**  на панелі інструментів «Эскиз», щоб відкрити новий ескіз.



4. Намалювати коло поруч з центром бобишки подібно до того, як показано на малюнку. Натиснути кнопку **Размер**  і вказати величину діаметра кола 50 мм.

Тепер потрібно додати взаємозв'язок «Концентричность» між двома колами. Це можна зробити наступним чином:

1. Натиснути кнопку **Добавить взаимосвязь**  на панелі інструментів «Взаимосвязи эскиза» або вибрати **Инструменты, Взаимосвязи, Добавить геометрические взаимосвязи**. З'явиться діалогове вікно **Добавить геометрические взаимосвязи**.



2. Вибрати намальоване коло (внутрішнє коло) і кромку бобишки (зовнішнє коло).

Примітка: Зверніть увагу на те, що у вікні **Взаимосвязи** доступні

лише ті взаємозв'язки, які застосовуються для обраних елементів. Автоматично обирається найвірогідніший взаємозв'язок.

3. Обрати взаємозв'язок **Концентричность**, натиснути **Применить** і потім **Заккрыть**.

Тепер центри внутрішнього і зовнішнього кола збігаються.

Для завершення створення вирізу необхідно:

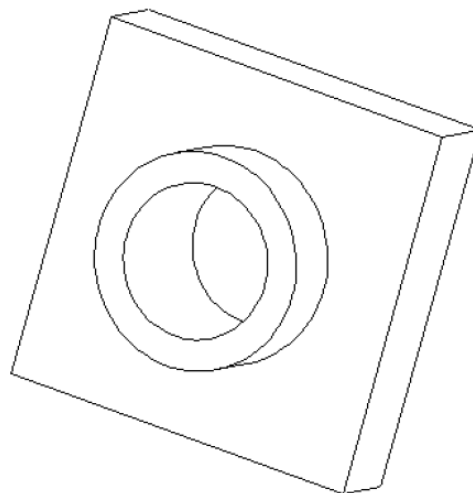
1. Натиснути кнопку **Вытянутый вырез**



на панелі інструментів «Элементы» або вибрати **Вставка, Вырез, Вытянуть**. З'явиться діалогове вікно **Вырез-Вытянуть** Менеджера властивостей (PropertyManager).

2. У вікні групи **Направление 1** встановити для параметра **Граничное условие** значення **Через все** і натиснути **ОК** .

3. Натиснути кнопку **Изометрия**  на панелі інструментів «Стандартные виды».



4. Натиснути кнопку **Сохранить**  на панелі інструментів «Стандартная» для збереження деталі.

3.8. Скруглення кутів деталі

Для скруглення чотирьох кромок деталі з однаковим радіусом (10 мм) потрібно:

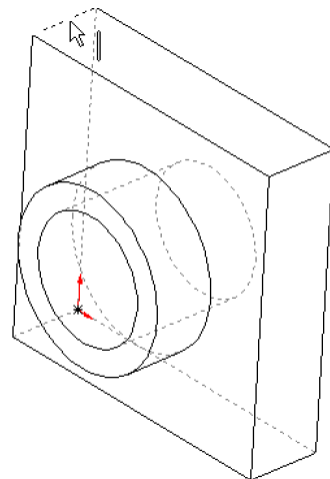
1. Натиснути кнопку **Невидимые линии пунктиром** . Це полегшить вибір прихованих кромок.
2. Натиснути на першу кутову кромку для її вибору.

Примітка: Зверніть увагу на зміну форми покажчика при переміщенні по гранях, кромкам і вершинам.

 Кромка

 Грань

 Вершина



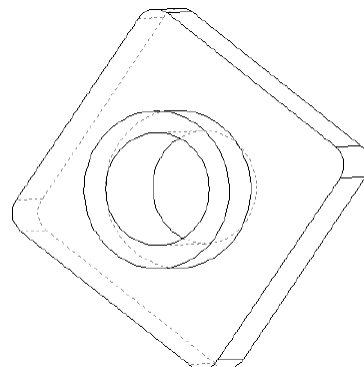
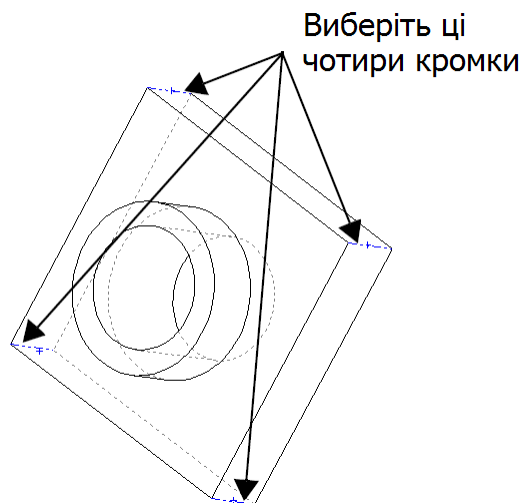
3. Натиснути кнопку **Вращать вид**  на панелі інструментів «Вид» або обрати **Вид, Изменить, Вращать** і, перемістивши, повернути деталь приблизно так само, як показано на малюнку.
4. Натиснути кнопку **Выбрать** , потім, утримуючи натиснутою кнопку **Ctrl**, вибрати чотири кромки.

5. Натиснути кнопку **Скругление**  на панелі інструментів «Элементы» або вибрати **Вставка, Элементы, Скругление**. З'явиться діалогове вікно **Скругление** Менеджера властивостей (PropertyManager).

Також з'являться чотири умовних позначення, що відображають **Тип скруг-**

ления і **Радиус** . У вікні групи **Скруглить элементы** в полі **Список кромки** відображені чотири вибрані кромки.

6. В параметрі **Радиус**  має бути встановлене значення 10 мм.



7. Натиснути **ОК** .

Чотири вибраних кута будуть скруглені. В дереві конструювання FeatureManager з'явиться елемент **Скругление1 (Fillet1)**.

Тепер необхідно додати скруглення для інших гострих кромки. Існує можливість вибрати грані і кромки як до, так і після відкриття діалогового вікна **Скругление**.

1. Натиснути кнопку **Скрыть невидимые линии** .

2. Натиснути кнопку **Скругление** .

3. Натиснути на лицьову грань основи для її вибору.

При виборі лицьової грані висвічуються як зовнішні, так і внутрішні кромки (навколо бобишки). З'явиться діалогове вікно **Скругление** Менеджера властивостей (PropertyManager). У вікні **Список кромки** зазначається, що вибрана одна грань. Умовне позначення відображає **Тип**

скругления і Радиус .

4. У вікні групи **Скруглить элементы** встановити значення **Радиус** , що дорівнює 5 мм, і натиснути **ОК** .

Скруглення зовнішньої кромки і округлення внутрішньої кромки виконується за один крок.

5. Знову натиснути кнопку **Скругление** .

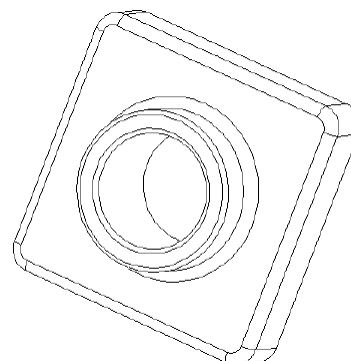
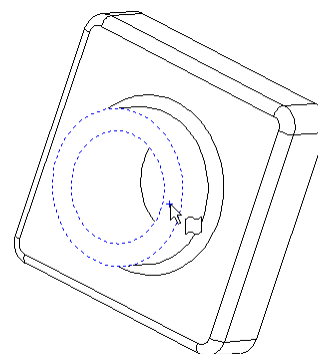
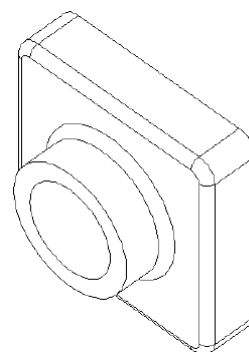
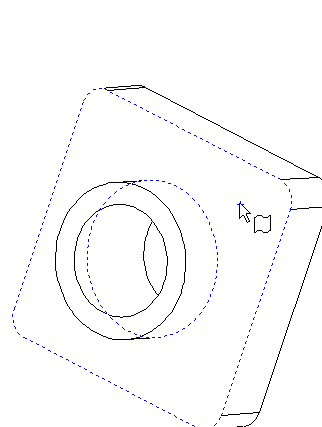
6. Натиснути на лицьову грань кругової бобишки.

7. Встановити значення **Радиус** , 2 мм і натиснути **ОК** .

Примітка: зверніть увагу на те, що елементи, що містяться в дереві конструювання FeatureManager, відображаються в тому порядку, в якому вони створювались.

8. Натиснути на кнопку **Вращать вид**  і повернути деталь для відображення різних видів.

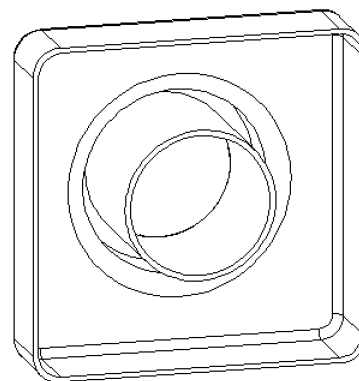
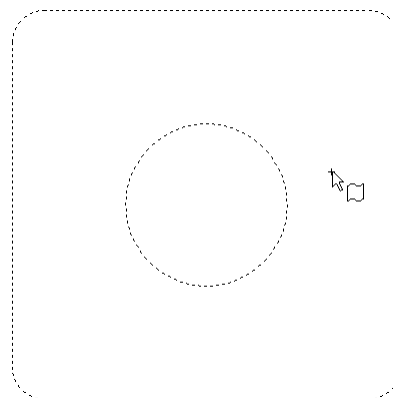
9. Натиснути кнопку **Сохранить**  для збереження деталі.



3.9. Створення оболонки деталі

При створенні оболонки, в деталі створюється порожнина шляхом вида-лення матеріалу з вибраної грані залишаючи тонкі стінки. Для створення оболо-нки деталі потрібно:

1. Натиснути кнопку **Сзади**  на панелі інстру-ментів «Стандартные виды». Деталь роз-вертається тильною стороною.
2. Натиснути кнопку **Оболочка**  на панелі ін-струментів «Элементы» або обрати **Вставка, Элементы, Оболочка**. З'явиться діалогове ві-кно **Оболочка1 (Shell1)** Менеджера властиво-стей (PropertyManager).
3. Натиснути на задню грань для її вибору. У вікні групи **Параметры** у списку **Удалить грани**  з'явиться вибрана грань.
4. У вікні групи **Параметры** встановити значення **Толщина** , що дорівнює 2 мм і натиснути **ОК** .
5. Для перегляду результатів потрібно натиснути кнопку **Вращать вид**  і повернути деталь.



4. Основи зборки

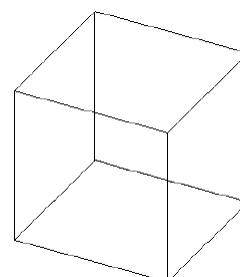
Зборка – це вузол, який складається з двох або більше деталей (компонен-тів) в одному документі SolidWorks. Розташування і орієнтація компонентів за-дається за допомогою сполучень. Сполучення утворюють взаємозв'язки між гра-нями і кромками компонентів.

Для ілюстрації процесу утворення зборки спочатку створимо нову деталь, яка буде з'єднана з деталлю, що створена в п.3.

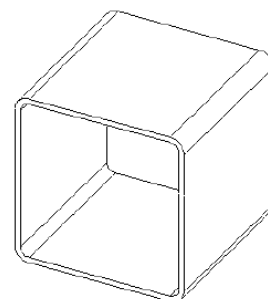
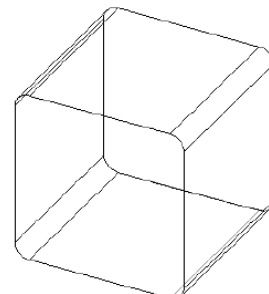
4.1. Створення деталі

4.1.1. Створення основи

Створення основи відбувається за алгоритмом, що опи-саний в розділі 3.



1. Відкрити нову деталь.
2. Натиснути кнопку **Ескиз**  і намалювати прямокутник, починаючи з початкової точки.
3. Натиснути кнопку **Размер**  і задати розмір прямокутника 120 x 120 мм.
4. Натиснути кнопку **Вытянутая бобышка/Основание**  і витягнути прямокутник, встановивши в параметрі **Граничное условие** значення **На заданное расстояние**, а в параметрі **Глубина**  задати величину 90 мм.
5. Натиснути кнопку **Скругление**  для скруглення чотирьох показаних кромок з радіусом 10 мм.
6. Натиснути кнопку **Оболочка** . В якості грані для видалення потрібно вибрати *лицьову* грань моделі і встановити **Толщина**  4 мм.
7. Зберегти деталь як **Деталь2**. (До імені файлу буде додано розширення **.sldprt**).

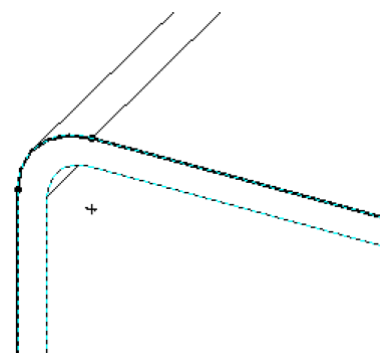
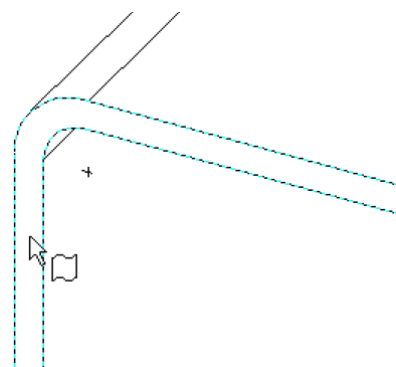


4.1.2. Створення виступу на деталі

В цьому пункті для створення геометрії ескизу використовуються інструменти **Преобразование объектов** і **Смещение объектов**. Потім за допомогою вирізу створюється виступ для приєднання деталі із попереднього розділу.

Для створення виступу потрібно:

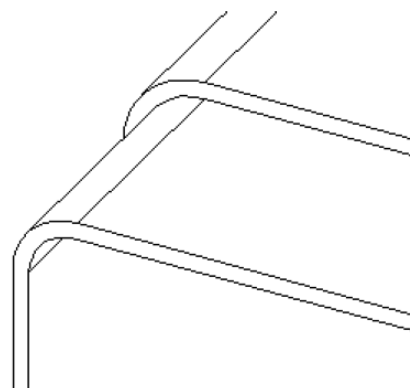
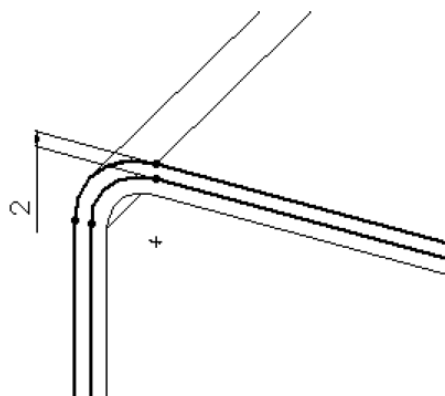
1. Натиснути кнопку **Увеличить элемент вида**  або обрати **Вид, Изменить, Увеличить элемент вида** і збільшити зображення кута деталі, як показано на малюнку. Після цього потрібно ще раз натиснути **Увеличить элемент вида** , щоб вимкнути інструмент.
2. Вибрати тонку стінку на лицьовій грані деталі і натиснути **Ескиз**  для відкриття ескизу. При цьому, кромки деталі будуть відображені іншим кольором.
3. Натиснути кнопку **Преобразование объектов**  на панелі інструментів «Инструменты эскиза» або обрати **Инструменты, Ин-**



струменти эскиза, Преобразование объектов.

Зовнішні кромки вибраної грані проектується (копіюються) на площину ескизу у вигляді ліній і дуг.

4. Ще раз натиснути на лицьову грань.
5. Натиснути кнопку **Смещение объектов**  на панелі інструментів «Инструменты эскиза» або вибрати **Инструменты, Инструменты эскиза, Смещение объектов**.
6. Встановити значення **Расстояние смещения** , що дорівнює 2 мм.
Попередній перегляд показує зміщення, що висунуте назовні.
7. Для того щоб змінити напрям зміщення потрібно вибрати параметр **Реверс**.
8. Натиснути **ОК** .
До ескизу додається кілька ліній, що зміщені відносно зовнішньої кромки вибраної грані на 2 мм. Це співвідношення буде збережено якщо зміняться вихідні кромки.
9. Натиснути кнопку **Вытянутый вырез**  на панелі інструментів «Элементы» або вибрати **Вставка, Вырез, Вытянуть**.
10. У вікні групи **Направление 1** встановити значення **Глубина** , що дорівнює 2 мм і натиснути **ОК** .
Матеріал між двома лініями вирізається утворюючи виступ.

**4.1.3. Зміна кольору деталі**

Колір і зовнішній вигляд деталі або її елементів можна змінювати. Для цього потрібно:

1. Натиснути значок **Деталь2** у верхній частині дерева конструювання FeatureManager.
2. Натиснути кнопку **Закрасить** .
3. Натиснути кнопку **Редактировать цвет**  на панелі інструментів «Стандартная». З'явиться діалогове вікно **Редактировать цвет**.
4. Вибрати в палітрі потрібний колір і натиснути **ОК**.

5. Зберегти деталь.

4.2. Створення зборки

Тепер можна створити збірку використовуючи дві деталі. Для створення збірки потрібно дотримуватись наступного алгоритму:

1. Якщо файл **Деталь1.sldprt** ще не відкритий, потрібно його відкрити натиснувши кнопку **Открыть** .
2. Відкрити нову збірку.
3. Вибрати **Окно, Отобразить окна сверху вниз**, щоб вивести на екран всі три вікна. При цьому, потрібно закрити зайві вікна.
4. Перетягнути значок **Деталь1** з вершини дерева конструювання FeatureManager **Деталь1.sldprt** в дерево конструювання FeatureManager у вікні збірки (**Сборка1**).

Варто звернути увагу на те, що при переміщенні покажчика в дерево конструювання FeatureManager, він прийме наступну форму .

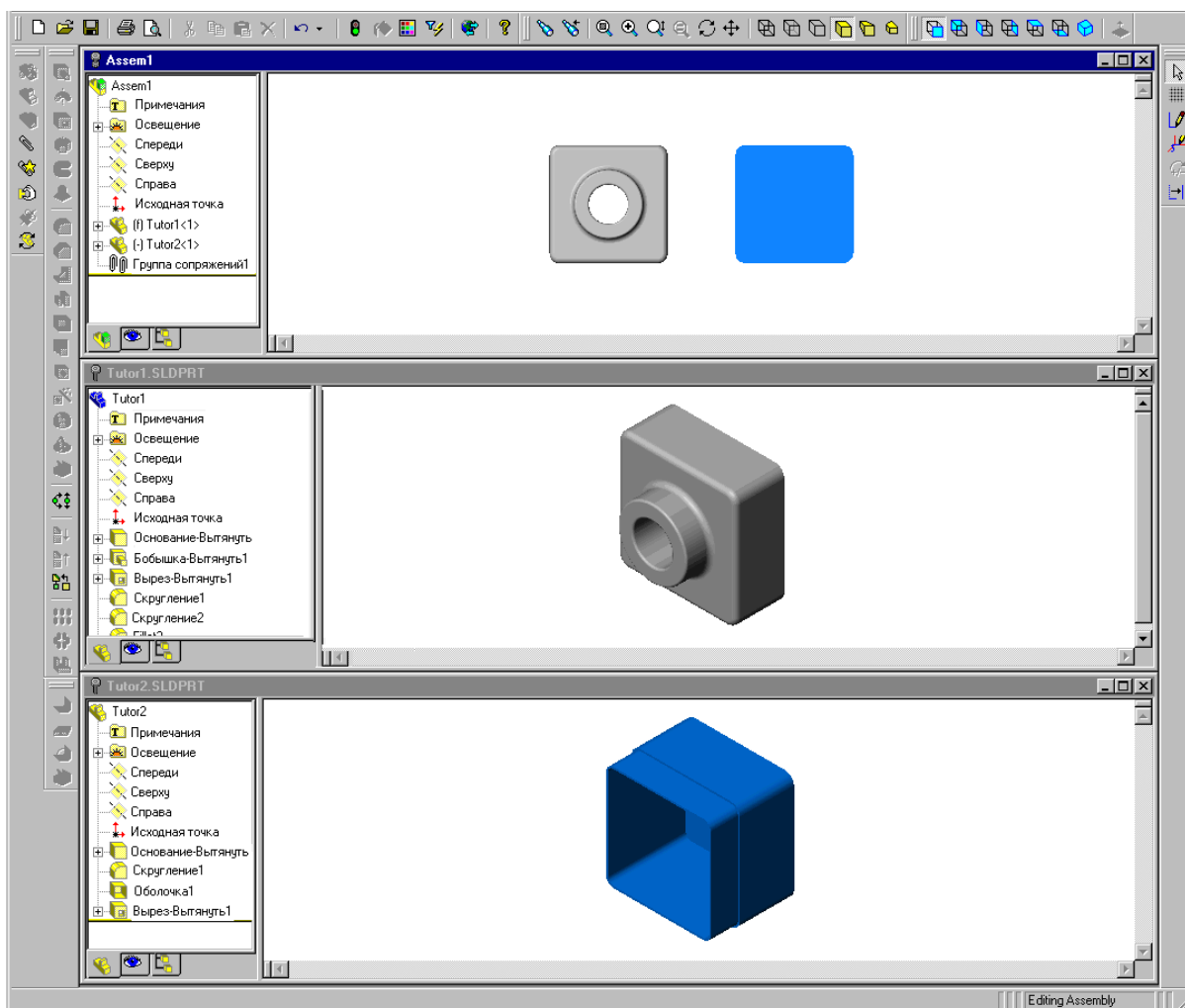


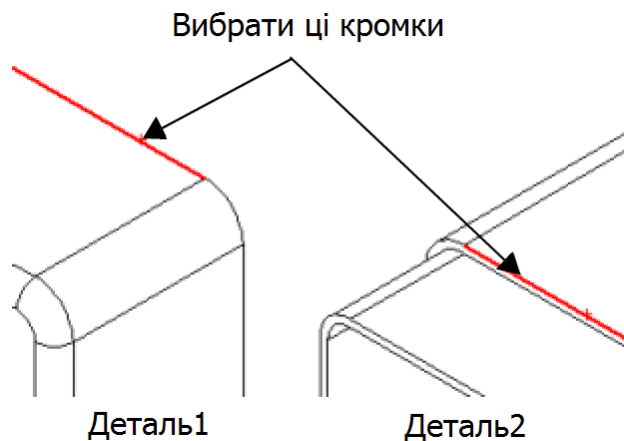
Рис. 25

- При додаванні деталі в збірку таким способом в деталі автоматично формується вихідна точка, яка збігається з вихідною точкою деталі. При цьому, площини деталі і збірка вирівняні по відношенню один до одного.
- Далі потрібно перетягнути значок **Деталь2** із **Деталь2.sldprt** в графічну область вікна збірки, помістивши його поруч з деталлю **Деталь1** (рис.25). Зверніть увагу на те, що при переміщенні покажчика в графічну область він прийме наступну форму .
 - Зберегти збірку. (До імені файла буде додано розширення .sldasm).
 - Далі немає необхідності зберігати відкритими вікна **Деталь1.sldprt** і **Деталь2.sldprt**. Їх можна закрити, а вікно зі збіркою збільшити натиснувши **Развернуть**  в правому верхньому куті.

4.3. Сполучення компонентів

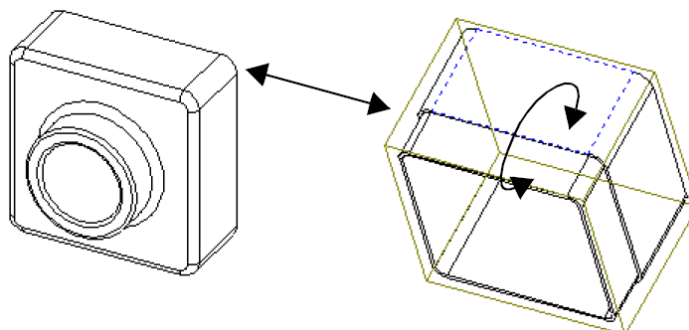
Покажемо яким чином визначаються взаємозв'язки (сполучення) компонентів в збірці, завдяки яким вони рівно і точно підганяються один до одного.

- Натиснути кнопку **Изометрия**  на панелі інструментів «Стандартные виды».
- Натиснути кнопку **Сопряжение**  на панелі інструментів «Сборка» або вибрати **Вставка, Сопряжение**.
- Натиснути на верхню кромку **Деталь1**, потім натиснути на верхню зовнішню кромку виступу **Деталь2**. Кромки з'являються у вікні **Выбранные элементы**.
- У вікні групи **Выбранные элементы** потрібно виконати наступні операції:
 - В якості типу сполучення потрібно обрати **Совпадение** .
 - Вибрати **Максимально близко** для параметра **Выворачивать сопряжение**.
- Натиснути **Предварительный просмотр** для перегляду сполучення. Вибрані кромки двох компонентів збігаються, тобто знаходяться на «одній лінії».
- Натиснути **ОК** .



Положення компонента **Деталь2** в збірці повністю не визначене. Це показує префікс **(-)** в дереві конструювання FeatureManager. **Деталь2** все ще має деяку ступінь свободи переміщення за тими напрямками, які ще не взаємопов'язані сполученнями.

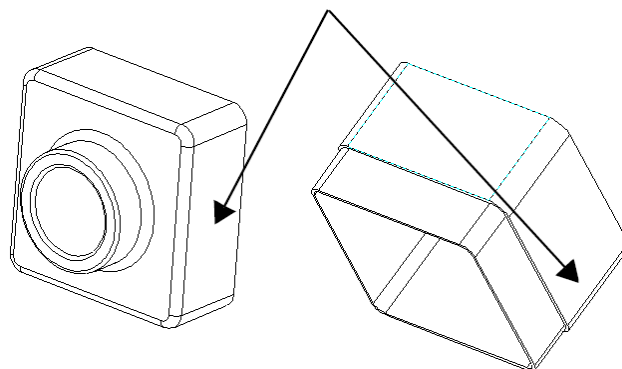
Якщо натиснути кнопку **Переместить компонент** , вибрати компонент **Деталь2**, натиснувши і утримуючи ліву кнопку миші спробувати перемістити компонент в різні боки, то можна визначити ступені свободи.



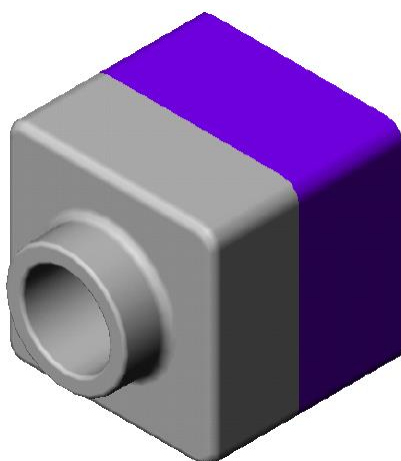
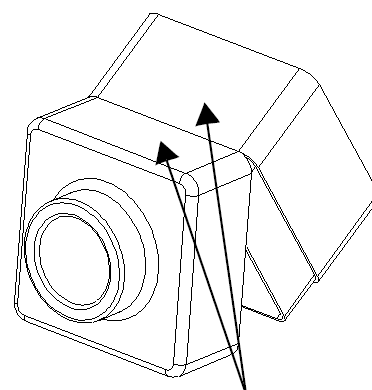
Для того щоб додати нові сполучення необхідно:

1. Вибрати крайню праву грань компонента, потім, утримуючи натисненою кнопку **Ctrl**, вибрати відповідну грань в іншому компоненті.
2. Натиснути кнопку **Сопряжение** .
3. Вибрати **Совпадение**  і **Максимально близко**.
4. Натиснути **Предварительный просмотр** для перегляду сполучення.
5. Натиснути **ОК** .
6. Повторити кроки з 1 по 5, вибираючи верхні грані обох компонентів для додавання другого сполучення **Совпадение** .
7. Зберегти збірку (файл **Деталь.sldasm**).

Вибрати ці грані



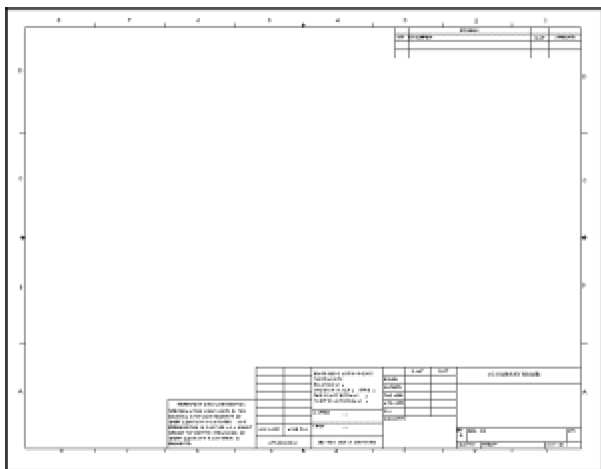
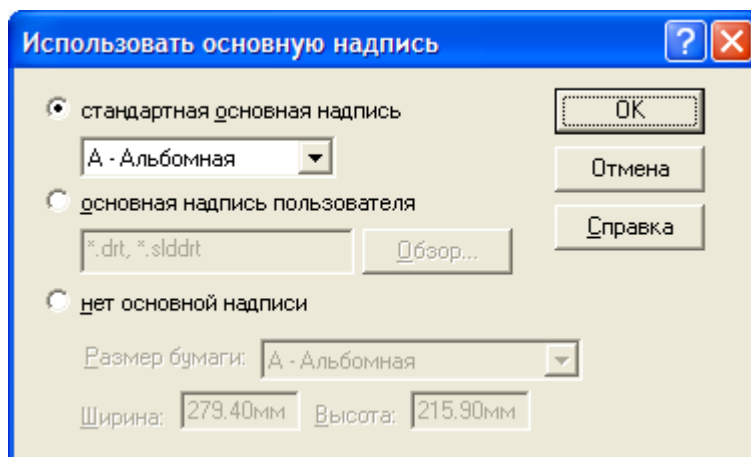
Вибрати ці грані



5. Побудова креслення

5.1. Відкриття креслення та редагування його основного надпису

1. Натиснути кнопку **Создать**  на панелі інструментів «Стандартная». З'явиться діалогове вікно **Новый документ SolidWorks**.
2. Вибрати значок **Чертеж** і натиснути **ОК**. З'явиться діалогове вікно **Использовать основную надпись**.
3. В полі **стандартная основная надпись** вибрати **А-Альбомная** і натиснути **ОК**. З'явиться нове вікно креслення з текстом замітки.



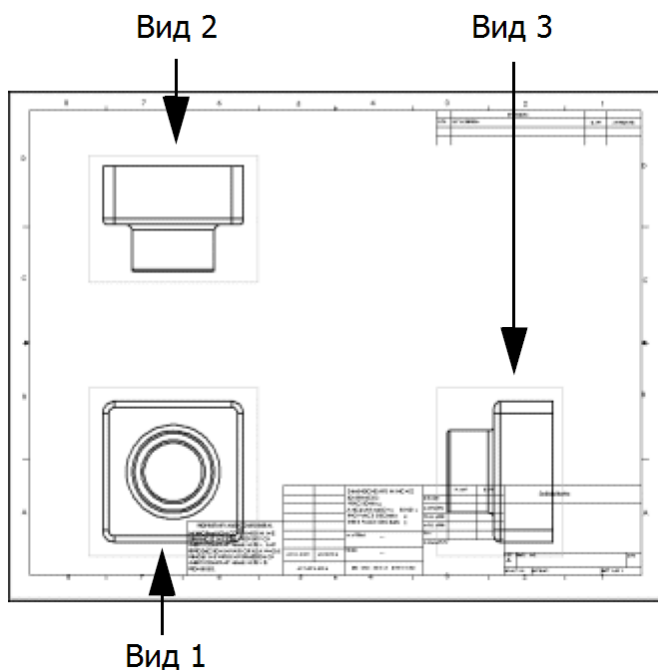
Далі, якщо потрібно, можна підготувати основний надпис креслення шляхом зміни окремих властивостей тексту.

1. Натиснути правою кнопкою миші в будь-якому місці креслення і вибрати **Редактировать основную надпись**.
2. Натиснути правою кнопкою миші на текст **<НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ>**, що знаходиться в правому нижньому кутку, і вибрати **Свойства**.
3. В діалоговому вікні **Свойства** потрібно змінити **Текст заметки**, вказавши потрібну назву.
4. Натиснути кнопку **Шрифт** і у вікні, що з'явилося вибрати інший шрифт, стиль або розмір, потім натиснути **ОК**.
5. Натиснути правою кнопкою миші в графічній області і вибрати **Редактировать лист** для виходу із режиму редагування основного надпису.
6. Зберегти оновлений основний надпис креслення.

Примітка: Для збереження основного надпису під іншим іменем, не перезаписуючи стандартний основний надпис, потрібно вибрати **Файл, Сохранишь основную надпись, Основная надпись пользователя**. Натиснути **Обзор** і вибрати каталог в якому буде збережений надпис. Ввести нове ім'я файла і натиснути **Сохранить**.

5.2. Створення креслення деталі

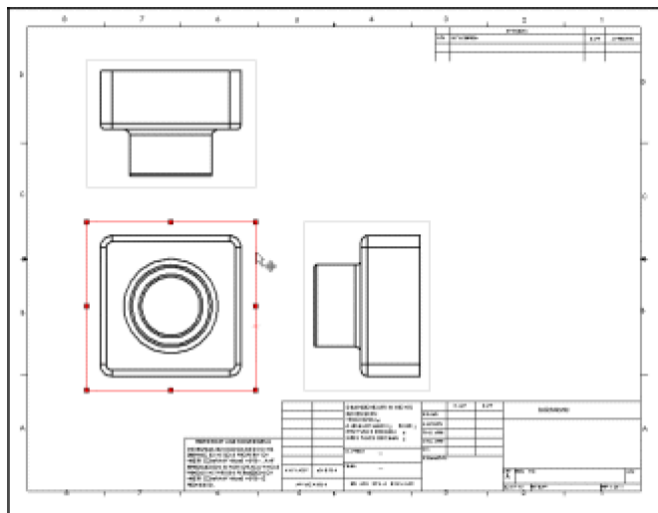
1. Відкрити файл **Деталь1.sldprt**. Повернутись у вікно креслення.
2. Натиснути кнопку **3 стандартных вида**  на панелі інструментів «Чертеж» або вибрати **Вставка, Чертежный вид, 3 стандартных вида**.
Зверніть увагу на форму покажчика . У вікні **Стандартный вид** Менеджера властивостей (PropertyManager) відобразиться повідомлення, що описує чотири методи вибору моделі.
3. В меню **Окно** вибрати **Деталь1.sldprt**. З'явиться вікно **Деталь1.sldprt**.
4. Натиснути лівою кнопкою миші в будь-якому місці графічної області вікна деталі. При цьому, на передній план повернеться вікно креслення з трьома видами вибраної деталі.



5.3. Переміщення видів на кресленні

Для переміщення виду потрібно натиснути всередині його границь. При розміщенні покажчика він прийме наступну форму , і тоді можна переміщувати вид в будь-якому напрямку.

1. Натиснути на **Чертежный вид1**, потім перемістити його вгору і вниз.



2. Натиснути на **Чертежный вид3**, потім перемістити його вліво або вправо. Як видно, **Чертежный вид2** і **Чертежный вид3** вирівнюються відносно головного виду (**Чертежный вид1**) і для збереження вирівнювання переміщуються тільки в одному напрямку.
3. Якщо натиснути на **Чертежный вид1** і перемістити його в будь-якому напрямку, то всі інші види також будуть одночасно переміщуватись.

5.4. Нанесення розмірів на креслення

Розміри які були вказані при створенні моделі можна відобразити на всіх видах. Для цього потрібно:

1. Коли жодного з елементів не вибрано, потрібно вибрати **Вставка, Элементы модели**. З'явиться діалогове вікно **Вставить элементы модели**. Можна вибрати які типи розмірів, приміток і довідкової геометрії потрібно імпортувати з моделі.
2. Переконавшись, що вибрані параметри **Размеры** та **Импортировать элементы во все виды**, і натиснути **ОК**. Розміри будуть імпортовані в той вид, де елемент, що ними описується, буде видно найкраще. Імпортується тільки одна копія кожного розміру, оскільки вибрано параметр **Удалить повторные размеры**.
3. Перетягнути розміри в потрібне положення (рис 26).

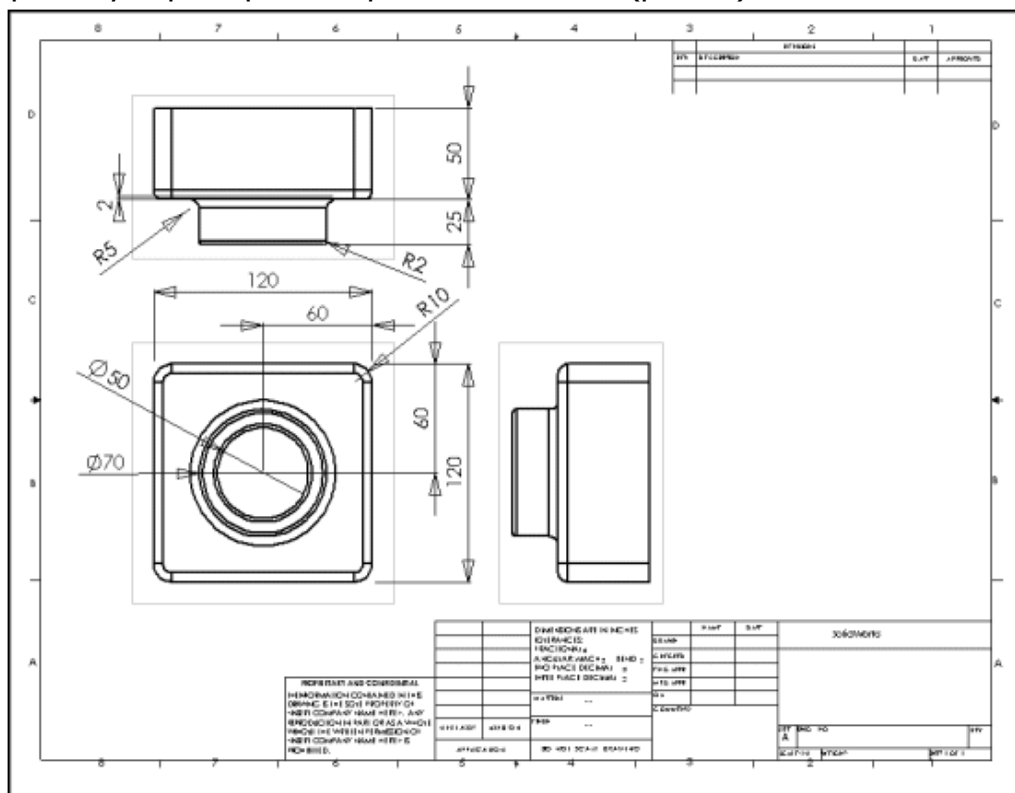


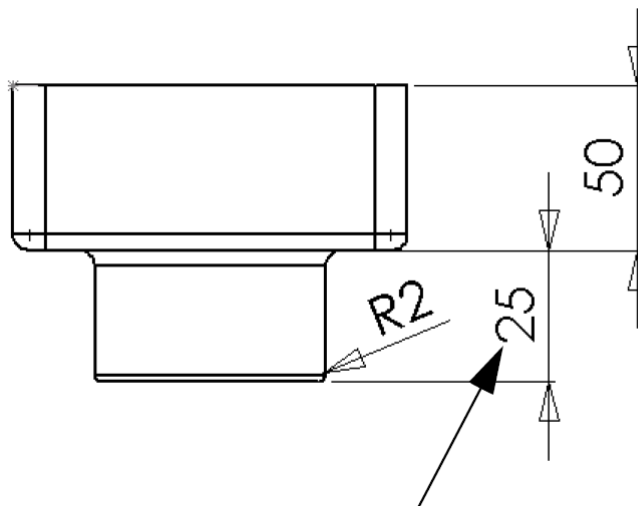
Рис.26

4. Натиснути кнопку **Сохранить**  і зберегти документ креслення як **Деталь1.slddrw**

5.5. Зміна розмірів

При зміні розміру моделі на виді креслення відбувається автоматичне оновлення моделі, що відображає цю зміну, і навпаки. Для зміни розміру потрібно:

1. На проекції **Чертежный вид2** двічі натиснути на розмір глибини витяжки бобишки. З'явиться діалогове вікно **Изменить**.
2. Змінити значення з 25 мм на 40 мм і натиснути <Enter>.



Двічі натиснути на цей розмір

3. Натиснути кнопку **Перестроить**  на панелі інструментів «Стандартная» або вибрати **Правка, Перестроить**. Деталь перебудовується з використанням зміненого розміру. Оновлюється як креслення, так і модель деталі.
4. Натиснути **Окно** і вибрати вікно **Деталь1.sldprt**.
5. Двічі натиснути на елемент **Бобышка-Вытянуть1 (Boss-Extrude1)** в дереві конструювання FeatureManager для відображення розмірів даного елемента. Як видно, розмір глибини тепер дорівнює 40 мм.
6. Повернутись назад у вікно креслення і зберегти креслення. При цьому, система повідомляє про те, що модель яка використовується в кресленні була змінена, і питає, чи потрібно її зберегти.
7. Натиснути **Да** для збереження креслення і оновлення моделі.

Тепер перебудуємо збірку, яка містить змінену деталь.

1. Відкрити **Деталь1.sldasm**. Якщо з'являється повідомлення в якому питається, чи потрібно перебудувати збірку, потрібно натиснути **Да**.
2. Знову повертаємось у вікно креслення.

5.6. Додавання ще одного листа креслення

Тепер можна створити додатковий лист креслення для збірки. Далі буде використана команда **Вставить из файла**, щоб вставити документ збірки в креслення.

1. Вибрати **Вставка, Лист**. З'явиться діалогове вікно **Параметры листа**.

- У вікнах груп **Размер бумаги** і **Основная надпись** вибрати **В-Альбомная** і натиснути **ОК**. Відкриється Лист2 і додається до документу креслення.
- Натиснути кнопку **3 стандартных вида** , потім натиснути правою кнопкою миші в графічній області і вибрати **Вставить из файла**. З'явиться діалогове вікно **Вставить компонент**.
- Встановити для параметра **Тип файла** значення **Файлы сборки (*.asm, *.sldasm)**, вибрати файл зборки (наприклад, **Деталь.sldasm**) і натиснути кнопку **Открыть**. На кресленні з'являться 3 стандартні проекції зборки (рис. 27).

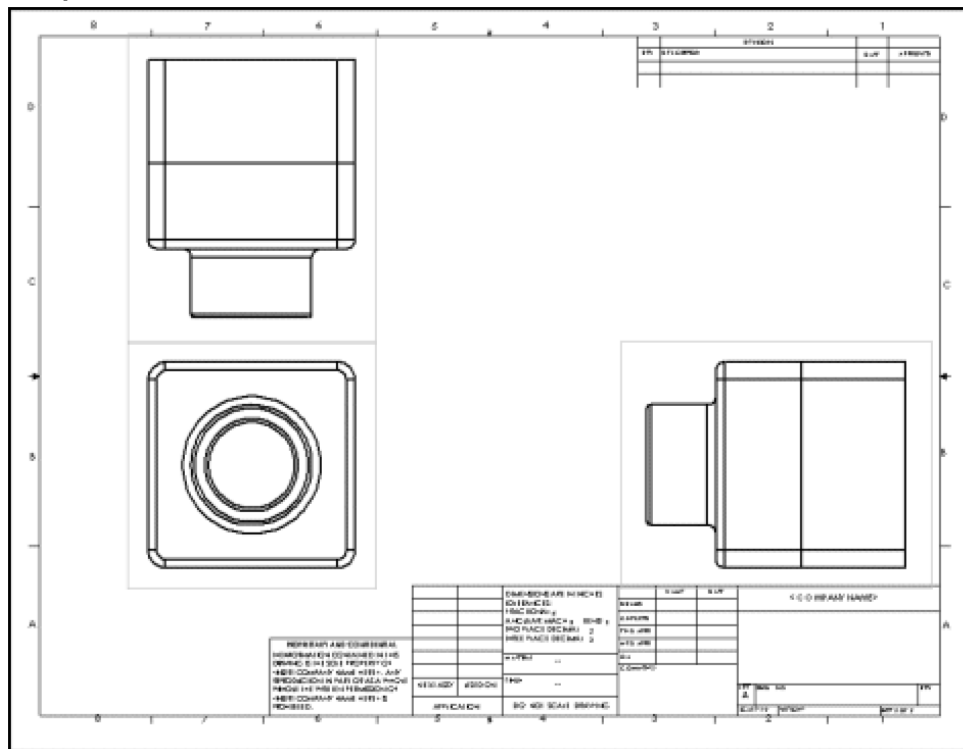


Рис.27

5.7. Вставка названого виду

Можна додавати в креслення названі види, які показують модель в різних ракурсах. Можна використовувати:

- стандартні види (**Спереди, Сверху, Изометрия**, тощо);
- орієнтацію названого виду, яка була визначена в деталі або в збірці;
- поточний вид в документі деталі або зборки.

Додамо ізометрію зборки. Для цього потрібно:

- Натиснути кнопку **Именованный вид**  або вибрати **Вставка, Чертежный вид, Именованный вид**. З'явиться діалогове вікно **Именован-**

- ний вид** Менеджера властивостей PropertyManager. Форма покажчика  вказує на те, що можна вибрати модель для відображення на кресленні.
- Натиснути правою кнопкою миші в графічній області і вибрати **Вставити из файла**. З'явиться діалогове вікно **Вставить компонент**.
 - Вибрати **Деталь.sldasm** і натиснути кнопку **Открыть**. З'явиться діалогове вікно **Именованный вид** Менеджера властивостей PropertyManager. Форма покажчика  вказує на те, що можна вибрати місце на кресленні для розміщення названого виду.
 - В полі **Ориентация** Менеджера властивостей PropertyManager вибрати ***Изометрия** і натиснути в тому місці, де необхідно розташувати вид.
 - У вікні Менеджера властивостей натиснути .

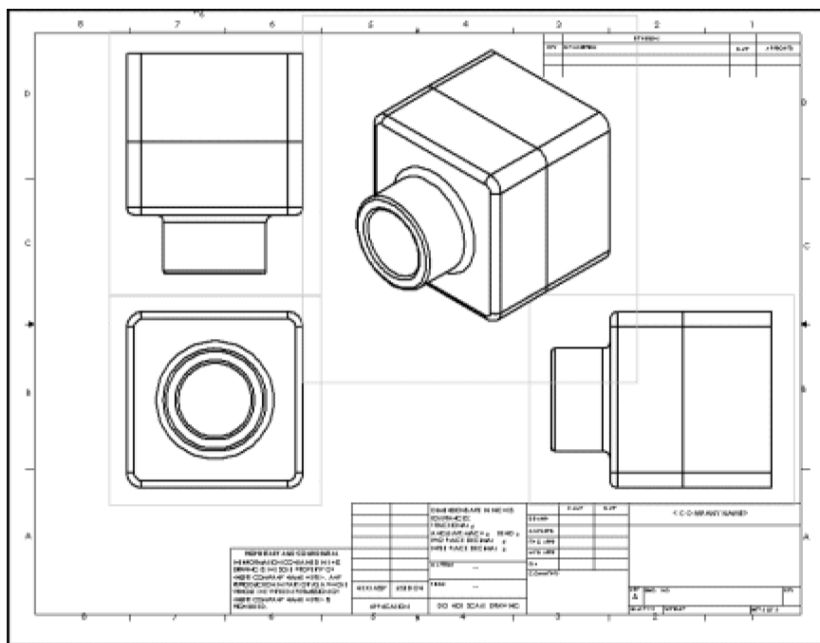


Рис.28

ЗВІТНІСТЬ

Скласти звіт з виконання комп'ютерних практикумів з пакету SOLIDWORKS у вигляді:

- Створити директорію з ім'ям вигляду група_прізвище_SW.
- В директорію помістити файли деталей, зборок, креслень та ескізів комп'ютерних практикумів №6-11.
- Створити файл вигляду група_прізвище_SW.txt в якому зробити висновки про виконані роботи та відповісти на питання (стор. 86) які визначаються викладачем для кожного практикуму.

Комп'ютерний практикум №6

КОНСТРУЮВАННЯ ПРОСТОЇ ДЕТАЛІ В ПАКЕТІ SOLIDWORKS

Мета роботи: ознайомлення з інтерфейсом системи автоматизованого проектування SolidWorks, та способами його налаштування; здобуття навичок креслення простих елементів в тривимірному просторі.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 6.1).
2. За допомогою графічного пакету SolidWorks та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом SolidWorks» виконати конструювання однієї з деталей, що зображені на рис.29, 30, 31 .
3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск.

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. В цьому комп'ютерному практикумі буде створена деталь, яка подібна до деталі сконструйованої в розділі 3 і являє собою металеву оболонку певної форми і товщини. Алгоритм конструювання представлено в розділі 3. Варіанти завдань наведені табл.6.1.

Таблиця 6.1. Параметри деталі

№ варіанту	Рисунок деталі	Розміри, мм									
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>m</i>
1	Рис. 29	120	60	50	25	70	50	10	5	2	2
2		150	75	45	23	90	70	12	6	2	3
3		124	62	55	27	74	52	8	4	2	1,5
4		130	65	60	30	74	54	11	5	3	2
5		146	73	65	32	82	64	9	6	3	2,5
6		128	64	52	26	70	48	10	5	2	1,8
7		136	68	62	32	78	58	12	6	2	2

Продовження табл. 6.1

№ варіанту	Рисунок деталі	Розміри, мм									
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>k</i>	<i>m</i>
8	Рис. 30	120	70	50	25	50	25	10	5	2	2
9		140	90	60	30	70	25	12	6	3	3
10		130	80	55	32	60	25	11	5	2,5	2
11		126	78	54	28	56	24	10	5	2	1,5
12		114	64	48	22	42	25	7	4	1,5	1
13		142	90	62	36	68	26	12	6	3	3
14		138	86	58	34	64	26	9	5	2	2
15	Рис. 31	142	104	70	35	28	8	10	4	2	2
16		126	86	52	28	29	6	9	2,5	1	2,5
17		138	99	66	40	27	9	11	3	1,5	1,5
18		150	110	75	50	31	12	12	4	2	3
19		110	72	40	25	28	5	7	2	1	1
20		120	80	50	25	30	10	10	4	2	2

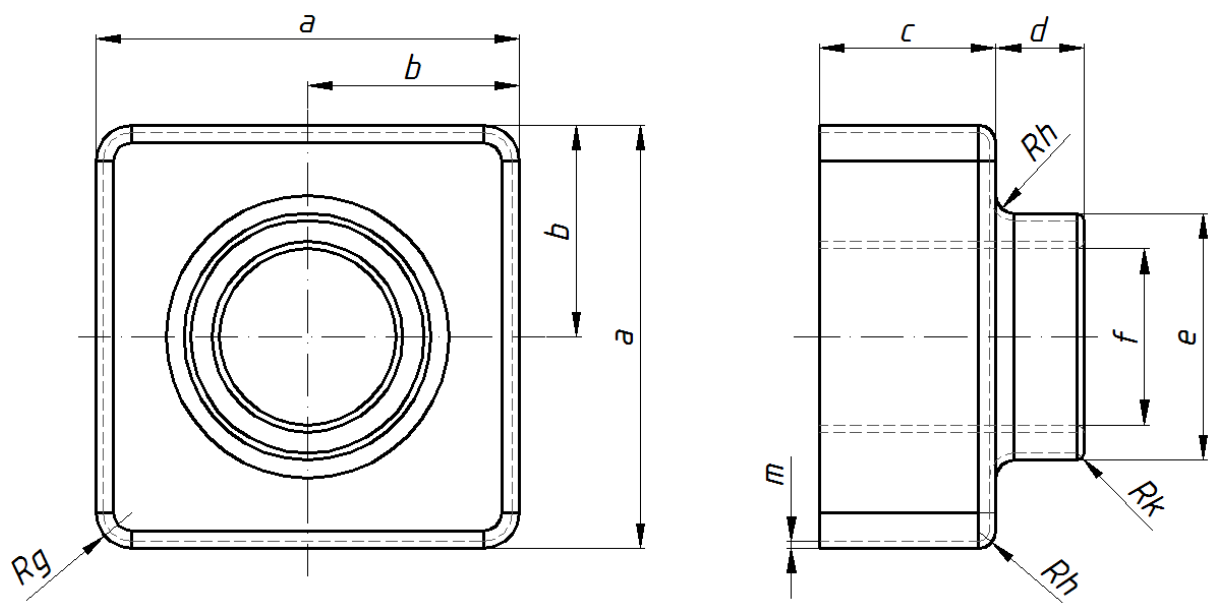


Рис. 29

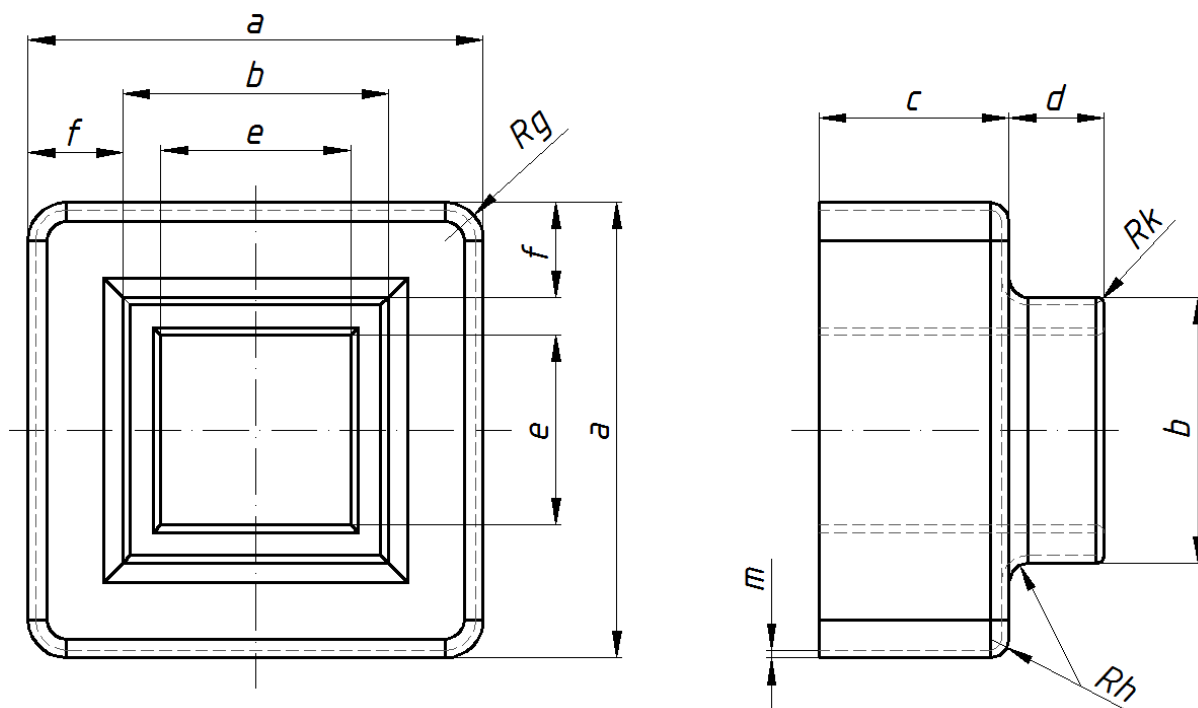


Рис. 30

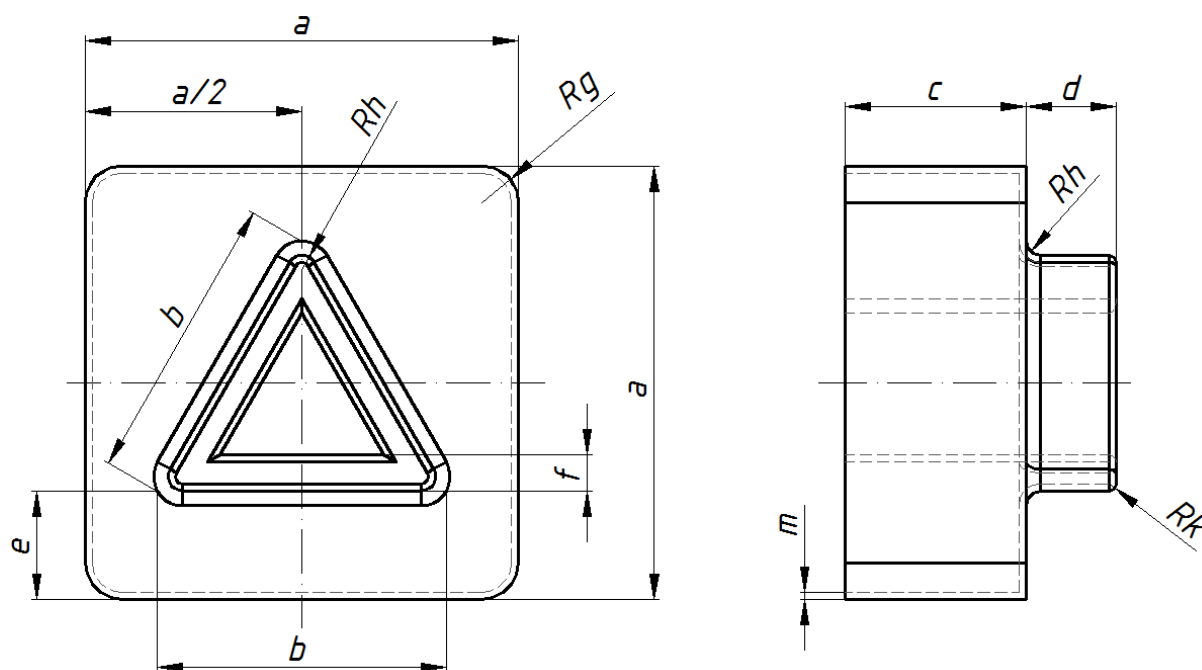


Рис. 31

2. При виконанні креслення використовуються елементи таких панелей інструментів: «Стандартная», «Вид», «Эскиз», «Элементы» тощо. Алгоритми конструювання деталі з використанням елементів зазначених панелей інструментів наведені в пункті 3 розділу «Робота з графічним пакетом SolidWorks».

3. Зберегти файл рисунку потрібно в форматі *.sldprt* системи SolidWorks.

Комп'ютерний практикум №7

КОНСТРУЮВАННЯ ВАЛУ АСИНХРОННОЇ МАШИНИ

Мета роботи: здобуття навичок конструювання деталей електричних машин на прикладі валу асинхронної машини.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 7.1).
2. За допомогою графічного пакету SolidWorks та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом SolidWorks» виконати конструювання валу асинхронної машини зображеного на рис.32.
3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 70.

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. На рис.32 наведена конструкція валу зі шпонками асинхронних машин з короткозамкненим ротором серії 4А з висотою осі обертання до 250 мм. Розміри валу згідно з заданим варіантом наведені в табл.7.1.

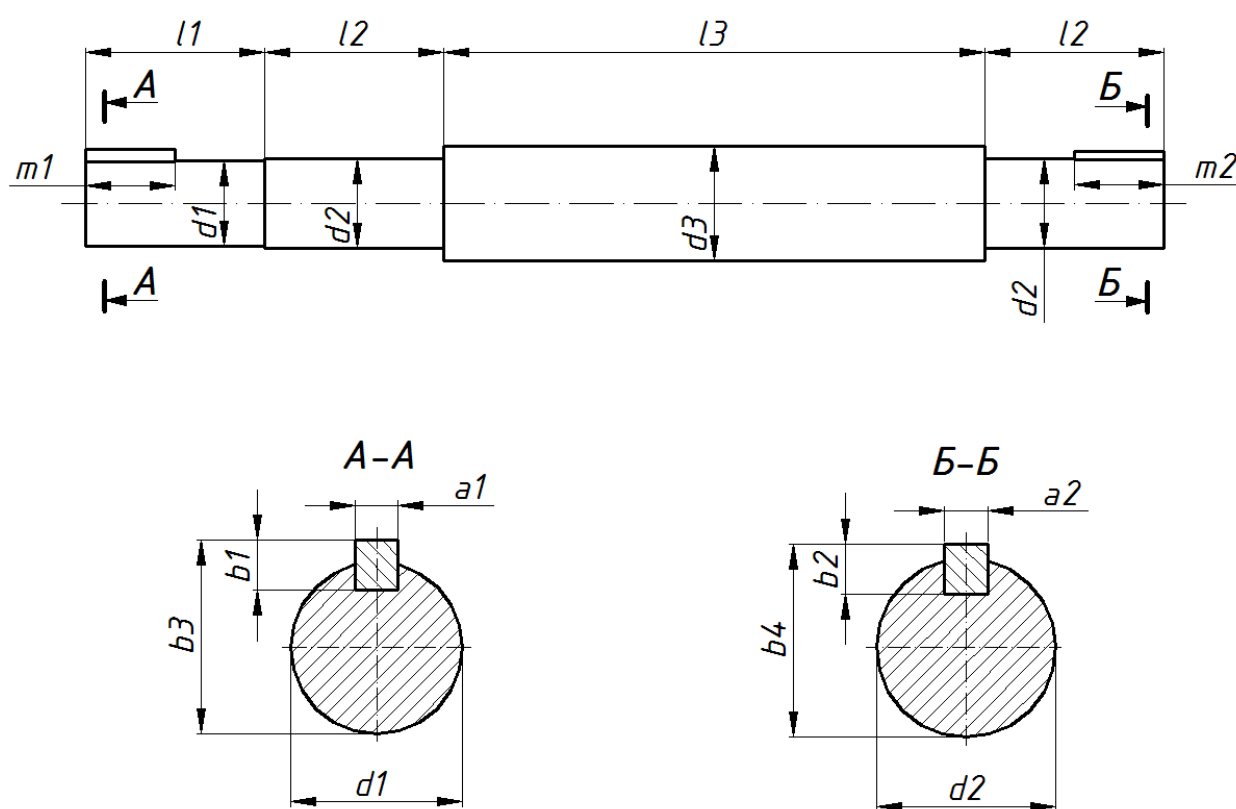


Рис.32

Таблиця 7.1. Розміри валу та шпонки

№ варіанту	Розміри, мм													
	<i>d1</i>	<i>d2</i>	<i>d3</i>	<i>l1</i>	<i>l2</i>	<i>l3</i>	<i>a1</i>	<i>a2</i>	<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>b3</i>	<i>b4</i>	<i>m1</i>	<i>m2</i>
1	11	12	17	23	23	129	4	4	4	4	12,5	12,5	12	12
2	19	20	27	40	40	170	6	6	6	6	21,5	21,5	22	24
3	24	25	32	50	50	205	8	8	7	7	27	27	25	26
4	32	35	43	80	80	214	10	10	8	8	35	35	43	43
5	48	50	60	110	110	297	14	12	9	8	51,5	51,5	50	50
6	60	65	75	140	110	475	18	16	11	10	64	65	68	55
7	75	85	100	140	140	540	20	20	12	12	79,5	86	72	74
8	9	10	14	20	20	118	3	3	3	3	10,2	10,2	9	10
9	14	15	20	30	30	130	5	5	5	5	16	16	17	15
10	22	25	32	50	50	155	6	6	6	6	24,5	25,5	28	25
11	28	30	37	60	60	217	8	8	7	7	31	31	35	32
12	38	45	54	80	80	240	10	10	8	8	41	45,5	47	41
13	55	60	70	110	110	378	16	14	10	9	59	61	60	55
14	65	70	80	140	140	425	18	18	11	11	69	71	69	72
15	22	25	32	50	50	175	6	6	6	6	24,5	25,5	24	26
16	28	30	37	60	60	187	8	8	7	7	31	31	29	31
17	38	45	54	80	80	290	10	10	8	8	41	46	37	40
18	48	50	60	110	110	340	14	12	9	8	51,5	51	58	55
19	55	60	70	110	110	338	16	14	10	9	59	61,5	55	57
20	75	85	100	140	140	500	20	20	12	12	79,5	86	74	75

2. При виконанні креслення використовуються елементи таких панелей інструментів: «Стандартная», «Вид», «Эскиз», «Элементы» тощо. Алгоритми конструювання деталі аналогічні тим, що наведені в пункті 3 розділу «Робота з графічним пакетом *SolidWorks*».

3. Моделі валу та шпонки потрібно зберегти в окремих файлах в форматі *.sldprt* системи *SolidWorks*.

Комп'ютерний практикум №8

КОНСТРУЮВАННЯ ПАКЕТУ СТАТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ

Мета роботи: здобуття навичок конструювання деталей електричних машин на прикладі пакету статора асинхронної машини.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 8.1).

2. За допомогою графічного пакету SolidWorks та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом SolidWorks» виконати конструювання пакету статора асинхронної машини, зразок якого зображено на рис.33.

3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 70.

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. На рис.33 наведена конструкція пакету статора, який є типовим для асинхронних машин з короткозамкненим ротором серії 4А з висотою осі обертання до 250 мм. На рис.34 (а, б) наведені ескізи пазів статора, що відповідають різним варіантам завдань. Розміри пакету статора та відповідних пазів наведені в табл.8.1. Крім того, в таблиці подана кількість пазів статора z_1 .

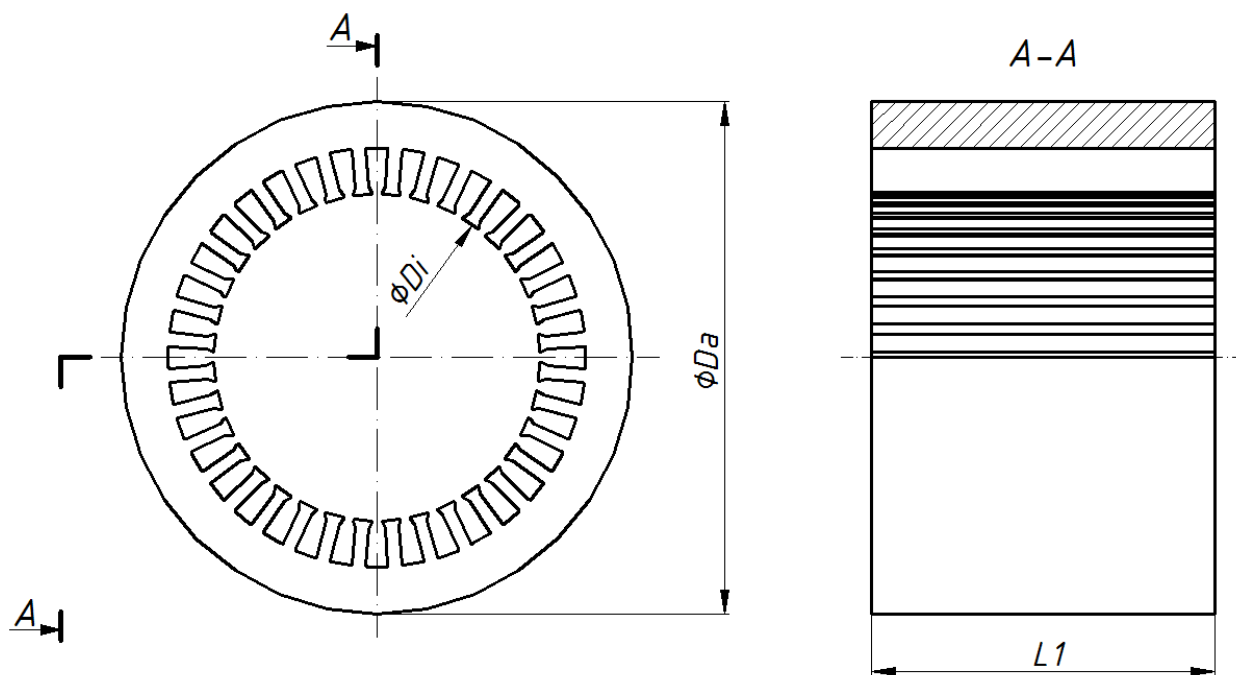


Рис. 33

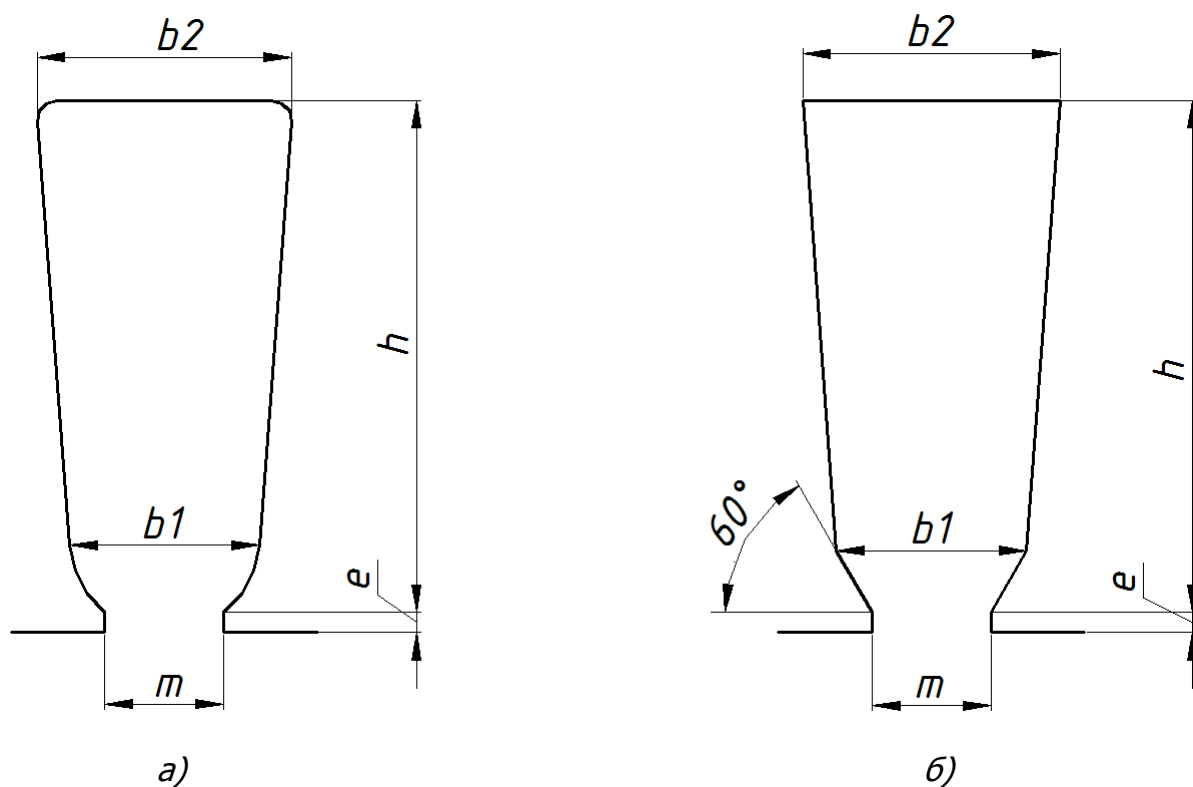


Рис. 34

Таблиця 8.1. Параметри пакету статора АМ

№ варіанту	Dа, мм	Dі, мм	L1, мм	z1	Параметри пазу, мм					
					Рисунок	b1	b2	h	e	m
1	89	55	47	24	Рис.34(а)	4,8	6,4	9,8	0,5	1,8
2	116	70	74	24	Рис.34(а)	5,2	7,3	11,6	0,5	1,8
3	149	95	100	36	Рис.34(а)	4,8	6,5	12,9	0,5	3,0
4	191	126	125	36	Рис.34(а)	6,5	8,2	14,3	0,5	3,5
5	272	185	140	48	Рис.34(б)	7,3	9,9	20,5	1,0	3,7
6	349	238	215	48	Рис.34(б)	9,4	12,3	24,5	1,0	3,7
7	437	290	260	60	Рис.34(б)	8,5	11,9	34	1,0	3,7
8	81	46	42	12	Рис.34(а)	9,7	12,4	11	0,5	1,8
9	100	61	65	24	Рис.34(а)	4,7	6,5	10,4	0,5	1,8

Продовження табл. 8.1

№ варіанту	Dа, мм	Dі, мм	L1, мм	z1	Параметри пазу, мм					
					Рисунок	b1	b2	h	e	m
10	131	84	78	36	Рис.34(а)	4,4	6,0	12,1	0,5	2,5
11	168	105	130	36	Рис.34(а)	4,9	7,1	15,8	0,5	3,0
12	225	145	115	36	Рис.34(а)	6,1	9,2	17,8	0,9	3,5
13	313	211	185	48	Рис.34(б)	8,2	11	24	1,0	3,7
14	392	264	200	48	Рис.34(б)	9,9	13	27	1,0	3,7
15	131	84	98	36	Рис.34(а)	4,3	6,0	13	0,5	2,5
16	168	105	100	36	Рис.34(а)	4,9	7,1	15,8	0,5	3,0
17	225	145	160	36	Рис.34(а)	6,1	9,2	17,8	0,9	3,5
18	272	185	180	48	Рис.34(б)	7,3	9,9	20,5	1,0	3,7
19	313	211	145	48	Рис.34(б)	8,2	11	24	1,0	3,7
20	437	290	220	60	Рис.34(б)	8,5	11,9	34	1,0	3,7

2. При виконанні креслення використовуються елементи таких панелей інструментів: «Стандартная», «Вид», «Эскиз», «Элементы» тощо. Алгоритми конструювання деталі аналогічні тим, що наведені в пункті 3 розділу «Робота з графічним пакетом SolidWorks».

3. Створену модель пакету статора асинхронної машини потрібно зберегти в окремому файлі в форматі *.sldprt* системи SolidWorks.

Комп'ютерний практикум №9

КОНСТРУЮВАННЯ ПАКЕТУ РОТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ

Мета роботи: здобуття навичок конструювання деталей електричних машин на прикладі пакету ротора асинхронної машини.

1. Програма роботи

1. Погодити з викладачем варіант завдання на технічне креслення (табл. 9.1).

2. За допомогою графічного пакету SolidWorks та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з графічним пакетом SolidWorks» виконати конструювання пакету ротора асинхронної машини, зразок якого зображено на рис.35.

3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 70.

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. На рис.35 наведена конструкція пакету ротора, який є типовим для асинхронних машин з короткозамкненим ротором серії 4А з висотою осі обертання до 250 мм. На рис.36 (а, б) наведені ескізи пазів ротора, що відповідають різним варіантам завдань. Розміри пакету ротора та пазів згідно з заданим варіантом наведені в табл.9.1. Внутрішній діаметр ротора d_3 наведено в табл.7.1 для кожного варіанту, а довжина пакету L_2 для АМ з висотою осі обертання до 250 мм дорівнює довжині пакету статора L_1 (див. табл.8.1).

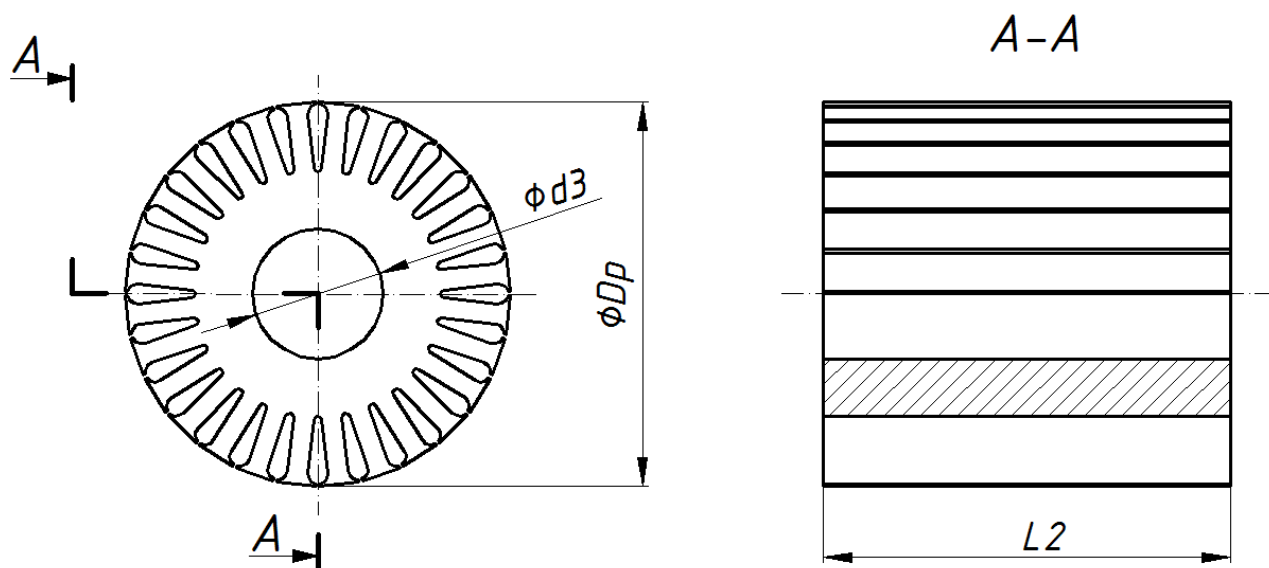


Рис. 35

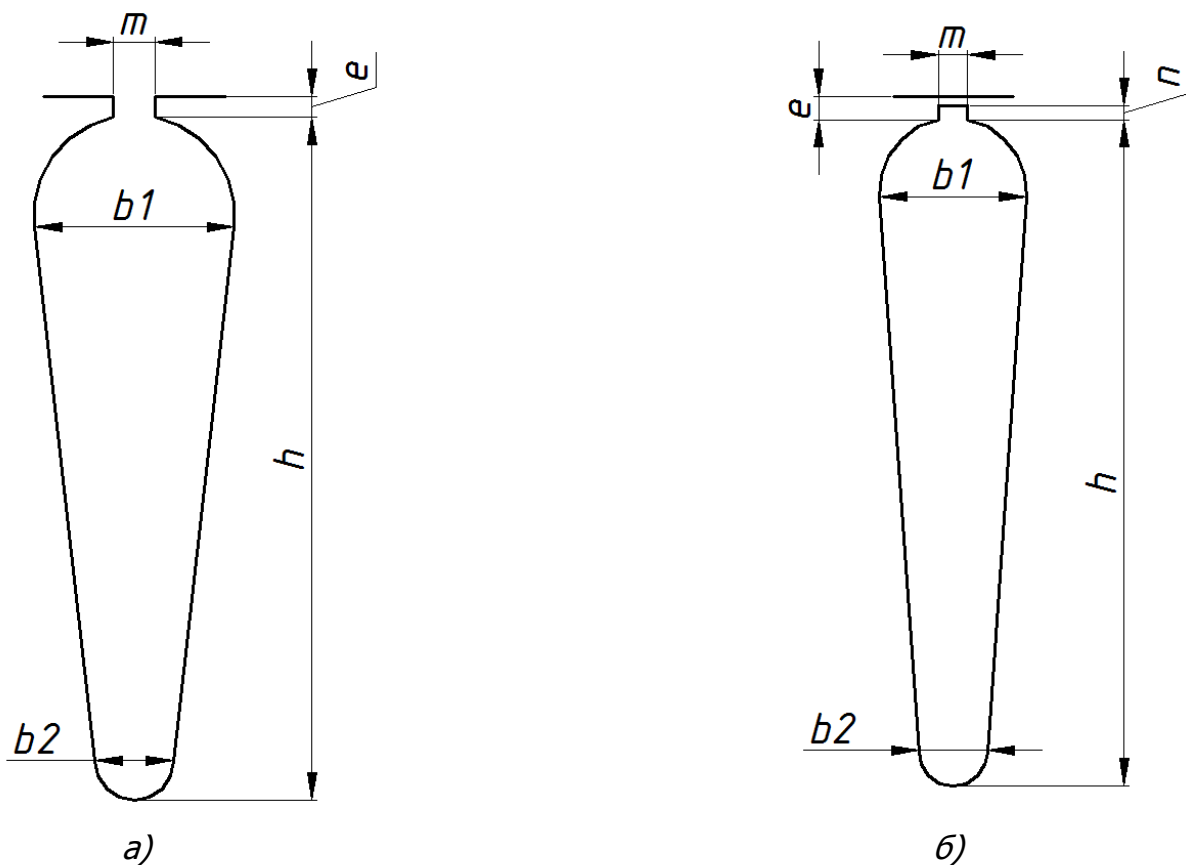


Рис. 36

Таблиця 9.1. Параметри пакету ротора АМ

№ варіанту	δ , мм	z_2	Параметри пазу, мм							Розміри к.з. кільця	
			Рисунок	b_1	b_2	h	e	m	n	a_k , мм	b_k , мм
1	0,25	18	Рис.36(а)	4,4	1,5	10,8	0,5	1,0	–	4,2	11,8
2	0,25	17	Рис.36(а)	5,0	1,5	12,6	0,5	1,0	–	5,0	13
3	0,25	28	Рис.36(а)	4,9	1,9	16,6	0,5	1,0	–	8,0	17
4	0,3	34	Рис.36(а)	5,3	1,8	22,2	0,75	1,5	–	9,8	24,5
5	0,5	38	Рис.36(б)	7,5	3,5	34	1,0	1,5	0,7	13	35
6	0,7	38	Рис.36(б)	8,6	3,4	48	1,0	1,5	0,7	23	49
7	1,0	50	Рис.36(б)	9,0	3,5	50	1,0	1,5	0,7	30	51
8	0,25	15	Рис.36(а)	4,2	1,5	9,4	0,75	1,0	–	4,6	9,5

Продовження табл.9.1

№ варіанту	δ , мм	z2	Параметри пазу, мм							Розміри к.з. кільця	
			Рисунок	b1	b2	h	e	m	n	ak, мм	bk, мм
9	0,25	18	Рис.36(а)	4,4	1,5	11,5	0,5	1,0	–	4,5	11,8
10	0,25	28	Рис.36(а)	4,5	1,5	16,4	0,5	1,0	–	6,7	18
11	0,3	28	Рис.36(а)	5,1	1,5	19,3	0,5	1,0	–	9,2	20
12	0,35	34	Рис.36(а)	6,0	2,2	24,7	0,75	1,5	–	10,5	29
13	0,6	38	Рис.36(б)	8,9	3,2	39,8	1,0	1,5	0,7	21,0	40
14	0,85	38	Рис.36(б)	9,8	3,4	52,5	1,0	1,5	0,7	23	53
15	0,25	28	Рис.36(а)	4,5	1,5	16,4	0,5	1,0	–	6,7	18
16	0,3	28	Рис.36(а)	5,1	1,5	19,3	0,5	1,0	–	9,2	20
17	0,35	34	Рис.36(а)	6,0	2,2	24,7	0,75	1,5	–	10,5	29
18	0,5	38	Рис.36(б)	7,5	3,5	34	1,0	1,5	0,7	13	35
19	0,6	38	Рис.36(б)	8,9	3,2	39,8	1,0	1,5	0,7	21	40
20	1,0	50	Рис.36(б)	9,0	3,5	50	1,0	1,5	0,7	30	52

Примітка: δ – висота повітряного проміжку. Відповідно зовнішній діаметр ротора дорівнюватиме $D_p = D_i - 2\delta$; z2 – число пазів ротора.

2. При виконанні креслення, як і в попередніх роботах, використовуються елементи таких панелей інструментів: «Стандартная», «Вид», «Эскиз», «Элементы» тощо. Алгоритми конструювання деталі аналогічні тим, що наведені в пункті 3 розділу «Робота з графічним пакетом SolidWorks».

3. Створену модель пакету ротора асинхронної машини потрібно зберегти в окремому файлі в форматі .sldprt системи SolidWorks.

Комп'ютерний практикум №10

КОНСТРУЮВАННЯ «БІЛЯЧОЇ» КЛІТКИ РОТОРА АМ

Мета роботи: здобуття навичок конструювання деталей електричних машин на прикладі «білячої» клітки ротора асинхронної машини.

1. Програма роботи

1. За допомогою графічного пакету SolidWorks виконати конструювання короткозамкнутої обмотки («білячої» клітки) ротора асинхронної машини, зразок якої зображено на рис.37 і рис.38. Розміри «білячої» клітки для кожного варіанту наведені в табл.9.1.

2. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 70.

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. На рис.37 приведено зразок конструкції «білячої» клітки ротора АД, яка, як правило, виготовляється з алюмінію або міді. Слід зауважити, що висота короткозамкнутого кільця «білячої» клітки може відрізнятися від висоти стержня, а питання про їх взаємне розташування вирішується окремо. В цій роботі приймемо, що середній діаметр короткозамкнутого кільця і стержнів ротора збігаються. Довжина стержнів $L2$ (рис.38) для АМ з висотою осі обертання до 250 мм дорівнює довжині пакету статора $L1$ (див. табл.8.1).

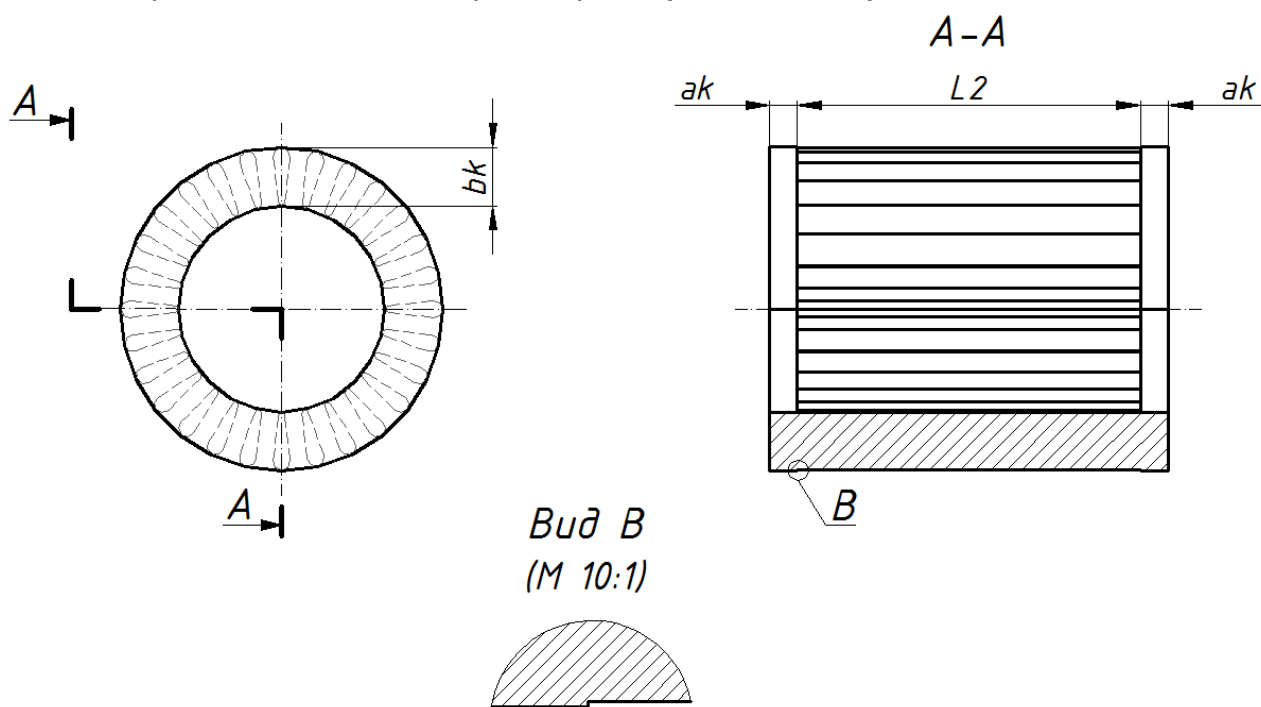


Рис.37

На рис.38 наведемо приклад «білячої» клітки ротора АМ у тривимірному вигляді, яка сконструйована за допомогою пакету SolidWorks.

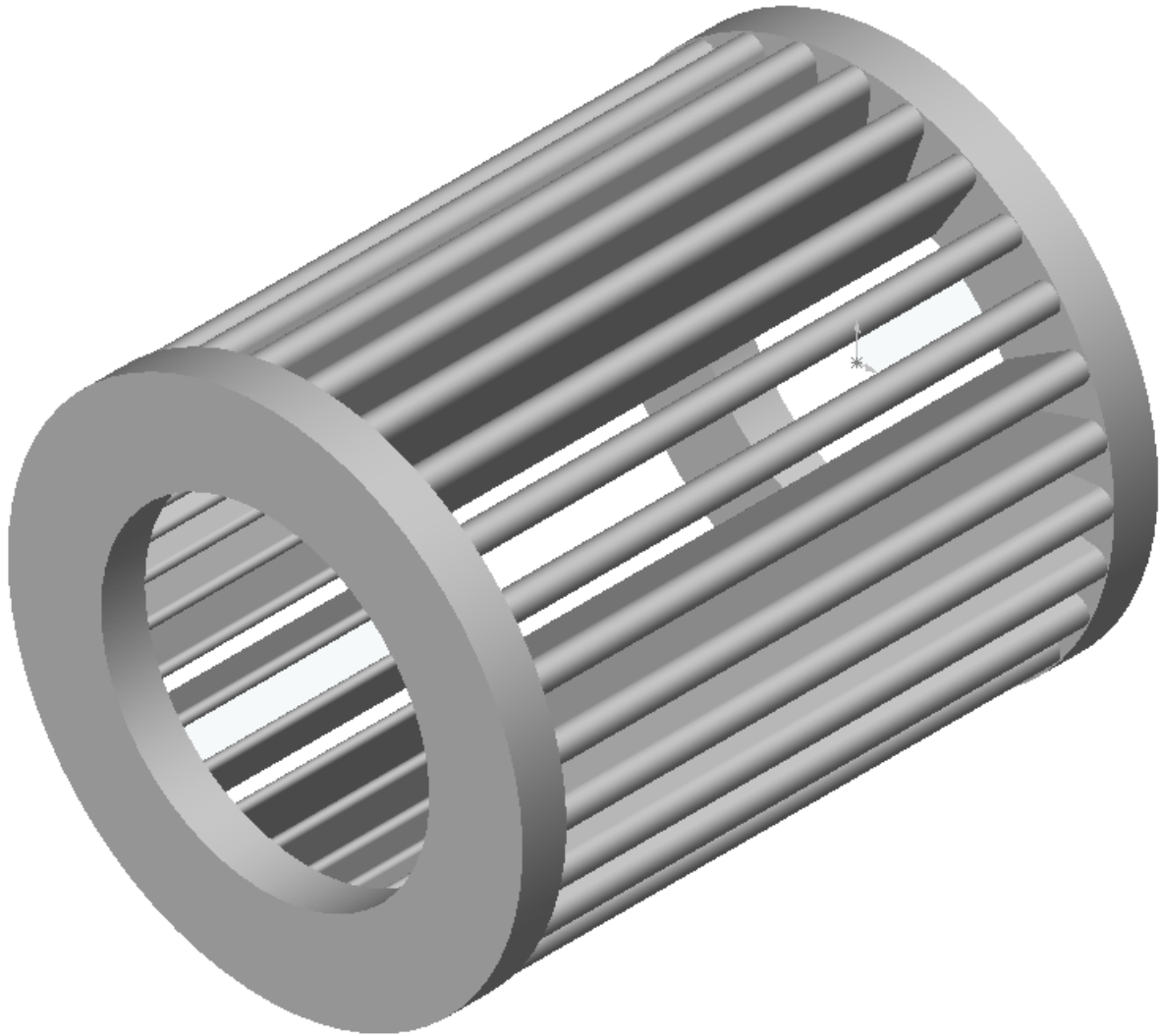


Рис.38

2. При виконанні креслення, як і в попередніх роботах, використовуються елементи таких панелей інструментів: «Стандартная», «Вид», «Эскиз», «Элементы» тощо. Алгоритми конструювання деталі аналогічні тим, що використовувались в попередніх роботах.

3. Створену модель «білячої» клітки ротора асинхронної машини потрібно зберегти в окремому файлі в форматі *.sldprt* системи SolidWorks.

Комп'ютерний практикум №11

КОНСТРУЮВАННЯ АКТИВНОЇ ЧАСТИНИ АМ

Мета роботи: здобуття навичок створення зборок шляхом сполучення деталей, а також побудова креслень в автоматичному режимі на основі можливостей системи SolidWorks на прикладі активної частини АМ з к.з. ротором.

1. Програма роботи

1. За допомогою графічного пакету SolidWorks використовуючи алгоритм викладений в пункті 4 розділу «Робота з графічним пакетом SolidWorks» потрібно зібрати всі деталі, що були створені в комп'ютерних практикумах 6–10, в один вузол.

2. Використовуючи алгоритм викладений в пункті 5 розділу «Робота з графічним пакетом SolidWorks» потрібно зробити креслення отриманої активної частини асинхронної машини. Креслення має складатися з трьох проекцій зборки, одного розрізу, не менше одного місцевого виду та аксонометрії.

3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з кресленням на диск див. сторінка 70.

2. Методичні вказівки щодо виконання роботи

1. Окремі деталі збираються в один вузол за допомогою сполучення компонентів (див. пп.4.3). При цьому основними елементами, що використовуються є: **Сопряжение**  і **Совпадение** . Сполучати можна будь-які елементи двох деталей (точки, кромки, грані) в будь-якій комбінації. Також потрібно пам'ятати, що при вставці деталей в зборку перша деталь (наприклад, вал) має бути вставлена так щоб її базова точка співпала з базовою точкою зборки (див. пп.4.2). Інші деталі краще розміщувати поруч з першою.

2. В пп.5.1 викладено алгоритм відкриття файлу креслення. Проте зазначимо, що при виборі формату аркуша рекомендується в діалоговому вікні **Использовать основную надпись** вибрати поле **основная надпись пользователя**, а не **стандартная основная надпись** як зазначено в алгоритмі. Далі потрібно натиснути кнопку **Обзор** і вибрати потрібний шаблон аркуша стандарту ESCD (наприклад, ESCD A2.slddrt). Файл, що при цьому буде відкритий буде мати всі налаштування, що відповідають стандартам прийнятим в нашій країні.

Після цього, дотримуючись алгоритму викладеному в п.5 потрібно створити три основні проекції зборки, додати розміри, зробити розріз однієї з проекції зборки. Крім того, потрібно зробити місцевий вид, що слугує для збільшення масштабу тих ділянок креслення, які потрібно розглянути детальніше. Також, за допомогою опції **Именованный вид** потрібно створити аксонометрію зборки. На рис.39 наведено приклад креслення активної зони АМ з к.з. ротором.

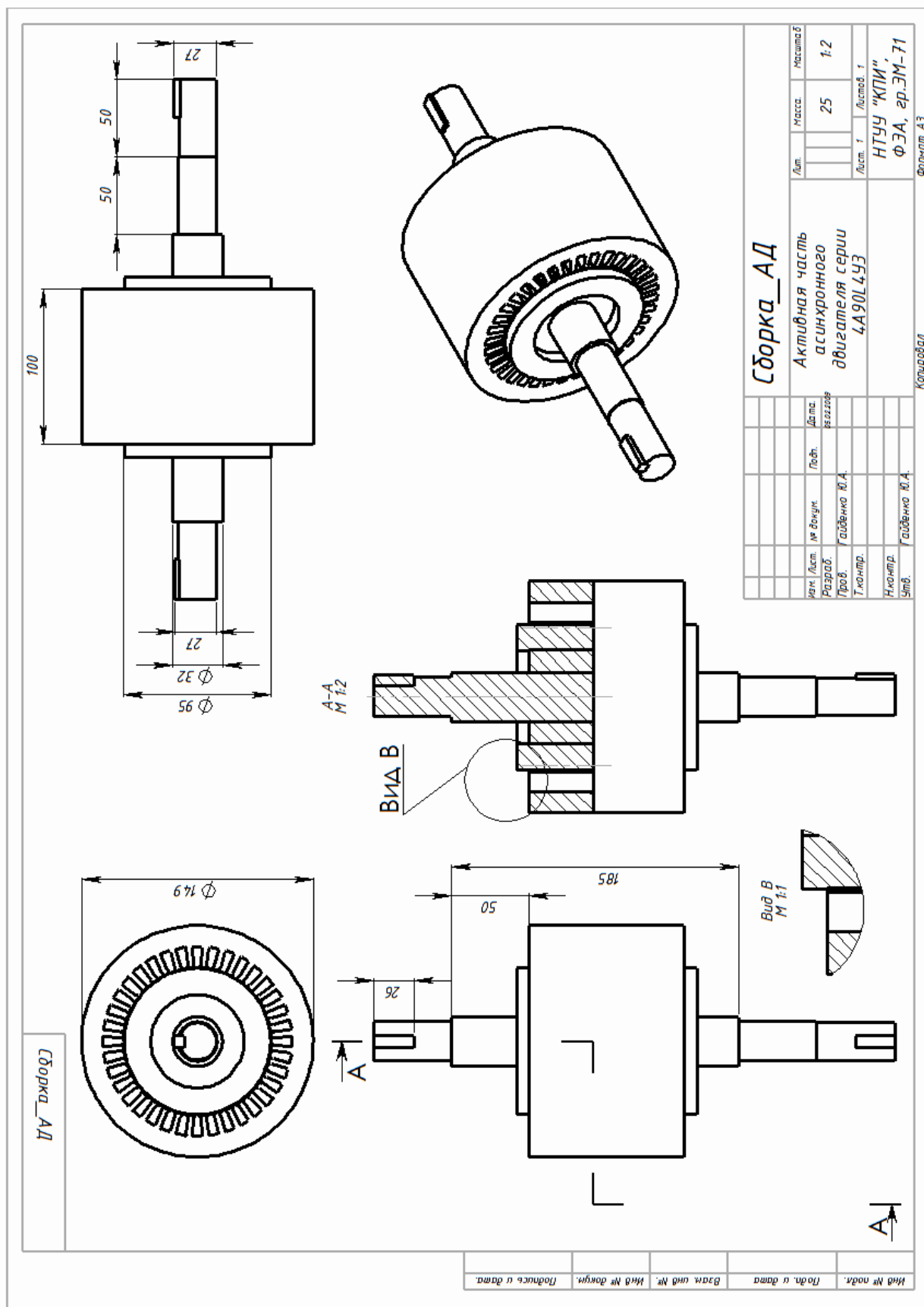


Рис.39

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ З ПАКЕТУ SOLIDWORKS

1. Яким чином задаються розміри в ескізі виконаному в пакеті SOLIDWORKS?
2. Як виконати команду масив в пакеті SOLIDWORKS?
3. Як накреслити ескіз прямокутника в пакеті SOLIDWORKS?
4. Як накреслити ескіз кола в пакеті SOLIDWORKS?
5. Як накреслити ескіз багатокутника в пакеті SOLIDWORKS?
6. Що таке дерево конструювання FeatureManager в пакеті SOLIDWORKS?
7. Що таке менеджер властивостей PropertyManager в пакеті SOLIDWORKS?
8. Що таке менеджер конфігурації ConfigurationManager в пакеті SOLIDWORKS?
9. Що таке взаємозв'язок в пакеті SOLIDWORKS?
10. Які дії треба виконати щоб намалювати просту бобишку прямокутної форми в пакеті SOLIDWORKS?
11. Які дії треба виконати щоб зробити розріз деталі в пакеті SOLIDWORKS?
12. Які дії треба виконати щоб зробити виріз в деталі в пакеті SOLIDWORKS?
13. Які дії треба виконати щоб зробити скруглення кутів деталі в пакеті SOLIDWORKS?
14. Які дії треба виконати щоб створити оболонку деталі в пакеті SOLIDWORKS?
15. Яким чином створюється креслення в пакеті SOLIDWORKS?
16. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити тривимірне зображення валу в пакеті SOLIDWORKS?
17. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити тривимірне зображення статора в пакеті SOLIDWORKS?
18. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити тривимірне зображення ротора в пакеті SOLIDWORKS?
19. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити тривимірне зображення збірки в пакеті SOLIDWORKS?
20. Які команди і прийоми необхідно виконати щоб створити креслення деталі чи збірки в пакеті SOLIDWORKS?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комп'ютерна графіка: AutoCAD : навч. посіб. для студентів ВНЗ / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук. - Херсон : Гринь Д. С. [вид.], 2015.. - 303 с. – ISBN 978-966-930-007-2
2. Графічна система AutoCAD. Основи інженерно-будівельного креслення, моделювання та анімації [Текст] : навч.-метод. посіб. / [В. І. Топчій та ін.] ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. - 394 с. - ISBN 978-966-941-077-1
3. Основи автоматизованого проектування: лабораторні роботи в середовищі AutoCad [Текст] : навчальний посібник / Сергій Миколайович Павловський, Андрій Валентинович Бабков. - Херсон : Олді-плюс, 2021. - 598 с. - ISBN 978-966-289-453-0
4. Графічна система AutoCAD. Основи машинобудівного креслення, моделювання та анімації. Лабораторний практикум [Текст] : навч. посіб. / В. І. Топчій, І. С. Афтаназів, П. П. Волошкевич ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2019. - 386 с. - ISBN 978-966-941-299-7
5. AutoCAD 2022 Instructor. James A. Leach B.I.D., M.Ed., Shawna Lockhart, A Student Guide for In-Depth Coverage of AutoCAD's Commands and Features, September 10, 2021, 1264 Pages. - ISBN: 978-1-63057-420-8
6. Комп'ютерна графіка: SolidWorks : навч. посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. — Херсон : ОЛДІ-плюс, 2018. — 252 с. — ISBN: 978-966-289-191-1
7. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.
8. Drawing and Detailing with SOLIDWORKS 2022, David C. Planchard CSWP, May 31, 2022, 630 Pages. - ISBN: 978-1-63057-485-7
9. https://www.youtube.com/watch?v=f3vIFK6pNq0&list=PLsltyevZVujbKYKcS0SOhWWvh_CLhbX9Q
10. <https://www.youtube.com/watch?v=aBrewfhczP4&list=PLsltyevZVujZI6xU0aWU2uth8-WgpjZFf>
11. Електронний ресурс www.autodesk.com
12. Електронний ресурс www.solidworks.com

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	3
РОБОТА З ГРАФІЧНИМ ПАКЕТОМ AUTOCAD	4
1. Запуск пакету AutoCAD	4
2. Робоче вікно AutoCAD	4
3. Створення примітивів (панель «Рисование»)	6
4. Нанесення розмірів (панель «Размеры»)	14
5. Редагування об'єктів (панель «Редактирование»)	18
6. Інші функції	29
Комп'ютерний практикум №1	31
ПАЗ РОТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ.....	31
Комп'ютерний практикум №2	33
ПАЗ СТАТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ	33
Комп'ютерний практикум №3	35
ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ ТРИФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА.....	35
Комп'ютерний практикум №4	37
ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ АСИНХРОННОЇ МАШИНИ.....	37
Комп'ютерний практикум №5	39
ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	39
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ З ПАКЕТУ AUTOCAD.....	44
РОБОТА З ГРАФІЧНИМ ПАКЕТОМ SOLIDWORKS	45
1. Основні функціональні можливості SolidWorks	45
2. Терміни SolidWorks	47
3. Конструювання деталі	49
4. Основи зборки	59
5. Побудова креслення	65
Комп'ютерний практикум №6	71
КОНСТРУЮВАННЯ ПРОСТОЇ ДЕТАЛІ В ПАКЕТІ SOLIDWORKS.....	71
Комп'ютерний практикум №7	74
КОНСТРУЮВАННЯ ВАЛУ АСИНХРОННОЇ МАШИНИ	74
Комп'ютерний практикум №8	76
КОНСТРУЮВАННЯ ПАКЕТУ СТАТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ	76
Комп'ютерний практикум №9	79
КОНСТРУЮВАННЯ ПАКЕТУ РОТОРА АСИНХРОННОЇ МАШИНИ	79
Комп'ютерний практикум №10	82

КОНСТРУЮВАННЯ «БІЛЯЧОЇ» КЛІТКИ РОТОРА АМ.....	82
Комп'ютерний практикум №11	84
КОНСТРУЮВАННЯ АКТИВНОЇ ЧАСТИНИ АМ	84
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ З ПАКЕТУ SOLIDWORKS.....	86
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	87
ЗМІСТ	88