

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Г. О. КОБАЛАВА, К. В. ЛУНЯКА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни
«СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ПРОЄКТУВАННЯ В ТЕПЛОХЛАДОТЕХНІЦІ»
для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»
(освітня програма «Холодильні машини і установки»)
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітні програми: «Теплоенергетика»,
«Енергетичний менеджмент»)

Рекомендовано Методичною радою НУК



2023

УДК 004.92

K55

Автори:

Г. О. Кобалава, канд. техн. наук, доцент;

К. В. Луняка, д-р техн. наук, професор

Рецензент

О. М. Дудченко, канд. техн. наук, професор

Рекомендовано Методичною радою НУК

Кобалава Г. О.

K55

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Системи автоматизованого проєктування в теплохладотехніці» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузь знань 14 «Електрична інженерія», спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування» (освітня програма «Холодильні машини і установки»), спеціальність 144 «Теплоенергетика» (освітні програми: «Теплоенергетика», «Енергетичний менеджмент») / Г. О. Кобалава, К. В. Луняка. – Миколаїв : НУК, 2023. – 76 с.

Методичні вказівки призначені для проведення практичних занять з курсу «Системи автоматизованого проєктування (САПР) в теплохладотехніці» для студентів спеціальностей «Енергетичне машинобудування» та «Теплоенергетика». Вказівки містять систему єдиних вимог, роз'яснень і рекомендацій щодо виконання, визначення структури, змісту, обсягів виконаних практичних робіт. Також наведені приклади оформлення практичних завдань.

УДК 004.92

© Кобалава Г. О., Луняка К. В., 2023

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	4
<i>Практичне заняття № 1. Знайомство з середовищем програмного пакету AutoCAD. Робочий екран AutoCAD.....</i>	<i>5</i>
<i>Практичне заняття № 2. Налаштування AutoCAD під користувача. Управління екраном.</i>	<i>9</i>
<i>Практичне заняття № 3. Створення та редагування слоїв. Корегування типів ліній.....</i>	<i>12</i>
<i>Практичне заняття № 4. Геометричні примітиви та необхідні інструменти для роботи з ними.....</i>	<i>15</i>
<i>Практичне заняття № 5. Основні команди редагування та конструювання об'єктів: стерти, копіювати, дзеркало, зміщення, масив, перенести, повернути, масштаб, розтягнути, обрізати, подовжити, фаска, роз'єднати.....</i>	<i>18</i>
<i>Практичне заняття № 6. Властивості об'єктів. Нанесення розмірів.....</i>	<i>26</i>
<i>Практичне заняття № 7. Створення та редагування блоків. Робота з блоками.....</i>	<i>23</i>
<i>Практичне заняття № 8. Команди нанесення штрихування. Редагування штрихування.....</i>	<i>37</i>
<i>Практичне заняття № 9. Робота з текстовими стилями....</i>	<i>40</i>
<i>Практичне заняття № 10. Вивід на друк. Компонування простору листа.....</i>	<i>44</i>
<i>Практичне заняття № 11. Тривимірне моделювання.....</i>	<i>50</i>
<i>Практичне заняття № 12. Створення тривимірного тіла на основі двовимірної полілінії. Команди Видавлювання, Обертання, Лофт.....</i>	<i>57</i>
<i>Практичне заняття № 13. Тривимірне моделювання. Команда Зміщення.....</i>	<i>62</i>
<i>Додаток. Варіанти індивідуальних завдань.....</i>	<i>66</i>
<i>Рекомендована література.....</i>	<i>72</i>

ВСТУП

Прогрес науки і техніки та потреби суспільства у виготовленні сучасних інженерних споруд і машин обумовлюють необхідність виконання проєктних робіт великого обсягу та складності. Вимоги до якості проєктів і термінів їх виконання стають усе більш жорсткими в міру збільшення складності об'єктів, що проєктуються, і підвищення відповідальності виконуваних ними функцій. Спроби задовольнити ці вимоги за допомогою простого збільшення чисельності конструкторів і технологів не є доцільними, оскільки якість паралельного проведення проєктних робіт залежить від застосування сучасних програмних пакетів.

Вирішення цієї проблеми можливе лише на основі широкого застосування систем автоматизованого проєктування (САПР).

Однак широке впровадження САПР та їх подальший розвиток стримується відсутністю кадрів конструкторів та технологів, які мають відповідні знання для запуску та ефективного використання систем практично. Сучасні технологічні САПР базуються на інформаційних системах, які використовують різноманітні бібліотеки даних.

Найбільш очевидною та затребуваною функцією комплексів САПР є можливість побудови комп'ютерної 2D- та 3D-моделі виробу, що розробляється. Маючи у своєму арсеналі розвинений інструментарій розробки та адаптації, ці комплекси є універсальною платформою, на базі якої створено велику кількість спеціалізованих додатків, що вирішують завдання проєктування в області теплохладотехніки.

У методичних вказівках представлено теоретичний та практичний матеріал, необхідний для формування у студентів умінь та навичок для створення креслень і моделей різної складності, параметричних моделей із застосуванням інформаційних технологій.

Практичне заняття № 1.

Знайомство з середовищем програмного пакету AutoCAD. Робочий екран AutoCAD.

Мета: ознайомлення з графічним інтерфейсом AutoCAD;
отримання початкових навиків для побудови нового креслення.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер,
прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Запустити програму AutoCAD подвійним клацанням на піктограмі на робочому столі або з головного меню Windows.

2. Спершу виберіть режим створення креслення без шаблону. AutoCAD відкриє нове креслення без будь-яких нестандартних установок.

3. Вивчити та занотувати у звіт інтерфейс AutoCAD.

Основні компоненти інтерфейсу представлено на рис. 1.

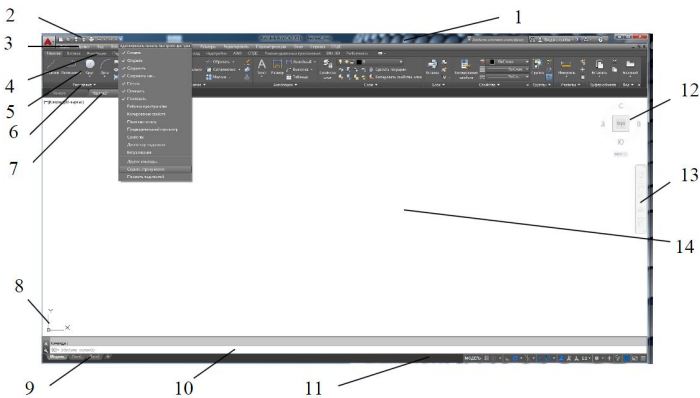


Рис. 1. Основні компоненти інтерфейсу графічного редактора AutoCAD:

1 – рядок заголовка; 2 – панель швидкого доступу; 3 – меню, що випадає (за замовчуванням приховано); 4 – рядок вкладок панелей інструментів; 5 – панелі інструментів; 6 – рядок назв панелей інструментів; 7 – закладки відкритих документів; 8 – знак системи координат (за замовчуванням – світова СК); 9 – вкладки компоновок просторів моделі та аркуша; 10 – командний рядок; 11 – рядок стану; 12 – видовий куб; 13 – панель навігації; 14 – графічне поле – займає основну частину робочого столу

4. Вивчити та занотувати у звіт меню й види панелей інструментів.

5. Завжди слідкуйте за повідомленнями у командному рядку та рядку стану.

6. Виконати створення та збереження документа (креслення):

1) створити новий документ креслення (лист) (меню А ► Створити ► Креслення ► Відкрити запропонований шаблон);

2) накреслити відрізок прямої:

а) виберіть кнопку-піктограму Відрізок  на інструментальній панелі Малювання і натисніть на неї кнопкою миші;

б) введіть координати X та Y першої точки 80, 100, а потім другої точки 150, 170 (координати вводяться з клавіатури в командному рядку);

в) натисніть праву кнопку миші та оберіть ввод (скидання команди також здійснюється кнопкою Esc);

3) стерти відрізок:

а) укажіть на побудований відрізок і натисніть лівою кнопкою миші. Відрізок виділиться (інвертується) іншим кольором;

б) натисніть клавішу Delete на клавіатурі. Відрізок буде вилучений;

4) відмінити останню команду, натиснувши мишею на піктограмі Відмінити. Парна їй кнопка Повторити може повернути відмінену дію ( ▼ );

5) створити папку Креслення_№групи (Файл ► Зберегти як... і вибрати піктограму );

6) зберегти креслення під іменем Кресл-1 у папку Креслення_№групи.

7. Виконати роботу з панелями інструментів, накресливши правильний шестикутник з нанесенням розмірів:

1) відкрити файл Кресл-1;

2) накреслити правильний шестикутник:

а) на панелі геометрії знайдіть кнопку з піктограмою полігон (багатокутник) , натисніть. Далі в командному рядку наберіть кількість сторін – 6;

б) зазначте центр шестикутника (100; 100);

в) задайте параметр розміщення (вписаний або описаний навколо окружності), залишаємо В;

г) вкажіть радіус кола – 100 мм – та натисніть Enter;

3) нанести розміри – розмір між двома його сторонами та розмір діагоналі шестикутника (рис. 2):

а) на інструментальній панелі Розмір натисніть на іконці Лінійний ;

б) вкажіть послідовно два маркери між протилежними сторонами шестикутника, між якими буде нанесений розмір, не забуваючи фіксувати кожну з них клацанням миші, та натисніть Enter;

в) на інструментальній панелі Розмір натисніть на іконці Паралельний ;

г) укажіть послідовно дві протилежні точки діагоналі фігури, між якими буде нанесений розмір, не забуваючи фіксувати кожну з них кнопкою миші, та натисніть Enter;

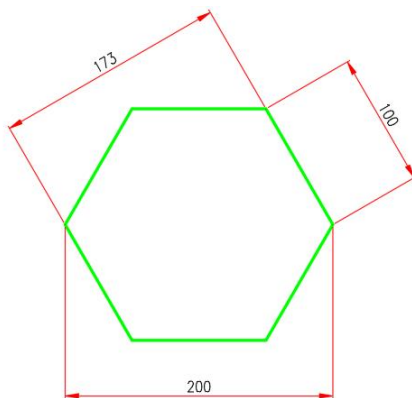


Рис. 2. Шестикутник

4) перемістити отримане зображення в інше місце поля креслення:

а) лівою кнопкою миші справа наліво виділити рамкою шестикутник з розмірами (зображення стане штриховими лініями), натиснути праву кнопку миші та обрати з допоміжного вікна інструмент Перемістити  (той самий інструмент є і на панелі Редагування), обрати базову точку (будь-яку) та другу точку, перемістивши мишу на деяку відстань, натиснути нею ще раз (об'єкт займе нове положення);

5) визначити довжину сторони шестикутника:

а) на інструментальній панелі Інструменти вимірювання треба натиснути на кнопки Відстань ;

б) вкажіть мишею на початок і кінець відрізка, який є стороною шестикутника – в командному рядку з'явиться значення довжини та координати сторони шестикутника.

8. У графічній зоні AutoCAD за замовчуванням відкритий єдиний видовий екран, що повністю займає вікно. Щоб створити додаткові видові екрани, виберіть пункт Вид (Видові екрани). З'явиться підменю зі стандартними варіантами компонок, в якому оберіть «Нові Видові...». У вікні перегляньте наявні варіанти компоновки видових екранів.

9. Збережіть файл із цим кресленням у своїй папці з новим ім'ям, використовуючи пункт меню Файл ► Зберегти як...

10. Вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Які дії треба зробити для запуску AutoCAD?
2. Як викликати довідку при роботі AutoCAD?
3. З яких основних елементів складається робочий екран AutoCAD?
4. Що треба зробити, щоб активізувати інструментальні панелі на робочому екрані?
5. Як зберегти побудоване креслення?
6. Як відкрити вже побудоване креслення?

Практичне заняття № 2.

Налаштування AutoCAD під користувача. Управління екраном.

Мета: отримання навиків налаштування робочого середовища під конкретного користувача.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Запустити програму AutoCAD.
2. Відкрити декілька листів креслення з папки Креслення_№групи.
3. Виконати управління вікнами документів за допомогою меню Вікно:
 - впорядкувати каскадом, зверху вниз, зліва направо;
 - закрити все без збереження змін (Вікно ► Закрити все).
4. Відкрити будь-який файл з папки Креслення_№групи та виконати управління зображенням у вікні:
 - за допомогою кнопки Показати рамкою ;
 - за допомогою кнопки Показати з указанням центру ;
 - збільшити–зменшити за допомогою кнопок  ;
 - відобразити у вікні весь документ за допомогою кнопки Показати все ;
 - за допомогою кнопки Показати до границь .
5. Доповнити існуючі панелі власними панелями користувачів з необхідними командами для роботи:
Вид ► Вікна ► Панель інструментів ► AutoCAD
6. Ознайомитись з інструментами на панелях Малювання, Редагування та Анотації.
7. Виконайте налаштування форми і розміру курсора для зручності вашої роботи.

Правою кнопкою миші ► Настройка ► Экран (Вибір) ► Розмір перехрестя (Розмір прицілу).

8. Включити зображення сітки на екрані F7.

9. Накресліть декілька відрізків, встановлюючи їх початок і кінець строго по точках сітки (використовуючи шагову прив'язку).

10. Виконайте наступне креслення (рис. 3), використовуючи інструменти з панелей Малювання, Редагування та Анотації.

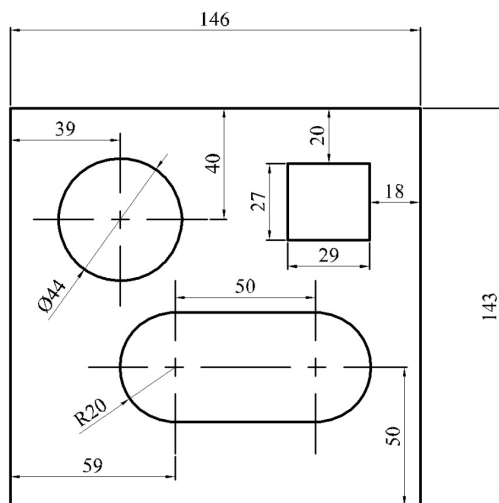


Рис. 3. Креслення для закріплення навичок

11. Збережіть файл із цим кресленням у своїй папці.

12. Закрити файл та вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. За допомогою яких команд виконується управління зображенням у вікні?

2. Яка система мір використовується в AutoCAD?

3. Які одиниці виміру прийняті за замовчуванням?

4. Як установити кількість знаків після коми в розмірному числі?

5. Які параметри екрана можна змінювати для зручності роботи користувача і як це зробити?

6. Як змінити товщину та колір ліній на екрані і товщину ліній при виведенні креслення на друк?

7. Для чого використовується сітка і як виконується її включення та виключення?

Практичне заняття № 3.

Створення та редагування слоїв. Корегування типів ліній.

Мета: отримання навиків створення та редагування слоїв на кресленні, завантаження та корегування типів ліній у слоях.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Запустити програму AutoCAD, відкрити креслення.
2. Дуже часто на кресленні необхідно поміняти колір об'єкта, товщину і тип ліній. Для зручності та ефективності роботи передбачено використання так званих слоїв. На кожному слої в AutoCAD може бути розміщений один або кілька об'єктів, які будуть доступні для групового редагування, видалення або модифікації властивостей. Це значно спрощує роботу в програмі в цілому.

3. Ось декілька операцій, які можна робити зі слоями:

- кожному слою в AutoCAD можна задавати своє персональне ім'я;
- для кожного слоя можна встановити свій колір, тип і товщину лінії;
- кожен зі слоїв можна зробити видимим або невидимим;
- для кожного слоя можна встановити свої параметри друку.

4. За допомогою інструменту «Властивості слоя»  (на вкладці Слої) створимо декілька слоїв для зручної роботи з кресленнями:

- натискаємо кнопку *Створити слой*  ;
- заповнюємо статус та ім'я слоя

 Слой1 |    ■ сі... Continuous — По ... 0 ;

– обираємо колір, тип (є можливість завантажувати) та вагу лінії, прозорість у відсотках.

Отже, створимо такі слої:

– основний (синього кольору, тип лінії – continuous, вага – 0,35 мм, прозорість – 0, можливість друку для всього креслення);

– допоміжний (зеленого кольору, тип лінії – continuous, вага – 0,18 мм, прозорість – 0, можливість друку для всього креслення);

– осьовий (червоного кольору, тип лінії – осьова, вага – 0,18 мм, прозорість – 0, можливість друку для всього креслення);

– пунктирний (синього кольору, тип лінії – dashed, вага – 0,18 мм, прозорість – 0, можливість друку для всього креслення);

– невидимий (фіолетового кольору, тип лінії – continuous, вага – 0,18 мм, прозорість – 0, неможливість друку для всього креслення);

– розміри (чорного кольору, тип лінії – continuous, вага – 0,18 мм, прозорість – 0, можливість друку для всього креслення).

5. Виконайте наступне креслення (рис. 4), використовуючи слої.

6. У списку знайдіть слой *Розміри* і клацніть мишею по зображенню лампочки перед назвою слоя. В результаті лампочка ніби «потухне». Тепер клацніть мишею в будь-якому місці робочого простору за межами списку слоїв. З креслення зникли всі розміри. Тобто ми зараз просто відключили слой з розмірами. Тепер знову розкрийте список слоїв і ще раз клацніть по лампочці. Перейдіть у робочий простір. Слой з розмірами стане видимим.

7. Збережіть файл із цим кресленням у своїй папці.

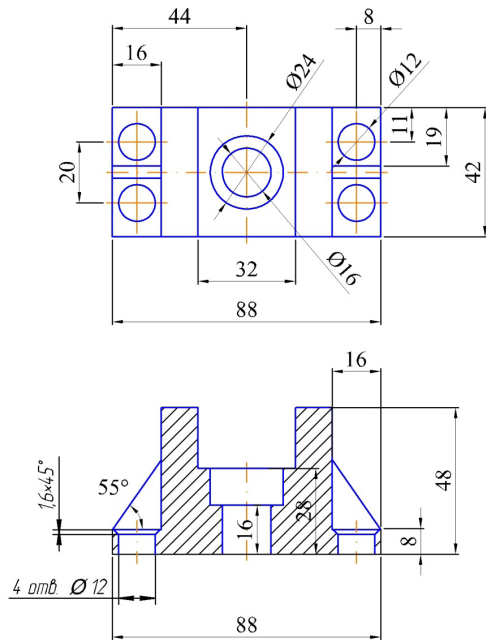


Рис. 4. Креслення для закріплення навичок

Контрольні питання

1. Призначення слоїв для креслення.
2. Яким ще чином можна змінити тип, колір та вагу лінії, без використання модуля Слої?

Практичне заняття № 4.

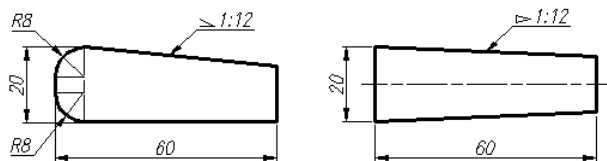
Геометричні примітиви та необхідні інструменти для роботи з ними.

Мета: отримання навиків побудови геометричних фігур.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Запустити програму AutoCAD.
2. Розглянути команди побудови геометричних примітивів:
 - пряма та промінь;
 - відрізок;
 - полілінія;
 - окружність (центр, радіус; центр, діаметр; 2 точки; 3 точки; 2 точки дотику, радіус; 3 точки дотику);
 - дуга (три точки; початок, центр, кінець (кут; довжина); початок, кінець, кут (напрямок; радіус); центр, початок, кінець (кут; довжина));
 - прямокутник, багатокутник;
 - еліпс (центр, вісь, кінець; еліптична дуга);
 - сплайн (по визначальних точках, по керуючих вершинах);
 - область.
3. Виконайте наступні креслення (рис. 5), використовуючи вивчені інструменти:



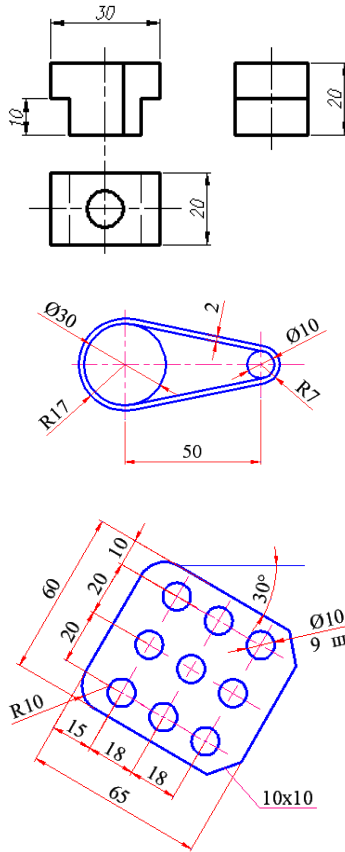


Рис. 5. Креслення для закріплення навичок

4. Збережіть файл із цим кресленням у своїй папці.
5. Закрити файл та вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. На якій інструментальній панелі знаходяться команди для побудови геометричних об'єктів?
2. Як змінити поточний стиль нанесення крапок?
3. Для чого застосовуються допоміжні прямі?

4. У чому відмінність відрізка від допоміжної прямої, променя?

5. Як установити необхідну кількість сторін для побудови заданого багатокутника?

6. Як побудувати кілька окружностей однакового радіуса?

7. У яких випадках зручно використовувати команду Полілінія?

8. Яким чином можна завершити команду побудови геометричних об'єктів?

Практичне заняття № 5.

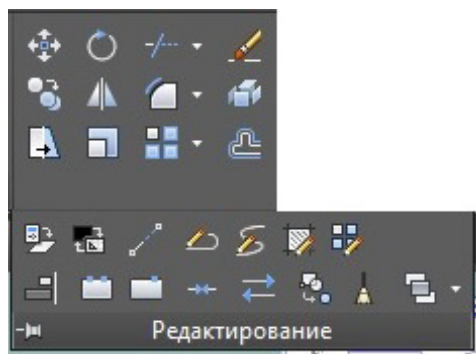
Основні команди редагування та конструювання об'єктів: стерти, копіювати, дзеркало, зміщення, масив, перенести, повернути, масштаб, розтягнути, обрізати, подовжити, фаска, роз'єднати.

Мета: отримання навиків редагування геометричних примітивів на кресленні.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

Команди редагування можна розділити на дві групи: відносно прості команди редагування (копіювання, поворот, переміщення і т. д.) і команди, призначені для складної модифікації об'єктів (сполучення ліній, копіювання та ін.). Команди редагування зібрані в меню Редагування.



1. Команда стерти .

Виклик команди . Далі будь-яким відомим способом вказати об'єкт або об'єкти, що підлягають видаленню. Після вибору натиснути Enter.

2. Команда копіювати .

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі .
- з випадаючого меню: Змінити / Копіювати;
- запит у командному рядку: Команда: Сору.

Перший запит системи: Виберіть об'єкти: Можливі відповіді:

- будь-яким відомим способом вказати об'єкт або об'єкти, що підлягають виділенню. Після вибору натиснути Enter;
- послідовно вибрати об'єкти, які необхідно скопіювати, і натиснути клавішу Enter;
- вказати координати базової точки або величину переміщення;
- задати точки, куди перемістити копії обраних об'єктів.

3. Команда дзеркало призначена для побудови симетричного відображення об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- послідовно вибрати об'єкти, дзеркальне відображення яких необхідно побудувати, і натиснути клавішу Enter;
- вказати координати першої точки осі симетрії;
- вказати координати другої точки лінії, щодо якої буде виконуватися дзеркальне відображення;
- видалити вихідні об'єкти? [Так / Ні] <Н>.

4. Команда зміщення призначена для створення подібних об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
 - вказується величина зміщення для подібного об'єкта (зазвичай з клавіатури);
 - виберіть об'єкт для створення подібних або <вихід>.
- Вибирається об'єкт (тільки один) як оригінал; якщо об'єкт

не обраний, але натиснута клавіша ENTER, то виконання команди завершується.

5. Команда перенести  призначена для переміщення об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Перемістити;
- запит у командному рядку: Команда: Move.

Запити в командному рядку:

- послідовно вибрати переміщувані об'єкти, натиснути клавішу Enter;
- вказати координати базової точки або величину зсуву і натиснути клавішу Enter.

6. Команда повернути  призначена для повороту об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Вирощують;
- запит в командному рядку: Команда: Rotate;

Запити в командному рядку:

- послідовно вибрати об'єкти, що повертаються;
- вказати координати базової точки – центра повороту;
- вказати кут повороту (в градусах).

Примітка. Позитивним напрямком є поворот проти годинникової стрілки. У разі повороту по посиланню необхідно вказати початкове значення кута (в градусах), а потім його нове значення, реальний кут повороту буде дорівнювати різниці значень вихідного та нового кутів.

7. Команда масштаб  призначена для масштабування об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Змінити масштаб;

– запит у командному рядку: Команда: Scale.

Запити в командному рядку:

– послідовно вибрати масштабовані об'єкти і натиснути клавішу Enter;

– вказати положення базової точки;

– вказати коефіцієнт масштабу (1 відповідає 100 %).

Примітка. Проводиться зміна розмірів обраних об'єктів щодо точки, обраної за базу. В разі непрямого масштабування необхідно задати початковий розмір будь-якого об'єкта та його бажаний розмір.

8. Команда розтягнути  призначена для розтягування об'єктів, зберігаючи при цьому зв'язок з іншими частинами рисунка.

Виклик команди:

– клацнути на піктограмі;

– з випадаючого меню: Змінити / Розтягнути;

– запит у командному рядку: Команда: Stretch.

Запити в командному рядку:

– послідовно вибрати масштабовані об'єкти і натиснути клавішу Enter;

– вибрати базову точку або вказати величину переміщення;

– вказати другу точку переміщення.

9. Команда обрізати  призначена для відсікання частини об'єкта по заданій ріжучій кромці.

Виклик команди:

– клацнути на піктограмі;

– з випадаючого меню: Змінити / Підрізати;

– запит у командному рядку: Команда: Trim.

Запити в командному рядку:

– вибрати об'єкт, до якого необхідно обрізати, і натиснути Enter;

– вибрати Розсікає об'єкт.

10. Команда подовжити  здійснює подовження об'єктів до граничної кромки.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Подовжити;
- запит у командному рядку: Команда: Extend.

Запити в командному рядку:

- вказати об'єкт, до якого потрібно розширити об'єкти;
- вибрати Подовжує об'єкт.

Після кожної дії необхідно натиснути клавішу Enter.

11. Команда розірвати , розірвати в точці  здійснює розрив об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Перервати;
- запит у командному рядку: Команда: Break.

Запити в командному рядку:

- вибрати об'єкт для поділу; точка, в якій об'єкт обраний, вважається точкою розриву;
- вказати другу точку розриву.

12. Команда фаска  здійснює зняття фаски (підрізання двох пересічних відрізків).

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Фаска;
- запит у командному рядку: Команда: Chamfer.

Запити в командному рядку:

- виберіть перший відрізок;
- вказати першу довжину фаски за <замовчуванням>;
- вказати другу довжину фаски за <замовчуванням>;
- вибрати перший відрізок;
- вибрати другий відрізок.

13. Команда скруглення  здійснює виконання плавного переходу від одного об'єкта до іншого, виконаного по дузі кола.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Скруглення;
- запит у командному рядку: Команда: Fillet.

Запити в командному рядку:

- вибрати перший об'єкт;
- вказати радіус сполучення;
- вибрати другий об'єкт.

14. Команда роз'єднати  здійснює розчленовування блоків на складові їх примітиви.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Роз'єднати;
- запит у командному рядку: Команда: Explode.

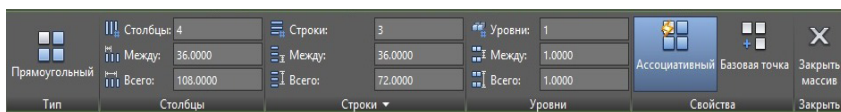
З'явиться запит у командному рядку: Виберіть об'єкти. Необхідно вибрати об'єкт або групу об'єктів і натиснути клавішу Enter.

15. Команда масив (прямокутний , по траєкторії , круговий ) призначена для тиражування об'єктів.

Виклик команди:

- клацнути на піктограмі;
- з випадаючого меню: Змінити / Масив;
- запит у командному рядку: Команда: Array.

При цьому відкривається діалогове вікно Масив.



Якщо обраний прямокутний масив, то вказати кількість рядів і стовпців, відстані між рядами і між стовпчиками і кут повороту масиву. У разі вибору кругового масиву, в рядку Центр у полях X та Y вказують координати центра масиву.

16. Команди редагувати полілінію, сплайн, штриховку,

масив .

Відкрити файл креслення (формат .dwg).

17. Виконайте наступне креслення (рис. 6), використовуючи вивчені інструменти.

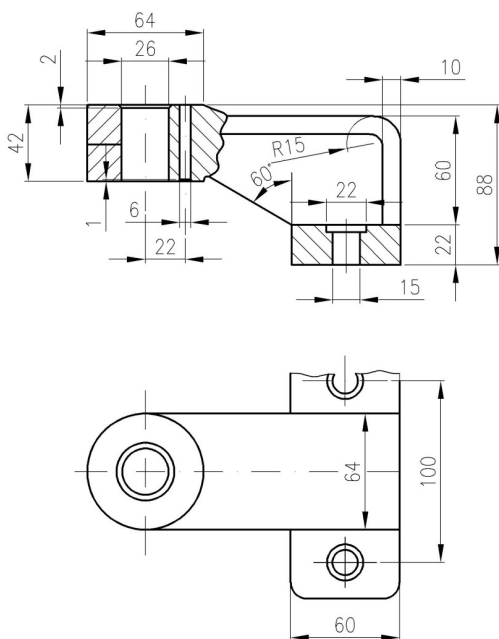


Рис. 6. Креслення для закріплення навичок

18. Зберегти креслення, закрити файл та вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Якими способами можна викликати команду Копіювати?

2. Які об'єкти розтягуються, а які переміщуються при використанні інструменту Розтягнути?

3. Що собою являє інструмент Дзеркало, його призначення?

4. Який напрямок відносно годинникової стрілки при повороті об'єкта вважається позитивним?

5. До якої кромки об'єкта подовжує команда Подовжити?

6. Які допоміжні функції треба використовувати для точного переносу об'єктів?

7. Які об'єкти розтягуються, а які переміщуються при використанні інструменту Розтягнути?

8. Що таке фаска і скруглення? Які існують способи задання параметрів побудови фаски та скруглення?

9. Яка різниця між прямокутним та круговим масивами?

Практичне заняття № 6.

Властивості об'єктів. Нанесення розмірів.

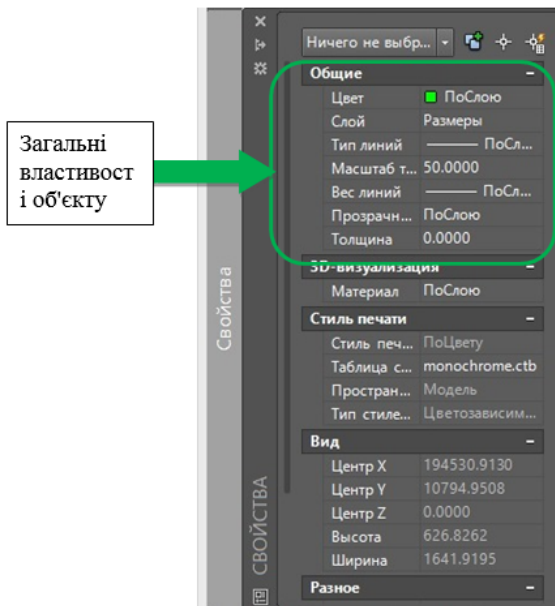
Мета: вивчення допоміжної панелі властивості об'єктів; отримання навиків нанесення розмірів об'єктів на кресленні.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Властивості об'єктів керують зовнішнім виглядом і поведінкою об'єктів і використовуються для організації креслення.

У кожного об'єкта є загальні властивості (див. рис. нижче), включаючи його шар, колір, тип ліній, масштаб типу ліній, вагу ліній, прозорість і стиль друку. Крім того, об'єкти мають властивості, специфічні для їх типу. Наприклад, у спеціальні властивості кола входять його радіус і площа.



При задаванні поточних властивостей у кресленні для всіх новостворюваних об'єктів автоматично використовуються ці параметри. Наприклад, якщо для параметра Поточний слой задано значення Розміри, створювані об'єкти будуть перебувати на слої розмірів.

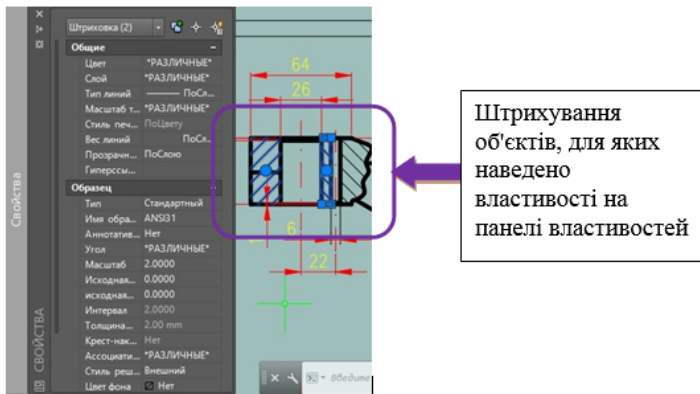
Використання палітри властивостей.

Палітра властивостей надає найбільш повний список усіх параметрів властивостей.

Якщо об'єкти не вибрані, можна переглядати та змінювати поточні властивості, які будуть використовуватися для всіх нових об'єктів.

Якщо обраний один об'єкт, можна переглядати та змінювати властивості цього об'єкта.

При виборі декількох об'єктів можна переглядати і змінювати їх загальні властивості.

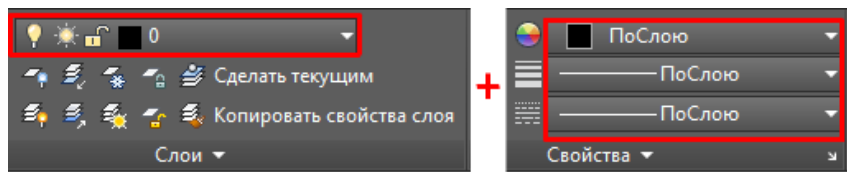


Використання панелі «Властивості» на стрічці.

На вкладці «Головна» стрічки скористайтесь панелями *Слой* або *Властивості* для підтвердження або зміни налаштувань найбільш часто використовуваних властивостей: слой, колір, товщина лінії і тип лінії.

Якщо об'єкти не вибрані, у виділених вище списках відображаються поточні налаштування креслення. При виборі

об'єкта в списках, що розкриваються, відображаються параметри Властивості для цього об'єкта.



2. Креслення деталі неприйнятне без нанесених на нього розмірів. Розміри повинні повністю визначати величину деталі. Розміри на кресленні можуть бути лінійні, кутові, радіальні. Лінійні розміри визначають довжину, ширину, висоту деталі і вказуються в міліметрах без позначення одиниці вимірювання. Кутові розміри вимірюються в градусах, хвилинах, секундах з позначенням одиниці вимірювання. Радіальні розміри вказують довжину радіусів або діаметрів дуг і кіл. Розмір складається з:

- виносних ліній, проведених перпендикулярно відрізку, який вимірюється. Виносні лінії кутових розмірів проводять радіально, а при нанесенні розміру дуги – перпендикулярно її хорді або радіально;

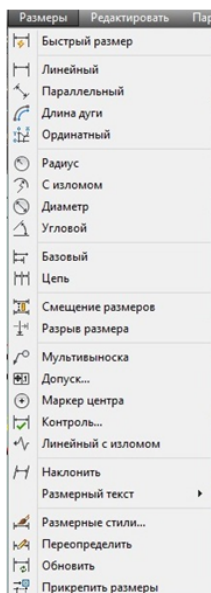
- розмірних ліній, проведених паралельно відрізку, розмір якого визначається на відстані не менше 10 мм від контуру деталі. Кінці розмірних ліній обмежуються стрілками насічками або точками. Виносні лінії виходять за розмірні на 1...5 мм. При нанесенні декількох паралельних розмірних ліній ближче до контуру наноситься менший розмір. Розмірними лініями кутових розмірів є дуги з центром у вершині кута або дуги;

- розмірних чисел, які вказують величину розміру деталі;

- вид розміру на кресленні залежить від обраного стилю.

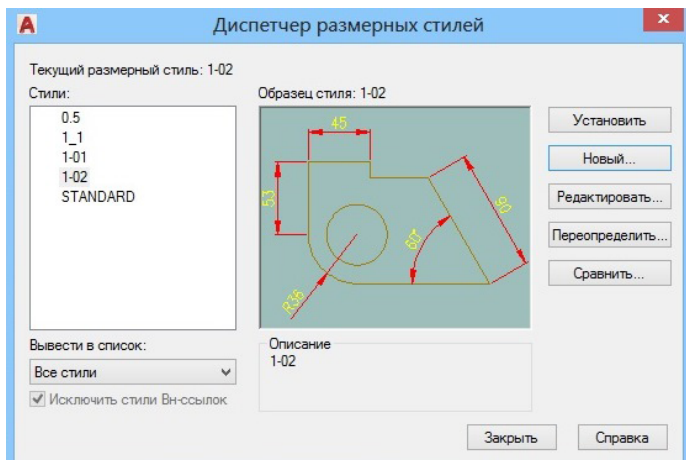
За замовчуванням пропонується стиль ISO-25, призначений для машинобудівного креслення. AutoCAD надає можливість вносити зміни в існуючі стилі, а також створювати влас-

ні стилі. Від обраного розмірного стилю залежить відображення виносних ліній, розмір і положення тексту, довжина і тип стрілок, базовий інтервал між розмірними лініями та ін. Керують процесом нанесення розмірів розмірні змінні, значення яких можна змінити за допомогою відповідних команд або в діалоговому вікні Диспетчер розмірних стилів. Внесення змін до існуючого стилю відбувається в тому ж самому діалоговому вікні.



Нанесення розмірів можна виконати одним з двох методів. Перший полягає в тому, що після введення команди курсором мишки вказується об'єкт, розмір якого вимірюється і задається положення розмірної лінії. При використанні другого методу курсором мишки вказуються початкові точки виносних ліній і положення розмірної лінії. В останньому випадку рекомендується включити режим об'єктної прив'язки.

Варіанти нанесення розмірів або їх редагування містяться в команді меню Розміри, а також у вигляді кнопок на панелі Розміри.



Таким чином, використовуючи вивчені інструменти, створіть слой з назвою Розміри та надайте цьому слою властивості. Виконайте креслення та задайте розміри на ньому (рис. 7).

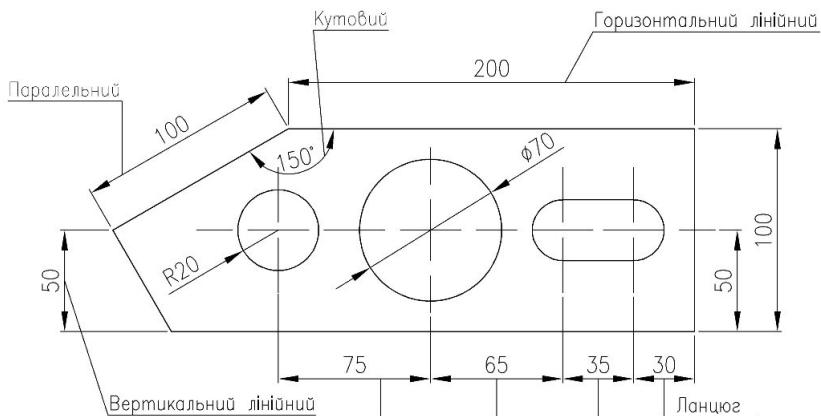


Рис. 7. Креслення для закріплення навичок

Зберегти креслення, закрити файл і вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Які властивості об'єкта є загальними?
2. Які налаштування креслення відображаються у властивостях, якщо об'єкт не обрано?
3. Якими можуть бути розміри на кресленні? З чого складається Розмір?

Практичне заняття № 7.

Створення та редагування блоків. Робота з блоками.

Мета: отримання навиків створення та редагування блоків на кресленні.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Відкрити програму AutoCAD.

2. Блок – складовий примітив, сформований з інших примітивів або їх сукупності, в тому числі інших блоків;

– елементи та вузли конструкцій у судно- та машинобудуванні;

– рамка й основний напис креслення.

Блок розглядається як єдиний об'єкт, як звичайний примітив, і до нього можна застосовувати ті ж операції, що і для звичайного примітиву (видаляти, масштабувати, редагувати, переміщати і т. д.).

Використання блоків дозволяє:

– скоротити трудомісткість проектування;

– пристосуватися до вимог замовника;

– спростити процес модифікації креслення;

– скоротити час створення креслення і спростити процес його редагування;

– заощадити пам'ять.

3. Познайомимося з основними командами для роботи з блоками.

Назва команди	Командний рядок	Позначка на панелі	Дія (за замовчуванням)
Блок	block / В		Створення блоку
Записати блок	wblock		Створення та запис блоку у файл

Продовження таблиці

Назва команди	Командний рядок	Позначка на панелі	Дія (за замовчуванням)
Вставити	insert		Вставка блоку на поле креслення
Розірвати	explode		Роз'єднання блоку на примітиви

5. Виконайте наступне креслення (рис. 8) та створіть блок.

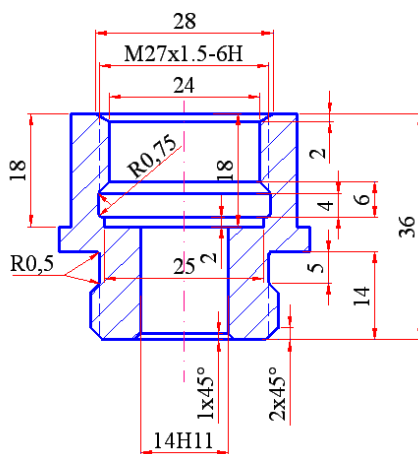
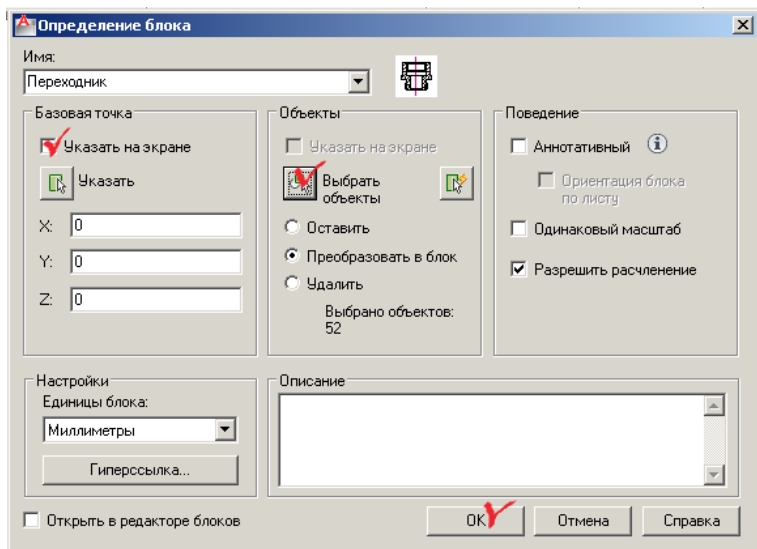


Рис. 8. Креслення для створення блоку

6. Викликаємо команду Створити блок .

7. У діалоговому вікні вводимо ім'я блоку: *Переходник*.



8. Вибираємо об'єкт, який стане блоком. Для цього кликнемо на іконці *Вибрати об'єкти*, виділяємо *Переходник* і тиснемо <Enter>;

9. Тепер зазначимо базову точку блоку. Нехай це буде лівий верхній кут. Кликнемо на іконці *Вказати*, потім, включивши об'єкту прив'язку, виділимо потрібну точку. AutoCAD автоматично визначить координати і запише їх. Можна також ввести координати XYZ вручну.

10. Виберемо пункт *Перетворити в блок*. Це означає, що об'єкт після завершення команди сам стане блоком. Пункт *Залишити* – залишити об'єкт у вигляді примітивів, *Видалити* – видалити.

11. У вікні є додаткові налаштування:

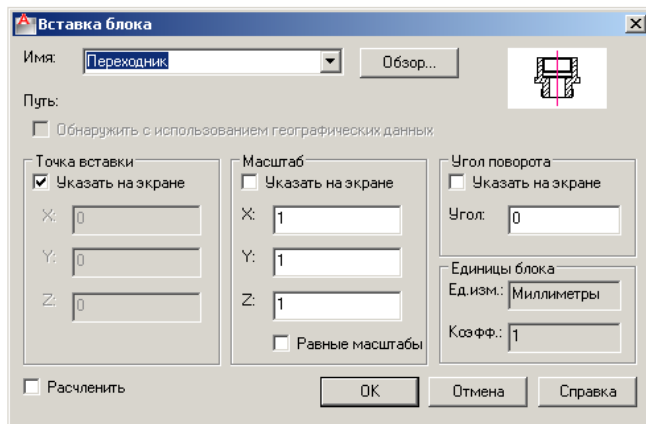
- *Анотативний* – анотативність блоку;
- *Однаковий масштаб* – забороняє вставку блоку з різними значеннями масштабних коефіцієнтів;
- *Дозволити роз'єднання* – дозволити розбиття блоку на примітиви.

12. Натискаємо на **Ок** та створюємо блок з ім'ям *Переходник*.



13. Викликаємо команду **Вставить**.

14. У діалоговому вікні виберемо зі списку ім'я блоку або вкажемо шлях до файлу (**Обзор ...**)



15. Значимо координати точки вставки блоку – вказати на екрані.

16. В області *Масштаб* здійснюється введення масштабового коефіцієнта по трьох осях. Опція *Показати на екрані* дозволяє вказати масштаб на екрані в процесі вставки. Позначка *Рівні масштаби* зрівнює коефіцієнти масштабування осей.

17. В полі *Кут повороту* можна вказати кут повороту блоку (позитивний напрямок – за годинниковою стрілкою).

18. Натискаємо на кнопку **ОК** і вставляємо блок. Клацнувши лівою кнопкою в потрібній точці, ми вставимо блок.

19. Збережіть файл із цим кресленням у своїй папці та вийдіть з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Призначення блоків для креслення.
2. Які існують основні команди з блоками?
3. Накресліть стандартну рамку формату А4 і створіть блок.

Практичне заняття № 8.

Команди нанесення штрихування. Редагування штрихування.

Мета: отримання навиків нанесення та редагування штрихування на кресленні.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

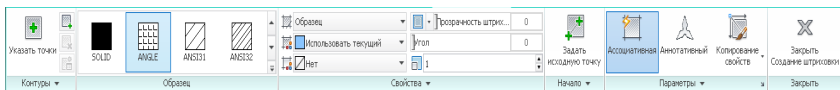
Хід роботи

1. Відкрити програму AutoCAD.

2. Штрихування в AutoCAD – це об'єкт, отриманий шляхом заповнення замкнутої області за допомогою стандартних наборів ліній (шаблонів штриховок). Для створення цього об'єкта застосовується команда *Штриховка* .

3. Ця команда дозволяє нанести штрихування в замкнутій області при позначенні точки, розташованої всередині кордонів області, або при виділенні об'єкта. При цьому межі області визначаються автоматично.

4. Для початку створення штрихування в AutoCAD задамо параметри штрихування – це тип, зразок, прозорість, колір і т. д. Робиться це за допомогою стрічки:



5. Щоб заштрихувати якусь область, просто клацніть всередині неї мишею, і вона буде заштрихована. Якщо не клацати мишею, а просто навести її на об'єкт або яку-небудь область, то з'явиться попередній вигляд заштрихованої області з поточними налаштуваннями штрихування.

6. Тип штрихування:

– Стандартний означає, що Ви будете використовувати один із стандартних зразків штрихування, який вибирається з віконця *Зразок*.

– Ви зможете створити свій зразок штрихування на основі поточного типу лінії.

7. Все штрихування в тому вигляді, в якому воно вибирається, спочатку має нульовий кут нахилу. Але іноді необхідно його поміняти. Наприклад, штрихування з прямими лініями повернути на 30°. Тоді пропонуємо необхідний кут нахилу у віконці *Кут штрихування*.

8. Початковий масштаб штрихування приймається за 1. Але коли це не влаштовує (так як штрихування може бути занадто щільним або навпаки – занадто розтягнутим), пропонуємо необхідний масштаб у віконці *Масштаб зразка штриховки*.

9. *Вихідна точка штрихування*. Цей параметр може бути корисний. Іноді не влаштовує варіант, заштрихований за замовчуванням. Потрібно, щоб штрихування починалося з певної точки. Для цього виберіть опцію *Задати вихідну точку* і вкажіть нову вихідну точку штрихування безпосередньо на кресленні.

10. В AutoCAD є можливість штрихувати Градієнтом. Заливка може бути однокольоровою або двокольоровою. Колір заливки можна вибрати будь-який. Для двокольорової заливки, відповідно, задається 2 кольори.

11. Накресліть наступне креслення (рис. 9) зі штрихуванням.

12. Закрити файл та вийти з програми AutoCAD.

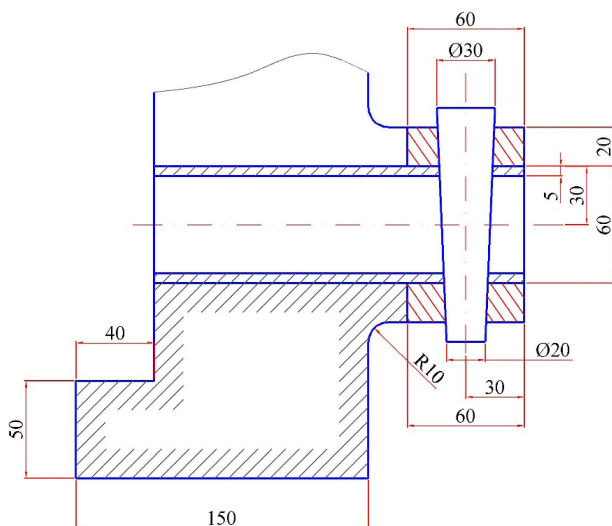


Рис. 9. Креслення для закріплення навичок

Контрольні питання

1. Призначення штрихування для креслення.
2. Яким чином можна проставити масштаб штрихування?
3. Чи можливе додавання власного штрихування, яким чином це здійснюється?
4. Чи повинен бути замкнутий контур області штрихування? Чому?

Практичне заняття № 9.

Робота з текстовими стилями. Однорядний та багаторядний текст.

Мета: отримання навиків формування тексту на кресленні; створення та редагування однорядного та багаторядного текстів.

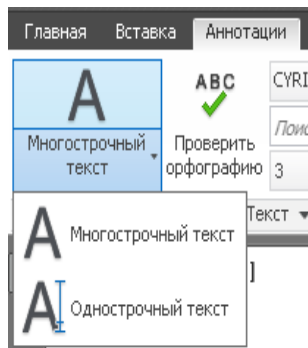
Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

1. Відкрити програму AutoCAD.

На кресленнях в AutoCAD постійно використовується текст у вигляді написів, текстових пояснень або буквено-цифрових позначень. Передбачено два види тексту – однорядний і багаторядний.

2. Після виклику команди треба вказати точку вставки тексту. При цьому в командному рядку з'явиться наступний запит:



– У першому рядку цього запиту виводиться інформація про поточні налаштування текстового стилю – назва стилю і висота тексту.

– У другому рядку запиту необхідно вказати точку, яка буде характеризувати розташування тексту. За замовчуванням

текст, що вводиться, буде розташовуватися праворуч від цієї точки. Крпку можна вказати, задавши координати або вказавши просто ЛКМ.

- Далі необхідно вказати розмір шрифту.

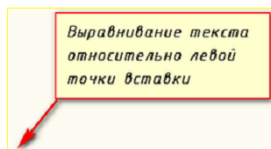
- Наступний крок – це задання кута повороту тексту. За замовчуванням кут нахилу прийнятий рівним 0.

- Введіть текст: Уголок 6х100х100, щоб створити ще один рядок з текстом, натисніть Enter. Ви перейдете на наступний рядок. Щоб закінчити написання тексту, натисніть ще раз Enter.

3. При створенні декількох рядків за допомогою однорядного тексту кожен рядок тексту є незалежним об'єктом, який можна переносити і форматовувати. В цьому і полягає їх різниця від багаторядного тексту, в якому весь текст, зі скількох би він рядків не складався, сприймається і обробляється як один об'єкт.

4. Вирівнювання однорядного тексту.

- За замовчуванням текст, що вводиться, розташовується праворуч від зазначеної точки вставки і над нею.



■ Уголок 6х100х100

- Зверніть увагу на найперший запит програми при виклику команди *Текст*. [Початкова точка тексту або [Вирівнювання / Стиль]: у відповідь на неї в командному рядку або просто на робочому просторі натисніть клавішу «В».

- Після її виклику в командному рядку з'явиться запит, призначений для вибору потрібного виду вирівнювання:

Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]: в

Задайте параметр [вПисанный/Поширине/Центр/сЕредина/вПраво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]

– Розгляньте ці варіанти вирівнювання тексту на наочно-му рисунку. До речі ці точки також є точками прив’язки до тексту:



5. Під багаторядним текстом в AutoCAD розуміється масив тексту, що складається з декількох рядків (або навіть абзаців, стовпців). І сприймається він як єдиний об’єкт. Для багаторядкового тексту використовується вбудований в AutoCAD текстовий редактор, який дозволяє формувати не тільки цілі фрази цілком, але також окремі слова і букви. У ньому існує навіть можливість перевірки орфографії.

6. При створенні багаторядного тексту необхідно задати прямокутну область, в якій повинен розташовуватися текст. Для цього потрібно спочатку вказати місце розташування першого кута області, а потім – другого кута (по діагоналі).

7. З’явилося вікно вбудованого текстового редактора. На стрічці інструментів AutoCAD – спеціальна вкладка «Текстовий редактор», за допомогою якої можна задати або змінити налаштування зовнішнього вигляду тексту. Робота в текстовій області абсолютно аналогічна роботі в будь-якому текстовому редакторі. Після закінчення введення тексту натисніть комбінацію клавіш Ctrl + Enter.

8. Для редагування багаторядного тексту слід двічі клацнути по ньому ЛКМ. Відкриється вже знайоме вікно введення тексту і вкладка *Текстовий редактор*, за допомогою яких можна робити всі необхідні правки і зміни.

9. Дуже часто буває необхідно внести на креслення багаторядний текст, який уже є в деякому текстовому файлі. Якщо наявний текст знаходиться в форматі .txt або .rtf, то зручно імпортувати текст в AutoCAD, використовуючи буфер обміну Windows.

10. Закрити файл та вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Які види тексту існують в AutoCAD?
2. Як зафіксувати введений текст?
3. Які об'єкти можна вставити у текст за допомогою текстового редактора?
4. Чим відрізняється однорядний текст від багаторядного?

Практичне заняття № 10.

Виведення на друк. Компонування простору листа.

Мета: вивчення можливостей для друку креслення, компоновки простору листа.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

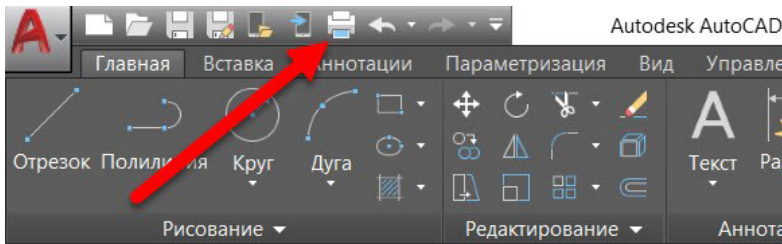
AutoCAD дозволяє друкувати креслення як на фізичних аркушах паперу, так і в форматі електронних креслень, таких як PDF, DWF та інші.

Друк з простору моделі.

1. У загальному вигляді послідовність друку креслення з простору моделі виглядає наступним чином:

- Вибрати пристрій друку.
- Вибрати формат паперу і орієнтацію аркуша.
- Визначити ту частину креслення, яку необхідно надрукувати.
- Визначити масштаб друку і положення відбитка на аркуші.
- Призначити таблицю стилів друку (при необхідності).

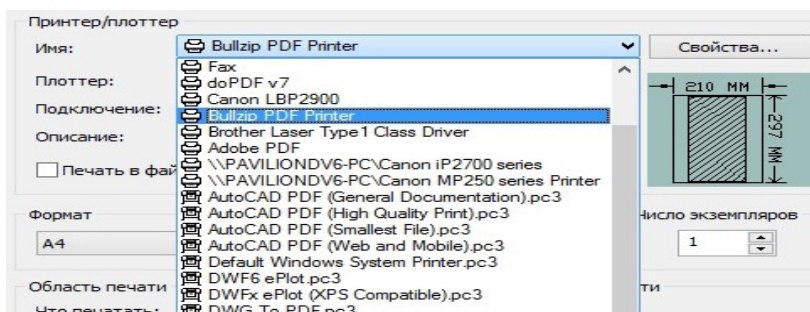
2. Відкрийте креслення, яке необхідно надрукувати. Для запуску команди «Друк» натисніть відповідну кнопку на панелі швидкого доступу або натисніть клавіші Ctrl + P на клавіатурі.



Треба звернути увагу, що відкрите вікно «Друк» може бути згорнутим і розгорнутим (в ньому з'являються додаткові параметри). Переключитися між різними вікнами можна за допомогою круглої кнопки в правому нижньому куті екрана.



По-перше, необхідно вибрати пристрій друку. Розкрийте список, що випадає, і виберіть необхідний фізичний пристрій або віртуальний принтер.

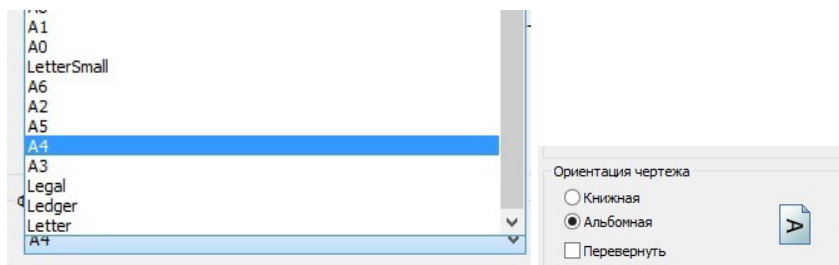


Список доступних пристроїв залежить від установлених на комп'ютері програм і розширень. У стандартному налаштуванні AutoCAD є кілька попередньо встановлених віртуальних принтерів, наприклад, «AutoCAD PDF» і «DWG To PDF» служать для друку креслень у форматі PDF, а «DWF6 ePlot» – для друку в DWF.

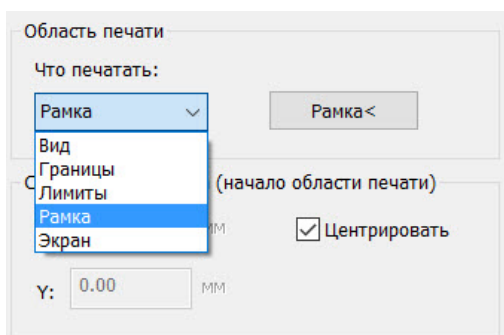
По-друге, виберіть формат відбитка.

Список доступних форматів залежить від обраного пристрою друку.

Для вибору орієнтації листа скористайтеся відповідними перемикачами в правій частині вікна.



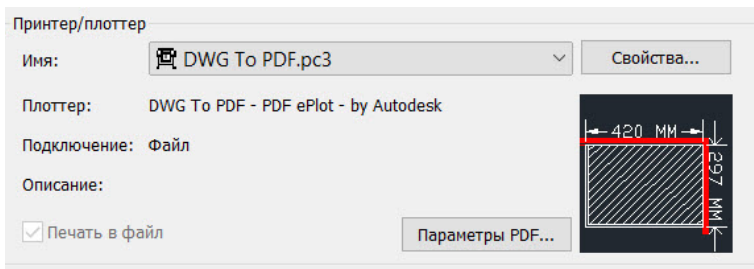
По-третє, визначте область друку, тобто ту частину креслення, яку необхідно надрукувати.



Для вибору доступні «Вид» (друкується створений вид креслення), «Межі» (друкуються межі креслення), «Ліміти» (друкуються ліміти креслення), «Рамка» (друкується обрана область) і «Екран» (друкується те, що в даний момент відображається на екрані).

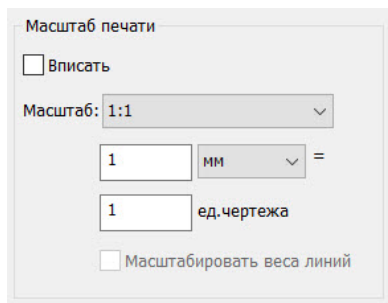
Виберіть варіант «Рамка» і в кресленні вкажіть за допомогою курсору область друку (для повторної вказівки області натисніть кнопку «Рамка»).

Зверніть увагу на зображення формату поруч із списком, що випадає. Червоні межі сигналізують про те, що в цих місцях креслення виходить за межі друкованого листа.



По-четверте, визначте масштаб друку. В AutoCAD креслення створюються у відносних одиницях – так званих «одиницях креслення». При друку необхідно для визначення балансу значень реальних фізичних одиниць на аркуші до цих одиниць.

Також можна вказати конкретний масштаб збільшення або зменшення для друку.



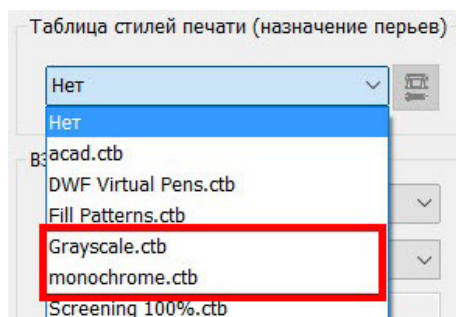
Якщо вибрати опцію «Вписати», то креслення автоматично впишеться в розміри обраного листа.

При необхідності можна пересунути зображення на аркуші або розташувати його по центру за допомогою спеціальних полів у лівій частині вікна «Друк».

По-п'яте, при необхідності, призначте таблицю стилів друку. Таблиця стилів друку задає відповідність між кольорами електронного креслення в AutoCAD і кольорами, які будуть виведені на папір. За допомогою таблиць стилів

друку можна, наприклад, вивести кольорове креслення або чорно-біле.

3. В AutoCAD є ціла група встановлених таблиць, наприклад, таблиця «monochrome.ctb» дозволяє надрукувати кольорове креслення в чорно-білому форматі, а «Grayscale.ctb» – в градаціях сірого.



Якщо планується встановлені налаштування друку використовувати багаторазово, то рекомендується натиснути кнопку «Застосувати до листа». Це дозволить зберегти налаштування друку в файлі креслення (включаючи обрану область друку) і використовувати їх повторно.

Для попереднього перегляду друку натисніть кнопку «Перегляд», а для запуску друку натисніть кнопку «ОК». Залежно від того, який обрано пристрій друку, буде або запущено друк на реальному пристрої, або на диску буде створено креслення в електронному вигляді.

Друк з простору листа

Друк з простору листа практично повністю ідентичний друку з моделі з однією лише відмінністю: оскільки креслення в просторі листа фізично обмежене розмірами кінцевого відбитку, то немає необхідності вибирати формат, масштаб і розташування креслення на папері (всі ці параметри визначаються на етапі створення листа).

Завдання

Потрібно вивести на друк креслення на віртуальному принтері, тобто створити креслення в електронному вигляді (формат pdf).

Переглянути результат друку.

Закрити файл та вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Опишіть послідовність друку креслення.
2. Які способи друку існують в AutoCAD? Чи можливий друк кольорового креслення на принтері?

Практичне заняття № 11.

Тривимірне моделювання. Елементарні тривимірні моделі.

Мета: знайомство з тривимірним моделюванням; отримання навиків побудови елементарних тривимірних моделей.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

3D-моделювання в AutoCAD знайшло великий попит застосування в таких сферах, як будівництво та архітектура, в галузях енергомашинобудування й теплоенергетики, мережі інженерно-технічного забезпечення та проєктування. Приклад змодельованої в AutoCAD 3D-моделі холодильної машини для охолодження електромотора наведено на рис. 10.

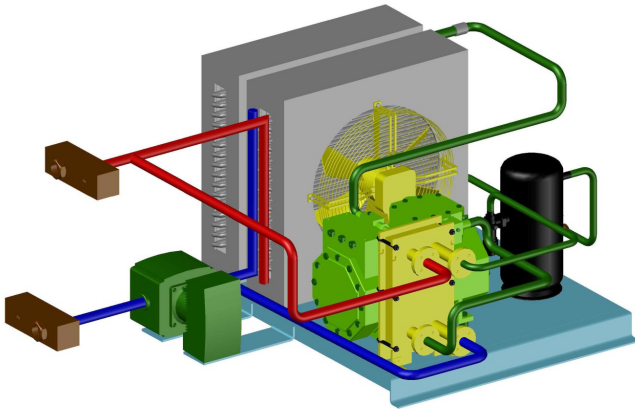


Рис. 10. Приклад змодельованої в AutoCAD 3D-моделі холодильної машини для охолодження електромотора

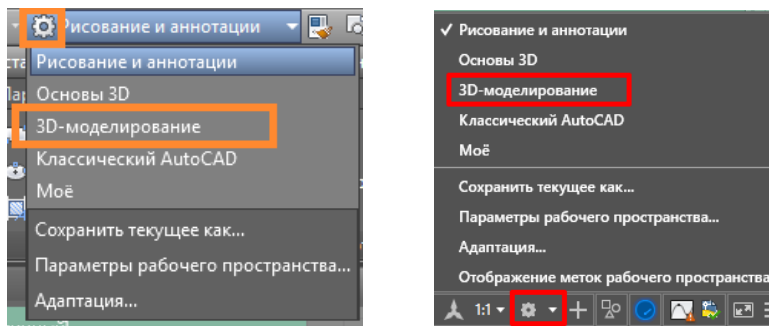
3D-робочий простір в AutoCAD

3D-моделювання в AutoCAD починається зі зміни робочого простору і вибору відповідного виду (ізометрії). За за-

мовчуванням в останніх версіях програми увімкнено робочий простір «2D-малювання та анотації», яке не підходить для тривимірного моделювання.

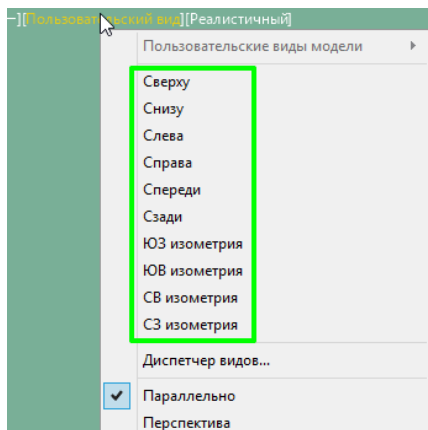
Щоб змінити робочий простір, потрібно натиснути на шестірню або в верхньому лівому кутку програми, або в правому нижньому кутку, як показано на рисунку.

Після зміни робочого простору на стрічці-палітрі з'являються вкладки, панелі і команди для роботи з 3D-об'єктами. Але графічний простір залишається незмінним. Як видно, відсутня вісь Z. Насправді, вісь Z є. Просто вона спрямована ніби від нас і проєктується в точку, тому ми її не бачимо.



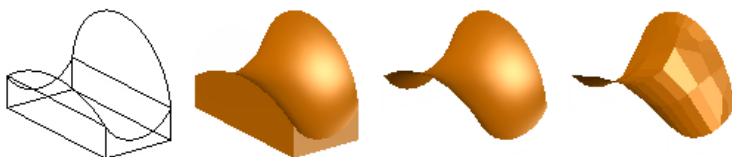
Найшвидший спосіб «потрапити» в тривимірний простір – це затиснути Shift + коліщатко миші. Активізується команда 3D ОРБИТА, яка дозволяє переміщатися навколо об'єктів, не змінюючи їх розташування.

Так само змінити орієнтацію осі можна, вибравши в лівому верхньому кутку робочого простору один з видів ізометрії. Видовий куб – альтернативний варіант навігації в тривимірному просторі. Натискаючи на його ребра, грані або кути, ви переключаетесь між стандартними й ізометричними видами моделі.



Типи 3D-моделей

В AutoCAD є кілька типів 3D-модельовання. В рамках кожної з цих технологій 3D-модельовання доступні різні функціональні можливості.



– Каркасне модельовання рекомендується використовувати на початкових етапах проєкту і як посилальну геометрію – 3D-каркаса – для подальшого модельовання або зміни.

– Модельовання тіл – ефективний процес, за допомогою якого легко комбінувати примітиви з видавленими профілями; він також надає ряд масових властивостей і функцій створення перетинів.

– Моделювання поверхонь надає функції управління криволінійними поверхнями, забезпечуючи точність маніпулювання та аналізу.

– Моделювання мереж надає функції створення скульптур довільної форми, створення згинів і згладжування.

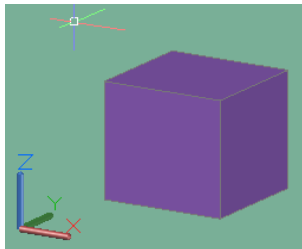
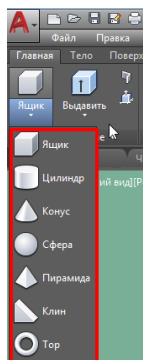
3D-моделювання. Елементарні тривимірні моделі.

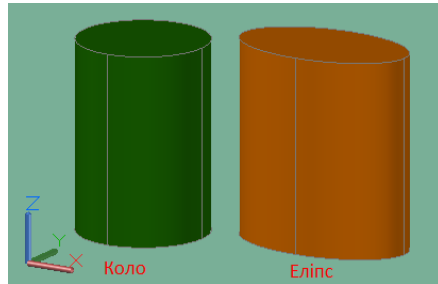
Програма AutoCAD 3D налічує всього 7 стандартних примітивів.

1) Перша і, мабуть, найчастіше використовувана команда – це «Ящик» (паралелепіпед).

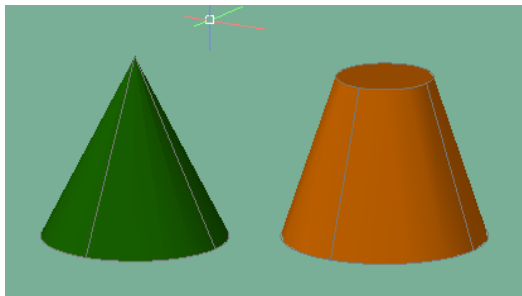
Найважливіший параметр команди «Ящик» – це «Довжина». Після вказівки першої точки слід до нього звернутися. Це дозволить поставити точні значення довжини і ширини прямокутника, що лежить в основі паралелепіпеда. А далі – вказуємо висоту.

2) Наступна команда – «Циліндр». Принцип її виконання аналогічний команді «Ящик»: спочатку необхідно накреслити те, що лежить в основі, задаючи відповідні параметри, а потім – поставити висоту об'єкта. Оскільки в основі циліндра лежить коло (або еліпс), то, відповідно, згадуємо 2D-примітиви і задаємо параметри за аналогією. Для кола треба задавати центр і радіус (або діаметр). Також можна окружність накреслити по «трьох точках дотику» (3Т), «двох точках дотику» (2Т) або «двох точках дотику і радіусу» (ККР). Щоб вибрати той чи інший режим, потрібно звернутися в командний рядок.

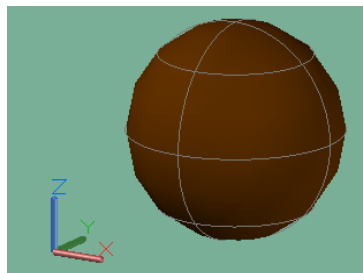




3) «Конус». В основі конуса лежить коло, а значить, всі правила, розглянуті для циліндра і його заснування – ідентичні. У конуса є цікава особливість – його можна зробити усіченим, тобто зрізати верхівку. Для цього служить параметр «Радіус верхнього основи». Перед тим, як задати висоту конуса, виберіть цей параметр і задайте значення радіуса. Приклад усіченого конуса показаний на рисунку.

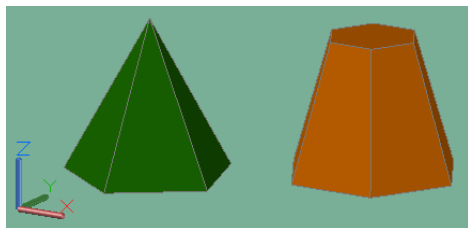


4) Що стосується «Сфери», то дана команда має менше за все параметрів.



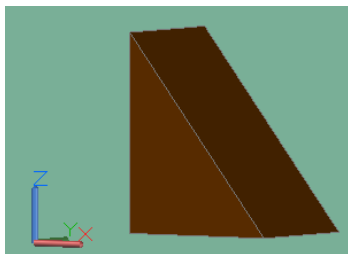
5) Команда «Піраміда». Принцип її побудови дещо відрізняється від інших примітивів. Після того, як обрана команда, не треба вказувати ніяких точок у графічному просторі. Тут слід відразу ж звернутися до параметра «Сторони». Це дозволить Вам задати потрібну кількість сторін і тільки потім вкажете «Центральну точку основи». Тут слід розуміти, що в основі піраміди лежить багатокутник, і, відповідно, дотримуються всіх правил побудови 2D-примітиву «Багатокутник».

Так само, як і з конусом, піраміду можна зробити усіченою, звернувшись до параметра «Радіус верхньої основи». Приклади побудови даного примітиву показані на рисунку нижче.

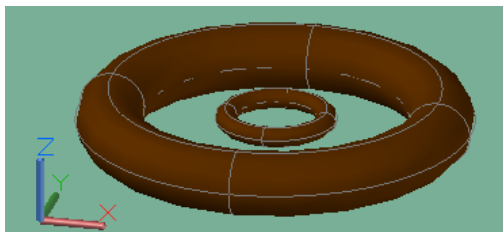


6) «Клин» за своєю суттю можна уявити як відсічену частина ящика. Звідси і побудова примітиву дуже схожа. В основі лежить прямокутник, а значить найкраще звернутися до параметра «Довжина», щоб задати точні розміри. Потім слід вказати висоту клина.

Особливу увагу потрібно приділити орієнтації даного об'єкта. Тут існує правило, зрозуміти яке найкраще виходить на практиці: клин буде піднято в ту сторону, де була указана перша точка.



7) Команда «Тор» – примітив дуже цікавої форми. На жаль, для побудови 3D-моделей в AutoCAD його використовують рідко. Параметрів у нього небагато. Треба задати центральну точку, радіус тора, а також радіус кільця, що лежить у поперечному перерізі.



Завдання

Накреслити кожен з примітивів: паралелепіпед (основа 200×400 мм, висота 50 мм); циліндр з колом в основі діаметром 150 мм; конус з колом в основі діаметром 120 мм; сферу діаметром 130 мм; усічену піраміду (6-кутна основа), клин з квадратом в основі 100×100 мм; тор будь-якого розміру.

Зберегти та закрити файл, вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Яким найшвидшим способом «потрапити» в тривимірний простір?
2. Які існують типи 3D-моделювання в AutoCAD? Скільки стандартних примітивів існує в AutoCAD? Назвіть їх.

Практичне заняття № 12.

Створення тривимірного тіла на основі двовимірної полілінії. Команди Видавлювання, Обертання, Лофт.

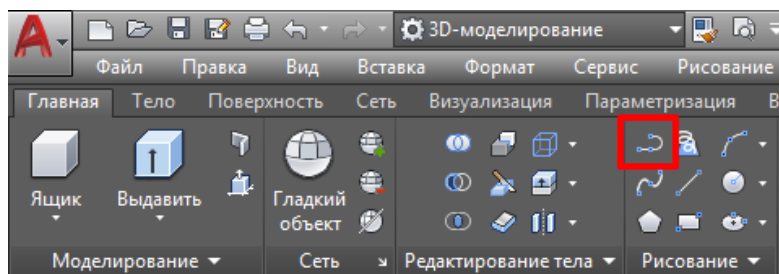
Мета: отримання навиків побудови тривимірних моделей на основі двовимірної полілінії.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

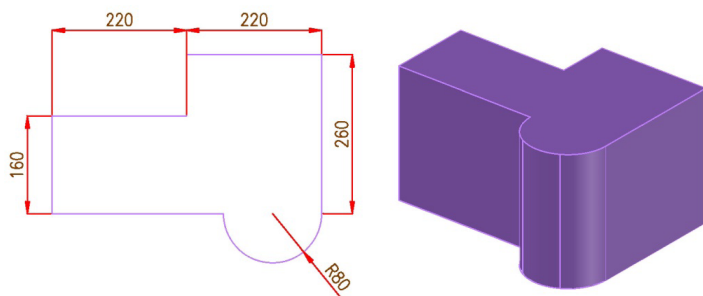
Хід роботи

Для створення тривимірного тіла на основі двовимірного ескізу необхідно попередньо створити плоский замкнутий контур за допомогою команди «Полілінія». Контур може перебувати на будь-якій зі стандартних площин AutoCAD або на плоскій поверхні існуючого тіла.

Запустимо команду «Полілінія» і створимо контур (на попередньо встановленій площині XY), який стане основою тривимірного тіла. До контуру пред'являються дві обов'язкові вимоги: він повинен бути замкнутим і не мати самоперетинів.

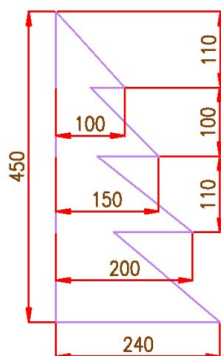


Після створення контуру можна побудувати на його базі тіло операцією **видавлювання**. Іншими словами – надати плоскому ескізу висоту. Запустимо команду «Видаввити», виберемо контур і введемо висоту тіла (250 мм).

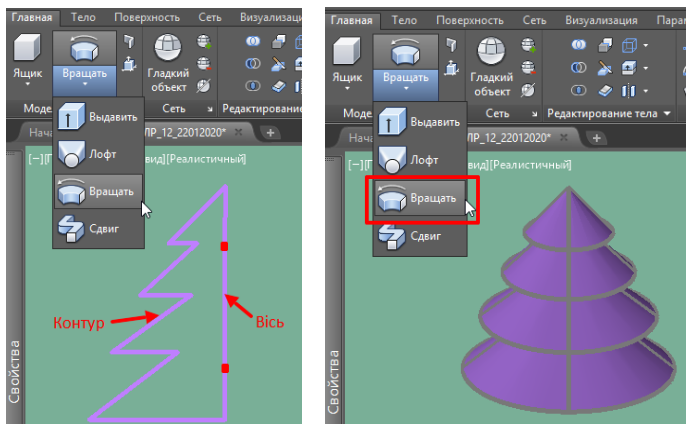


Зверніть увагу, що позитивне значення висоти дозволяє побудувати тіло в одну сторону від ескізу, негативне – в іншу.

Окрім операції видавлювання можна тіло побудувати **обертанням** контуру навколо осі. Наприклад, створимо за допомогою полілінії замкнутий контур (ескіз половини ялинки), що зображено на рисунку.

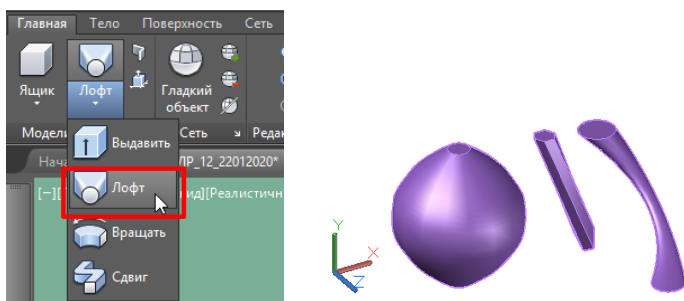


Запустимо команду «Обертання» і виберемо спочатку контур, а потім укажемо дві точки осі, навколо якої буде обертатися наш контур. Для завершення операції необхідно ввести кут обертання тіла, введемо 360.



3D-моделі AutoCAD за допомогою Лофтинга

За допомогою команди Лофт можна створювати твердотільні об'єкти або поверхні за рахунок злиття двох або більше профілів поперечних перерізів.



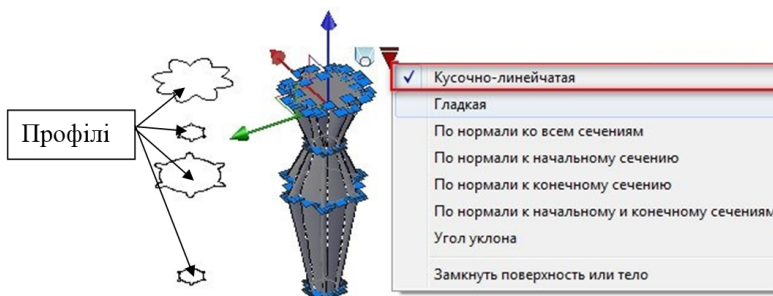
Форма одержуваного 3D-об'єкта безпосередньо залежить від профілів поперечного перерізу і їх розташування в просторі. Профіль може виступати як розімкнута або замкнута крива. У першому випадку результатом виконання команди Лофт буде поверхня. Якщо ж профілі будуть замкнуті, то результатом буде 3D-тіло.

Основні параметри команди Лофт:

1) Режим – параметр, що визначає, який тип об'єкта буде після виконання команди: 3D-тіло або поверхня.

Примітка: якщо профілі виступають як замкнуті криві, то при виборі режиму «Поверхня» вийде 3D-об'єкт-поверхня.

2) Профілі поперечних перерізів – форма нового 3D-об'єкта буде формуватися в залежності від обраного варіанта. Під час створення об'єкта за допомогою Лофт можна коригувати його форму шляхом завдання режиму проходження профіля через зазначені поперечні перерізи, наприклад, кусково-лінійчатий, гладкий та ін. До того ж коли об'єкт створений, цей параметр можна змінювати у вікні «Властивості» (Ctrl+1).



3) Траєкторія. Якщо задати додаткову траєкторію, то у вас з'явиться можливість управляти формою створюваного об'єкта.

4) Напрямні. Ставлячи криві-напрямні, які узгоджуються з точками на відповідних поперечних перетинах, можливо уникнути таких небажаних наслідків, як складки в створеному 3D-об'єкті.

Алгоритм створення об'єкта за допомогою лофтинга:

1) створити профілі поперечних перерізів необхідної форми (повинно бути, як мінімум, два профілі). Профілі поперечних перерізів повинні бути цільними об'єктами, тобто якщо профіль складається з кривої лінії, яка являє собою сукупність відрізків, то їх необхідно з'єднати в цільну криву.

Можна використовувати такі команди, як «З'єднати», «Область», «Контур»;

2) розмістити їх у тривимірному просторі. Якщо профілі будуть лежати в одній площині, то команда не виконається;

3) викликати команду (вкладка «Головна», панель «Моделювання»);

4) указати по черзі профілі;

5) при необхідності вибрати потрібний режим.

Завдання

Накреслити три профілі: коло з радіусом 150 мм; п'ятикутник, вписаний в коло 300 мм; ще одне коло радіусом 100 мм. Траскторію представити у вигляді будь-якої ламаної. Побудувати тіло за допомогою операції Лофт.

Зберегти та закрити файл, вийти з програми AutoCAD.

Контрольні питання

1. Чи повинен бути замкнутим і не мати самоперетинів контур ескізу при побудові 3D-тіла командами Видавлювання та Обертання?

2. Що являє собою команда Лофт в AutoCAD?

3. Який алгоритм створення об'єкта за допомогою команди Лофт?

Практичне заняття № 13.

Тривимірне моделювання. Команда Зміщення.

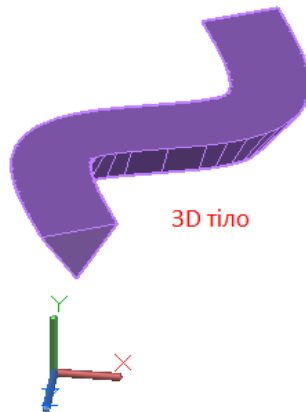
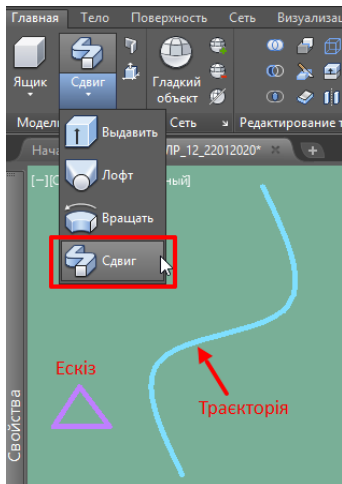
Мета: отримання навиків побудови тривимірних моделей за допомогою команди Зміщення.

Обладнання та програмне забезпечення: комп'ютер, прикладна програма AutoCAD.

Хід роботи

Наступна команда для побудови 3D-тіла – це команда Зміщення. Для цієї команди потрібно зобразити два об'єкти: ескіз, який стане контуром фігури, і траєкторію для побудови тіла. Подовження форми профіля (об'єкта, який зсувається) вздовж зазначеної траєкторії дозволяє створювати 3D-моделі AutoCAD різної форми і складності.

Для побудови тіла необхідно, використовуючи 2D-примітиви, накреслити траєкторію та ескіз зміщення (трикутник і траєкторія). На вкладці Головна на панелі Моделювання вибираємо команду Зміщення.

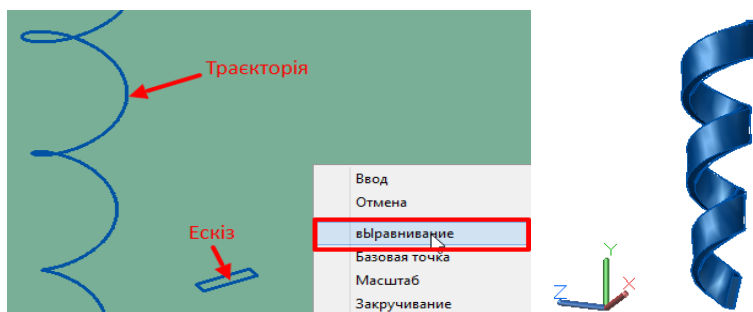


Далі поетапно виконуємо запити командного рядка, вибираючи при необхідності потрібний параметр команди. Спочатку обираємо об'єкт, що є ескізом, далі обираємо траєкторію, по якій пройде зміщення.

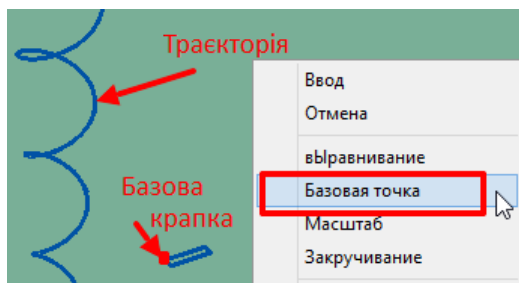
Команда Зміщення має декілька опцій, які дозволяють урізноманітнити можливості побудови об'єктів:

- Вирівнювання;
- Базова крапка;
- Масштаб;
- Закручування.

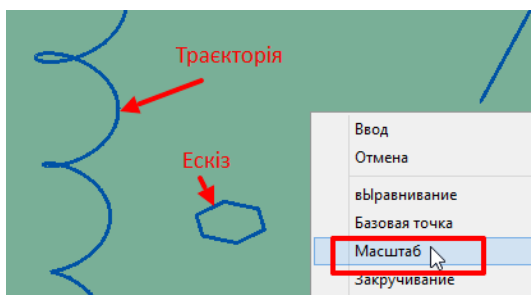
Вирівнювання дозволяє продовжити зміщення ескізу перпендикулярно траєкторії. Для цього необхідно, наприклад, накреслити траєкторію і ескіз зміщення (чотирикутник 100×200 мм, та траєкторію у вигляді спіралі). Після вибору ескізу для зміщення, клацанням по правій кнопці миші, обираємо опцію Вирівнювання, далі обираємо траєкторію для побудови 3D-тіла.



Опція Базова крапка дозволяє прив'язати траєкторію до певної базової крапки ескізу (за замовчуванням базова крапка знаходиться в центрі ескізу). Після вибору ескізу для зміщення, клацанням по правій кнопці миші, обираємо опцію Базова крапка, далі обираємо траєкторію для побудови 3D-тіла.

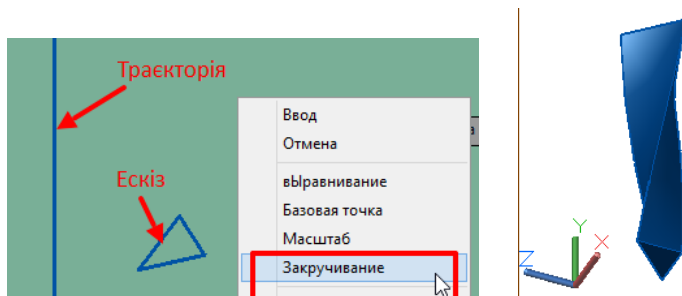


Опція Масштаб дозволяє побудувати об'єкт зміщенням з рівномірним збільшенням масштабу ескізу по всій довжині траєкторії. Після вибору ескізу для зміщення, клацанням по правій кнопці миші, обираємо опцію Масштаб, прописуємо, як зміниться розмір ескізу (наприклад Масштаб 1:0.3) та обираємо траєкторію для побудови 3D-тіла.



Опція Закручування дозволяє створити об'єкт, в якому по ходу траєкторії його побудови буде змінюватись поворот (у градусах) ескізу. Після вибору ескізу для зміщення, клацанням по правій кнопці миші, обираємо опцію Закручування, прописуємо, на який градус повернеться ескіз наприкінці траєкторії побудови (наприклад 90°) та обираємо траєкторію для побудови 3D-тіла. Траєкторія являє собою відрізок

довжиною 500 мм. Ескіз представлено у вигляді трикутника зі сторонами 80×80×60 мм.



Контрольні питання

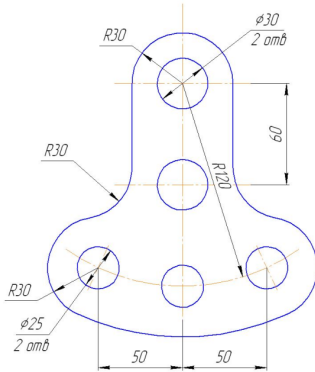
1. Послідовність дій при роботі з командою Зміщення.
2. Яка опція команди Зміщення дозволяє змінити розмір перерізу об'єкта по довжині траєкторії?

Додаток

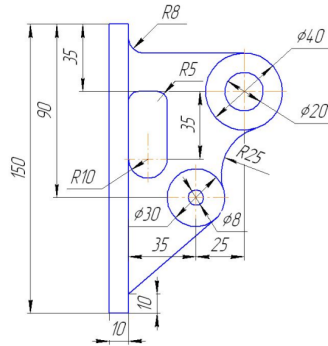
Варіанти індивідуальних завдань

1. Завдання для побудови контуру плоскої деталі. Нанесення розмірів. Сполучення.

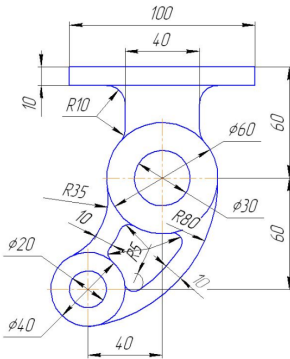
Варіанти 1, 9, 17



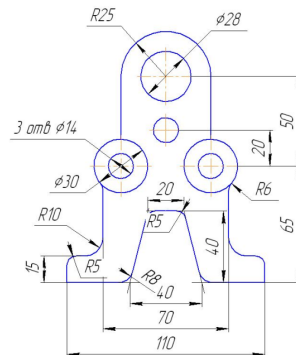
Варіанти 2, 10, 18



Варіанти 3, 11, 19



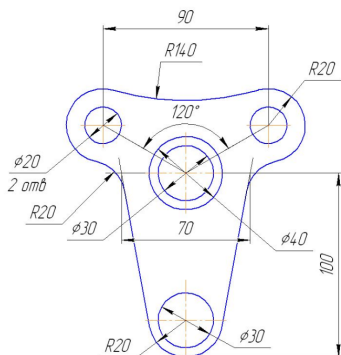
Варіанти 4, 12, 20



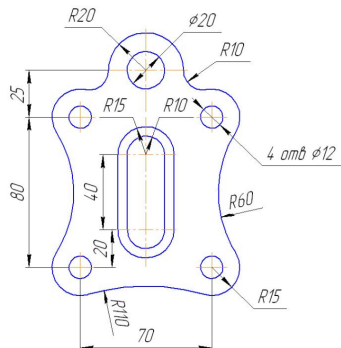
Продовження таблиці

1. Завдання для побудови контуру плоскої деталі. Нанесення розмірів. Сполучення.

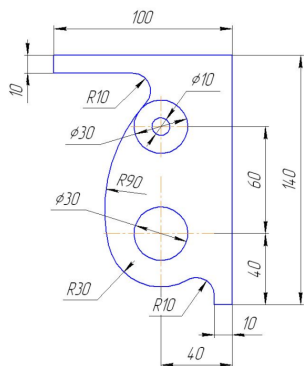
Варіанти 5, 13, 21



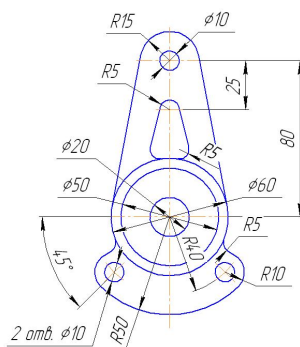
Варіанти 6, 14, 22



Варіанти 7, 15, 23



Варіанти 8, 16, 24



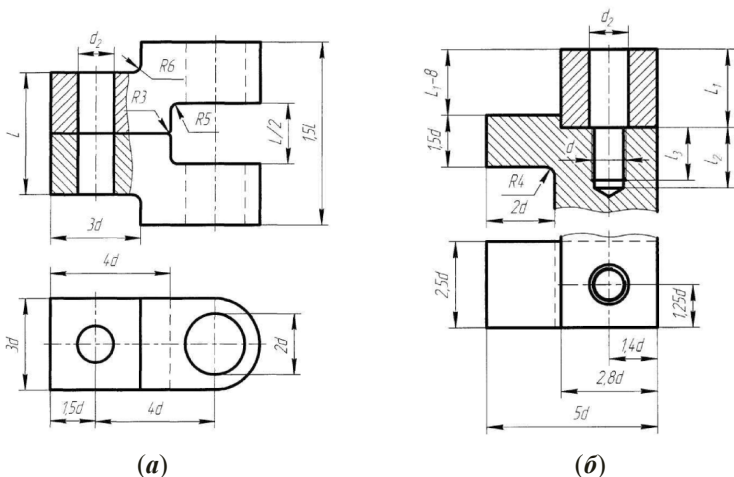
2. Болтові з'єднання та з'єднання шпилькою

Накреслити болтові з'єднання та з'єднання шпилькою. Розміри з'єднувальних деталей і діаметри кріпильних виробів узяти з табл. 1 відповідно до варіанта за списком.

Таблиця 1

Варіант	Товщина з'єднуваних болтом елементів L , мм	Діаметр болта d_b , мм	Товщина елемента, з'єднуваного шпилькою L_1 , мм	Діаметр шпильки $d_{ш}$, мм
1, 13	50	16	30	22
2, 14	60	14	35	20
3, 15	70	18	40	18
4, 16	50	20	30	16
5, 17	60	22	35	14
6, 18	70	14	40	22
7, 19	50	16	30	20
8, 20	60	18	35	18
9, 21	70	22	40	16
10, 22	50	20	30	14
11, 23	60	16	35	18
12, 24	70	14	40	20

Конструкції заготовок з'єднувальних елементів зображено на рис. 11.



(а) Деталі для з'єднання болтом (а)
і для з'єднання шпилькою (б)

З'єднання деталей болтом і шпилькою необхідно накреслити у двох проєкціях (фронтальний розріз і вигляд зверху) за розмірами, показаними на рис. 11.

Ці розміри розраховуються залежно від заданих у табл. 1 діаметрів болта d_b і шпильки $d_{ш}$ та товщин L і L_1 з'єднуваних елементів. Так, наприклад, довжину болта і шпильки треба прийняти $(L+1,5 \cdot d_b)$ – для болта, $(L+1,5 \cdot d_{ш})$ – для шпильки, округливши отримане значення до величини, кратної 5 мм при довжині $(l \leq 80)$ мм і кратної 10 мм при довжині $(l > 80)$ мм.

Усі інші розміри болта, шпильки, гайки і шайби показані на рис. 12, вони приймаються залежно від заданого значення діаметра d болта чи шпильки на підставі наступних співвідношень: $d_1 = 0,85 \cdot d$; $d_2 = (d + 2)$ мм; $D = 2 \cdot d$; $H = 0,8 \cdot d$; $h = 0,7 \cdot d$; $D_{ш} = 2,2 \cdot d$; $S = 0,15 \cdot d$; $l_0 = 2 \cdot d + 6$ мм; $l_1 = 1,25 \cdot d$ (цей розмір залежить від матеріалу деталі, в яку вгвинчується шпилька; значення $l_1 = 1,25 \cdot d$ приймають для деталей, виготовлених із сірого чавуну). Глибина гнізда під шпильку буде $l_2 = l_1 + 0,5 \cdot d$, $l_3 = l_1 + 0,3 \cdot d$.

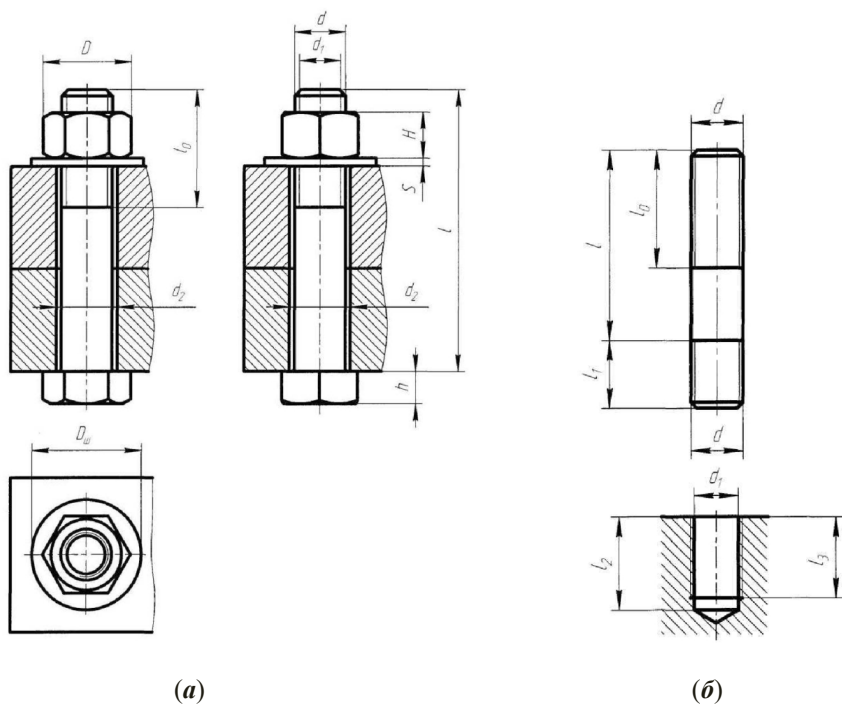


Рис. 12. Болтове з'єднання (а) та шпилька і гніздо під шпильку (б)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Саєнко С. Ю., Нечипоренко І. В. Основи САПР : навчальний посібник. Харків: ХДУХТ, 2017. 120 с.
2. Бойко А. П. Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD. Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення : навч. посіб. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. 116 с.
3. AutoCAD Architecture 2011: User's Guide. Autodesk, Inc. 2010, 4034 p.
4. Shawna Lockhart. Tutorial Guide to AutoCAD 2020. SDC Publications, 2019, 704 p.
5. Єщенко О. А., Якобчук Р. Л., Змієвський Ю. Г. Основи САПР : конспект лекцій. Київ: НУХТ, 2014. 205 с.
6. Чернишова О. С. Системи автоматизованого проєктування в транспортному будівництві : конспект лекцій. Київ: НАУ, 2018. 92 с.
7. Кравченко І. В. Розробка конструкторської документації в середовищі AUTOCAD MECHANICAL : навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 293 с.
8. Сорочак А. П. Основи автоматизації проєктування в будівництві : конспект лекцій. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 120 с.
9. Цвіркун Л. І., Бешта Л. В. Інженерна та комп'ютерна графіка. AutoCAD : навч. посіб. МОН України. Дніпро: НТУ Дніпровська політехніка, 2018. 209 с.
10. Остапук Н. Г. Основи систем автоматизованого проєктування : конспект лекцій. Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2016. 42 с.
11. Бабічева О. Ф., Єсаулов С. М. Автоматизоване проєктування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів : навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 355 с.

12. Щербина В. Ю. Конструкторське проектування обладнання : навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 83 с.

13. Климачева Т. Н. Трехмерная компьютерная графика и автоматизация проектирования в AutoCAD 2007 : учеб. пособие. Москва: ДМК, 2007. 464 с.

ДЛЯ ЗАДАТОК

ДЛЯ ЗАДАТОК

Навчальне видання

КОБАЛАВА Галина Олександрівна
ЛУНЯКА Клара Василівна

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни
«СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ПРОЄКТУВАННЯ В ТЕПЛОХЛАДОТЕХНІЦІ»
для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»
(освітня програма «Холодильні машини і установки»)
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітні програми: «Теплоенергетика»,
«Енергетичний менеджмент»)

Комп'ютерне верстання *В. В. Москаленко*
Коректор *О. Є. Вакула*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 4,4. Тираж 100 прим. Вид. № 44. Зам. № 2507-27.
Видавець і виготовник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.