

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
«Основи геометричного та графічного моделювання»
для студентів спеціальності
173 – «Авіоніка»

всіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни
“ Основи геометричного та графічного моделювання ” для
студентів спеціальності 173 “ Авіоніка ” всіх форм навчання. / Укл.:
С. І. Арсеньєва. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020.
– 43 с.

Укладачі : С.І. Арсеньєва, доцент, к.ф-м.н.

Рецензент: В.В. Зіновкін, професор, д.т.н.

Відповідальний за випуск: зав. лаб. каф. ЕПА К.І.Пилипенко В.І.

Затверджено на засіданні кафедри
“Електропривод та автоматизація
промислових установок ”
Протокол № ____ від ____ 2020 р.,
Рекомендовано до
видання НМКЕТФ
Протокол № __ від ____ 2020 р.

Зміст

Передмова.....	4
1 Лабораторна робота № 1. Вивчення інтерфейсу програмного середовища AutoCAD, підготування робочого середовища.....	5
2 Лабораторна робота №2. Створення формати.....	11
3 Лабораторна робота № 3. Сполучення і режими креслення: Object Snap (прив'язування до точок об'єктів креслення), Tracking (відстежування координат точки щодо точок прив'язування до об'єктів креслення).....	19
4 Лабораторна робота № 4. Створення креслення пластини і нанесення розмірів на отримане креслення.....	26

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки складаються з коротких теоретичних матеріалів і завдань із прикладами виконання до лабораторних робіт з дисципліни «Основи геометричного та графічного моделювання». Крім того, наприкінці кожної роботи надані контрольні питання.

Для студентів спеціальності 173 – «Авіоніка» денної і заочної форм навчання.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Вивчення інтерфейсу програмного середовища AutoCAD, підготування робочого середовища

Мета роботи: овоїти інтерфейс програмного середовища AutoCAD, навчитися створювати та налаштовувати робоче середовище.

1.1 Завдання до лабораторної роботи

1 Створити робоче середовище для виконання креслень в форматі A4 і зберегти у файлі *ШаблонA4.dwt*. Овоїти команди, використані для цього, відповісти на контрольні запитання.

2 Оформити звіт по роботі.

1.2 Основні теоретичні відомості

Швидкість і легкість, з якими можуть бути виконані і модифіковані креслення засобами системи AutoCAD, залежать від підготовленого для роботи конструктора робочого середовища. Робоче середовище повинне містити створені шари з визначеними параметрами, розмірні і текстові стилі і т.д. В ньому оптимальним способом повинні бути встановлені системні змінні AutoCAD. Робоче середовище зберігається у файлі з розширенням *.dwt* (креслення – у файлі з розширенням *.dwg*).

Команди використовувані при створенні робочого середовища:

- GRID – служить для візуалізації на екрані дисплея вузлів фонові допоміжної координатної сітки із заданими користувачем інтервалами між ними;

- LAYER – служить для створення шарів, установки і модифікації їх параметрів;

- LIMITS – встановлює границі поточного креслення в просторі листа або в просторі моделі і дозволяє контролювати їх дотримання;

- ORTHO – дозволяє включати або виключати ортогональний режим креслення, при якому лінії накреслюються строго паралельно всіям координат;

- OSNAP – дозволяє установити постійні параметри режиму об'єктного прив'язування (прив'язування до характерних точок існуючих об'єктів на кресленні);

- POLAR – дозволяє включати або виключати, а також налаштовувати полярний режим креслення, при якому лінії накреслюються під кутами заздалегідь визначеними користувачем;

- SNAP – дозволяє установити строго фіксований крок переміщення графічного курсору по вузлах невидимої координатної сітки при введенні координат точок за допомогою пристрою вказівки;

- STATUS – служить для перегляду поточних параметрів робочого середовища;

- UNITS – дозволяє установити формат і точність представлення лінійних і кутових розмірів.

Команди керування зображенням на екрані монітора:

- PAN – забезпечує перегляд частини креслення, що не помістилася на екрані монітора, без зміни його масштабу;

- REDRAW – дозволяє перерисувати поточне зображення, видаляючи при цьому маркери точок;

- REGEN – дозволяє перерисувати поточне зображення для відображення останніх змін у базі даних креслення;

- ZOOM – дозволяє збільшити або зменшити видиме зображення об'єкту на екрані монітора. Найбільш вживані опції: *All* – відображення всієї області креслення або області всередині границь, якщо вони задані; *Previous* – повернення до попереднього зображення; *Scale* – завдання масштабного коефіцієнта збільшення; *Window* – визначення області відображення за допомогою рамки.

Команда створення текстових стилів:

- STYLE – забезпечує створення, модифікацію й установку поточних текстових стилів.

Команда установки користувацької системи координат:

- UCS – дозволяє визначати на кресленні власні системи координат користувача.

Команда налаштування системних змінних:

- SETVAR – дозволяє переглянути список системних змінних і забезпечує їх налаштування.

1.3 Початок роботи з графічним редактором

Після запуску програми AutoCAD на екрані монітора з'являється діалогове вікно *Start Up*. За допомогою якого можна виконати початкове настроювання робочого середовища. Виберіть пункт *Start From Scratch*, щоб приступити до створення робочого середовища, використовуючи задані за замовчуванням метричні установки. В результаті правильно виконаних дій на екрані монітора з'являється графічне вікно AutoCAD, а в командному рядку – запрошення системи «**Command:**». Графічний редактор готовий до роботи.

Перед тим, як приступити до підготування робочого середовища необхідно настроїти систему й оформити зовнішній вигляд графічного вікна за допомогою діалогових вікон *Options* і *Toolbars*.

1.4 Створення робочого середовища

Далі приведена послідовність дій користувача при підготуванні робочого середовища і короткі коментарі до реакцій системи. При цьому передбачається, що настроювання системного середовища вже виконані. Варто відразу зауважити, що практично ніяких зовнішніх змін вікна AutoCAD при цьому не відбувається.

а) Виберемо формат представлення чисельних значень координат точок, лінійних і кутових розмірів.

Команда – UNITS

Команда переключає екран монітора в текстовий режим.

Необхідно задати звичний для користувача десятковий формат представлення одиниць виміру лінійних розмірів із точністю до одного десятого (0,0), десятковий формат представлення одиниць виміру кутових розмірів із точністю до одиниці (0), обрати вісь початку відліку кутових розмірів, визначити позитивний напрямок відліку кутових розмірів (проти годинникової стрілки).

б) Установимо границі креслення в форматі A4 (210x297 мм).

Команда LIMITS

Необхідно задати прямокутник шириною 210 мм і висотою 297 мм, вказавши координати його протилежних вершин. Нагадаємо, що введення команди, введення параметрів або даних завжди закінчується натисканням на клавішу *Enter*.

Вводимо дані:

- 0,0 – координати лівого нижнього кута креслення;

- 210,297 – координати правого верхнього кута креслення.

в) Установимо числове значення фіксованого кроку переміщення графічного курсору по сітці.

Команда SNAP

Звертання до команди активізує режим переміщення графічного курсору з фіксованим кроком (вмикання/вимикання режиму SNAP здійснюється відповідною кнопкою в рядку стану). Установимо значення інтервалу, наприклад, -1.0 , що відповідає кроку в 1 мм .

г) Установимо відстань між вузлами фонові допоміжної сітки (видимої).

Команда GRID

Звертання до команди приводить до появи на екрані монітора фонові сітки (вмикання/вимикання режиму GRID здійснюється відповідною кнопкою в рядку стану). Якщо установити значення інтервалу -0 , то відстань між вузлами видимої і невидимої сіток будуть збігатися. Зверніть увагу, що при плавному переміщенні миші відбувається стрибкоподібне переміщення графічного курсору по вузлах допоміжної сітки у вікні AutoCAD.

Вводимо дані:

- 5.0 – крок видимої сітки буде дорівнювати 5 мм .

д) Створимо текстові стилі.

В зв'язку з тим, що в комплект постачання AutoCAD 2000 не входять файли шрифтів, що відповідають Держстандарту 2.304-81, виникає необхідність в їх самостійній розробці засобами, наданими системою. Команда STYLE виводить діалогове вікно, що дозволяє переглянути існуючі і створити нові текстові стилі.

Клацніть на кнопці *New*, а потім задайте 5 текстових стилів відповідно до нижче наведеної табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Рекомендовані текстові стилі

StyleName (Ім'я стилю)	FontName (Шрифт)	Height (Висота)	Width Factor (Ширина)	Obliqui Angle (Нахил)
S1	Simplex. Shx	2.5	0.8	15
S2	Times New Roman Cyr	2.5	0.9	0
S3	Times New Roman Cyr	3.5	1	0

Продовження таблиці 1.1

S4	Courier New Cyr	5	1	0
S5	Courier New Cyr	5	0.7	0

е) Завантажимо штрихові і штрих-пунктирні типи ліній.

Команда LINETYPE

За замовчуванням в програмі AutoCAD завантажений єдиний тип ліній – *Continuous* (суцільні). При виконанні креслень необхідні штрихові лінії (*Dashed*) – для креслення ліній невидимого контуру, а також штрих-пунктирні лінії (*Center*) – для креслення осевих та центрових ліній. Ці типи ліній вибирають у діалоговому вікні *Linetype Manager*, що визивається командою LINETYPE. В цьому вікні клацніть по кнопці *Load*, а потім виберіть необхідні типи ліній.

ж) Створимо шари.

Команда LAYER

За замовчуванням робоче середовище містить тільки один шар з ім'ям “0” із попередньо налаштованими параметрами. Цей шар є батьківським для всіх створюваних користувачем шарів. Для нього встановлено: колір лінії – білий (номер кольору 7); тип лінії – *Continuous* (суцільна); товщина лінії – *Default*; ввімкнені всі параметри керування поточним станом шару і дозволено його вивід на графобудівник.

Робоче середовище повинне містити необхідну і достатню кількість шарів для організації керування зображенням на екрані монітору. Наприклад, для робочого середовища формату А4 можна призначити наступні імена шарів з відповідними параметрами.

Ім'я шару	Колір лінії
1-основная-06	жовтий –yellow
5-штриховая-04	зелений – green
7-тонкая-текст-02	блакитний – cyan
Вспомогательная	сірий – колір №8
Осевая (Center)	червоний – red

з) Масштабний коефіцієнт, що встановлює довжину штрихів і проміжків у штрихових і штрих-пунктирних лініях вводиться

командою LTSCALE.

и) Установимо стиль точки.

Команда меню FORMAT / POINT STYLE

Відкриється діалогове вікно *Point Style*, в якому подані різні види відображення точок. Визначивши стиль точки (наприклад, зображення точки у вигляді косого хрестика і розмір точки – *Set Size Relative To Screen* (Установка розміру відносно екрану), клацніть на кнопці *Ok*.

к) Переглянемо текстову інформацію про поточний стан робочого середовища.

Команда STATUS.

л) Переглянемо стан системних змінних.

Команда SETVAR

м) Використовуючи команду FILE / SAVE AS збережемо підготовлене робоче середовище у файлі з розширенням *.dwt*.

1.5 Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- опис використовуваних команд для створення робочого середовища (запроси системи, режими, дані);
- параметри створеного в ході роботи робочого середовища.

Створити звіт бажано за допомогою клавіши **F2** – це перехід до текстового режиму (зворотний перехід до *Робочої області* AutoCAD здійснюється так само – за допомогою клавіши *F2*), де відображається протокол вашої поточної роботи за сеанс. Всю цю інформацію можна скопіювати та зберегти у текстовому файлі на власну флешку, щоб потім відредагувати (видалити всі помилкові команди, додати свої коментарі тощо). Будьте уважні – якщо вийти з AutoCAD, вся поточна інформація зникне! Зберігайте її в ході сеансу роботи у файл час від часу, це дозволить мати всю історію вашої роботи.

1.6 Контрольні запитання

1. Де саме в меню знаходяться використані для створення робочого простору команди?

2. Як задати штрих-пунктирну лінію згідно існуючих у країні стандартів?

3. Який шар не слід змінювати?

4. Які дані можна визначити з команд STATUS, SETVAR, покажіть детально.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Створення форматки

Мета роботи: навчитися створювати форматку для креслення.

2.1 Завдання до лабораторної роботи

- 1 Створити форматку для креслень в форматі A4 і зберегти в файлі *ФорматкаA4.dwg*.
- 2 Оформити звіт по роботі, відповісти на контрольні запитання.
- 3 Освоїти основні команди рисування з меню DRAW.

2.2 Основні теоретичні відомості

Відповідно до жорстких вимог ЄСКД для виконання креслень й інших документів, передбачених стандартами на проектно-конструкторську документацію всіх галузей промисловості (відповідно до Держстандарту 2.301.–68), установлені формати листів і відповідне їх оформлення. В звичайній практиці такі листи називаються форматками. А оскільки жодне креслення без них не обходиться, ми почнемо освоєння прийомів роботи з програмою AutoCAD саме з креслення форматки, котру ви будете постійно використовувати у власній роботі.

2.3 Створення форматки

- **Завантажимо шаблон.**

В діалоговому вікні *Start Up* підведіть покажчик миші до *Use A Template* (Відкрити шаблон) і клацніть лівою кнопкою миші. У вікні *Select A Template* (Вибір шаблону) виберіть і завантажте шаблон, створений при виконанні лабораторної роботи №1 (файл *ШаблонA4.dwt*). В рядку заголовка ви побачите ім'я шаблону, але робоче поле залишиться чистим, оскільки шаблон містить тільки початкові установки і ніякої графічної інформації в ньому немає. Приступимо до креслення першої форматки A4. Копія відповідного креслення подана на рис. 2.1.

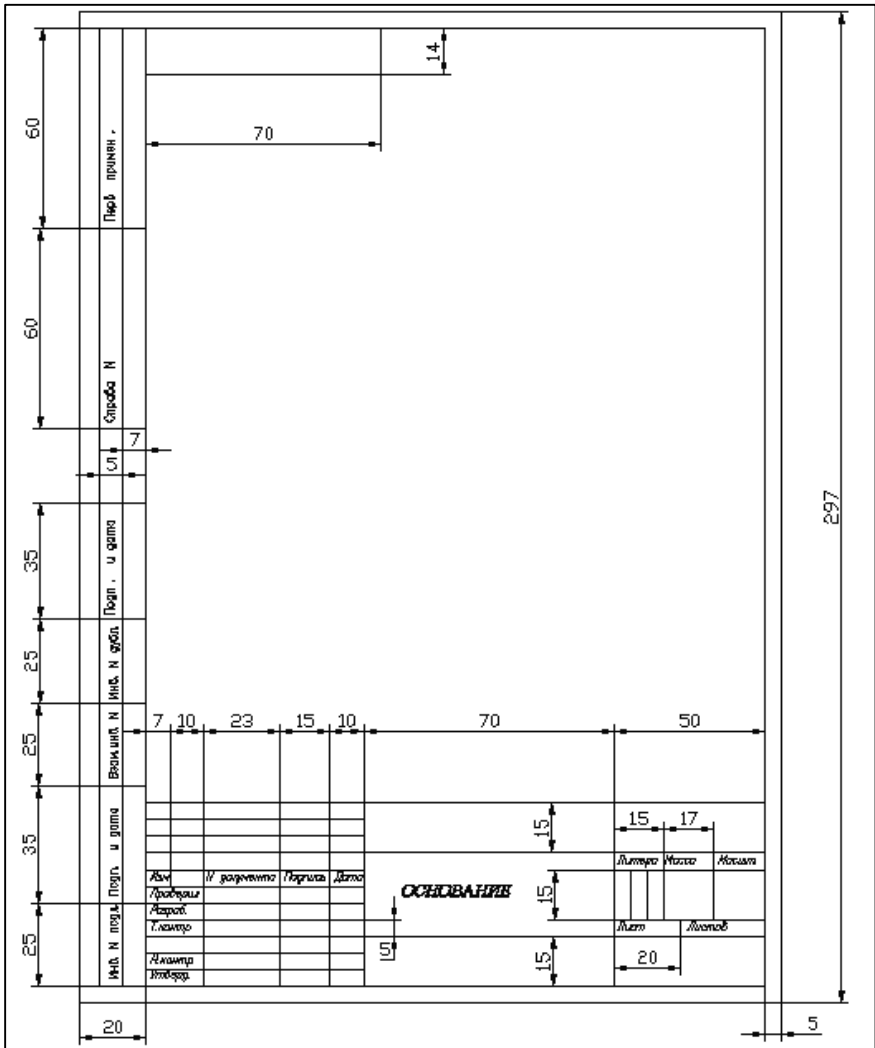


Рисунок 2.1 – Форматка А4

- Виконаємо зовнішню рамку формату А4.
- а) Установимо поточний шар *7-тонкая-текст-02*.
- б) Виконаємо команду LINE.

Вводимо дані (координати вершин прямокутника):

- 0,0
- 210,0
- 210,297
- 0,297
- **C** – забезпечує з'єднання ліній четвертої і першої точок.

В результаті на робочому полі буде накреслений по точках прямокутник блакитного кольору з розмірами, що відповідають формату A4 (210x297).

в) Установимо поточний шар *1-основная-06*.

г) Використовуємо команду RECTANGLE (Прямокутник).

Вводимо дані:

- 20,5
- 205,292

Прямокутник жовтого кольору з'явиться всередині раніше накресленого блакитного прямокутника.

Варіант вирішення цієї ж задачі з використанням відносних координат.

Крім використаних раніше абсолютних координат, можна працювати з так званими відносними. Вони (як і абсолютні) можуть бути прямокутними (декартовими) або циліндричними. В першому випадку вказуються значення прирощень координат X та Y відносно попередньої точки (через кому, як і для абсолютних координат). В другому випадку вказуються відстань та кут відносно першої точки. При цьому використовується символ @, що ставиться в команді попереду чисел. Так, побудова внутрішнього прямокутника штампу для випадку прямокутних координат буде виглядати наступним чином:

LINE

- *Specify first point:* 20,5 – перша точка в абсолютних координатах або вказана курсором; можна і тут вказати її відносно точки 0,0, яка знаходиться за замовчуванням у лівому нижньому куті екрану;

- *Specify next point or [Undo]:*@185,0 – перейти до точки, що знаходиться на відстані 185 мм по вісі X та 0 мм по вісі Y від першої точки або [Відміна] (тоді набрати U);

- *Specify next point or [Undo]:*@0,287 – перейти до точки, що знаходиться на відстані 0 мм по вісі X та 287 мм по вісі Y від попередньої точки;

- *Specify next point or* [Undo]:@-185,0 – перейти до точки, що знаходиться на відстані -185 мм по вісі X та 0 мм по вісі Y від попередньої точки, знак «-» відповідно встановленим у команді UNITS параметрам;

- *Specify next point or* [Undo]:c – останню точку отримаємо замиканням з першою (виділена перша літера від *close*, розмір не має значення).

Для випадку циліндричних координат рішення тієї самої задачі має такий вигляд:

LINE

- *Specify first point:* 20,5 – як у попередньому випадку;
- *Specify next point or* [Undo]:@185<0 – перейти до точки, що знаходиться на відстані 185 мм, а вектор від попередньої точки до нової точки створює кут 0° з додатним напрямком вісі абсцис;
- *Specify next point or* [Undo]:@287<90 – перейти до точки, що знаходиться на відстані 237 мм під кутом 90° від попередньої точки;
- *Specify next point or* [Undo]:@185<180 – перейти до точки, що знаходиться на відстані 185 мм під кутом 180° від попередньої точки;
- *Specify next point or* [Undo]:c – замикаємо з'єднанням з першою точкою.

Кути теж задаються відповідно встановленим у команді UNITS параметрам (напрямок вісі X на схід, обчислення проти годинникової стрілки). Відстань обов'язково повинна бути позитивною, а кут може бути числом з будь-яким знаком.

Перехід до відносних координат особливо виправданий, коли ви повинні швидко зробити копію потрібного креслення, яке виконано на папері. Тоді зручно, відштовхуючись від обраної базової точки, вимірювати відстані та визначати кути і наносити їх на своє креслення. Базову точку теж змінюємо, як нам зручно, обов'язково використовуючи при такому способі побудови об'єкту прив'язку. Такий підхід по суті є різновидом використання *Системи Координат Користувача* (UCS).

• Установимо на робочому полі характерні точки, використовувані як бази або репери при проведенні ліній штамп.

а) Установимо поточний шар – «допоміжний» (буде встановлена лінія сірого кольору, призначена для прорисовувань і додаткових побудов).

б) Введемо команду POINT (Точка).

Вводимо дані:

- 27,60
- 155,40

• До перших двох допоміжних точок додамо ще декілька, але для їх введення скористаємося сіткою. Рисуємо по сітці.

Встановлена координатна сітка і фіксований крок переміщення покажчика миші дозволяють рисувати елементи креслення, визначаючи їх розміри безпосередньо на екрані. За допомогою команд групи ZOOM (Погляд) виведіть на робоче поле потрібний фрагмент креслення зі збільшенням, зручним для роботи.

Підведіть покажчик миші до першої з двох намічених точок ($X=27$, $Y=60$). Якщо тепер почати переміщати покажчик миші вправо, то він буде рухатися горизонтально перестрибуючи через 1 мм. З огляду на це і знаючи, що крок вузлів видимої сітки кратний 5 мм, змістіть покажчик миші на 10 мм вправо і клацніть лівою кнопкою миші. В даному випадку продовжує діяти команда введення точок, за допомогою якої ви намітили перші дві точки. Використовуючи цей же прийом, намітьте ще 3-и опорні точки, переміщуючи покажчик миші на 23 мм, на 15 мм і 10 мм вправо. Для одержання нових опорних точок використовуємо в якості початкової вже нанесену точку з координатами ($X=155$, $Y=40$), переміщуємо покажчик вправо на 15 мм, а потім на 17 мм щораз клацаємо лівою кнопкою миші. Процес розставлення точок, які ми надалі будемо використовувати для креслення ліній штамп, завершений.

• Накреслюємо відрізки ліній штамп у креслення.

В даній форматці багато відрізків, що рисуються при використанні послідовності однотипних команд. Для початку слід тренуватися на вільному місці. Клацніть по кнопці LINE на панелі інструментів Draw, підведіть покажчик до початку, де накреслюються лінії, клацніть ЛК, підведіть покажчик до другої точки відрізка і знову клацніть ЛК, а потім ПК. Лінія між двома зазначеними точками буде накреслена.

В тих випадках, коли після завершення роботи з однією з команд ви бажаєте викликати її знову, клацніть ПК. Після щиглика ПК поруч із покажчиком миші може з'явитися оперативне меню, у якому зібрані окремі команди, що повинні бути завжди під рукою.

Щоб відключити це меню, виконаєте команди *Tools / Options / User Preferences* і зніміть прапорець у вікні з назвою *Shortcut Menus In Drawing Area* (Оперативне меню в зоні креслення).

Однотипні лінії, розташовані на однаковій відстані одна від іншої, зручно рисувати з використанням команди *ARRAY*, розташованої в меню *Modify* або на панелі інструментів *Modify*. Після введення команди *ARRAY* зверніть увагу на командний рядок. Далі слід діяти відповідно до вказівок в цьому рядку.

Для видалення об'єктів використовуйте команду *ERASE* (меню або панель інструментів *Modify*). Після введення команди підведіть покажчик миші до об'єкту, що видаляється і клацніть ЛК. Лінія (об'єкт) стане пунктирною – здійснено вибір об'єкту. Клацніть на ПК і лінія буде видалена.

- а) Установимо шар *1-основная-06* поточним.
- б) Накреслимо лінії, утворюючі штамп форматки.

• **Накреслимо додаткові графи форматки, розташовані в полі для підшивки.**

У вузлових точках попередньо нанесемо маркери. Аналогічні маркери ми вводили перед кресленням штампу. Виконайте команди:

- а) Установимо шар «*Вспомогательная*».
- б) Введемо команду *POINT*.

Вводимо дані:

- 8,30
- 8,65
- 8,90
- 8,115
- 8,150
- 8,172
- 8,232
- 8,292

На кресленні з'явиться вісім нових точок сірого кольору.

- в) Установимо шар *1-основная-06* поточним.
- г) Використовуючи команду *LINE*, по маркерах накреслимо всі графи в полі для підшивки. Для зручності роботи ви можете збільшити частину креслення й накреслити графи по фрагментах.

- **Заповнимо форматку написами.**

а) Установимо шар *7-тонка, текст-02*.

б) Введемо команду TEXT (Текст) $\Rightarrow$ *Single Line Text* (Однорядковий текст).

У командному рядку з'явиться:

- **Current text style: "Standart" Text height: 0. 2000**

- **Specify start point of text or [Justify/Style] : >: $\Rightarrow$ S ↵**

В даному прикладі система визначила поточний текстовий стиль *Standart* висотою 2 мм.

- **Style name [or?] <Standart>: $\Rightarrow$ S1 ↵**

В кутових дужках показаний поточний стиль шрифту. В кожному конкретному випадку він може бути будь-яким. Введіть із клавіатури назву створеного вами стилю *S1*, щоб установити стиль шрифту висотою 2.5 мм.

- **Spasify rotation angle of text<0>: ↵**

В даному випадку ми підтвердимо, що напис повинен розташовуватися горизонтально (тобто кут повороту – нуль).

- **Enter text:** [введіть текст із клавіатури].

Повернемося до написів, що необхідно вписати до форматки. Якщо положення початку напису позначено невірно, підведіть покажчик миші до потрібного місця і клацніть ЛК. Текстовий покажчик займе нову позицію. Операцію вибору початкової точки можна повторювати багаторазово. Після завдання початкової точки введіть із клавіатури текст. В нашому випадку це будуть окремі слова: *Изм., Лист, Разроб.* та ін. Набравши чергове слово, підведіть курсор до місця початку нового напису. Клацніть ЛК і друкуйте нове слово на новому місці. Щоб зробити напис в області, що в даний момент знаходиться «за кадром», завершіть введення тексту, для чого двічі натисніть на клавішу *Enter*.

Команда введення тексту буде закрита, і після цього ви зможете запустити команди групи кнопок ZOOM. Перемістивши в поле зору чергову частину креслення, продовжуйте набір тексту. Для цього достатньо клацнути ПК. Заповніть всі граfi в штампі креслення і переходьте до виконання написів у графах на полі підшивки. В параметрах знову введеної команди TEXT визначте кут повороту напису цифрою *90*, що буде означати поворот напису на *90 градусів* проти годинникової стрілки від вихідного горизонтального положення.

Будемо вважати, що дану форматку ви готуєте для конкретного

виконавця (для себе), тому у відповідні графі штампу доцільно вписати всі прізвища. Навіть якщо якісь прізвища в кресленнях надалі зміняться, простіше буде їх змінити прийомами модифікації, ніж вносити наново у відповідні клітинки штампу. Прізвища ми наберемо іншим шрифтом, відмінним від використаного раніше. Продовжуємо виконувати послідовність команд:

в) Виберемо в меню *Draw* команду *TEXT* $\Rightarrow$ *Single Line Text*.

У командному рядку з'явиться:

- **_dtext Justify/Style/<Start point>:** $\Rightarrow$ S ↵
- **Style name (or?) <1>:** $\Rightarrow$ S2 ↵
- **Justify/Style/<Start point>:** .

Підведіть покажчик миші до місця початку напису і клацніть ЛК.

• **Rotation angle <90>:** $\Rightarrow$ 0 ↵ (установлюємо горизонтальне розташування написів).

- **Text:** [вводимо прізвища].

На завершення можна додати літерне позначення креслення, привласнене кожному підприємству, визначивши для цієї мети шрифт *S4* (висотою 5 мм). Потім шрифтом *S5* надрукуйте ці літери в графі у верхньому лівому куті форматки, але при цьому задайте кут повороту 180° .

Перша форматка готова. За допомогою команд групи кнопок *ZOOM* перегляньте її в цілому, перевірте у великому масштабі окремі частини. При необхідності внесіть виправлення.

2.4 Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- опис використовуваних команд для створення форматки;
- опис механізму зумування і панорамування в середовищі AutoCAD, а також приклади опрацювання команд з меню *Draw* (CIRCLE, ARC, POLYLINE, DONUT, POLYGON, ELLIPSE).

2.5 Контрольні запитання

1. Назвіть чотири засоби виклику команд рисунка.
2. Що таке відносні координати, приклад їх використання.
3. Як змінити положення тексту (ліворуч, по центру...) – опція *Justify* команди *TEXT*, приклад використання.

4. Як використовувати команду ARRAY при створенні штампів, опції цієї команди.

5. Поясніть дію команд CIRCLE, ARC, POLYLINE, DONUT, POLYGON, ELLIPSE.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Сполучення і режими креслення: Object Snap (прив'язування до точок об'єктів креслення), Tracking (відстежування координат точки щодо точок прив'язування до об'єктів креслення)

Мета роботи: вивчити команди сполучення та режими креслення *Object Snap* та *Object Snap Tracking*.

3.1 Завдання до лабораторної роботи

- 1 Виконати креслення рейки за методикою і розмірами, приведеними в п. 3.3.
- 2 Виконати креслення коромисла за методикою і розмірами, приведеними в п. 3.3.
- 3 Оформити звіт по роботі, відповісти на контрольні запитання.

3.2 Основні теоретичні відомості

В класичних підручниках по технічному кресленню сказано, що сполученням ліній називається плавний перехід прямої лінії в криву або кривої лінії в іншу криву. Основна складність – забезпечення плавності переходу – в AutoCAD вирішується декількома способами. Якщо відрізки ліній точно визначені координатами, а центри дуг, що сполучають, не визначені, потрібно використовувати команду FILLET (сполучення).

При початковому виклику цієї команди потрібно задати радіус сполучення, а потім, повторивши виклик команди, потрібно вказати лінії, між якими повинно бути виконане округлення (із заданим радіусом).

Щоб зробити два сполучення тим самим радіусом досить зробити серію щигликів: ЛК-ЛК-ПК-ЛК-ЛК-ПК.

В тому випадку, якщо дуги прив'язані до строго визначених центрів, а відрізки ліній, що вони сполучають, не задані конкретними розмірами, необхідно знайти точки сполучення. В деяких випадках їх координати можна розрахувати аналітично, нанести на кресленні репери із розрахованими координатами та з'єднати їх відповідними

лініями. Або ж можна знайти точки сполучення геометричними побудовами, тобто креслярськими прийомами.

Команди необхідні для виконання завдання:

SKETCH (ескіз) – дозволяє виконувати рисунки «від руки».

FILLET (сполучення) – побудова сполучення двох відрізків, дуг або окружностей заданого радіусу.

LINE (відрізок) – рисує прямолінійний відрізок вказаної довжини.

XLINE (пряма, конструкційна лінія) – рисує пряму, що не має обмежень по довжині.

POINT (точка) – рисує окремі точки.

CIRCLE (окружність) – рисує окружність будь-якого заданого радіусу.

ARC (дуга) – рисує дугу будь-якого радіусу.

MIRROR (дзеркало) – рисує дзеркальне відображення вказаного об'єкту.

Рекомендовані режими роботи:

OBJECT SNAP – режим об'єктного прив'язування;

OBJECT SNAP TRACKING – режим відстежування об'єктного прив'язування.

Прив'язування – це комплекс команд, об'єднаних однією властивістю, що дозволяє при виконанні чергового елемента креслення точно сполучити його з раніше накресленим об'єктом. При цьому базова точка цього елемента автоматично сполучається з обраною точкою прив'язування.

Команду або застосовують індивідуально до кожної точки прив'язування, або, при необхідності, вмикають для постійної дії, на що вказує натиснута кнопка OSNAP у рядку стану.

Діалогове вікно установки постійних прив'язувань можна викликати командою *Tools / Drafting Settings*.

Для індивідуального застосування команди об'єктного прив'язування необхідно обрати на стандартній панелі інструментів кнопку TRACKING (Відстежування), або використати плаваючу панель інструментів *Object Snap*.

3.3 Приклади виконання креслень двох деталей (рейки та коромисла)

- Накреслимо зображення перетину рейки, приведеного на рис. 3.1.

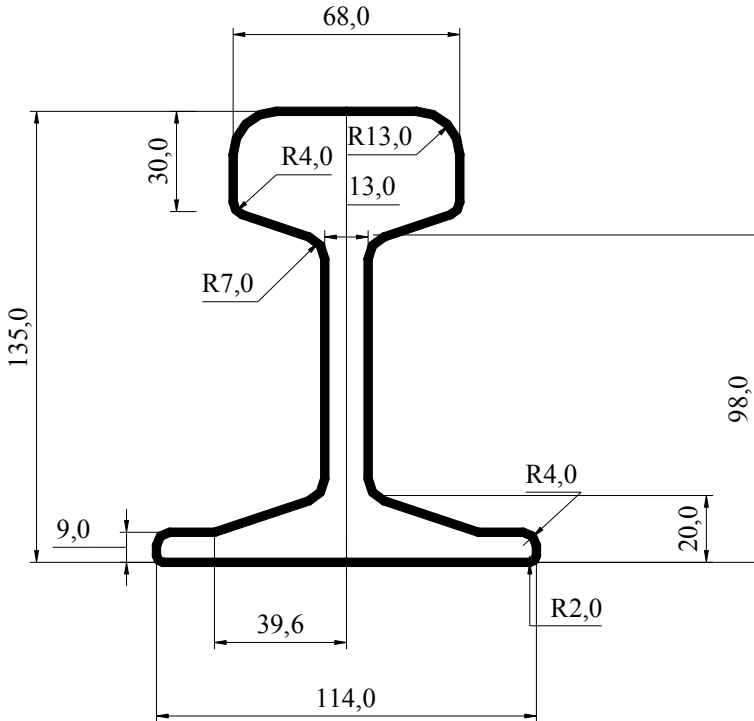


Рисунок 3.1 – Креслення перетину рейки

Починати роботу над новим кресленням доцільно з нанесення ліній побудови, реперних точок і інших допоміжних елементів. Далі зручно використовувати відносні координати. Для побудови сполучення на кресленні використовуйте команду **FILLET**.

а) Перейдіть до шару «Вспомогательная»; через точку з координатами 0,0 вертикально проведіть конструкційну лінію.

б) Перейдіть до шару «1-основная-06».

в) Використовуючи команду LINE, побудуйте по точках праву половину профілю рейки, але без радіусів. Для цього зручно використати відносні координати. Почніть з осової лінії, потім відкладайте від неї половини зазначених розмірів: LINE...@57<0, @9<90 і так далі.

г) Використовуючи команду FILLET, побудуйте всі потрібні сполучення. Ця команда працює в два етапи: спочатку задаємо потрібний радіус, потім вказуємо щигликом, які лінії потрібно сполучити.

д) Використовуючи команду MIRROR, отримайте дзеркальне відображення правої половини профілю рейки.

Накресліть вісь. Вона повинна виконуватися штрих-пунктирною лінією. Для цього необхідно установити шар із типом лінії «Осевая». Вибрати команду LINE і провести осеву лінію поверх реперної, накресленої на початку роботи сірим кольором.

• Накреслимо зображення коромисла, приведенного на рис. 3.2.

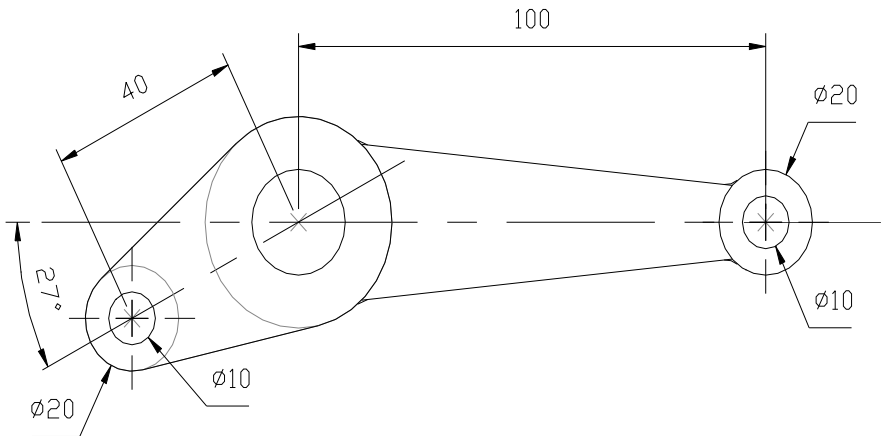


Рисунок 3.2 – Креслення коромисла

Для цього:

а) Виберемо шар *Layer1*. Позначимо точки центрів 3-х отворів. Одну точку побудуємо на початку координат, другу введемо, використовуючи декартові координати, а третю краще визначити використовуючи полярні координати.

б) Накреслимо кола, прив'язуючи їх до раніше намічених точок. Виконаємо команди:

- CIRCLE $\Rightarrow$ SNAP TO NODE (Прив'язування до точки) $\Rightarrow$ [підведіть покажчик миші до центру одного кола радіусом *R10*] $\Rightarrow$ ЛК $\Rightarrow$ *Specify radius...* $\Rightarrow$ [введіть з клавіатури цифру *10*]. На робочому полі точно з наміченого центру буде накреслене коло.

- ПК $\Rightarrow$ SNAP TO NODE $\Rightarrow$ [підведіть покажчик миші до центру другого кола радіусом *R10*] $\Rightarrow$ ЛК $\downarrow$ [в даному випадку значення радіусу вводити не треба, оскільки команда повторила раніше встановлене значення].

- ПК $\Rightarrow$ SNAP TO NODE $\Rightarrow$ [підведіть покажчик миші до центру кола з радіусом *R20*] $\Rightarrow$ ЛК $\Rightarrow$ *Specify radius...* : 20 $\downarrow$

На кресленні з'являться три кола з центрами в раніше вказаних точках.

в) Проведемо дві дотичні, що з'єднують два правих кола. Встановіть лінію *1-основная-06* і виконайте команди:

- LINE $\Rightarrow$ SNAP TO TANGENT (Прив'язування до дотичної) $\Rightarrow$ [підведіть покажчик миші до передбачуваної точки сполучення на одному з кіл. В точці сполучення з'явиться символ прив'язування] $\Rightarrow$ ЛК $\Rightarrow$ SNAP TO TANGENT $\Rightarrow$ [підведіть покажчик миші до передбачуваної точки сполучення на іншому колі. В точці сполучення з'явиться символ прив'язування] $\Rightarrow$ ЛК.

Буде накреслена лінія, сполучена з двома колами. Аналогічним способом проведіть другу дотичну. Важливо, що лінії закінчуються (починаються) точно в точках сполучення з частинами кола (дугами), до креслення яких ми і приступимо.

г) AutoCAD пропонує 12 способів побудови дуг, що вибираються в командному рядку. За замовчуванням дуга визначається 3-а точками. Перша з них задає початок дуги, далі відзначається будь-яка точка на її середній частині й остання точка вказує кінець дуги. Активізуємо режим постійного об'єктного

прив'язування – *Object Snap Setting*. В діалоговому вікні, що відкрилося, *Osnap Setting* (Установка прив'язування), увімкніть прив'язування SNAP TO ENDPOINT та SNAP TO NEAREST, потім клацніть по кнопці OK. Для креслення дуги виконайте команди:

• ARC (Дуга) $\Rightarrow$ [Підведіть покажчик миші до кінця лінії. Тільки з'явиться позначка захоплення клацніть ЛК] $\Rightarrow$ [Підведіть покажчик миші до середньої частини дуги. Тільки з'явиться позначка захоплення, клацніть ЛК] $\Rightarrow$ [Підведіть покажчик миші до кінця іншої лінії. Тільки з'явиться позначка захоплення, клацніть ЛК].

Дуга буде намальована з точним сполученням. Таким же чином побудуйте другу дугу радіусу $R20$. Сполучення двох дуг і двох ліній готові.

д) Накреслимо праву частину коромисла. Розмірів для її побудови немає, тому будемо креслити на власний розсуд, як підказує конструкторське чуття.

Відключимо режими ORTHO і SNAP та за допомогою відомих вам прийомів, проведіть одну похилу лінію між двома колами.

Зверніть увагу, що праве коло накреслене сірим кольором (шар «Вспомогательная»), а не основною лінією шириною 0.6 мм, як це потрібно. Перенесемо зображення кола $R10$ на шар *1-основная-06*.

е) Тепер здійснимо сполучення похилої прямої лінії з двома колами різного діаметру. Для сполучення використовуйте команду FILLET.

ж) Другу похилу лінію легко накреслити за допомогою команди MIRROR (Дзеркало). В якості точок, що утворять лінію, відносно якої будуватиметься дзеркальна копія, оберіть центри кіл $R20$ і $R10$. А для досягнення абсолютної точності скористайтеся об'єктним прив'язуванням до центрів цих кіл.

з) На закінчення накресліть відсутні кола і видаліть сірі лінії побудови (зробіть невидимим шар «Вспомогательная»). Після цього креслення коромисла можна вважати готовим.

3.4 Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- опис режимів об'єктного прив'язування і їх використання (постійних і одноразових);

- опис режимів команд: SKETCH, CIRCLE, ARRAY, MIRROR, ARC, FILLET.

3.5 Контрольні запитання

1. Що таке об'єктна прив'язка, засоби її виклику, опції, пріоритети використання опцій?
2. До якої групи відносяться команди ERASE, TRIM, BREAK, ARRAY, MIRROR, FILLET, CHAMFER, COPY, MOVE, SKETCH, STRETCH, EXTEND, як їх викликають?
3. Яка загальна риса у всіх команд роботи з об'єктами?
4. Які етапи використання у команд сполучення? Чим відрізняються команди FILLET та CHAMFER?
5. Які засоби вибору об'єктів ви знаєте?

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Створення креслення пластини і нанесення розмірів на отримане креслення

Мета роботи: навчитися створювати нові розмірні стилі та наносити розміри на креслення.

4.1 Завдання до лабораторної роботи

1 Виконати креслення пластини за методикою і розмірами, приведеними у розділі 4.3 (рис. 4.2, 4.3).

2 Проставити розміри.

3 Оформити звіт по роботі, відповісти на контрольні запитання.

4.2 Основні теоретичні відомості

Підставою для визначення розміру зображеної деталі і її фрагментів служать розмірні числа, нанесені на кресленні. Доти, поки розміри не визначені, креслення мало зрозуміле і не може бути документом, по якому виготовляється деталь.

Виконаємо наступні дії:

- Відкрийте файл *ШаблонA4.dwt*.

- Введемо новий текстовий стиль (шрифт і його параметри), що буде використовуватися при нанесенні розмірів. Потрібно вибрати шрифт з бібліотеки програми AutoCAD, що відповідає ДСТ і містить спеціальні символи, наприклад, знак діаметра. Введемо ім'я нового текстового стилю – *S6*, шрифт – *simplex.Shx*, висота – *3.5 мм*, ступінь стискування – *1.0*, кут нахилу – *15*.

- Установити значення розмірних системних змінних таким чином, щоб розміри, які наносимо, цілком відповідали вимогам ЄСКД, можна в діалоговому вікні *Dimension Style Manager* (команда DIMSTYLE або кнопка *Dimension Style* на панелі інструментів *Dimension*, див. рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Панель інструментів *Dimension*

4.2.1 Створення нового розмірного стилю, який відповідає вимогам ЄСКД

Для створення нового розмірного стилю клацніть на кнопці *New* діалогового вікна *Dimension Style Manager*. Введіть ім'я нового стилю, наприклад, ЄСКД, у вікні *Start With* (Вихідний прототип). Виберіть ім'я стилю на базі якого буде створюватися новий. У вікні *User for* (Використовувати для) повинен бути напис *All Dimensions* (Всі розміри). Потім клацніть на кнопці *Continue* (Продовжити). З'явиться діалогове вікно *New Dimension Style: ЄСКД* (Новий розмірний стиль: ЄСКД).

- Це вікно містить декілька вкладок, перша з них – *Line and Arrows* (лінії та стрілки).

У зоні *Dimension Line* (розмірна лінія) у полі *Baseline spacing* (базовий проміжок) повинно бути число *6* – відстань між сусідніми розмірними лініями, що виконуються автоматично. Колір і тип лінії – білий та *ByBlock*. Змінювати ці установки не рекомендується, щоб надалі не виникало проблем із виводом креслення на папір.

В області *Arrowheads* (стрілки) в полі *Arrow Size* (розмір стрілки) вкажіть довжину стрілки *3.5*, а у вікні *1-st* (1-а стрілка) – тип стрілки *Closed filled* (закрита з заповненням), що відповідає вимогам ДСТ.

В полі *Leader* (покажчик) також задайте тип стрілки *Closed filled*, але надалі цей параметр, можливо, доведеться змінювати.

В області *Extension Line* (виносні лінії) визначаються деякі параметри цих ліній. У вікні *Extension beyond dim lines* (виступ розмірної лінії) введіть *2* (розмір «хвостів», що виступають над лінією розміру), а в полі *Offset from origin* (відступ від об'єкта) – *0* (нуль), щоб виключити розрив між розмірною лінією та об'єктом, оскільки ЄСКД його не передбачає.

В області *Center Marks for Circles* (центрові лінії окружностей) у вікні *Type* (тип) наберіть *Line* (лінія). Тепер центрові лінії отворів будуть накреслюватися складеним хрестиком, і виступати за коло, як запропоновано вимогами ЄСКД. В полі *Size* (розмір) зазначте *3.5*. Це буде відповідати розміру хрестика в центрі окружності.

- Перейдіть до наступної вкладки *Text* (текст).

В зоні *Text Appearance* (параметри тексту) в полі *Text style* (стиль тексту) можна задати будь-який із уже наявних текстових стилів. Для нанесення розмірів ми створили спеціальний стиль *S6*, що і треба обрати в цьому вікні.

В полі *Text color* (колір тексту) залишіть *ByBlock*. Відтінок розмірів буде відповідати кольору поточного шару.

В полі *Text height* (висота тексту) визначте розмір 3.5.

В зоні *Text Placement* (розташування тексту) в полі *Vertical* (вертикальний) оберіть *Above* (над), а в полі *Horizontal* (горизонтальний) – *Centered* (по центру). При таких параметрах розміри будуть проставлені посередині розмірної лінії і над нею (як це і потрібно за ЄСКД).

У вікні *Offset from dim line* (відстань від розмірної лінії) задайте 1.2 або трохи більше, наприклад, 1.5 (це зазор між цифрами і розмірною лінією).

В зоні *Text Alignment* (разворот тексту) встановіть прапорець в полі *ISO Standard* (стандарт ISO), що за розміщенням цифр у позначенні розмірів відповідає вимогам ЄСКД.

Як ви, напевно, помітили, на усіх вкладках є зразок розташування розмірів, в якому видно, як буде виглядати на кресленні створюваний розмірний стиль.

- Відкрийте наступну вкладку *Fit* (відстань, підгонка).

На цій вкладці в зоні *Text Placement* (розташування тексту) поставте прапорець в полі *Over the dimension line, with a leader* (над полицею лінії винесення). Інші параметри даної вкладки можна залишити без змін.

- Оберіть вкладку *Primary Units* (основні одиниці виміру).

Задайте в полі *Units format* (формат одиниць виміру) *Decimal* (десяткові), а в полі *Precision* (точність) – 0.0. При цьому на кресленні в режимі автоматичного нанесення розмірів буде виводитися тільки один десятковий знак.

У вікні *Decimal separator* (відділення десяткової частини) встановіть *Comma* (кома). Тоді в автоматичному режимі десяткова і ціла частини числа будуть розділені комою.

В полі *Scale Linear* (масштаб) наберіть 1.

В зоні *Zero Suppression* (усунення нуля) зніміть прапорці в полях *Leading* (перед) та *Trailing* (позаду). Тепер у позначенні розмірів будуть поставлені нулі на початку числа, що не містить цілої частини (наприклад, 0,2), і наприкінці – якщо відсутня значуща цифра після коми (наприклад, 3,0). Але це відноситься тільки до автоматичного нанесення розмірів. При нанесенні їх вручну кількість цифр і нулів визначає конструктор. В зоні *Angular Dimensions* (кутові розміри)

збережіть установки *Decimal Degrees* (десяткові градуси) і *0* (нуль) у полі *Precision*. Після цього при автоматичному нанесенні кутових розмірів їх значення буде обмежене тільки цілою частиною числа.

• Наступні вкладки – *Alternate Units* (альтернативні одиниці) і *Tolerance* (допуски) – можна не відкривати.

Перша використовується тільки в тому випадку, коли потрібно, щоб значення розмірів на кресленні були виражені в двох різних одиницях (наприклад, у міліметрах і поруч (у дужках) у дюймах). Вкладка *Tolerance* допомагає розташовувати допуски, але програма скрізь указує той самий розмір, заздалегідь встановлений в розмірному стилі, і обов'язково розташовувати їх в усіх розмірах – варіант, що в практичній роботі з машинобудівними кресленнями не зустрічається.

По завершенню усіх призначень на усіх вкладках щигликом по кнопці *Ok* викликайте знову діалогове вікно *Dimension Style Manager* (керування розмірним стилем) і клацніть у ньому по кнопці *Close* (закрити).

Щоб скористатися створеним розмірним стилем, необхідно на панелі *Dimension* (розміри) – див. рис. 4.1 – у вікні (без назви) встановити розмірний стиль ЄСКД.

Тепер залишилося повернути файл *ШаблонA4* у розряд шаблонів. Тоді ви зможете зберігти всі установки (старі і нові) у шаблоні і користуватися ними в кожному новому кресленні. Зробити це можна так само, як і при розробці нового шаблону. Нагадаємо основне:

- Меню *File* (файл) / *Save as...* (зберігти як...);
- У діалоговому вікні, що відкрилося в області *File extension* (Тип Файлу) задайте *Drawing Template File (*.dwt)* і клацніть по кнопці *Save* (Зберегти).

Незалежно від версії програми AutoCAD, з яким ви працюєте, розмірний стиль збережеться у файлі *ШаблонA4* і буде встановлюватися за замовчуванням на початку роботи з кожним новим кресленням. Якщо в конкретному випадку вам буде потрібно щось поміняти в параметрах цього стилю, то клацніть, не закриваючи креслення, по кнопці *Dimension Style* (розмірний стиль)  на панелі *Dimension* (розміри). Ви побачите знайоме діалогове вікно, де зможете внести необхідні зміни. Однак вони збережуться, і будуть діяти тільки в даному кресленні.

4.2.2 Нанесення розмірів

Для нанесення розмірів на кресленні треба вивести на робоче поле панель інструментів *Dimension* (як це зробити: меню *View/Toolbars/* панель *Dimension*).

Тепер про самі розміри. В AutoCAD є автоматичний і ручний режими нанесення розмірів. Однак не варто думати, що автоматичний режим зводиться до щиглика кнопкою, після якого програма сама цілком і правильно розставить всі розміри. В будь-якому випадку вам самотійно доведеться виконати це, використовуючи команди і переміщуючи покажчик миші. В автоматичному режимі AutoCAD визначає числове значення розміру, виходячи з розмірів побудови креслення, але не більше того. Якщо креслення побудоване строго з дотриманням розмірів (за допомогою сітки, з введенням точних координат із клавіатури і т.д.), то відповідні значення автоматично з'являться на кресленні і вам не доведеться вводити їх вручну.

Однак, в ряді випадків, іншого варіанта, крім нанесення вручну, не існує (наприклад, коли розмір включає пояснювальний текст і допуск).

В обох режимах робота виконується однаково, але при нанесенні розмірів вручну на визначеному етапі використовуються команди введення тексту, і тоді є можливість установити за власним бажанням числові і літерні позначення.

В конструктора зберігається ще один спосіб виконання цієї операції – вивести всі розміри в автоматичному режимі, а потім, на другому етапі, поміняти їх на необхідні методом коректування. Іноді діяти так більш зручно, скажемо, якщо ви спочатку хочете зробити ескіз, а потім його доробляти.

4.3 Приклад виконання креслення пластини

Пластина, яку необхідно накреслити, та її розміри наведені на рис. 4.2 і рис. 4.3.

Порядок креслення пластини наступний:

- а)** встановіть поточний шар “Допоміжний”;
- б)** встановіть початок користувальної системи координат у точку **Т.5**;
- в)** накресліть осьові лінії для кола **поз. 2**.

Команда LINE. Накресліть, використовуючи абсолютну систему координат, відрізок прямої із т.(32,46) у т.(32,4).

Команда OFFSET. Проведіть лінію, рівнобіжну накресленої, змістивши відрізок на 25 мм вправо.

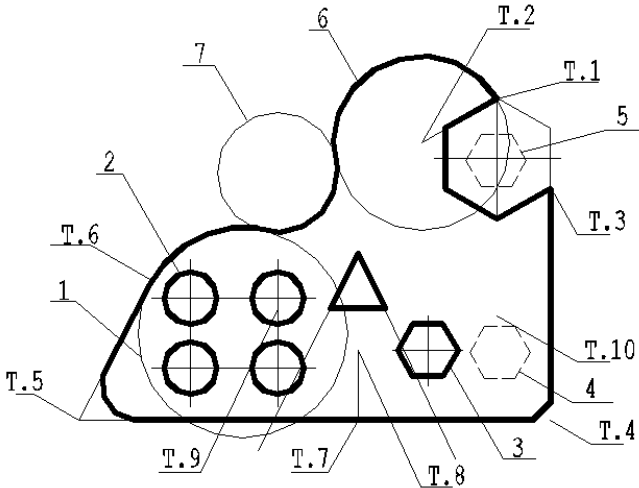


Рисунок 4.2 – Елементи контуру пластини

Команда LINE. Накресліть, використовуючи абсолютну систему координат, відрізок прямої із т.(21,15) у т.(68,15).

Команда OFFSET. Проведіть лінію, рівнобіжну накресленої, змістивши відрізок на 20 мм нагору.

2) накресліть осьові лінії для багатокутників **поз. 3 і 6**.

Команда LINE. Накресліть, використовуючи абсолютну систему координат, відрізок прямої із т.(100,30) у т.(100,10).

Для побудови іншої осьової лінії використовуємо додатковий засіб редагування *Grips*:

- виберіть тільки що накреслений відрізок (на відрізку з'являться маркери);
- виберіть середній маркер (обраний маркер перетвориться в червоний квадрат);
- натисніть праву кнопку миші і виберіть у контекстному меню команду ROTATE;
- введіть параметр C, щоб зберегти вихідний об'єкт при

редагуванні;

- введіть кут повороту об'єкта – 90° ;
- введіть X , щоб завершити роботу з засобом *Grips*;
- натисніть двічі клавішу *Esc*, щоб зняти маркери.

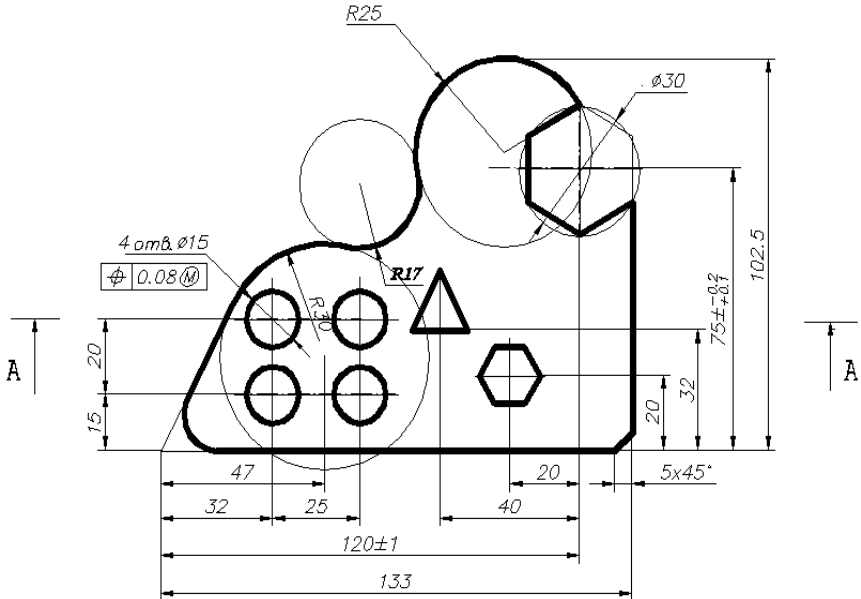


Рисунок 4.3 – Креслення пластини

Команда **LINE**. Накресліть, використовуючи абсолютну систему координат, відрізок прямої із т.(120,93) у т.(120,57).

Для побудови іншої осьової лінії використовуйте додатковий засіб редагування *Grips*.

д) установіть поточний шар “Допоміжний” (інструментальна панель *Object Properties*).

е) накресліть окружності **поз. 1** і **2**.

Команда **CIRCLE**. Задати, використовуючи абсолютну систему координат, точку центру кола **поз. 1** (47,25), а потім ввести числове значення радіусу цього кола – 30 мм.

Для побудови кола **поз. 2** повторити команду (натисніть *Enter*),

а потім зазначте центр кола, скориставшись режимом об'єктної прив'язки *Intersection* (параметри режиму об'єктної прив'язки можна вибрати з контекстного меню, що викликається при одночасному натисканні клавіші *Shift* і правої кнопки миші). Після вказівки центру кола введіть числове значення його радіусу – 7.5 мм (потрібно бути уважним при введенні числа: сім – точка – п'ять).

жс) змініть розмір зображення на екрані монітора.

Команда ZOOM. Використовуйте інструмент *Zoom Window* панелі *Standard Toolbar*, щоб задати на полі креслення робоче вікно, розміри якого визначаються розмірами пластини (вибирайте положення вікна так, щоб у ньому цілком помістилися щойно накреслені об'єкти).

з) створіть прямокутний масив копій кола **поз. 2**.

Команда ARRAY. Прямокутний масив містить два рядки і два стовпці. Відстань між рядками дорівнює 20 мм. Відстань між стовпцями дорівнює 25 мм. При використанні команди зверніть увагу, що розмноження кола поз. 2 відбувається вправо і вниз. Якщо перший напрямок збігається з позитивним напрямком (вісь *X*), то друге відповідає негативному напрямку (вісь *Y*). Отже, числовому значенню відстані між рядками необхідно привласнити знак мінус.

и) накресліть правильний багатокутник **поз. 3**.

Команда POLYGON. Необхідно, обравши спосіб побудови, побудувати шестикутник, вписаний в коло. Радіус кола – 7.5 мм, координати точки центру – (100,20).

к) створіть копію (**поз. 4**) багатокутника поз. 3.

Команда COPY. На кресленні заданий розмір зсуву об'єкта поз. 4 щодо об'єкта поз. 3. Щоб використовувати задану відстань при копіюванні, потрібно:

- вибрати об'єкт поз. 3;
- задати зсув об'єкта в прямокутній системі координат (20,0) або відстань і напрямок зсуву в полярній системі координат ($20<0$);

– натиснути клавішу *Enter*.

л) перемістіть багатокутник поз. 4 у **поз. 5**.

Команда MOVE. Перемістіть об'єкт, задавши положення базової точки в абсолютній системі координат, а положення другої точки – у відносній системі координат. Для цього потрібно:

- вибрати об'єкт поз. 4;
- ввести координати базової точки (100,20);

– ввести координати другої точки ($@0,55$).

м) збільшите в два рази багатокутник поз. 5.

Команда SCALE. В якості базової точки зручно вибрати точку з координатами (120,75).

н) поверніть збільшений багатокутник на 30° .

Команда ROTATE. В якості базової точки зручно вибрати точку з координатами (120,75).

о) накресліть відрізок прямої із точки **T.1** у точку **T.2**.

Команда LINE. Використовуйте для визначення положення точки **T.2** спосіб завдання координат при заздалегідь відомій довжині відрізка (в даному випадку це числове значення радіусу кола **поз. 8**). Для його застосування необхідно попередньо настроїти і включити режим *Polar*. Дії користувача при цьому наступні:

- встановить в рядку стану графічний курсор на кнопці індикатора *Polar* і натисніть праву кнопку миші;
- виберіть у контекстному меню рядок *Settings*;
- виберіть у списку, що розкривається, *Increment Angle* діалогового вікна *Drawing Settings* кутовий крок 30° ;
- клацніть на кнопці *Ok*;
- клацніть на кнопці *Polar* для вмикання відповідного режиму.

Далі застосовуйте команду LINE і визначіть початкову точку відрізка за допомогою режиму об'єктної прив'язки *Intersection*. Для визначення кінцевої точки відрізка (шукана точка **T.2**) сполучіть еластичну нитку зі стороною багатокутника і введіть число 25 – довжину відрізка. Система побудує відрізок і зажадає введення наступної точки. Натисніть клавішу *Enter* для завершення роботи з командою і виключіть режим *Polar*, клацнувши на відповідній кнопці рядку стану.

Інший спосіб побудови точки **T.2** – визначення її положення у відносній полярній системі координат. Для введення координат точки, що відстоїть від попередньої в заданому напрямку на задану відстань, потрібно на другий запит системи:

Specify next point or [Undo]:

Задайте наступну точку або ... :

ввести спеціальний символ @, потім надрукувати відстань (25), після чого ввести спеціальний символ < і надрукувати напрямку у градусах (210), тобто

Specify next point or [Undo]: @25<210

Система побудує відрізок і зажадає введення наступної точки. Для завершення роботи з командою натисніть клавішу *Enter*.

п) накресліть коло **поз. 6** із центром у точці **T.2**.

Команда **CIRCLE**. Для визначення точки центру кола використовуйте режим об'єктної прив'язки *Endpoint*.

р) накресліть коло **поз. 7**, дотичне до кіл **поз. 6** і **поз. 1**.

Команда **CIRCLE**. Для побудови кола, дотичного до двох об'єктів, варто вибрати у списку параметрів команди **CIRCLE** параметр **TTR** і використовувати режим одноразової об'єктної прив'язки.

с) накресліть промені з точки **T.3** і **T.5** для одержання **T.4** (точка перетинання променів).

Команда **RAY**. Промінь із точки **T.3** зручно будувати, використавши режим об'єктної прив'язки *Intersection* і включивши режим *Ortho*. Повторивши команду (натисніть клавішу *Enter*), побудуйте інший промінь, задавши точку його початку **(0,0)** в абсолютній системі координат.

т) накресліть відрізок прямої із точки **T.5** у точку **T.6** (відрізок дотичний до кола **поз. 1**).

Команда **LINE**. Початкову точку відрізка **(0,0)** зручно задати в абсолютній системі координат. Для визначення кінцевої точки використайте режим об'єктної прив'язки *Tangent*.

у) округліть кут із вершиною в точці **T.5**.

Команда **FILLET**. Спочатку слід перевірити поточні параметри команди й у разі потреби змінити їх значення. Установіть режим *Notrim* для зберігання вихідних об'єктів і радіус сполучення **R=10 мм**. Нагадуємо, після внесення змін команда автоматично завершує роботу, і для виконання округлення її потрібно повторити.

ф) зніміть фаску **5×45°** при вершині в точці **T.4**.

Команда **CHAMFER**. Спочатку слід перевірити поточні параметри команди й у разі потреби змінити їх значення. Установіть режим *Trim* для підрізки вихідних об'єктів і довжину катетів фаски **5мм**. Нагадуємо, після внесення змін команда автоматично завершує роботу, і для виконання фаски команду потрібно повторити.

х) накресліть два відрізки: із точки **T.7** у точку **T.8** і з точки **T.9** у точку **T.10**.

Команда **LINE**. Координати початкових точок відрізків задані на кресленні.

ц) проведіть лінію, рівнобіжну відрізку **T.5–T.6**, на відстані **49 мм**.

Команда **OFFSET**. Провести лінію, рівнобіжну накресленої, змістивши відрізок на **49 мм** вправо.

ч) подовжте накреслену лінію до перетинання з відрізком **T.7–T.8**.

Команда **EXTEND**. Спочатку слід перевірити поточні параметри команди й у разі потреби змінити їх значення. Установивши режим пошуку перетинання **EXTEND**, подовжіть вихідний об'єкт до перетинання з межею – уявним продовженням відрізка **T.7–T.8**. Спочатку зазначте межу, а потім – подовжуємий відрізок. Вкажіть ту частину подовжуємого відрізка, що ближче розташована до межі.

ш) побудуйте дзеркальне відображення накресленої лінії щодо осі симетрії, заданої відрізком **T.7–T.8**.

Команда **MIRROR**. При роботі з командою рекомендується використовувати режим об'єктної прив'язки і включити режим *Ortho*.

Обведення креслення.

а) установіть поточний шар «*1-основная-06*» (інструментальна панель *Object Properties*).

б) обведіть зовнішній контур деталі (товщина лінії обводки **0,6 мм**).

Команда **PLINE**.

Перед тим, як приступити до обведення креслення, необхідно настроїти і включити режим *Osnap*. Настроювання здійснюється в діалоговому вікні *Drafting Settings*, що може бути викликане в результаті наступних дій:

- установіть в рядку стану графічний курсор на індикатор *Osnap* і натисніть праву кнопку миші;
- виберіть у контекстному меню, рядок *Settings*;
- виберіть параметри режиму об'єктної прив'язки *Endpoint* і *Intersection* для постійного використання;
- клацніть по кнопці *Ok*;
- клацніть по кнопці *Osnap* для вмикання режиму об'єктної прив'язки.

Обведення зовнішнього контуру виконуйте з точки **T.3** за годинниковою стрілкою вниз. Спочатку слід перевірити поточну товщину полілінії і при необхідності змінити її значення. Установіть

товщину лінії 0, тому що необхідне значення вже призначене в параметрі *Lineweight* шару «1-основная-06».

Послідовно вказуйте прицілом (маленький квадрат) кінцеві точки відрізків прямих, при цьому кожний сегмент, що викреслюється полілінією, буде відображатися на екрані монітора жовтою лінією товщиною 0,6 мм. В точці сполучення горизонтального відрізка з колом радіуса $R=10$ мм перейдіть у режим проведення дуг кола команди PLINE і на запит:

Specify endpoint of arc or...

Задайте кінцеву точку дуги або...:

Виберіть спосіб побудови дуги кола по трьох точках, задавши параметр *S* для вказівки другої точки дуги кола (поточна точка – точка початку дуги кола). З'явиться запит:

Specify second point on arc:

Задайте другу точку на дузі:

Введіть *NEA* для вмикання режиму об'єктної прив'язки *Nearest* і на запит системи «to» зазначте будь-яку точку на дузі окружності, що обводите. Наступний запит системи:

Specify end point of arc:

Задайте кінцеву точку дуги:

Зазначте кінцеву точку дуги кола і після креслення дугового сегмента по лінії перейдіть у режим проведення відрізків прямої команди PLINE і на запит:

Specify next point or...

Задайте наступну точку або...

зазначте кінцеву точку наступного сегмента полілінії.

Подальші дії аналогічні описаними вище. Закінчить обведення, увівши параметр *C* (*Close*) для з'єднання відрізком прямої кінцевої точки попереднього сегмента і точки **T.3**.

в) обведіть елементи всередині контуру: трикутник, коло поз. 2 і шестикутник поз. 3 (товщина лінії обведення 0,6 мм).

Команда PLINE. Обведення багатокутників дуже просте і швидко виконується. Зупинимося на обведенні кола. На перший запит системи:

Specify start point:

Задайте першу точку:

Зазначте будь-яку точку перетинання кола з її віссю (такі точки називають квадрантними). Наступний запит системи:

Specify next point or...

Задайте наступну точку або...

Перейдіть у режим проведення дуг кола команди PLINE і на запит:

Specify endpoint of arc or...

Задайте кінцеву точку дуги або...

виберіть спосіб побудови дуги кола по трьох точках, задавши параметр S для вказівки другої точки дуги кола (поточна точка – точка початку дуги кола). Піде запит:

Specify second point on arc:

Задайте другу точку на дузі:

Зазначте наступну точку перетинання кола з однією з її осей.

Наступний запит системи:

Specify endpoint of arc:

Задайте кінцеву точку дуги:

Зазначте третю точку перетинання кола з однією з її осей.

Наступний запит системи:

Specify endpoint of arc or...

Задайте кінцеву точку дуги або...

Введіть параметр C (*Close*), щоб з'єднати поточну точку з першою точкою полілінії дуговим сегментом.

г) створіть прямокутний масив копій обведеного кола поз. 2.

Команда ARRAY.

Виконання розрізу.

Розріз – це зображення предмета, уявно розсіченого однією або декількома площинами. На розрізі показується те, що утворюється в січній площині і що розташоване за ній.

а) установіть поточний шар “Допоміжний” (інструментальна панель *Object Properties*).

б) накресліть лінію перетину.

Команда XLINE. Лінія перетину визначає положення січної площини. Для завдання лінії перетину введіть параметр H , а потім задайте точку центру окружності поз. 2, через яку проходить задана січна площина.

в) змініть розмір зображення на екрані монітора.

Команда ZOOM. Використовуйте команду ZOOM із параметром A (*All*), щоб повернутися до отриманого зображення формату $A4$.

г) накресліть допоміжні лінії.

Команда RAY. Використовуйте команду RAY для побудови лінії, початковими точками яких є точки перетинання лінії перетину і контурних ліній. Напрямок променів – вниз від ліній перетину. Попередньо слід включити режим ортогонального креслення *Ortho* і режим об'єктної прив'язки *Intersection*. В разі потреби при визначенні точок перетинання використовуйте інструменти *Zoom Window* і *Zoom Previous* панелі *Standard Toolbar*.

Команда XLINE. Накресліть горизонтальну лінію, що перетинає промені, на довільній відстані від лінії перетину. Використовуйте режим об'єктної прив'язки *Nearest* для фіксації опорної точки на одному із променів.

Команда OFFSET. Накресліть лінію, рівнобіжну горизонтальній, на відстані 10 мм.

д) установіть поточний шар «1-основная-06» (інструментальна панель *Object Properties*).

е) обведіть розріз (товщина лінії обведення 0,6 мм).

Команда BOUNDARY. Виберіть потрібні точки всередині прямокутників, що утворилися.

ж) побудуйте відсутню лінію перетинання двох граней трикутного вирізу.

Команда LINE. На перший запит команди зазначте на зображенні контуру вершину рівнобедреного трикутника. Використовуйте режим об'єктної прив'язки *Intersection*. Другу точку зазначте на нижній допоміжній горизонтальній лінії, використавши інший режим об'єктної прив'язки – *Perpendicular*.

Команда TRIM. Спочатку слід перевірити поточні параметри команди й у разі потреби змінити їх значення. Встановіть режим пошуку перетинання EXTEND для обрізки вихідного об'єкта за уявною продовженою ріжучою крайкою. Виберіть ріжучу крайку – верхню допоміжну горизонтальну лінію, а потім зазначте ту частину тільки що накресленого відрізка, що треба відітнути.

з) установіть поточний шар «Осьова» (інструментальна панель *Object Properties*).

и) побудуйте на розрізі осьові лінії.

Команда LINE. Проведіть осьову лінію через середину верхньої лінії контуру лівого отвору перпендикулярно нижньої лінії контуру.

Для визначення координат верхньої точки використовуйте режим об'єктної прив'язки *Midpoint*, а для нижньої точки – *Perpendicular*.

Команда **LENGTHEN**. Подовжіть кожну сторону відрізка осьової лінії на 3 мм, використавши параметр *DE (Delta)*.

Команда **OFFSET**. Проведіть осьову лінію для другого отвору, рівнобіжну накресленої, змістивши відрізок на 25 мм управо.

к) установіть поточний шар «5-штриховая-04» (інструментальна панель *Object Properties*).

л) виконайте штрихування розрізу.

Команда **HATCH**. Нанесіть штрихування, установивши кут нахилу ліній штрихування 45°, відстань між лініями штрихування 3 мм. Для виконання штрихування виберіть точки всередині прямокутників перетину.

м) встановіть поточний шар «1-основная-06» і «заморозьте» шар *Layer1* (інструментальна панель *Object Properties*).

н) перемістить зображення розрізу в потрібну частину креслення.

Команда **MOVE**. Використовуйте явну вказівку графічним курсором базової точки, що переміщує об'єкти і другі точки.

Отримані зображення забезпечують повне уявлення про деталь. Завершуємо роботу з виконання навчального креслення деталі, клацнувши на кнопці *Save* на панелі інструментів *Standard Toolbar*.

4.4 Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- опис можливостей створення і використання розмірних стилів;
- опис інструментарію по роботі з користувальними системами координат;
- опис режимів команд: **TEXT**, **UCS**, **OFFSET**, **ARRAY**, **POLYGON**, **COPY**, **SCALE**, **ROTATE**, **RAY**, **XLINE**, **CHAMFER**, **EXTEND**, **PLINE**.

4.5 Контрольні запитання

1. Які є засоби виклику команд проставлення розмірів?
2. Яким повинен бути тип лінії в шарі, в якому проставляються

розміри?

3. Як змінити довжину стрілки в розмірі? Яка системна змінна за це відповідає, де її можна переглянути або змінити?

4. Як редагувати розміри?