

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ЗПО «ДПТК»
31.08.2026 р.
Олександр СТРИЛЕЦЬ
ПОГОДЖЕНО
Заступник директора з навчально-методичної
роботи ЗПО «ДПТК»
31.08.2026 р.
Сергій ГОРДІЄНКО

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ «СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР / CAD-СИСТЕМИ)»

Практична робота №1

Тема: побудова кресленика деталі обертання.

Мета роботи: навчитись виконувати побудови деталі обертання в системі AutoCAD.

Час: 2 години аудиторних занять і 4 години самостійної роботи.

Звіт: файл зображення з розширенням DWG.

Засоби виконання: персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату A4PT.DWG.

Завдання:

- 1) відповідно до свого варіанту завдання побудувати деталь обертання;
- 2) проставити необхідні розміри;
- 3) роздрукувати кресленик;
- 4) оформити звіт із практичної роботи.

Варіанти завдань студенти беруть із таблиць №3.1-3.3 згідно зі своїм порядковим номером в журналі групи.

Завдання для самопідготовки

1. Перепишіть тему, мету і завдання для виконання роботи.
2. Шляхом аналізу лекційного матеріалу й вказаної літератури дати письмові відповіді на такі запитання:
 - А) Яку систему координат використовує AutoCAD за умовчанням?
 - Б) Охарактеризуйте способи побудови дуги.
 - В) Скільки елементів може мати мультилінія?
 - Г) Охарактеризуйте способи задання координат точок на кресленні в AutoCAD?
 - Д) Як зберегти кресленик, який створений в AutoCAD?

3. У робочому зошиті скласти алгоритм створення деталі обертання згідно свого варіанта.

Хід роботи: практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції деталі обертання.

Методичні вказівки до виконання практичної роботи Лабораторну роботу виконують згідно зі сценарієм, який враховує поетапність побудови зображення деталі обертання.

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі деталі обертання:

- 1) будуємо осьову лінію і контур деталі обертання;
- 2) проставляємо розміри;
- 3) зберігаємо кресленик.

Послідовність виконання зображення деталі обертання

1. Формування зображення

1. Завантажимо кресленик-прототип A4PT.DWG, який був викреслений при створенні робочого середовища.

2. Установимо текучий прошарок 0 (інструментальна панель OBJECT PROPERTIES). Заповнимо основний напис. Для цього використовуємо команду DTEXT.

3. Використовуємо команду для вказання в графах “Розробив” та “Дата” відповідно П. І. П. та поточну дату (висота шрифту – 2,5 мм), у графах “Масштаб” – масштаб 1:1 (висота шрифту – 5 мм). Назва кресленика – «Валик» (висота шрифту – 5 мм).

4. Створимо файл нового кресленика з ім'ям, наприклад, Робота1.DWG.

2. Побудова контуру деталі

Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 3.1) згідно таких вихідних даних: $D=60$ мм; $l=150$ мм; $a=55$ мм; $c=1:3$. Розміри, яких не вистачає потрібно: вирахувати; вибрати довільно згідно пропорцій деталі; розміри фасок прийняти $2 \dots 3 \times 45^\circ$.

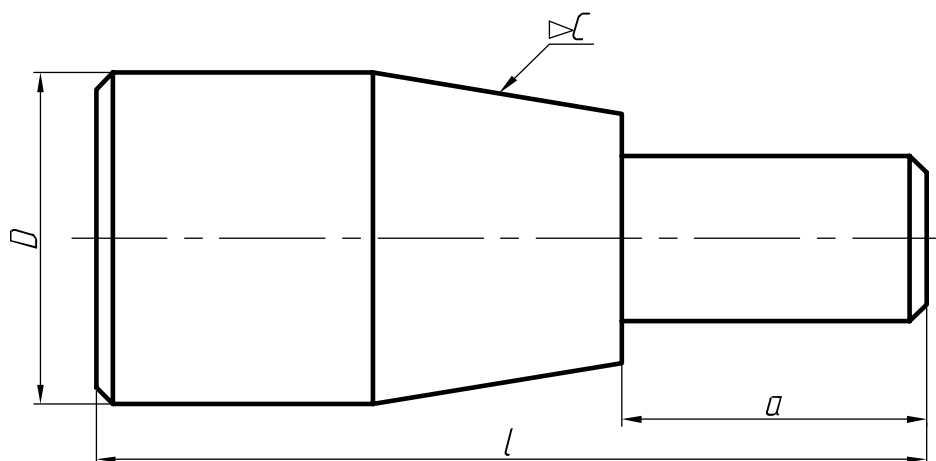


Рис. 3.1

У прототипі A4PT.DWG створені такі прошарки для виконання зображення:

ЕСКІЗ	(колір білий)
КОНТУР	(колір голубий)
РОЗМІР	(колір зелений)
ОСІ	(колір жовтий)

1. Перейдемо на рівень ОСІ і виберемо потрібну (0,5 мм) товщину полілінії для креслення осьової лінії для деталі обертання «Валик».

2. Викреслимо осьову лінію командою LINE (відрізок). При цьому використовуємо абсолютну систему координат, відрізок прямої з точки А (-3,0) до точки В (153,0).

3. Перейдемо на рівень КОНТУР і виберемо потрібну (0,8 мм) товщину полілінії для викреслення контуру зображення даної деталі.

4. Викреслимо замкнутий контур деталі. Введемо команду LINE (відрізок). Перед введенням даної команди відключимо режим Ortho. Для цього використаємо клавішу F8, яка вмикає (вимикає) ортогональний режим (Ortho) креслення прямих (тільки вертикальні або горизонтальні).

Вводимо дані:

- 0,27 – координати точки початку ламаної лінії;

- 3, 30 – координати другої точки ламаної лінії;
- 50, 30 – координати третьої точки ламаної лінії;
- 95, 22.5 – координати четвертої точки ламаної лінії;
- 95, 15 – координати п'ятої точки ламаної лінії;
- 147, 15 – координати шостої точки ламаної лінії;
- 150, 12 – координати сьомої точки ламаної лінії;
- 150, -12 – координати восьмої точки ламаної лінії;
- 147, -15 – координати дев'ятої точки ламаної лінії;
- 95, -22.5 – координати десятої точки ламаної лінії;
- 95, -15 – координати одинадцятої точки ламаної лінії;
- 50, -30 – координати дванадцятої точки ламаної лінії;
- 3, -30 координати тринадцятої точки ламаної лінії;
- 0, -27 координати чотирнадцятої точки ламаної лінії;
- C – забезпечує з'єднання чотирнадцятої та першої точок ламаної лінії.

5. Для завершення побудови контура зображення деталі, залишається викреслити чотири вертикальних прямих лінії між точками 2-13, 3-12, 5-10 та 6-9. Клавішею F8 вмикаємо ортогональний режим (Ortho) креслення прямих. Вводимо команду LINE (відрізок). За допомогою миші переміщаємо курсор у точку 2 та короткотривалим натисканням лівої кнопки миші фіксуємо її положення (замість введення абсолютних координат точки). При цьому задається початок лінії. Вказуємо курсором положення кінцевої точки 13 відрізка та короткотривалим натисканням лівої кнопки миші фіксуємо її положення в кінці відрізка. Команда виконує побудову вертикальної лінії 2-13. Натискаємо клавішу ENTER. В такій послідовності виконуємо побудову решти двох вертикальних ліній між точками 4-11 та 6-9. Результат побудов представлений на рис. 3.2.

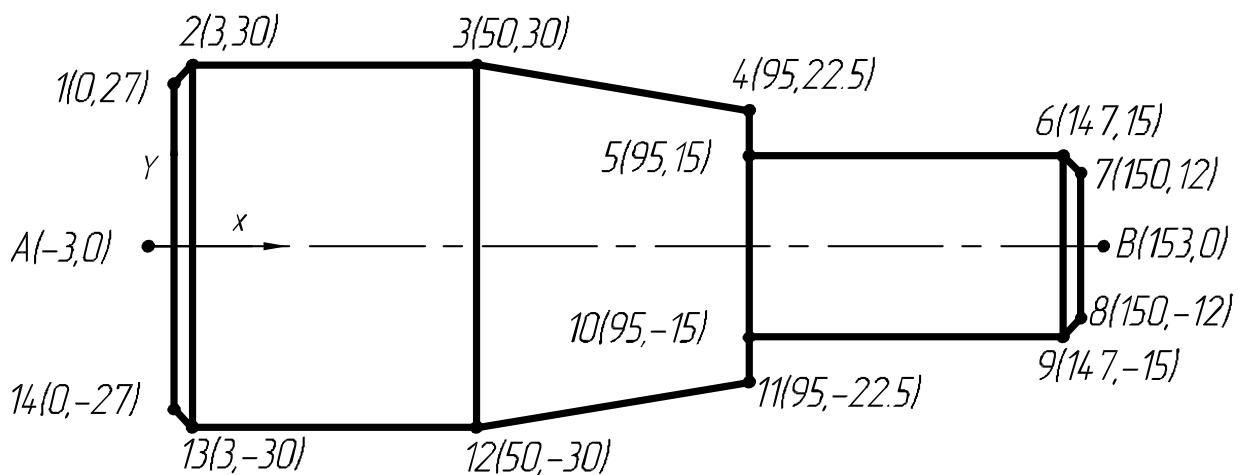


Рис. 3.2

6. Перейдемо на рівень РОЗМІР і виберемо потрібну (0,3 мм) товщину полілінії для креслення розмірних ліній. За допомогою команди DIMLINEAR проставляємо лінійний розмір між точками 6-7 (розмір фаски). Дану команду вводимо з командного рядка. Задаємо курсором точку початку першої виносної лінії, точку другої виносної лінії та місцеположення розмірної лінії. Натискаємо клавішу ENTER. Решту розмірів будемо проставляти комбінованим методом. Для цього використаємо команду DIMBASELINE. Її вводимо також із командного рядка. Команда DIMBASELINE використовується для креслення декількох розмірних ліній від однієї виносної лінії, початкова точка якої приймається за базову. Задаємо початок другої виносної лінії, вказуємо базу розміру, задаємо початок другої виносної лінії, натискаємо клавішу ENTER. В такий спосіб ми наносимо лінійні розміри довжин деталі.

7. Деталь обмежена конічними й циліндричними поверхнями. Для задання розмірів діаметрів поверхонь ми не можемо використати спеціальну команду DIMDIAMETER, яка забезпечує викреслення розмірного блоку для позначення розмірів діаметрів дуг або кіл. В даному випадку система AutoCAD сприймає деталь як плоску. Для нанесення розмірів даних поверхонь використаємо попередню команду DIMLINEAR. Графічний значок діаметра над розмірною лінією сформуємо ввівши з клавіатури %%c. Значок конусності

сформуємо командою LINE (відрізок). Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контура – 10 мм (рис. 3.3).

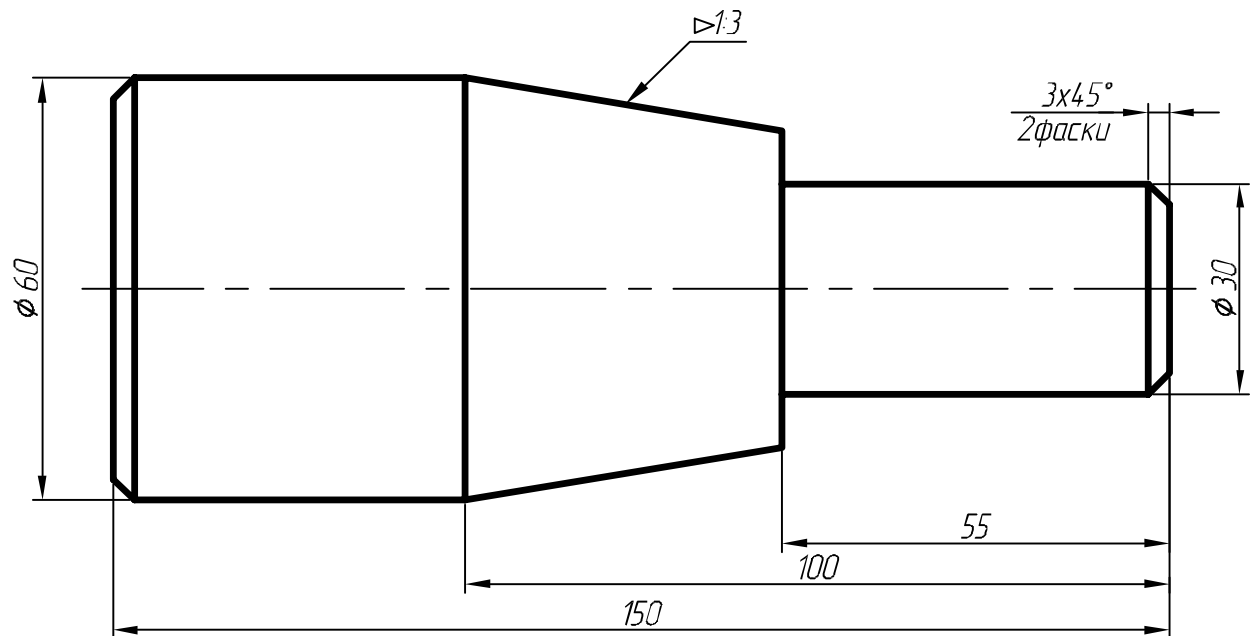
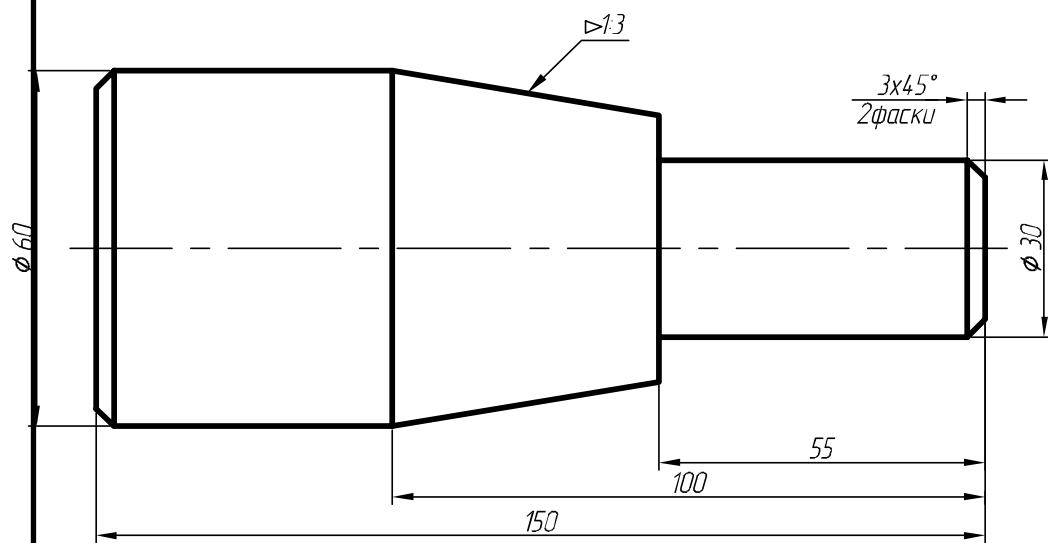


Рис. 3.3

8. Збережемо кресленик деталі обертання. Друкувати роботу слід на одному аркуші паперу формату А4 (масштаб 1:1).

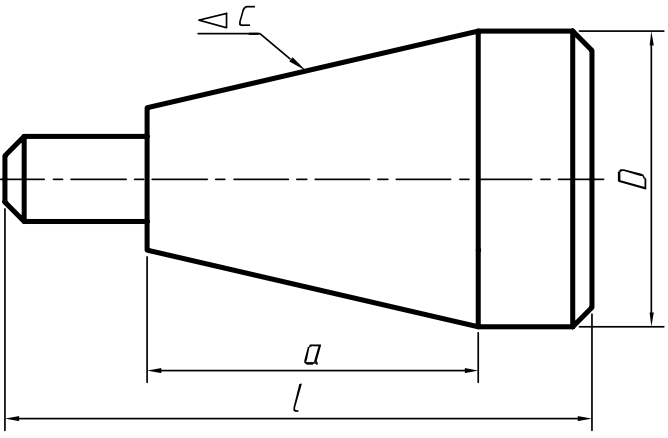


					РДГУ.050133.001			
					Графічна робота №1	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив		Возняк І.М.						
Перевірів		Фещук Ю.В.						
Т. Контр.						Арк.	1	Аркушів 1
Н. Контр.						ФТФ зр.ТПІ-31		
Затв.								

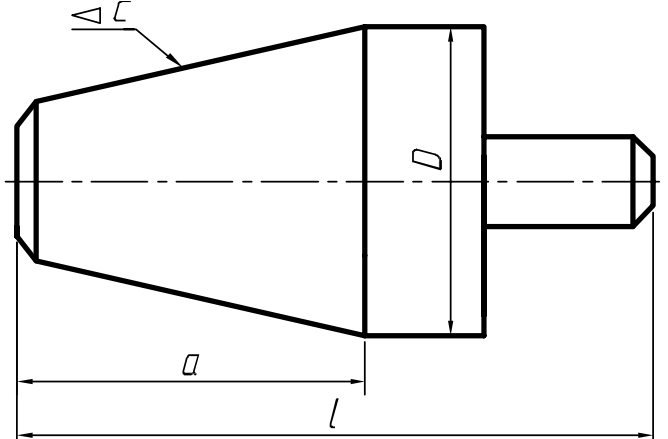
Таблиці 3.1-3.3

Варіанти завдань для побудови тіла обертання

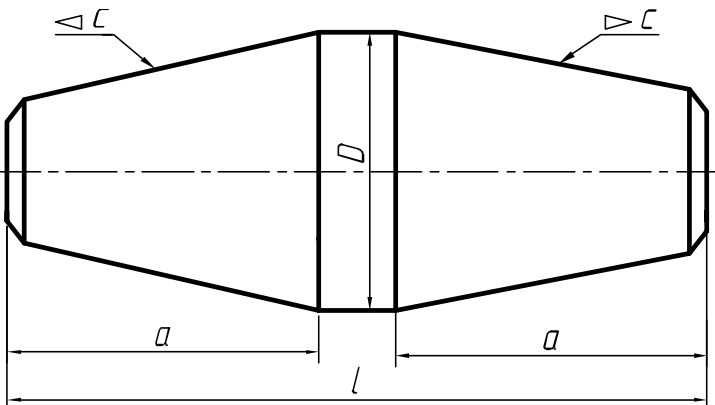
Таблиця 3.1

	Варіант	c	D	a	l
	1	1:4	60	70	125
	4	1:3	55	65	120
	7	1:5	60	60	115
	10	1:5	55	55	120
	13	1:4	60	60	115
	16	1:3	60	70	125
	19	1:3	50	55	115
	22	1:4	60	65	120
	25	1:5	55	70	125
	28	1:4	60	60	120

Таблиця 3.2

	Варіант	c	D	a	l
	2	1:3	55	60	120
	5	1:4	60	55	115
	8	1:5	55	65	120
	11	1:3	60	65	125
	14	1:4	65	70	130
	17	1:5	50	65	125
	20	1:3	60	65	120
	23	1:5	55	60	115
	26	1:4	60	55	110
	29	1:5	55	60	125

Таблиця 3.3

	Варіант	c	D	a	l
	3	1:5	60	50	120
	6	1:4	55	55	125
	9	1:3	60	50	120
	12	1:4	50	50	115
	15	1:3	50	45	115
	18	1:5	65	50	125
	21	1:4	50	55	120
	24	1:5	60	50	125
	27	1:3	55	45	115
	30	1:4	60	50	125

Практична робота №2

Тема: побудова кресленика профілю прокату.

Мета роботи: здобути навички з виконання кресленика профілю прокату (швелер, двотавр) засобами комп'ютерної графіки.

Час: 2 години аудиторних занять і 4 години самостійної роботи.

Звіт: файл зображення з розширенням DWG.

Засоби виконання: персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату A4PT.DWG.

Завдання:

1) відповідно до свого варіанта завдання побудувати профіль прокату;

2) виконати штриховку і проставити необхідні розміри;

3) роздрукувати кресленик;

4) оформити звіт із практичної роботи.

Варіанти завдань студенти беруть із таблиць №3.4-3.5 згідно зі своїм порядковим номером у журналі групи.

Завдання для самопідготовки

1. Перепишіть тему, мету і завдання для виконання роботи.
2. Шляхом аналізу лекційного матеріалу й вказаної літератури дати письмові відповіді на такі запитання:
 - А) За допомогою якої панелі інструментів і яких команд редагують об'єкти в AutoCAD?
 - Б) Яка послідовність виконання спряження в AutoCAD?
 - В) Як можна створити новий стиль тексту?
 - Г) Яким чином можна редагувати текст?
 - Д) Охарактеризуйте призначення деталей прокату: кутник, двотавр, швелер тощо.
3. У робочому зошиті скласти алгоритм побудови профілю прокату (швелер або двотавр) згідно зі своїм варіантом.

Хід роботи: практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції профілю прокату.

Методичні вказівки до виконання практичної роботи

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі профілю прокату:

- 1) оскільки двотавр (швелер) – симетрична фігура, що може бути визначена дзеркальним відображенням його частини, тому будуємо спочатку четверту (другу) частину профілю прокату;
- 2) виконуємо віддзеркалення моделі;
- 3) наносимо штриховку;
- 4) проставляємо розміри;
- 5) зберігаємо кресленика.

Послідовність виконання зображення профілю прокату

Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 3.4) згідно з такими вихідними даними: $h=180$ мм; $b=74$ мм; $s=5,1$ мм; $t=9,3$ мм; $R=9$ мм; $r=3,5$ мм.

Викреслимо командою LINE (відрізок) два вертикальні (1-2, 3-4) і один горизонтальний (1-3) відрізки (рис. 3.5). Довжина відрізка 1-2 дорівнює половині висоти швелера, відрізка 1-3 – його ширині, відрізка 3-4 – довільна. Координати точок для першого відрізка: 1(0, 0), 2(0, 90), для другого – 1(0, 0), 3(74, 0), для третього – 3(74, 0), 4(74, 10).

Командою OFFSET (подібність) змістимо відрізок 1-2 на величину S (5,1 мм) праворуч (рис. 3.6).

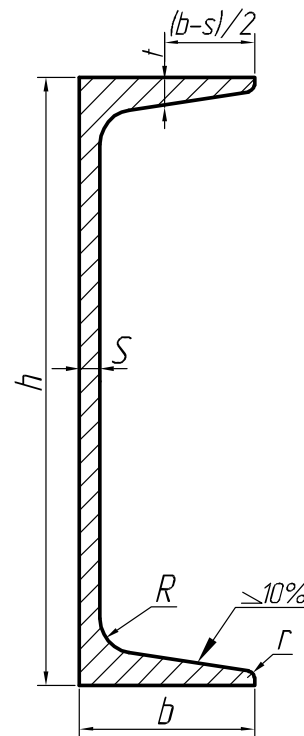


Рис. 3.4

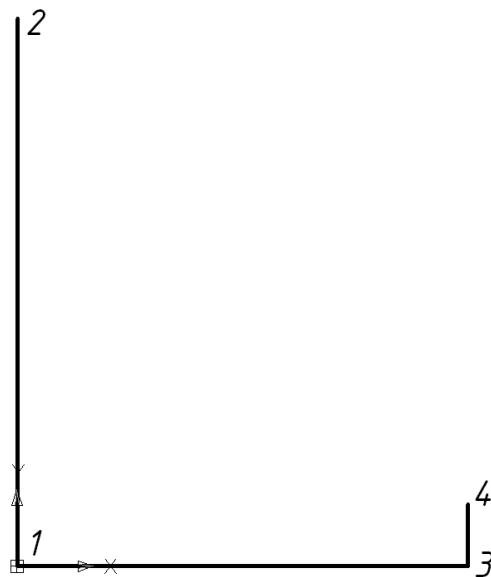


Рис. 3.5



Рис. 3.6

Формуємо відрізок під нахилом 10%. Для цього виконаємо допоміжні побудови у вигляді прямокутного трикутника. Один із катетів якого дорівнюватиме 10 мм, другий – 100 мм, а гіпотенуза буде розміщена під потрібним нахилом у 10%. Для знаходження координат

трьох точок трикутника виконаємо обчислення: $(b-s)/2=(74-5,1)/2=34,45$. Координати першої точки – 39.55, 9.3, другої – 39.55, -0.7, третьої – 139.55, -0.7 (рис. 3.7).

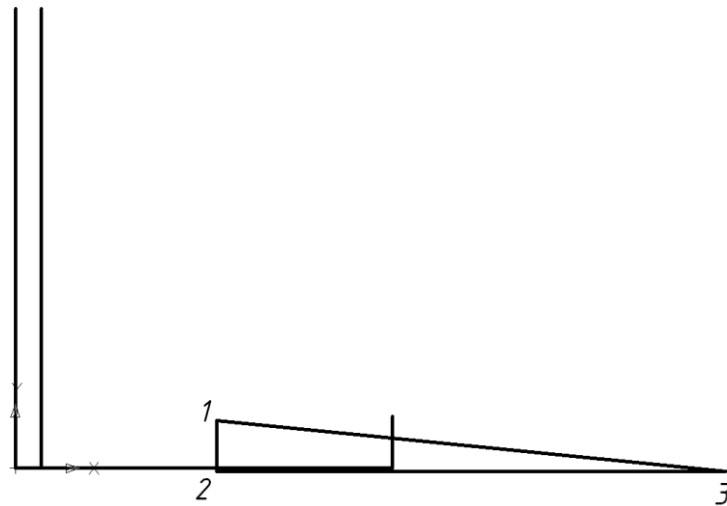


Рис. 3.7

Командами EXTEND (продовжити), TRIM (обрізати) та ERASE (видалити) формуємо необхідний контур нижньої половини швелера (рис. 3.8). Командою FILLET (спряження) побудуємо спряження великого (9 мм) і малого (3,5 мм) радіусів (рис. 3.9).

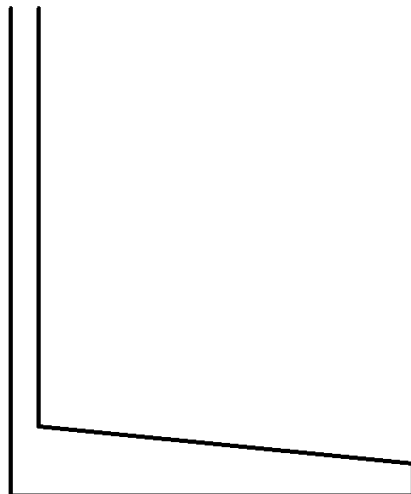


Рис. 3.8

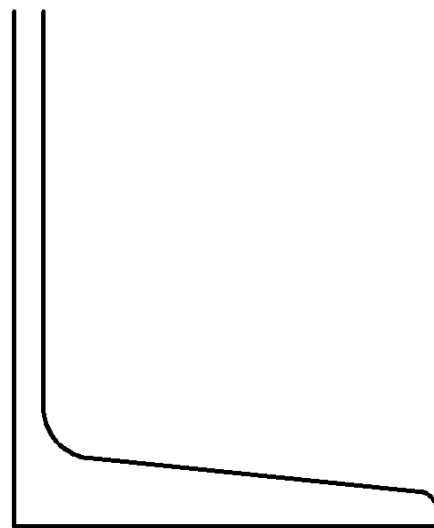


Рис. 3.9

Будуємо дзеркальне зображення вихідного контуру (команда MIRROR (дзеркало) відносно точок, які визначають лінії симетрії двотавра (рис. 3.10).

Виконаємо штриховку командою HATCH (штриховка) за такими параметрами: тип штриховки – ANSI-31, кут повороту – 0, масштаб – 1 (рис. 3.11).

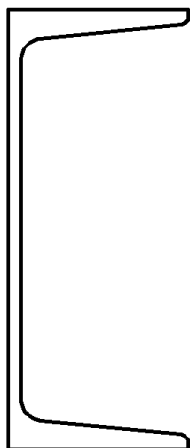


Рис. 3.10

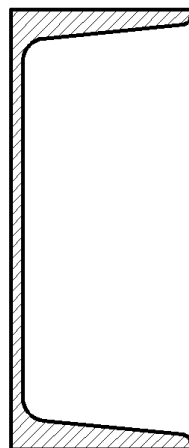


Рис. 3.11

Проставимо розміри, використовуючи панель інструментів DIMENSION (розміри) (рис. 3.12). Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контуру – 10 мм.

Зберігаємо отримане зображення профілю прокату – швелера.

Друкувати роботу слід на одному аркуші паперу формату А4 (масштаб вибрати самостійно).

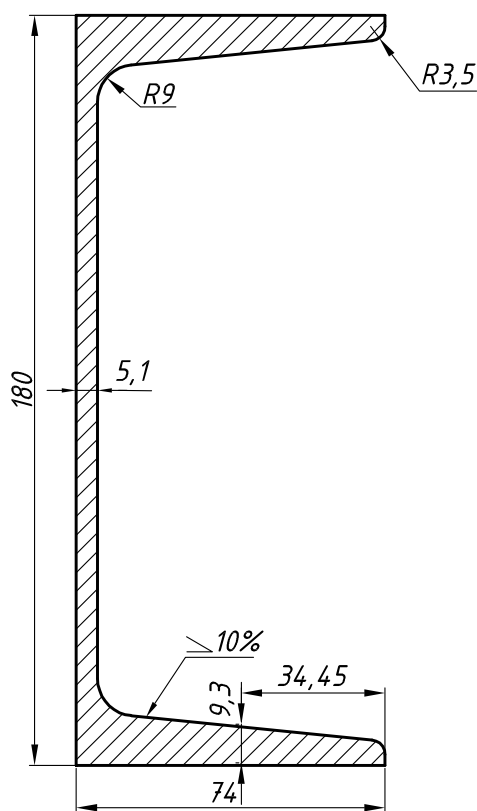
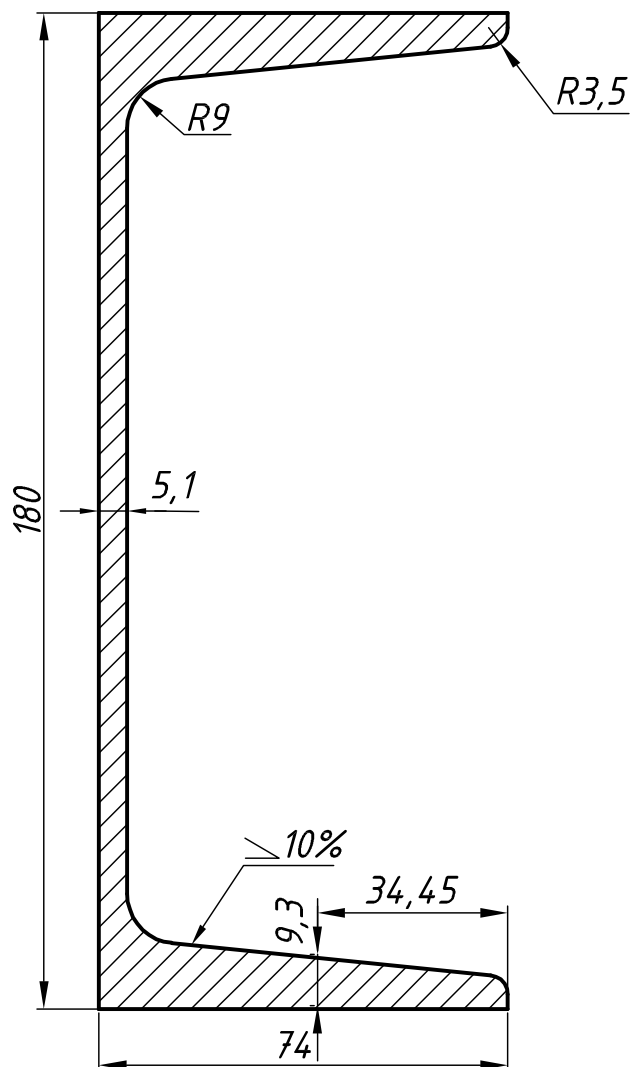


Рис. 3.12



					РДГУ.050133.002		
					Графічна робота №2		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Возняк І.М.			Літ.	Маса	Масштаб
Перевірив		Фещук Ю.В.					1:1
Т. Контр.					Арк.	1	Аркушів 1
Н. Контр.					ФТФ гр.ТПІ-31		
Затв.							

Варіанти завдань для побудови кресленника прокату

Таблиця 3.4

Балки двотаврові ГОСТ 8239 – 72

	№ вар.	№ балки	h	b	s	t	R	r
	1	10	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5
	3	12	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0
	5	14	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0
	7	16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
	9	18	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5
	11	18a	180	100	5,1	8,3	9,0	3,5
	13	20	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0
	15	20a	200	110	5,2	8,6	9,5	4,0
	17	22	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0
	19	22a	220	120	5,4	8,9	10,0	4,0
	21	24	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0
	23	24a	240	125	5,6	9,8	10,5	4,0
	25	27	270	125	6,0	9,8	11,0	4,5
	27	27a	270	135	6,0	10,2	11,0	4,5
	29	30	300	135	6,5	10,2	12,0	5,0

Таблиця 3.5

Швелер із кутом внутрішніх граней ГОСТ 8240-72

	№ вар.	№ балки	h	b	s	t	R	r
	2	5	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5
	4	6,5	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5
	6	8	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5
	8	10	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0
	10	12	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0
	12	14	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0
	14	14a	140	62	4,9	8,7	8,0	3,0
	16	16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5
	18	16a	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5
	20	18	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5
	22	18a	180	74	5,1	9,3	9,0	3,5
	24	20	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0
	26	20a	200	80	5,2	9,7	9,5	4,0
	28	22	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0
	30	22a	220	87	5,4	10,2	10,0	4,0

Практична робота №3

Тема: побудова кресленика плоскої деталі з елементами спряження. Нанесення штриховки.

Мета роботи: навчитись виконувати кресленик плоскої деталі з елементами спряження, встановлювати необхідні параметри і виконувати штриховку плоских контурів.

Час: 2 години аудиторних занять і 4 години самостійної роботи.

Звіт: файл зображення із розширенням DWG.

Засоби виконання: персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату A4PT.DWG.

Завдання:

- 1) відповідно до свого варіанта завдання побудувати плоский контур деталі зі спряженнями;
- 2) виконати штрихування плоского контуру;
- 3) нанести необхідні розміри
- 4) роздрукувати кресленик плоскої деталі;
- 5) оформити звіт із практичної роботи.

Варіанти завдань студенти беруть із таблиці № 3.6 згідно зі своїм порядковим номером у журналі групи.

Завдання для самопідготовки

1. Перепишіть тему, мету і завдання для виконання роботи.
2. Шляхом аналізу лекційного матеріалу й вказаної літератури дати письмові відповіді на такі запитання:
 - А) Вкажіть послідовність виконання спряжень в системі AutoCAD.
 - Б) Яка команда призначена для виконання штриховки?
 - В) Що являє собою градієнтна заливка та як її виконують?
 - Г) Якою командою редагують штриховку?
3. У робочому зошиті скласти алгоритм кресленика плоскої деталі з елементами спряження та з нанесенням штриховки в системі AutoCAD згідно зі своїм варіантом.

Хід роботи: практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції плоскої деталі.

Методичні вказівки до виконання практичної роботи

Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 3.13).

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) створюємо ортогональну проекцію плоскої деталі;
- 2) виконуємо штриховку;
- 3) проставляємо необхідні розміри;
- 4) зберігаємо кресленик.

Побудову розпочнемо з проведення осевих ліній командою LINE (відрізок). Командою OFFSET (подібність) змістимо відрізки осевих ліній на потрібні відстані (рис. 3.14). За допомогою команди CIRCLE (коло) будуємо 7 кіл радіусами 7, 9, 13 (2 кола), 15, 18 та 40 мм відповідно (рис. 3.15).

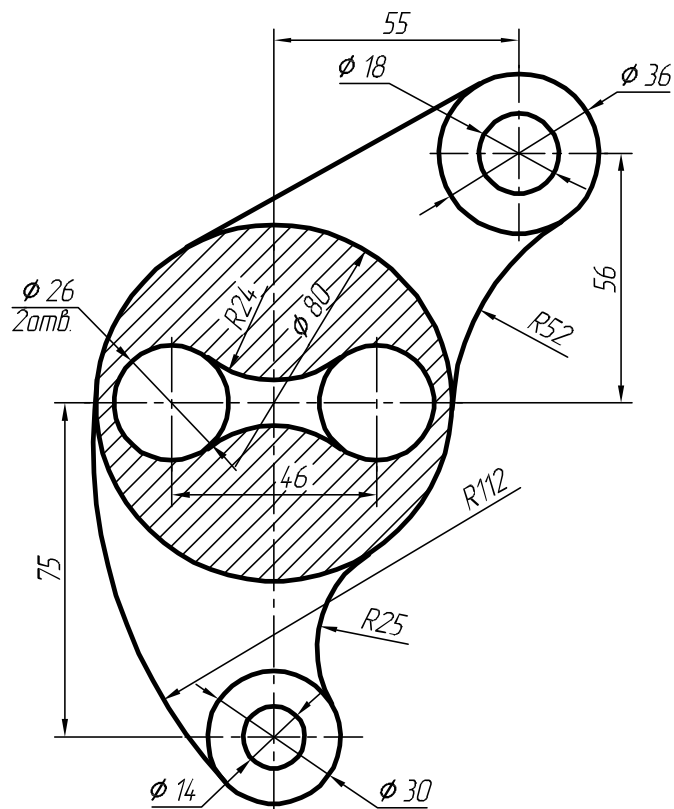


Рис. 3.13

Використовуючи команду LINE (відрізок) та функцію прив'язки TANGENT (дотична), яка знаходиться на панелі інструментів ОБ'ЄКТ SNAP (об'єктна прив'язка), побудуємо дотичну між колами діаметром 80 і 36 мм (рис. 3.16).

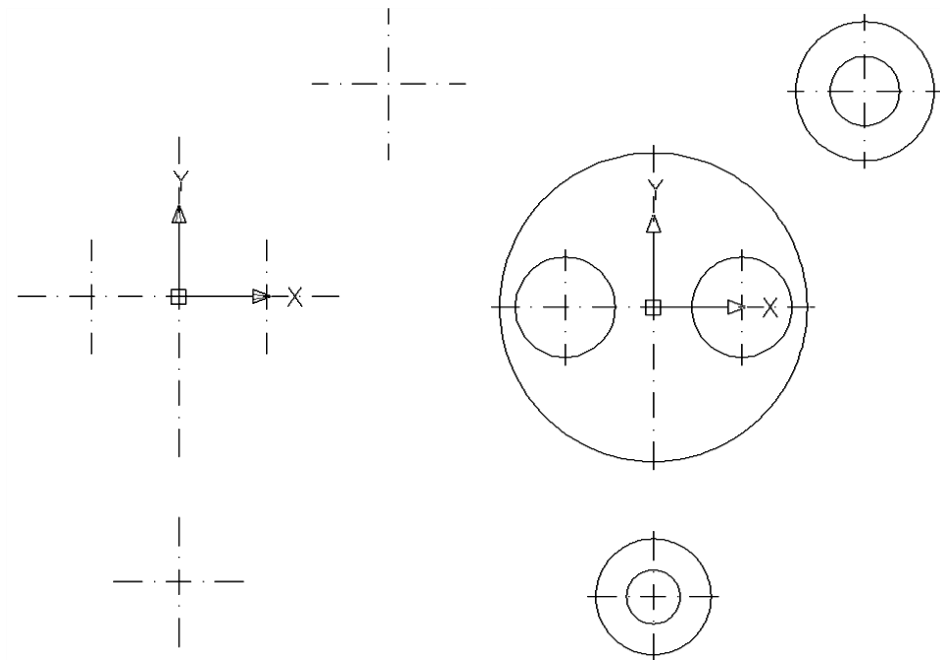


Рис. 3.14

Рис. 3.15

Командою FILLET (спряження) побудуємо 5 спряжень радіусом 24 мм (2 спряження), 25 мм, 52 мм та 112 мм (рис. 3.17).

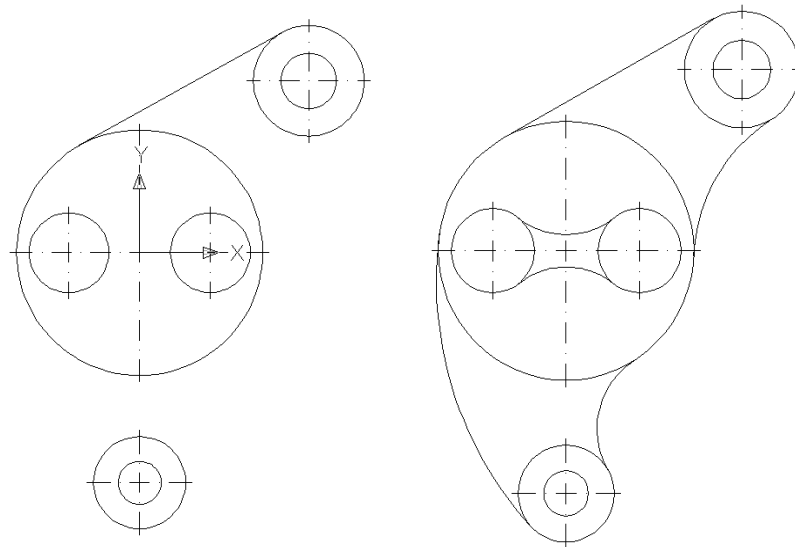


Рис. 3.16

Рис. 3.17

Виконаємо штриховку командою HATCH (штриховка) за такими параметрами: тип штриховки – ANSI-31, кут повороту – 0, масштаб –

1 (рис. 3.18). Проставимо розміри, використовуючи панель інструментів DIMENSION (розміри) (рис. 3.19). Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контуру – 10 мм.

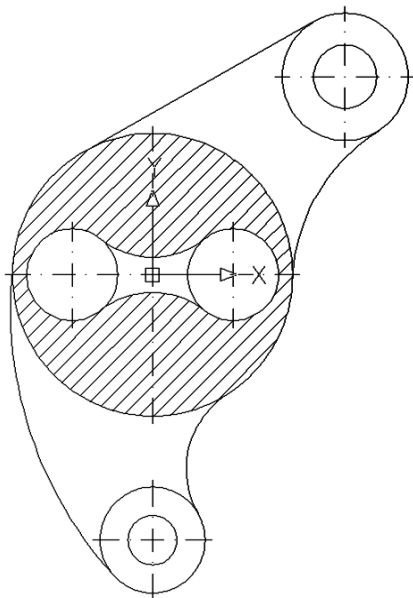


Рис. 3.18

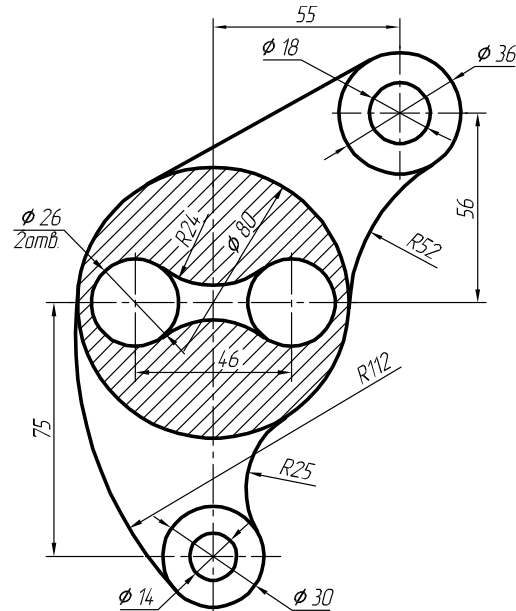
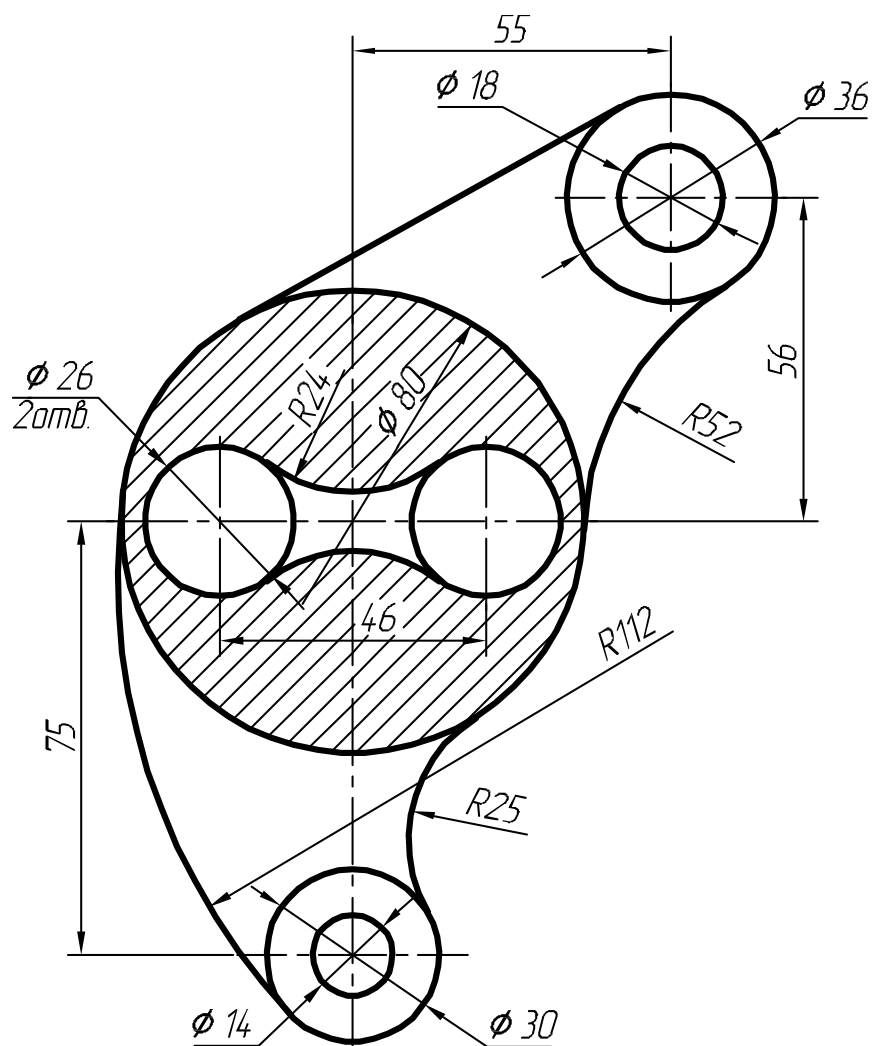


Рис. 3.19

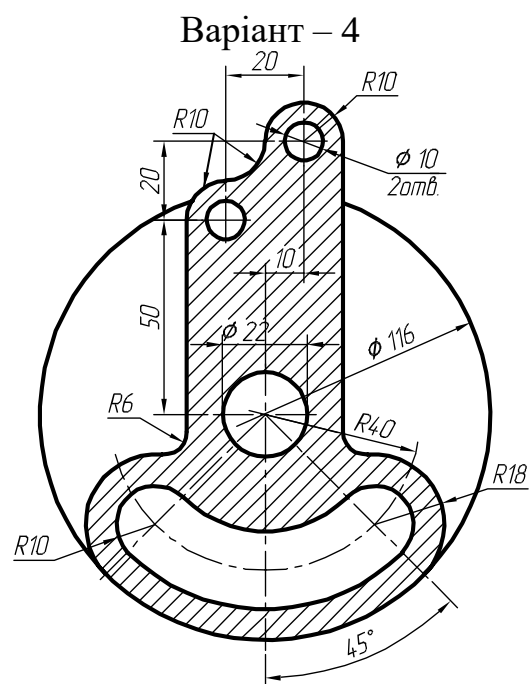
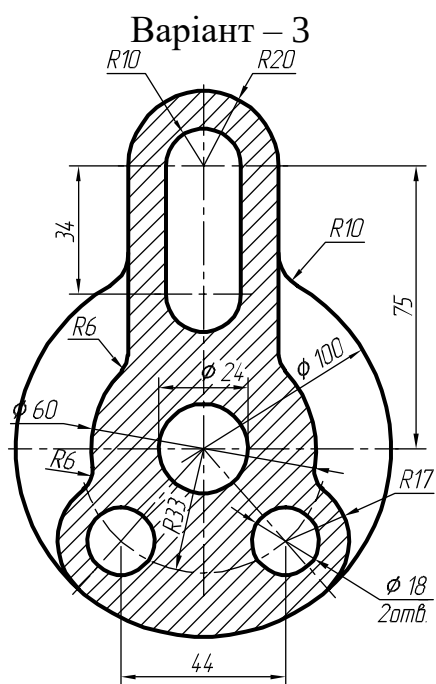
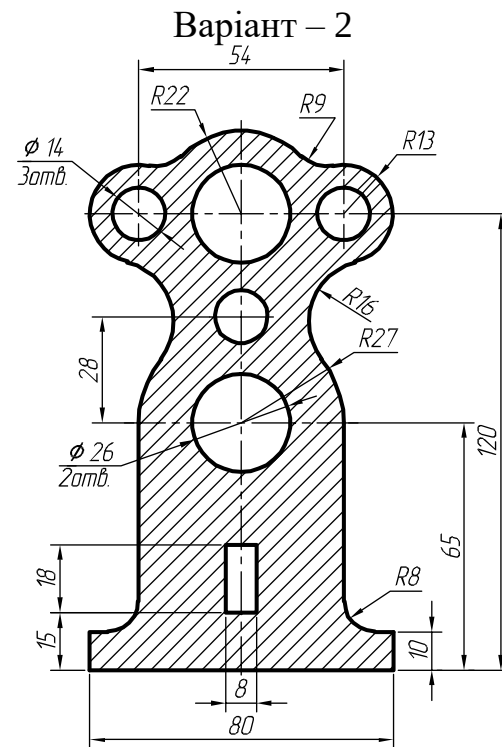
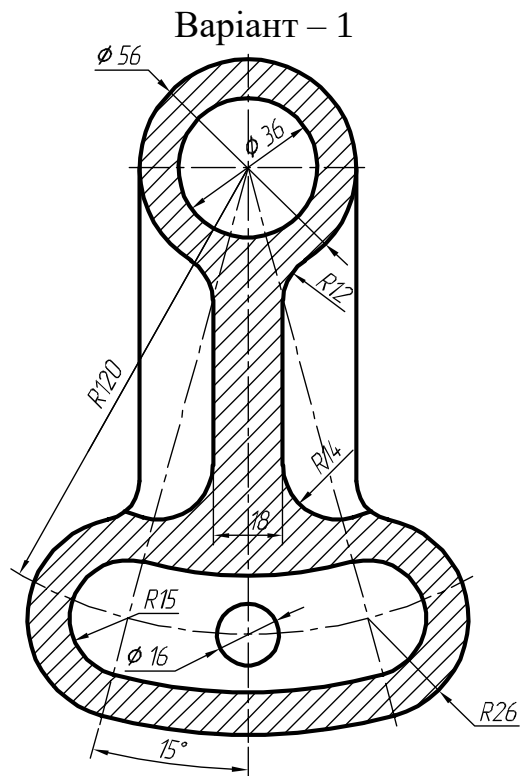
Зберігаємо отримане зображення. Друкувати роботу слід на одному аркуші паперу формату А4 (масштаб 1:1).



РДГУ.050133.003					Графічна робота №3			Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата						1:1
Розробив	Возняк І.М.									
Перевішив	Фещик Ю.В.							Арк.	1	Аркцшів
Т. Контр.										1
Н. Контр.								ФТФ гр.ТПІ-31		
Затв.										

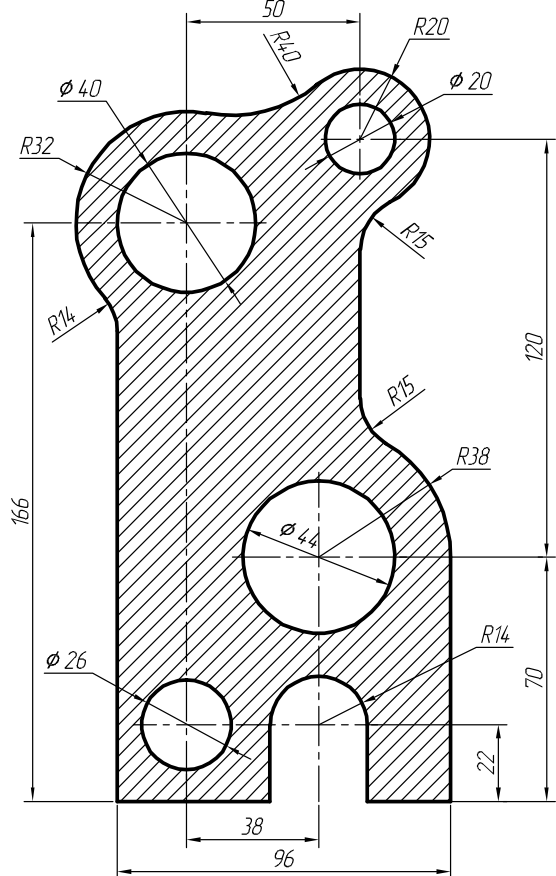
Таблица 3.6

Варіанти завдань для побудови кресленика плоскої деталі з елементами спряження.

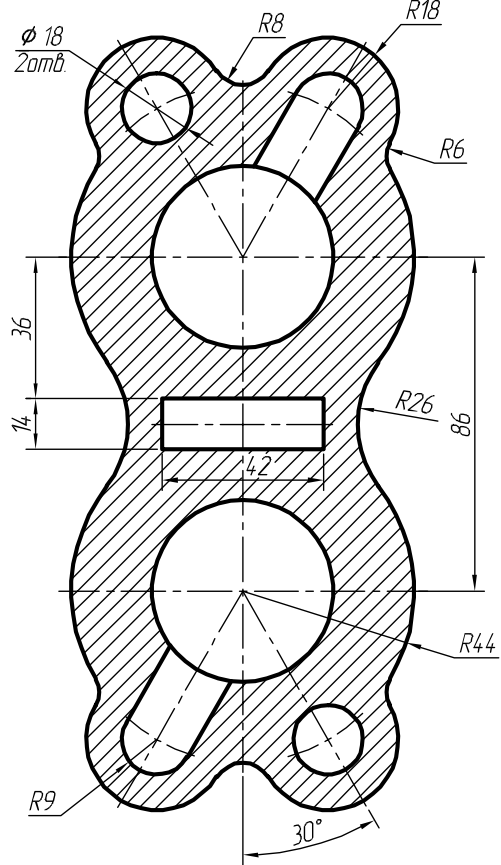


Продовження таблиці 3.6

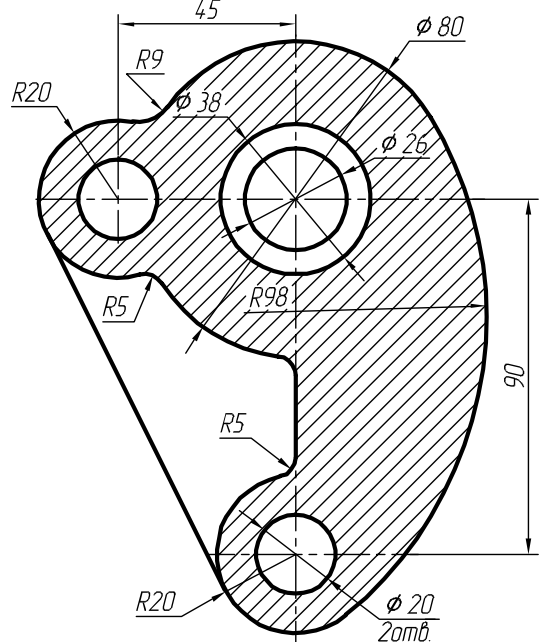
Варіант – 5



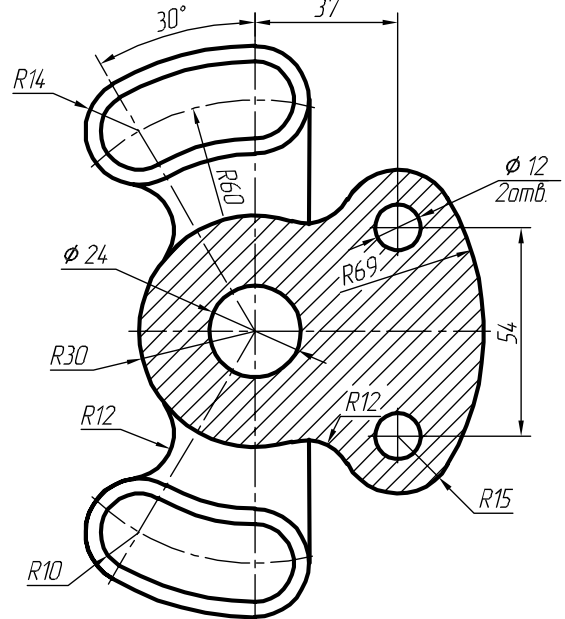
Варіант – 6



Варіант – 7

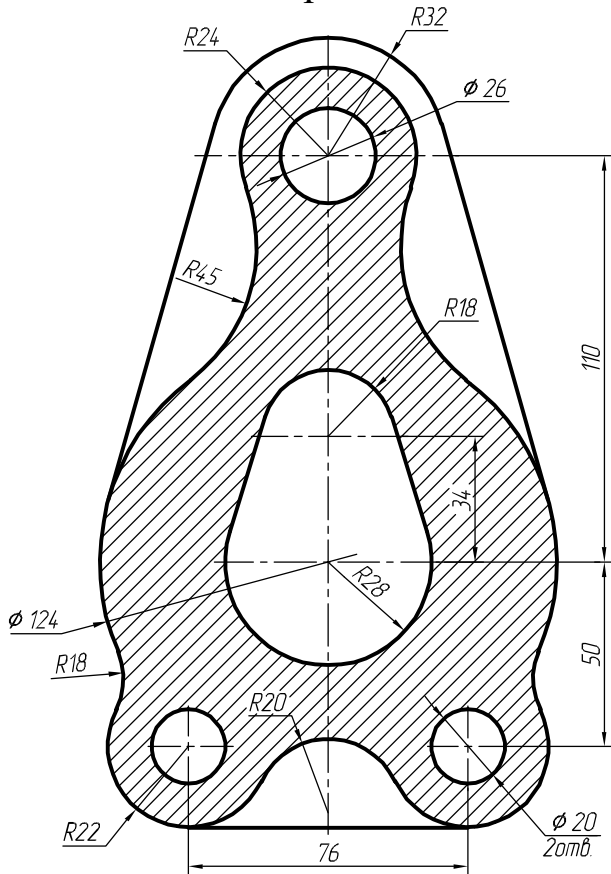


Варіант – 8

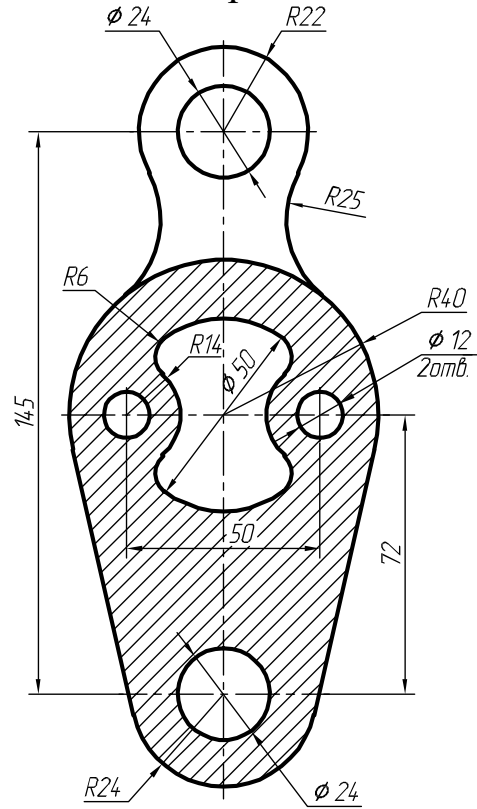


Продовження таблиці 3.6

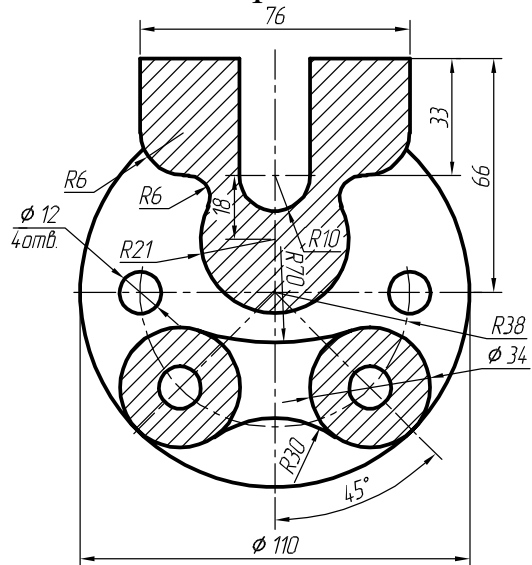
Варіант – 9



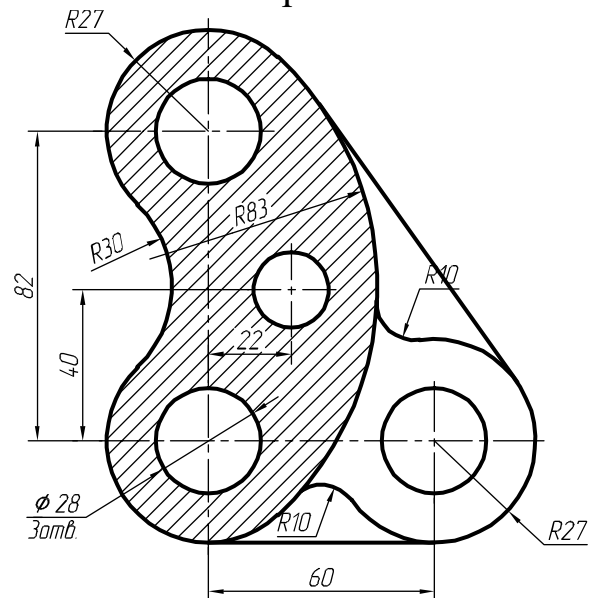
Варіант – 10



Варіант – 11

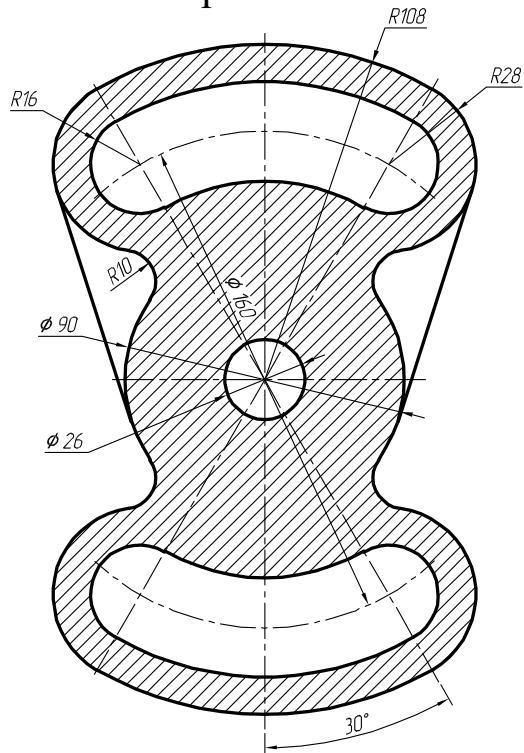


Варіант – 12

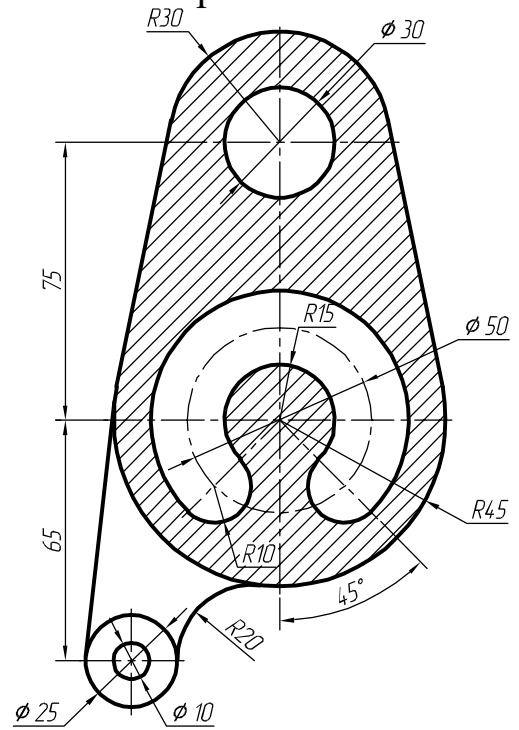


Продовження таблиці 3.6

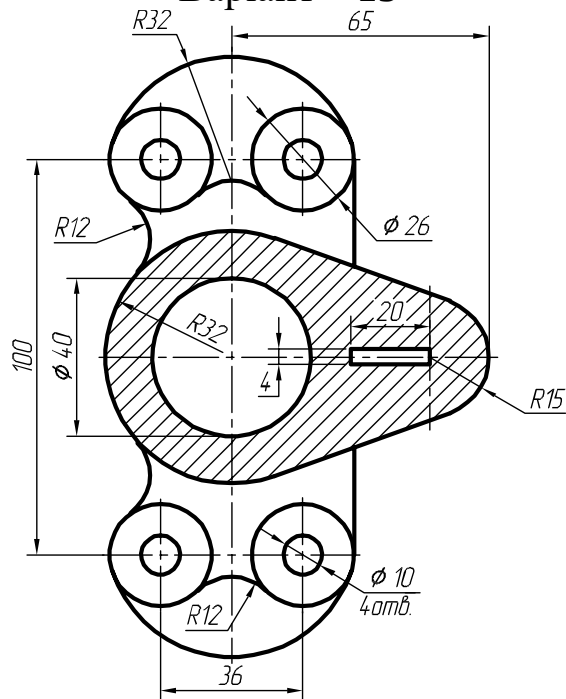
Варіант – 13



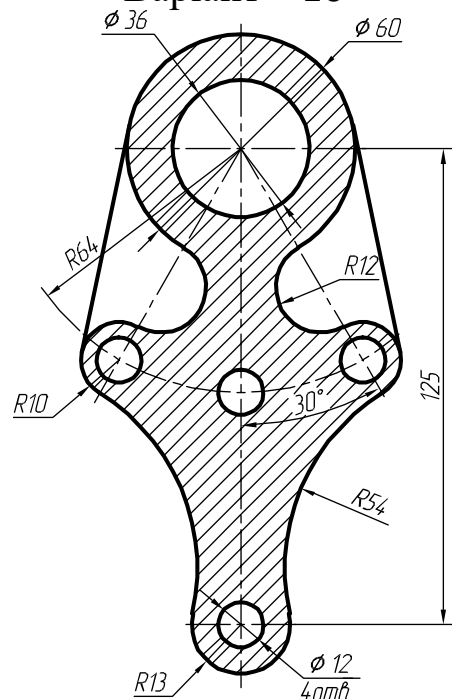
Варіант – 14



Варіант – 15

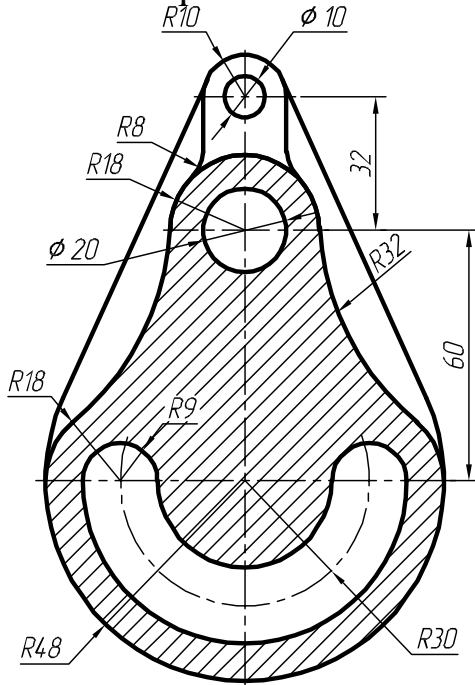


Варіант – 16

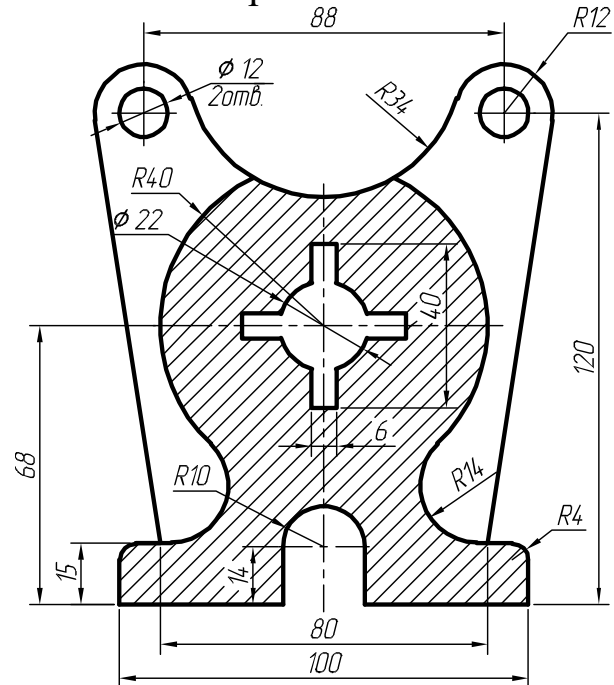


Продовження таблиці 3.6

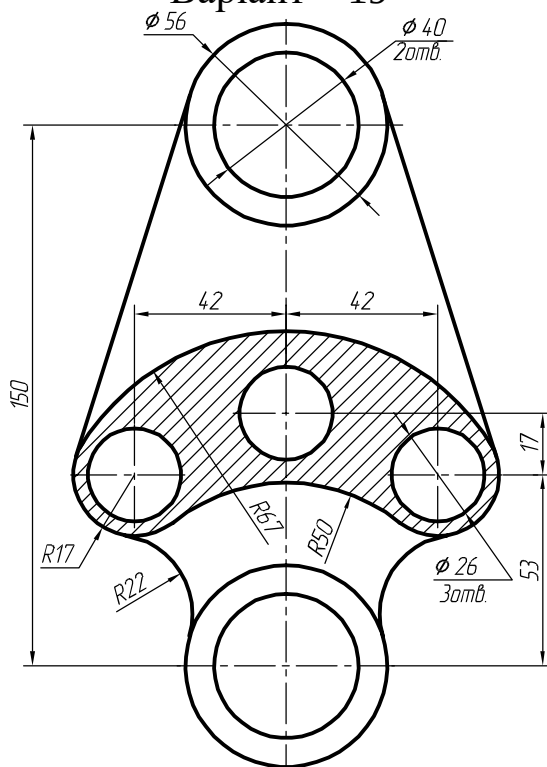
Варіант – 17



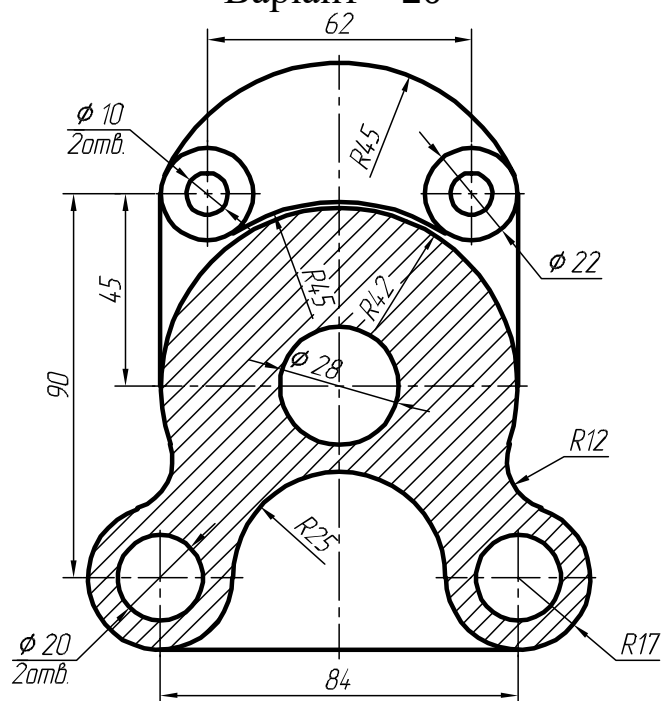
Варіант – 18



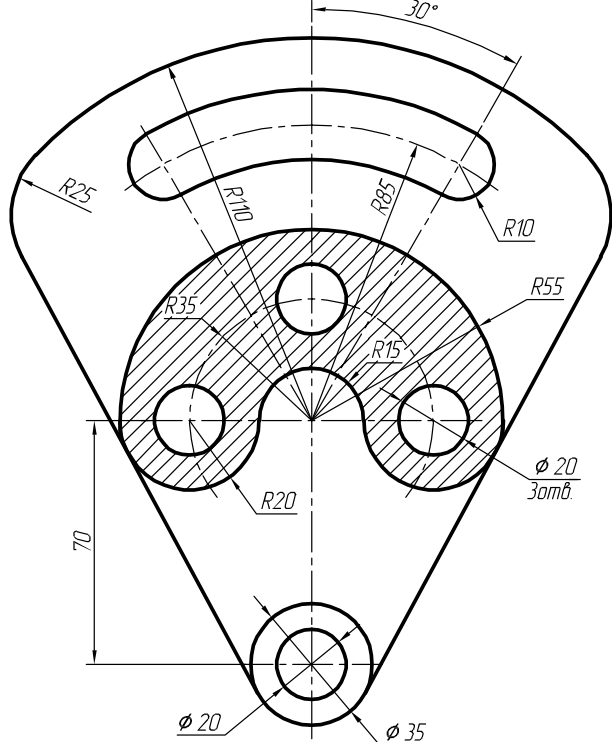
Варіант – 19



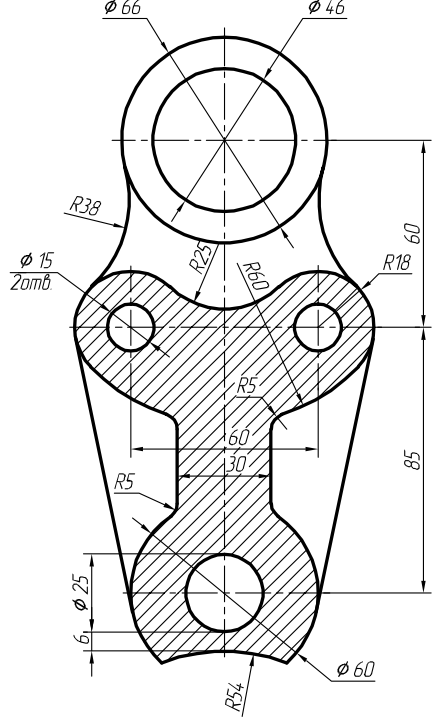
Варіант – 20



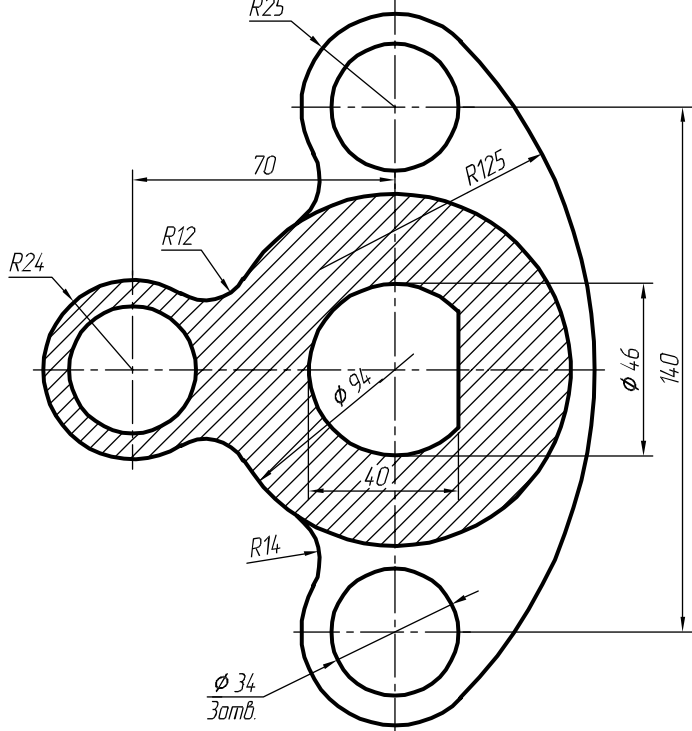
Варіант – 21



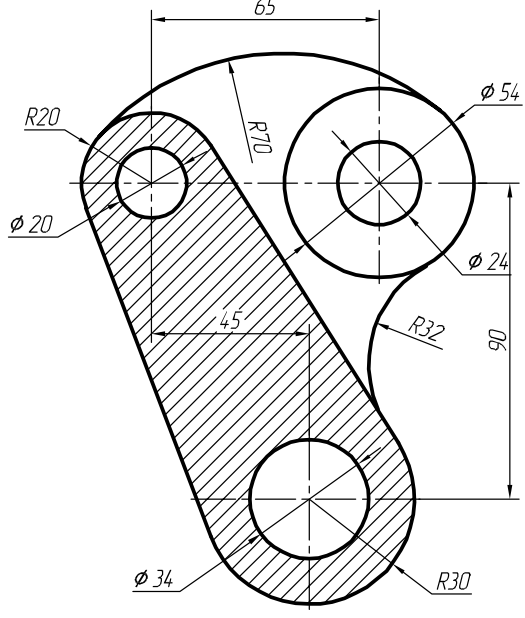
Варіант – 22



Варіант – 23

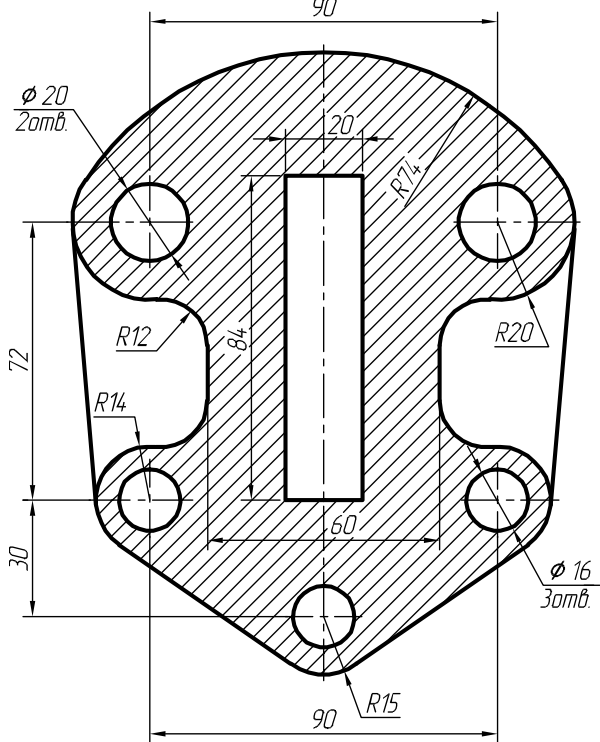


Варіант – 24

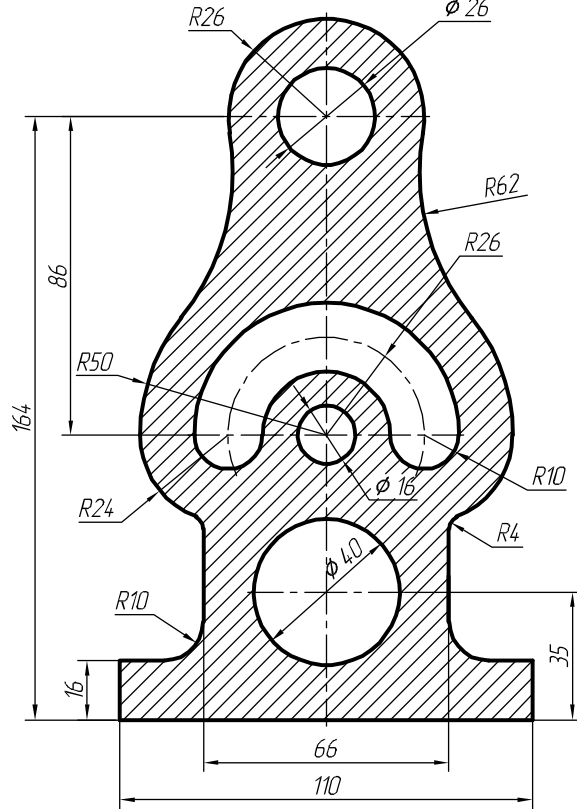


Продовження таблиці 3.6

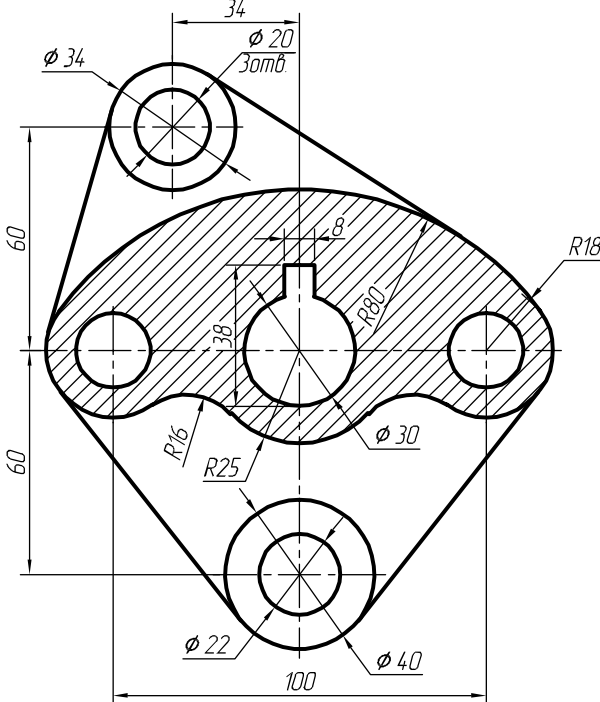
Варіант – 25



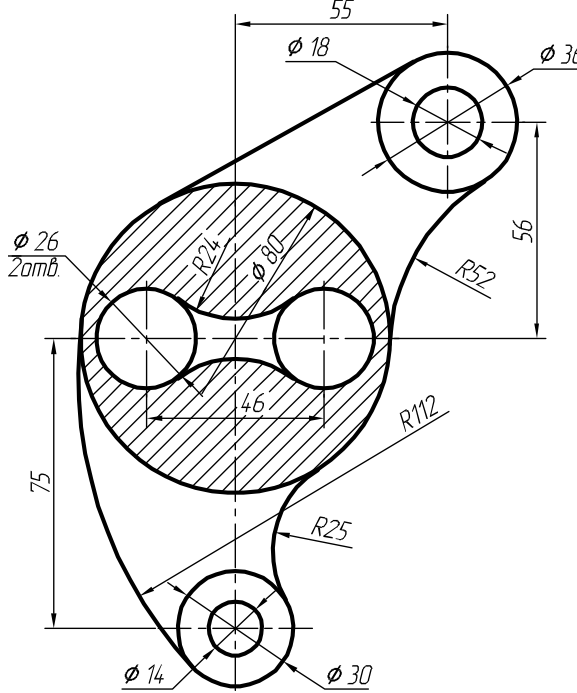
Варіант – 26

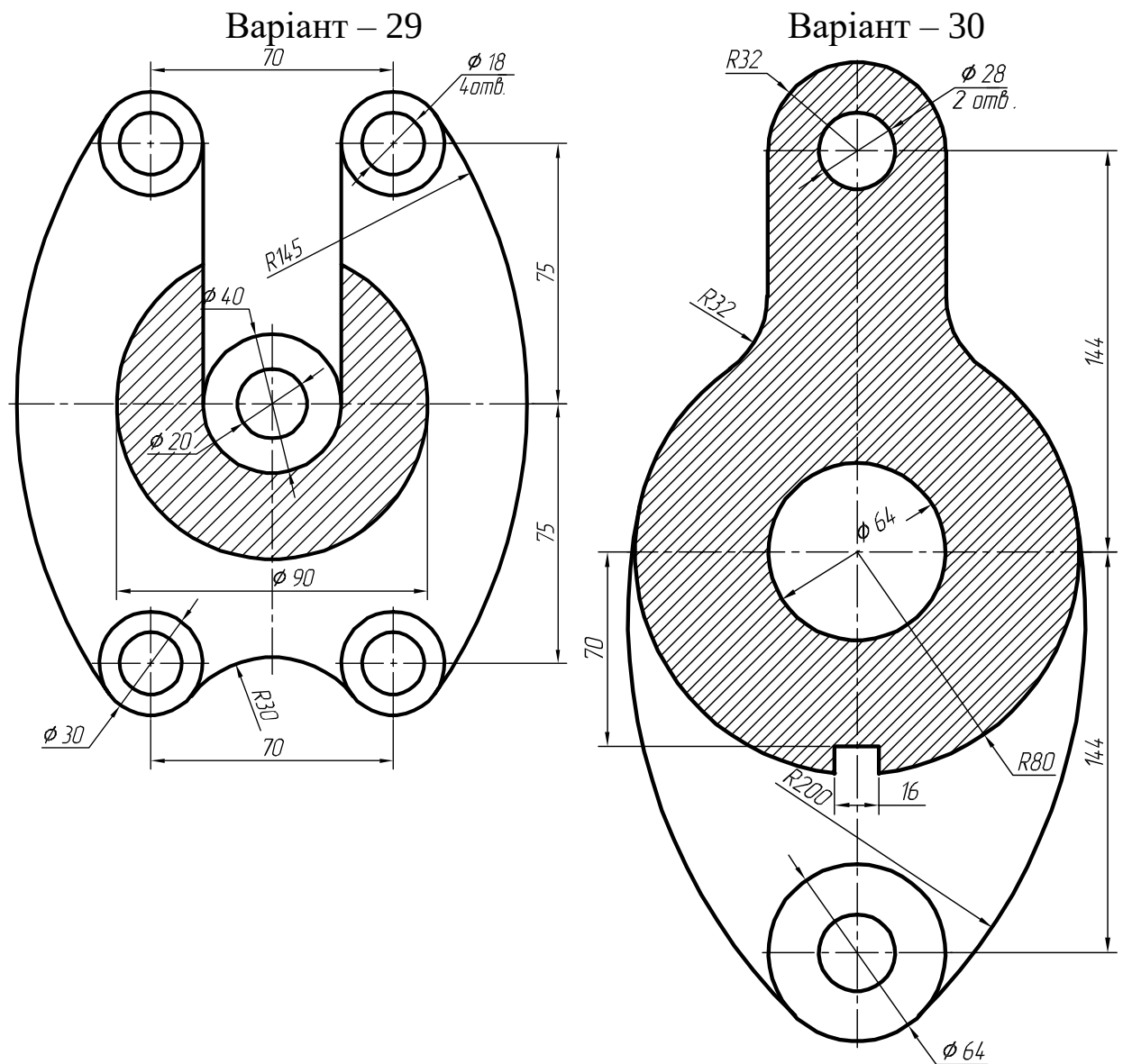


Варіант – 27



Варіант – 28





Практична робота №4

Тема: побудова кресленика плоскої деталі та створення об'ємного зображення методом видавлення.

Мета роботи: навчитись редагувати об'єкти з використанням режимів об'єктної прив'язки, самостійно встановлювати одиниці, ліміти і режими креслення та створювати об'ємні зображення з плоских контурів.

Час: 2 години аудиторних занять і 4 години самостійної роботи.

Звіт: файл зображення з розширенням DWG.

Засоби виконання: персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату A4PT.DWG.

Завдання:

- 1) відповідно до свого варіанта завдання побудувати ортогональну проекцію мембрани;
- 2) виконати тривимірне зображення мембрани;
- 3) реалістично візуалізувати тривимірне зображення мембрани;
- 4) роздрукувати кресленик мембрани;
- 5) оформити звіт із практичної роботи.

Варіанти завдань студенти беруть із таблиці № 3.7 згідно зі своїм порядковим номером у журналі групи.

Завдання для самопідготовки

1. Перепишіть тему, мету і завдання для виконання роботи.
2. Шляхом аналізу лекційного матеріалу й вказаної літератури дати письмові відповіді на такі запитання:

А) Назвіть команди базового редагування об'єктів в системі AutoCAD.

Б) Вкажіть послідовність дій команд редагування об'єктів.

В) За допомогою якої панелі інструментів і якої команди можна створити об'ємне зображення об'єкта методом видавлення в системі AutoCAD?

Г) Яка послідовність побудови тривимірних об'єктів в AutoCAD методом «видавлення»?

Д) Охарактеризуйте призначення деталей типу «Мембрана».

3. У робочому зошиті скласти алгоритм створення ортогональної проекції та тривимірного зображення мембрани згідно зі своїм варіантом.

Хід роботи: практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції мембрани.

Методичні вказівки до виконання практичної роботи

Практичну роботу виконують згідно зі сценарієм, який враховує поетапність створення ортогонального та тривимірного зображення мембрани.

Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 3.20).

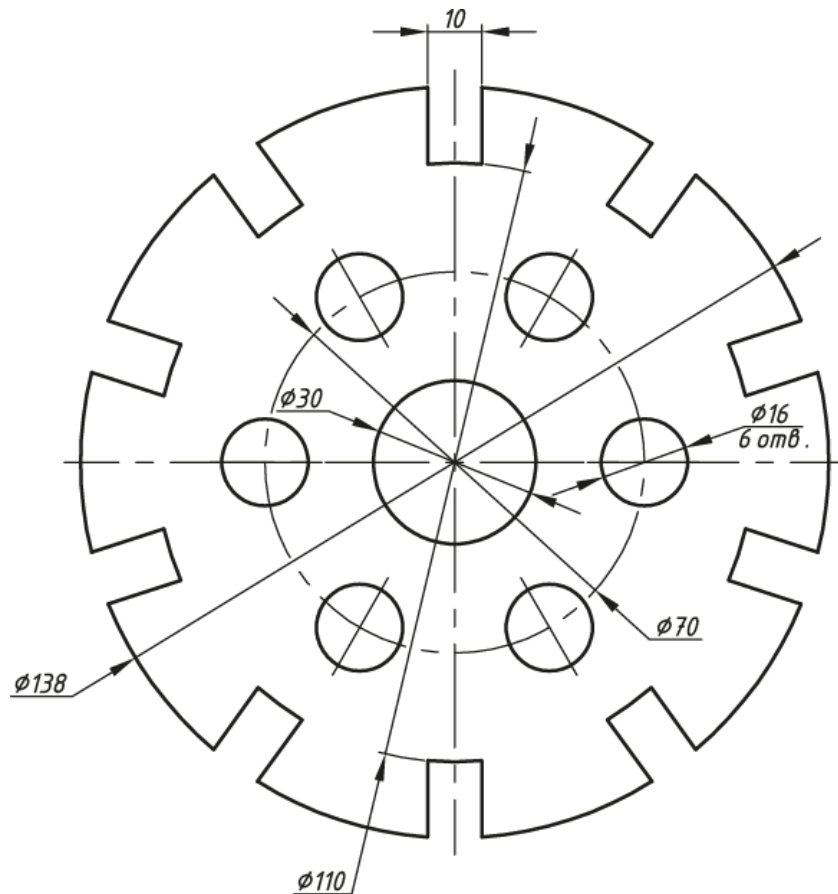


Рис. 3.20

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) створюємо ортогональну проекцію мембрани;
- 2) проставляємо необхідні розміри;
- 3) виконуємо тривимірне зображення мембрани та візуалізацію тривимірного зображення;
- 4) зберігаємо кресленик.

Створення ортогональної проекції мембрани

Побудову ортогональної проекції мембрани будемо виконувати в такій послідовності.

Оскільки мембрана є симетричною деталлю, то побудову розпочнемо з проведення осьових ліній (рис. 3.21) командою LINE (відрізок). Координати точок для першої осі: 1(0, 0), 2(144, 0), а для другої – 3(72, 72), 4(72, -72).

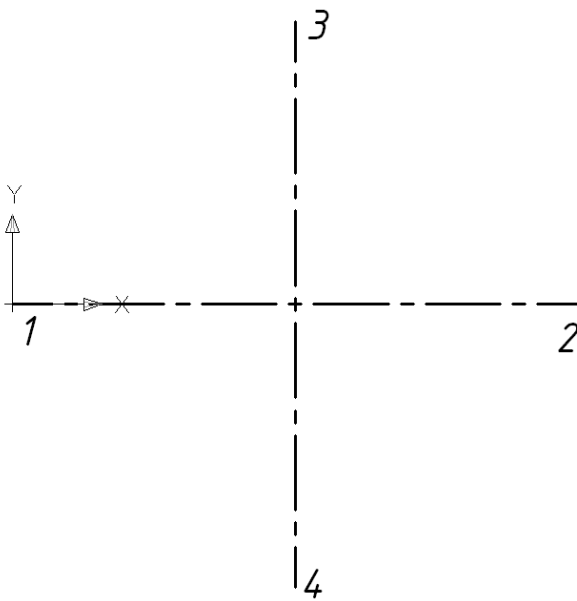


Рис. 3.21

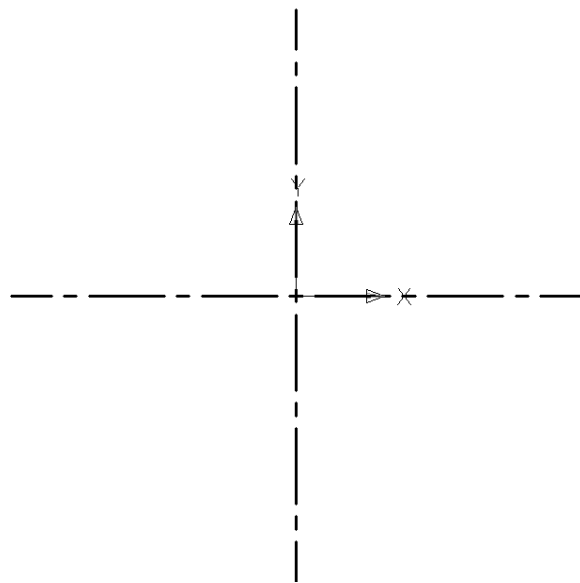


Рис. 3.22

Перенесемо початок координат у точку перетину осьових ліній командою UCS (ПСК) (рис. 3.22).

За допомогою команди CIRCLE (коло) будуємо чотири кола за координатами центру (0, 0) і радіусами 15, 35, 55 та 69 мм відповідно (рис. 3.23). Побудуємо профіль однієї з десяти заглибин мембрани. Для цього командою OFFSET (подібність) змістимо відрізок 3-4 на 5 мм ліворуч та на таку ж відстань праворуч (рис. 3.24).

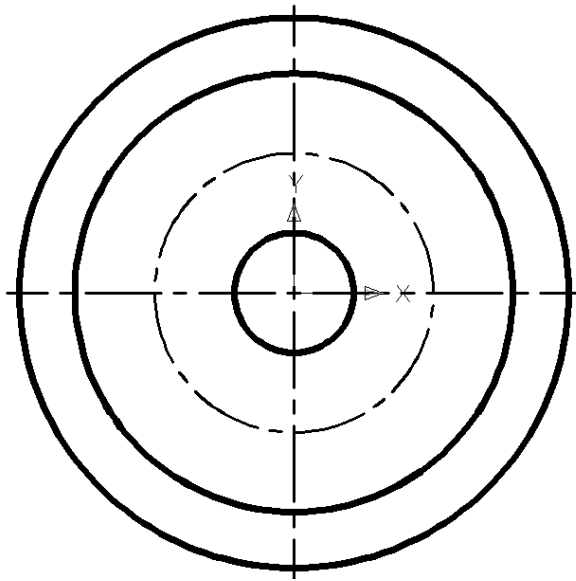


Рис. 3.23

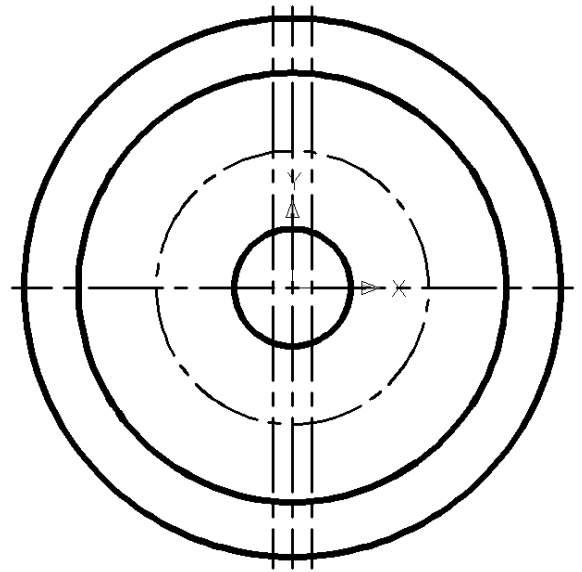


Рис. 3.24

Командою TRIM (обрізати) зітремо зайві лінії. Скористаємося панеллю інструментів LAYERS (прошарки) і присвоїмо двом лініям шар «Основна суцільна» (рис. 3.25). За допомогою команди ARRAY (масив) розмножимо по колу профіль заглибини відносно центра з координатами (0, 0), вказавши при цьому кількість елементів – 10 (рис. 3.26).

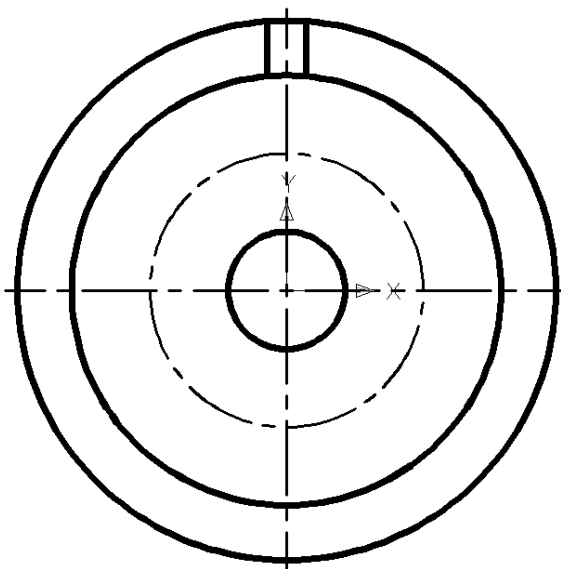


Рис. 3.25

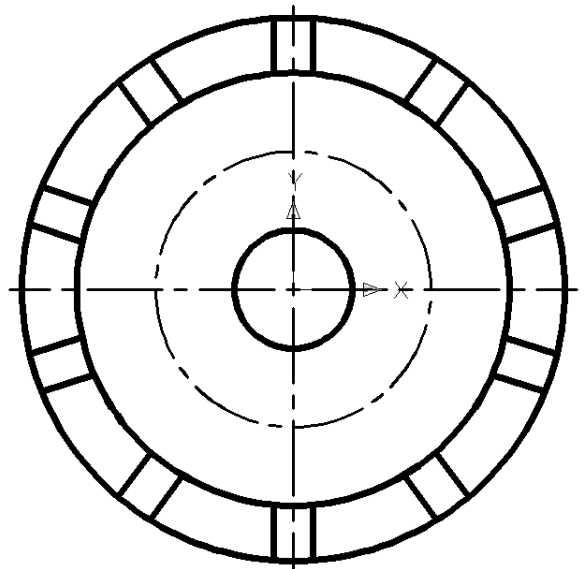


Рис. 3.26

Командою TRIM (обрізати) зітремо зайві лінії (рис. 2.27). На горизонтальній осьовій лінії побудуємо коло командою CIRCLE (коло) за координатами центру (35, 0) і радіусом 8 мм (рис. 3.28).

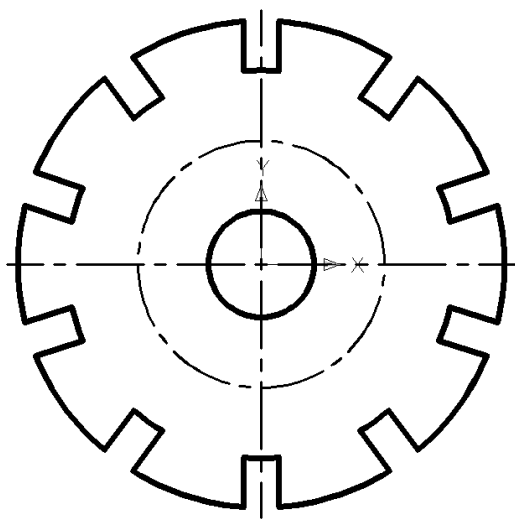


Рис. 3.27

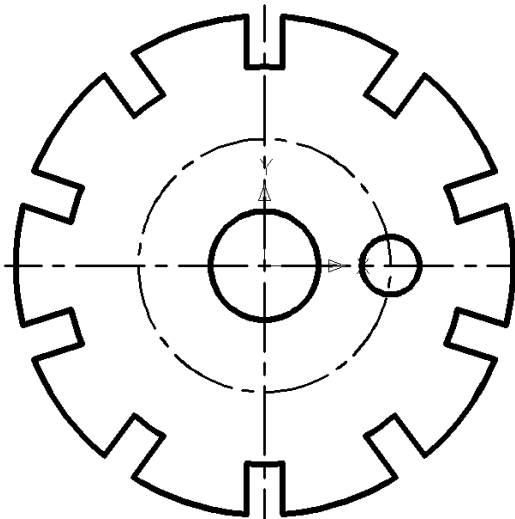


Рис. 3.28

За допомогою команди ARRAY (масив) розмножимо коло відносно центра з координатами (0, 0), вказавши при цьому кількість елементів – 6 (рис. 3.29). Командою LINE (відрізок) проводимо осьову лінію для кола діаметром 16 мм і розмножуємо її командою ARRAY (масив) відносно центра з координатами (0, 0), вказавши при цьому кількість елементів – 6 (рис. 3.30).

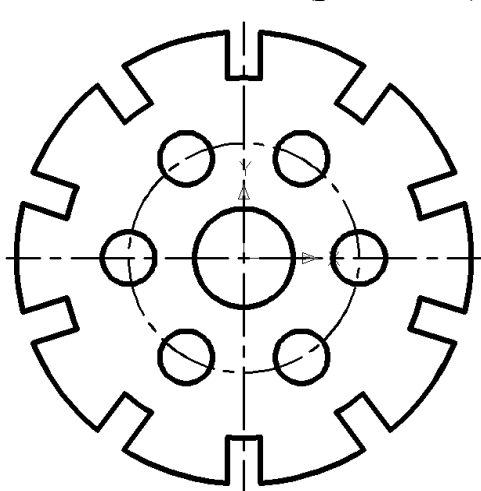


Рис. 3.29

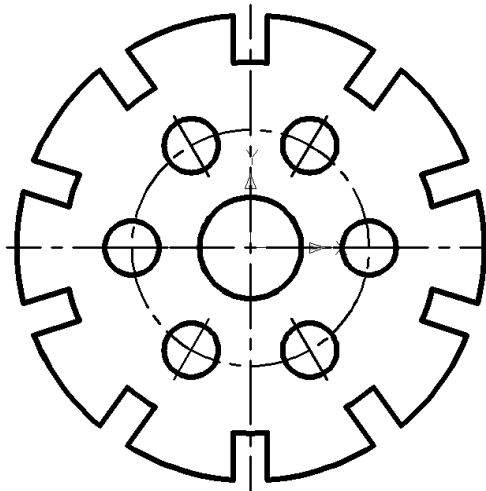


Рис. 3.30

Проставимо розміри, використовуючи панель інструментів DIMENSION (розміри) (рис. 3.31). Мінімальна відстань між розмірною лінією і лінією контуру – 10 мм. Збережемо зображення ортогональної проекції мембрани.

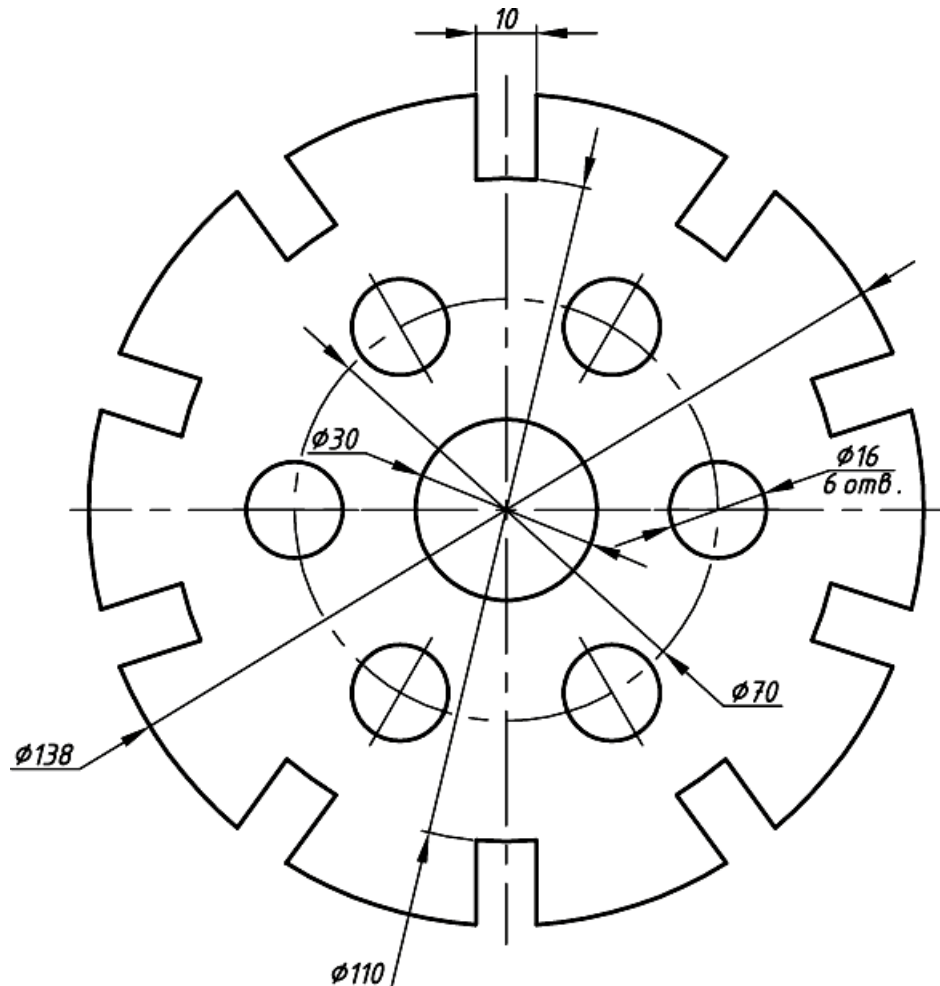


Рис. 3.31

Побудова тривимірного зображення мембрани

Вимикаємо на панелі інструментів LAYERS (прошарки) прошарки «Осьова» і «Тонка суцільна» (рис. 3.32). Командою REGION (область) плоский контур перетворюємо в замкнений.

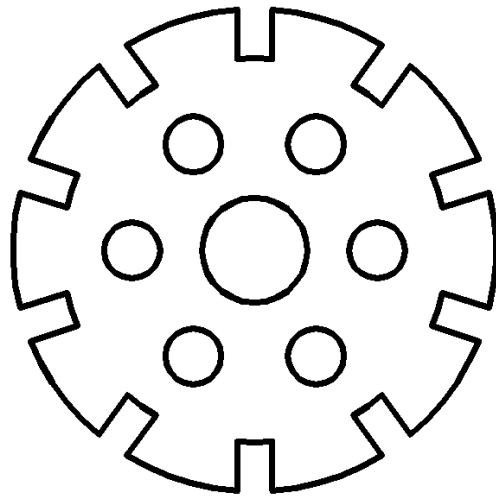


Рис. 3.32

Використавши панель інструментів Viewpoint (вид), розмістимо модель мембрани в аксонометричне положення. Командою EXTRUDE (видавити) видавимо об'єкт на 10 мм (рис. 3.33). Отримані циліндричні поверхні в середині моделі мембрани вираховуємо командою SUBTRACT (вирахувати). Скриваємо невидимий контур візуальним стилем «3Д скритий» панелі інструментів SHADE (розфарбувати) (рис. 3.34).

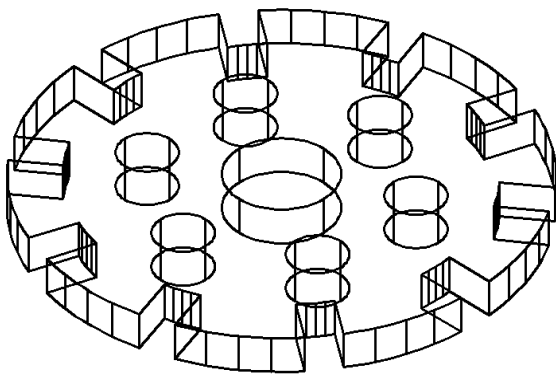


Рис. 3.33

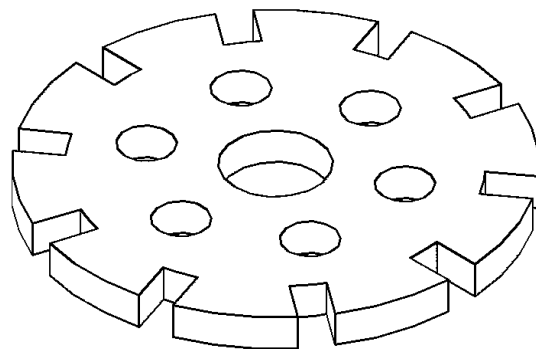
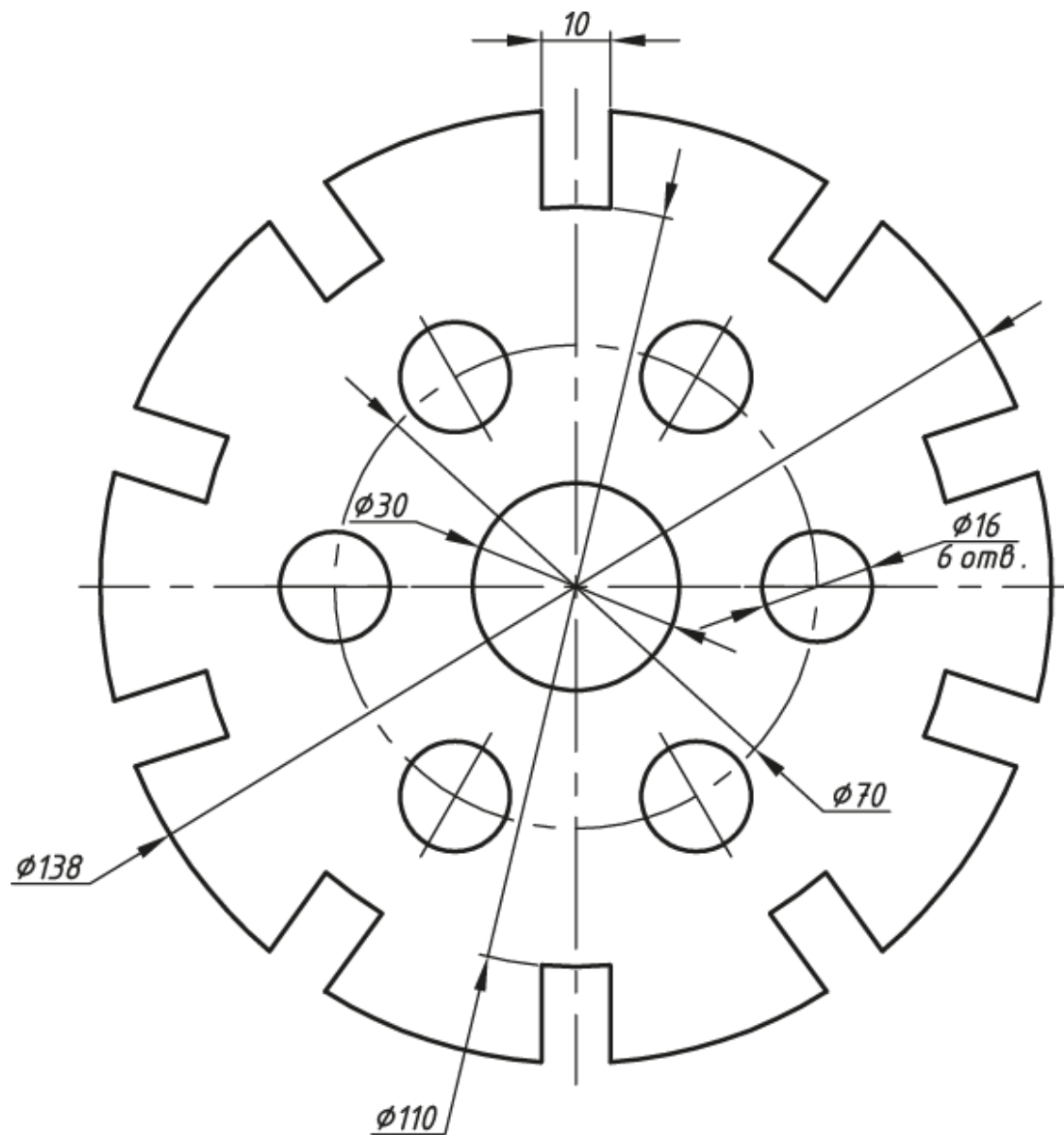
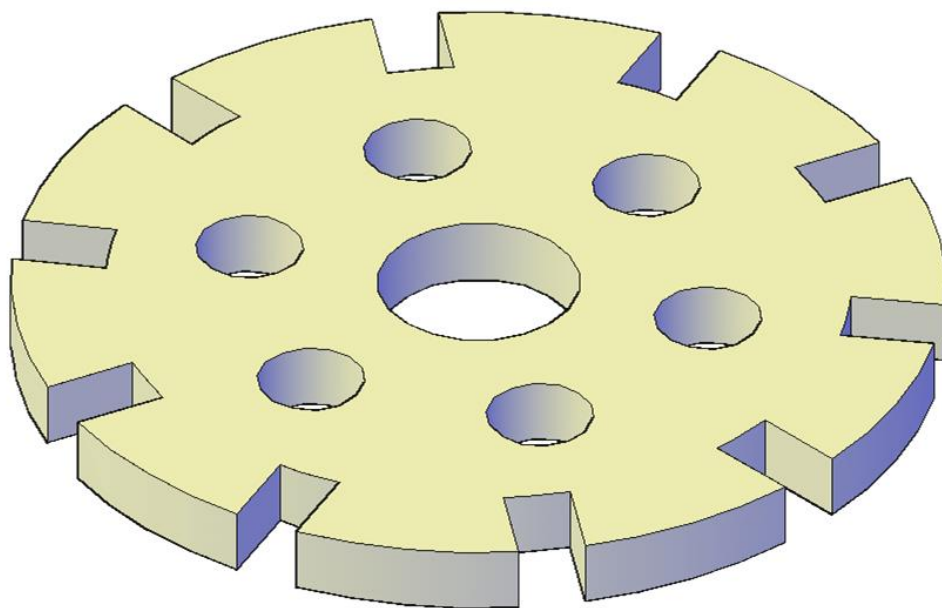


Рис. 3.34

Зберігаємо отримане тривимірне зображення моделі мембрани. Друкувати роботу слід на одному аркуші паперу формату А4 (масштаб 1:2) або на двох А4 (масштаб 1:1).



						РДГУ.050133.004							
						Графічна робота №4	Літ.			Маса		Масштаб	
												1:1	
Зм.	Арк.	№ докум.		Підпис	Дата		Арк.			1	Аркушів 2		
Розробив		Возняк І.М.											
Перевірів		Фещук Ю.В.											
Т. Контр.													
Н. Контр.							ФТФ зр.ТПІ-31						
Затв.													

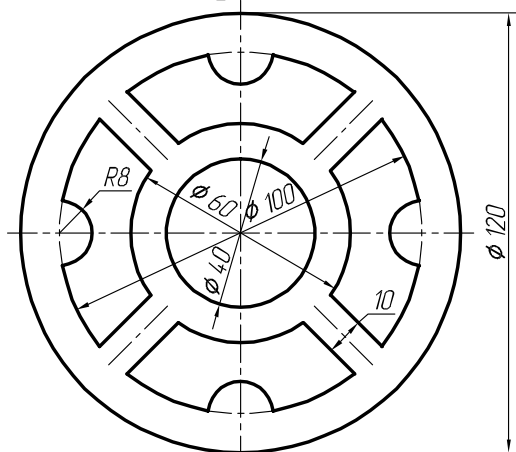


					РДГУ.050133.004			
					Графічна робота №4	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив		Возняк І.М.						
Перевірив		Фещук Ю.В.						
Т. Контр.								
					Арк.	2	Аркушів	2
Н. Контр.					ФТФ зр.ТПП-31			
Затв.								

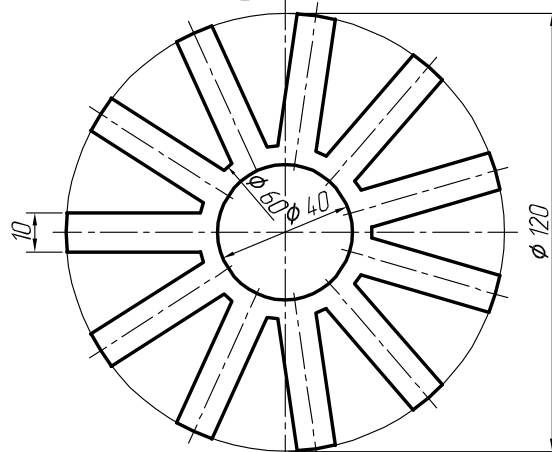
Таблиця 3.7

Варіанти завдань для побудови ортогональної проекції та тривимірного зображення мембрани

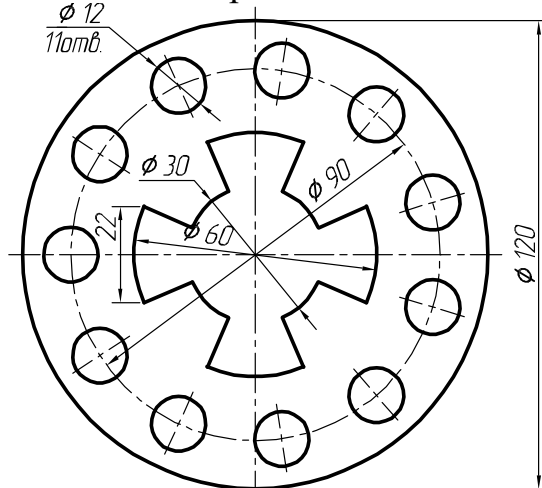
Варіант - 1



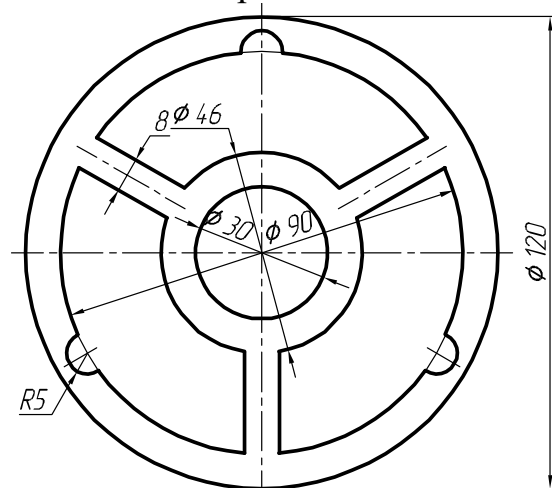
Варіант - 2



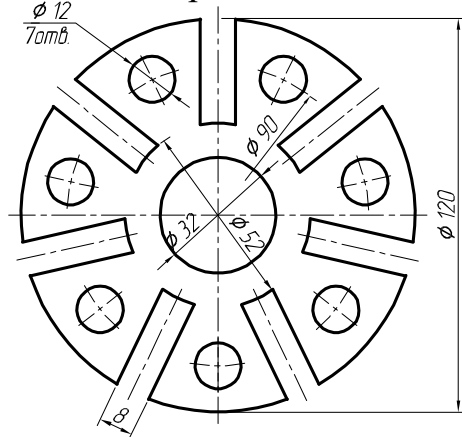
Варіант - 3



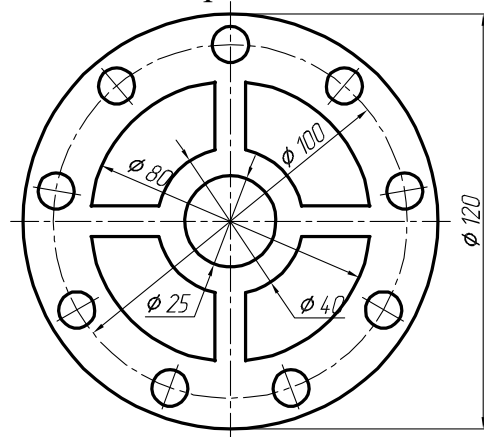
Варіант - 4



Варіант - 5

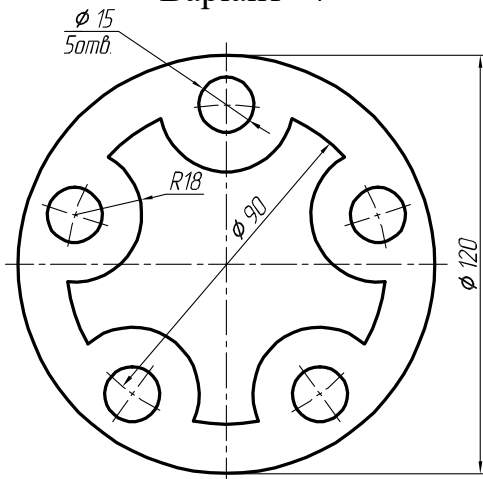


Варіант - 6

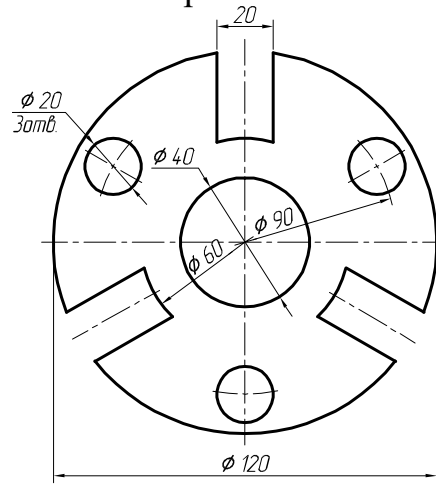


Продовження таблиці 3.7

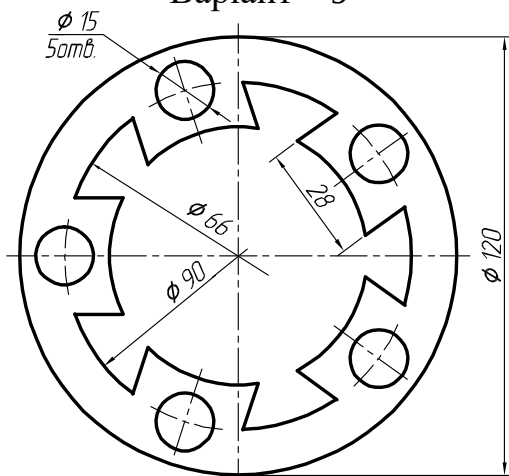
Варіант - 7



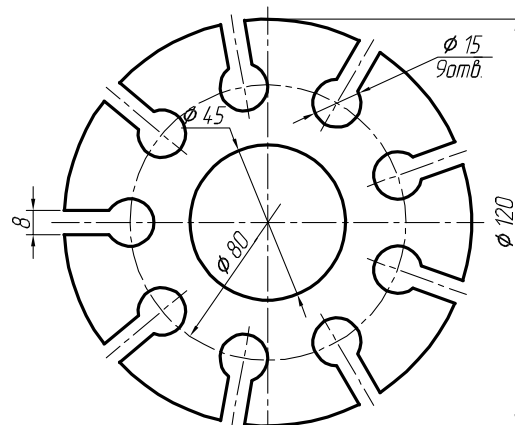
Варіант - 8



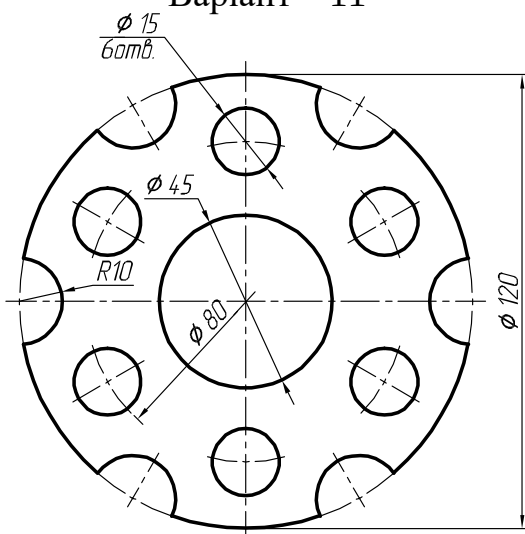
Варіант - 9



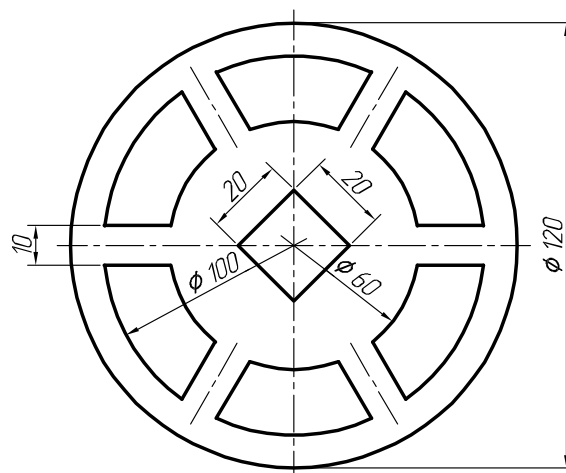
Варіант - 10



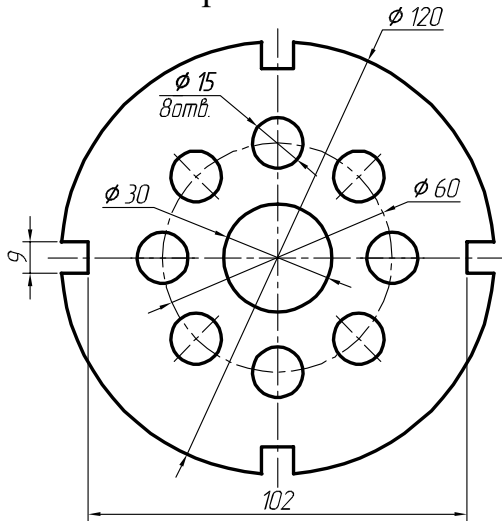
Варіант - 11



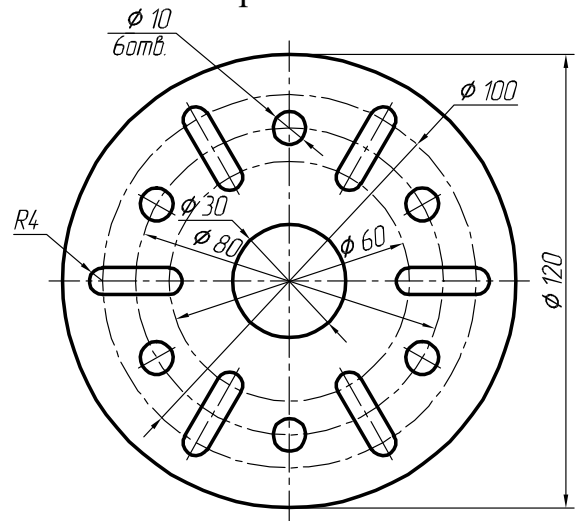
Варіант - 12



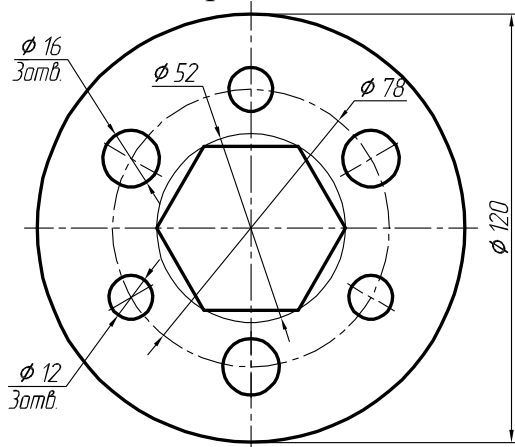
Варіант - 13



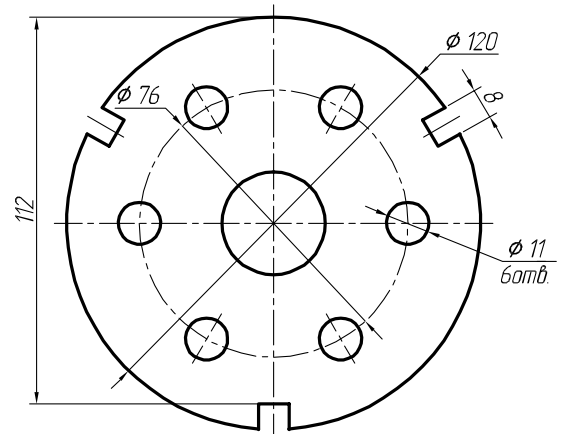
Варіант - 14



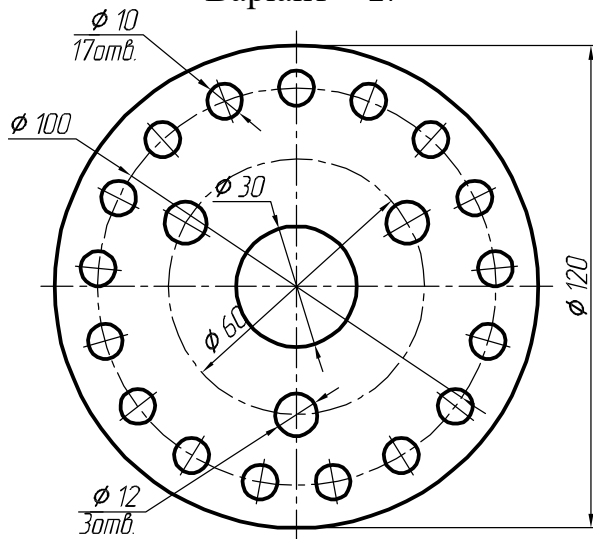
Варіант - 15



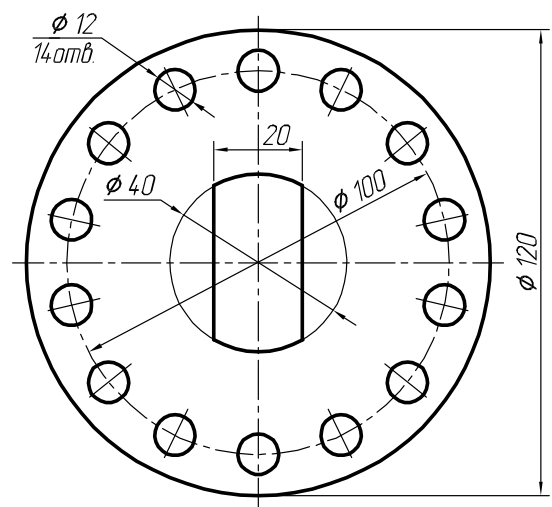
Варіант - 16



Варіант - 17

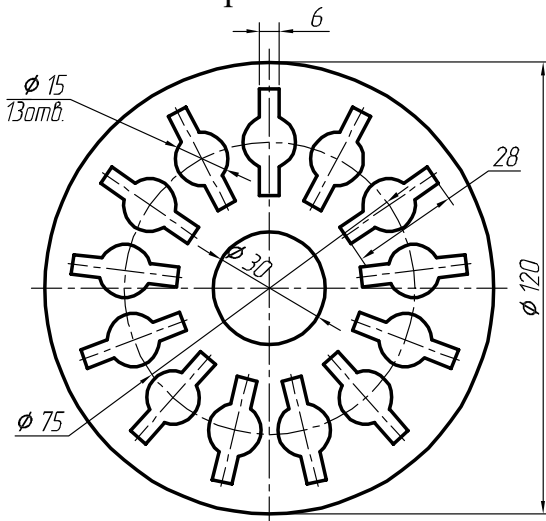


Варіант - 18

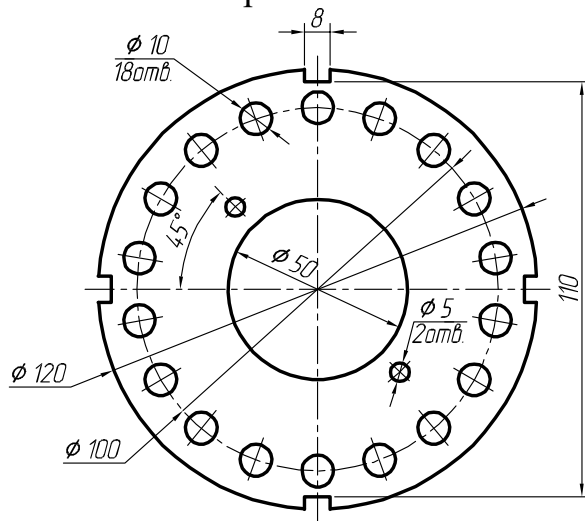


Продовження таблиці 3.7

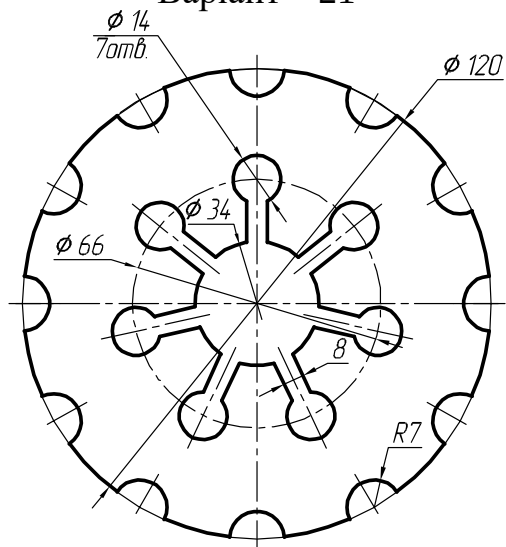
Варіант - 19



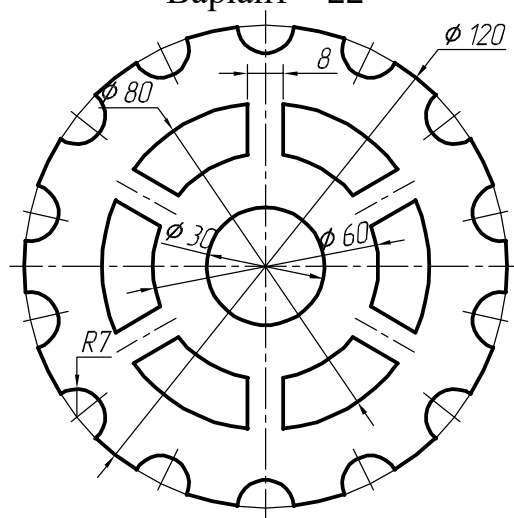
Варіант - 20



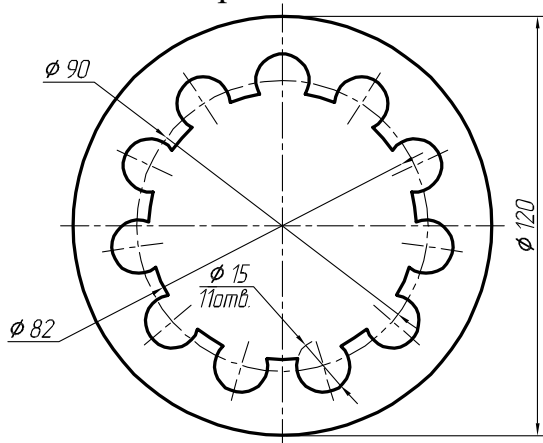
Варіант - 21



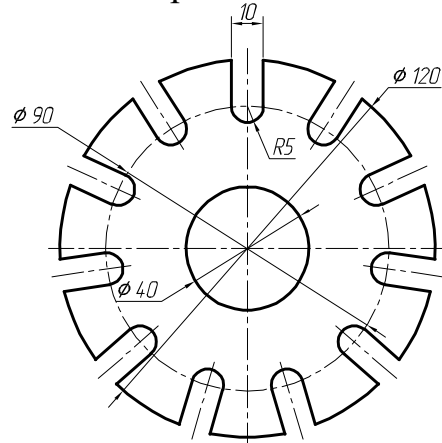
Варіант - 22



Варіант - 23

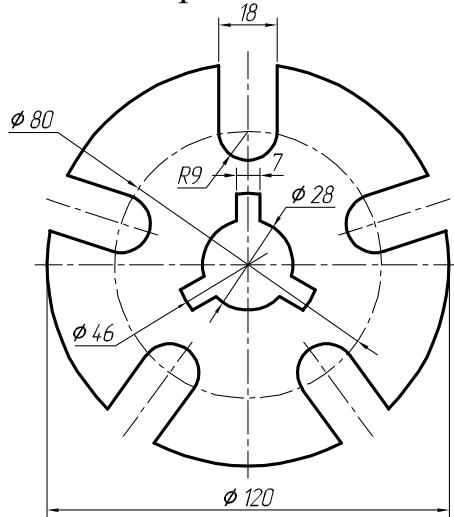


Варіант - 24

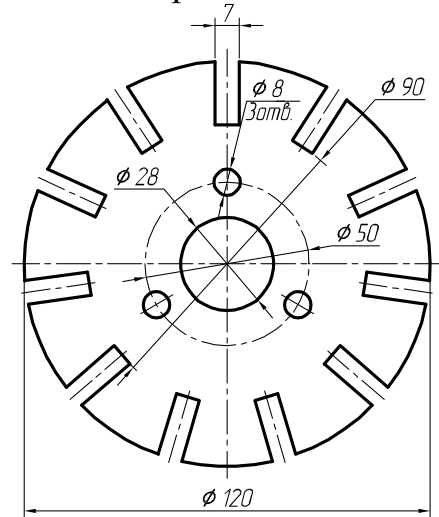


Продовження таблиці 3.7

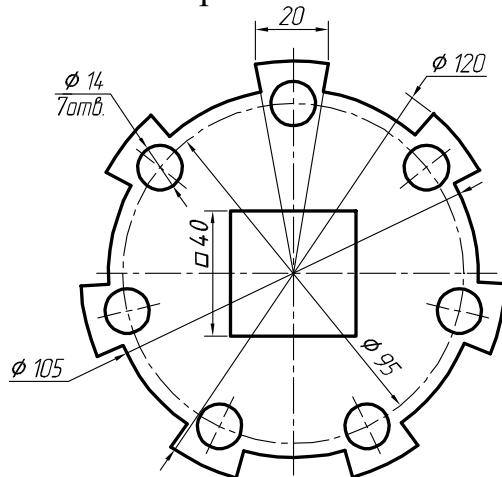
Варіант - 25



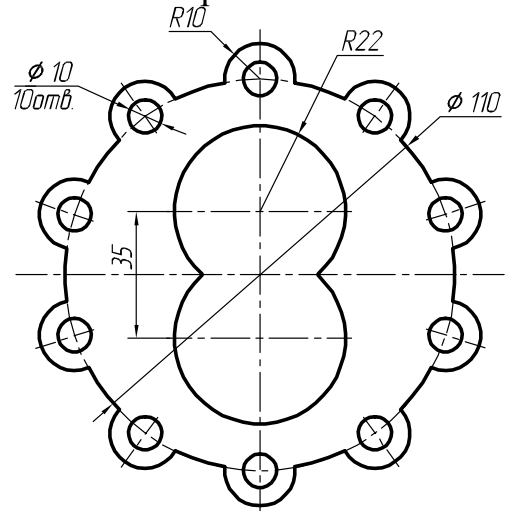
Варіант - 26



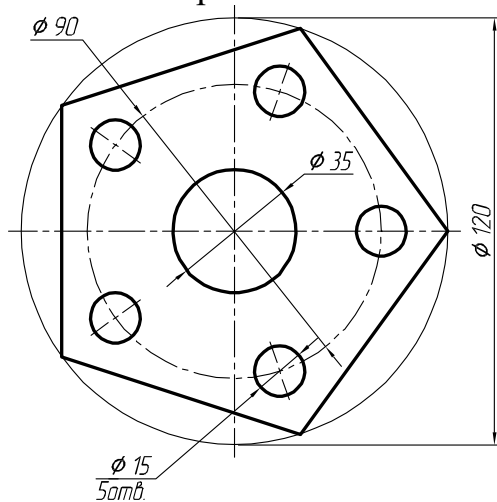
Варіант - 27



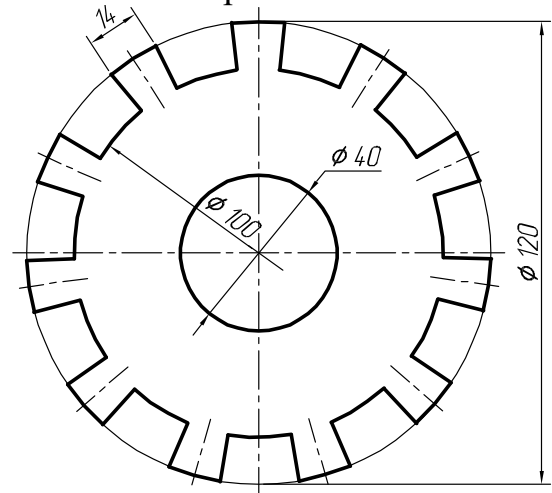
Варіант - 28



Варіант - 29



Варіант - 30



Практична робота №5

Тема: моделювання втулки.

Мета роботи: здобути початкові навички з моделювання тіл обертання засобами комп'ютерної графіки.

Час: 4 години аудиторних занять і 4 години самостійної роботи.

Звіт: файл зображення з розширенням DWG.

Засоби виконання: персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату A4PT.DWG.

Завдання:

- 1) відповідно до свого варіанта завдання побудувати ортогональну проекцію (вид у поєднанні з розрізом) втулки;
 - 2) виконати тривимірне зображення втулки із вирізом передньої чверті;
 - 3) реалістично візуалізувати тривимірне зображення втулки;
 - 4) роздрукувати кресленик втулки;
 - 5) оформити звіт із практичної роботи.
- Варіанти завдань студенти беруть із таблиці № 3.8 згідно зі своїм порядковим номером у журналі групи.

Завдання для самопідготовки

1. Перепишіть тему, мету і завдання для виконання роботи.
2. Шляхом аналізу лекційного матеріалу й вказаної літератури дати письмові відповіді на такі запитання:
 - А) Яка послідовність запуску AutoCAD?
 - Б) Вкажіть основні налаштування для роботи в AutoCAD.
 - В) За допомогою якої панелі інструментів і яких команд проставляють розміри в AutoCAD?
 - Г) Як зберігають роботи в AutoCAD?
 - Д) Яка послідовність побудови тривимірних об'єктів в AutoCAD методом «обертання»?
 - Е) Охарактеризуйте призначення деталей типу «Втулка».
3. У робочому зошиті скласти алгоритм створення ортогональної проекції та тривимірного зображення втулки згідно зі своїм варіантом.

Хід роботи: практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції втулки.

Методичні вказівки до виконання практичної роботи

Практичну роботу виконують згідно зі сценарієм, який враховує поетапність створення ортогонального та тривимірного зображення втулки. Розглянемо приклад виконання типового завдання (рис. 3.35) згідно таких вихідних даних: $D_1=90$ мм; $D_2=50$ мм; $L=150$ мм; $d_1=70$ мм; $d_2=30$ мм; $l_1=50$ мм; $l_2=40$ мм; $C=3 \times 45^\circ$ 2 фаски.

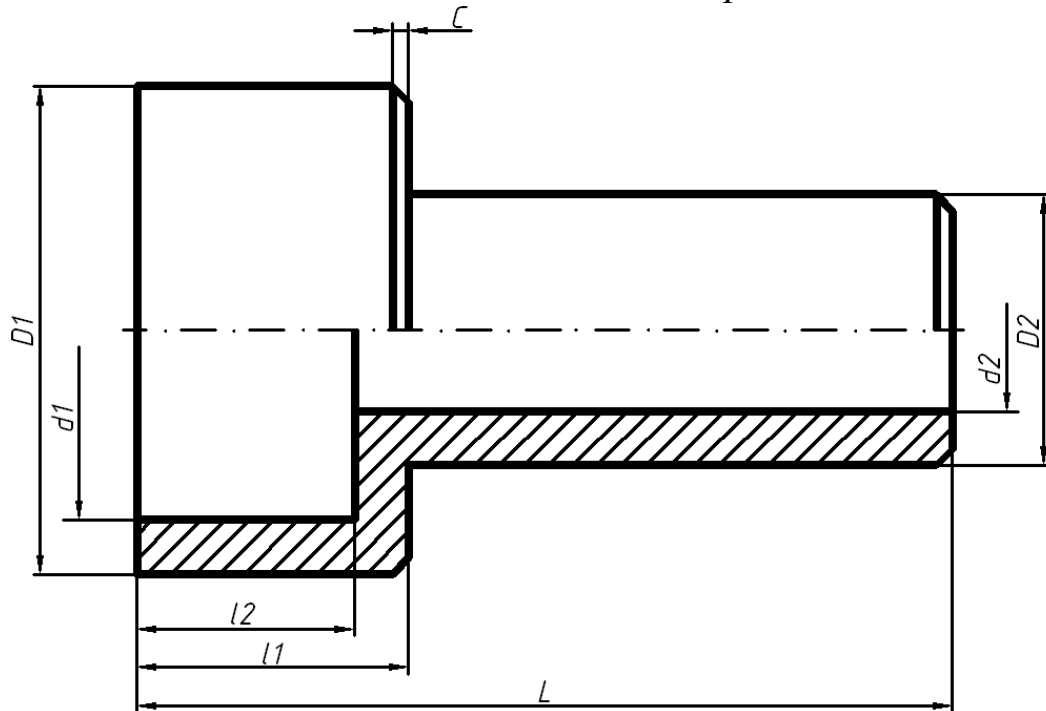


Рис. 3.35

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) створюємо ортогональну проекцію (вид у поєднанні з розрізом) втулки;
- 2) проставляємо необхідні розміри;

- 3) виконуємо тривимірне зображення втулки з вирізом передньої чверті;
- 4) виконуємо візуалізацію тривимірного зображення;
- 5) зберігаємо кресленик.

Створення ортогональної проекції втулки

Модель втулки (рис. 3.35) складається з двох зовнішніх і двох внутрішніх циліндричних поверхонь. На зовнішніх циліндричних поверхнях виконано фаски розміром $3 \times 45^\circ$.

Побудову ортогональної проекції втулки будемо виконувати в такій послідовності.

Оскільки втулка є тілом обертання, а отже, має вісь обертання, то побудову розпочнемо з проведення осьової лінії (рис. 3.36) і плоского контуру (рис. 3.37) командою LINE (відрізок). Координати точок для вісі: 1(0, 0), 2(150, 0); для плоского контуру: 1(0, 0), 2(0, 45), 3(50, 45), 4(50, 25), 5(150, 25), 6(150, 0).

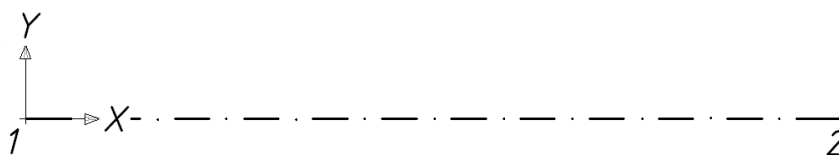


Рис. 3.36

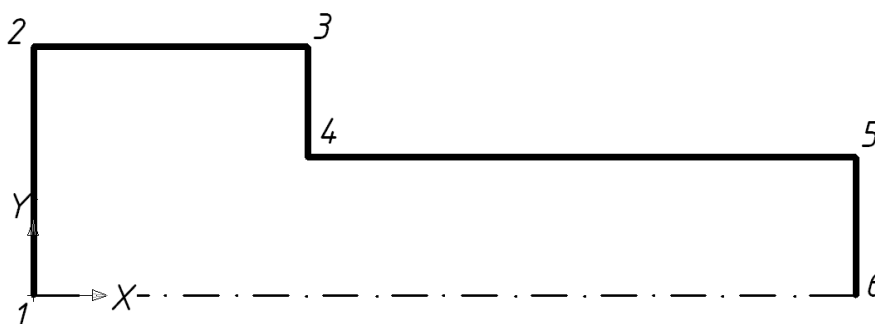


Рис. 3.37

Виконаємо фаску командою CHAMFER (фаска) параметром $3 \times 45^\circ$ (рис. 3.38) та віддзеркалимо отримане зображення командою MIRROR (дзеркало) відносно осьової лінії (рис. 3.39).

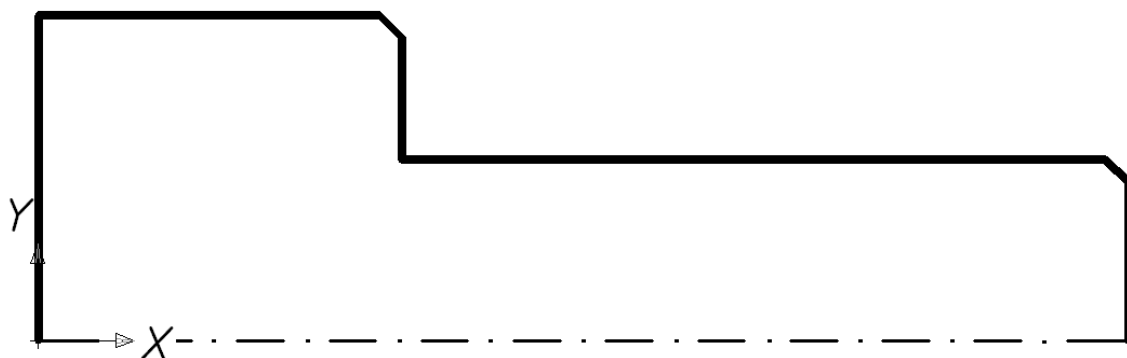


Рис. 3.38

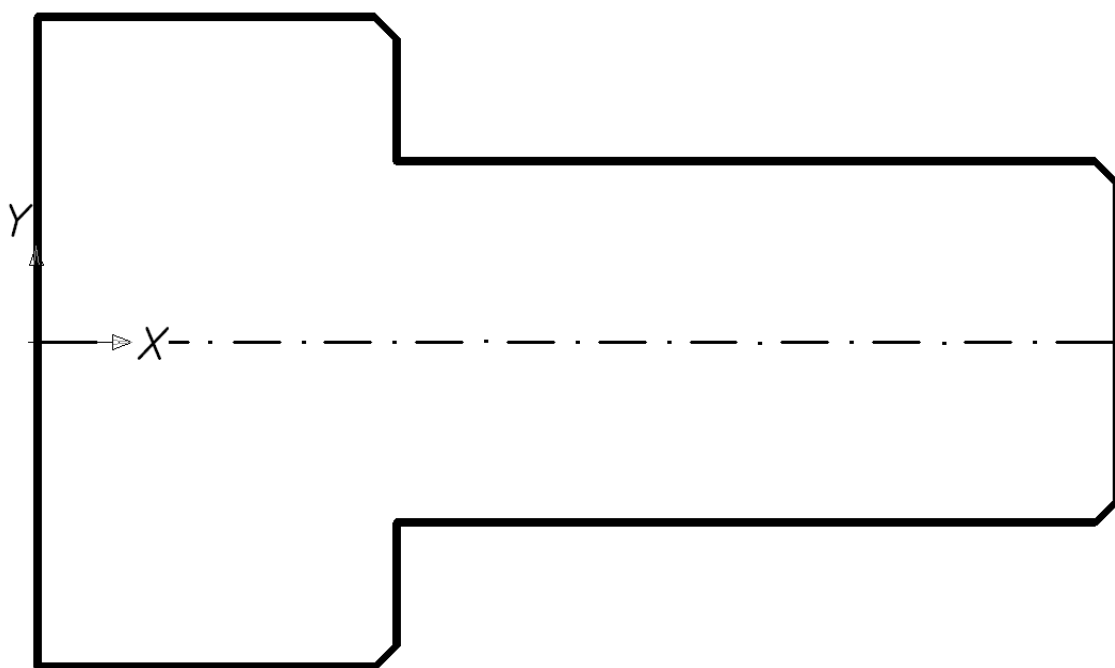


Рис. 3.39

Побудуємо плоский контур розрізу (рис. 3.40) командою LINE (відрізок). Координати точок для плоского контуру: 1(0, -35), 2(40, -35), 3(40, -15), 4(150, -15).

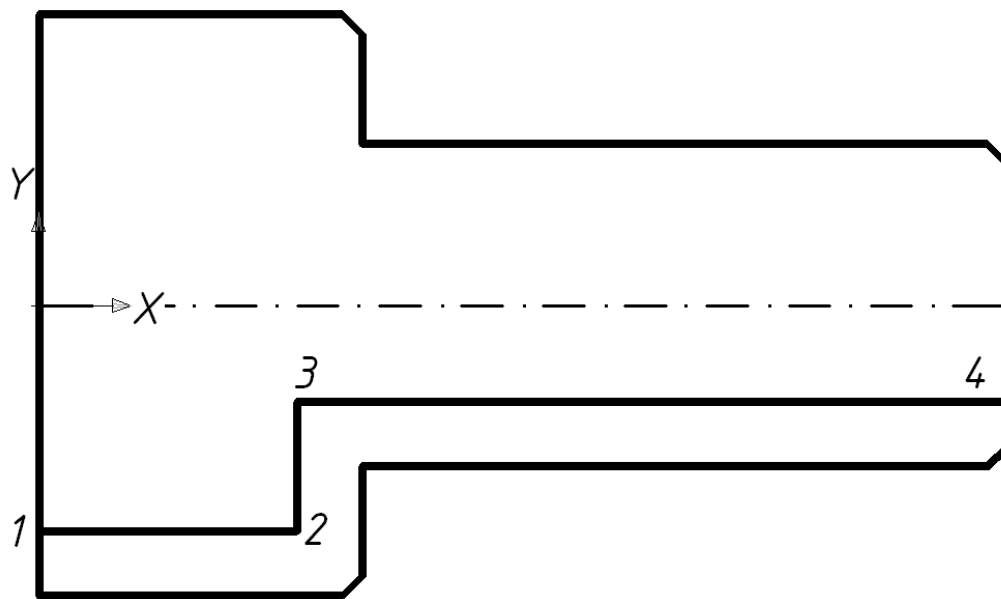


Рис. 3.40

Використовуючи команду LINE (відрізок) проведемо лінії, яких не вистачає (рис. 3.41).

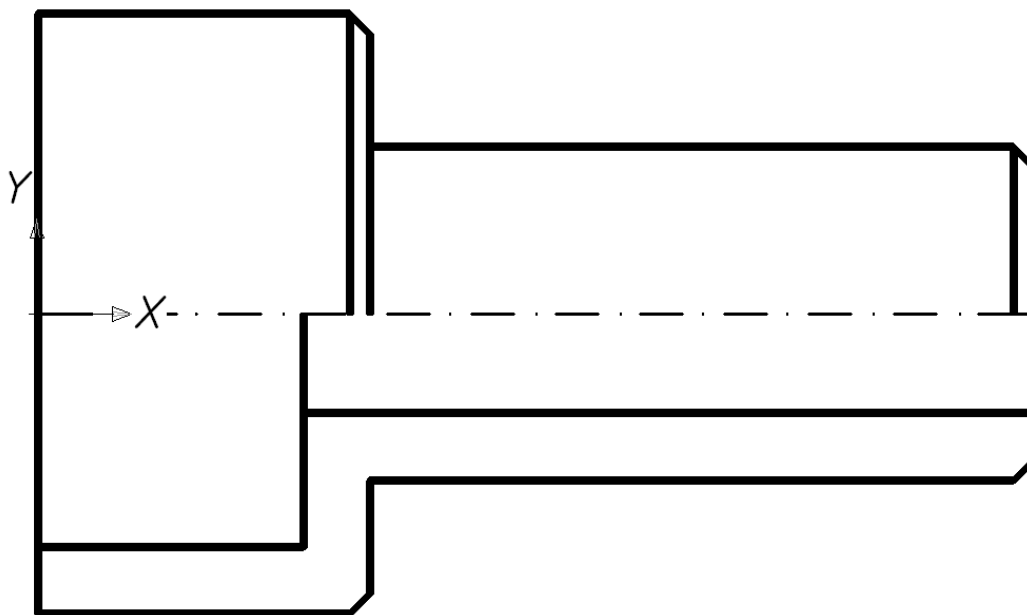


Рис. 2.41

Виконаємо штриховку командою HATCH (штриховка) за такими параметрами: тип штриховки – ANSI-31, кут повороту – 0, масштаб – 1 (рис. 3.42).

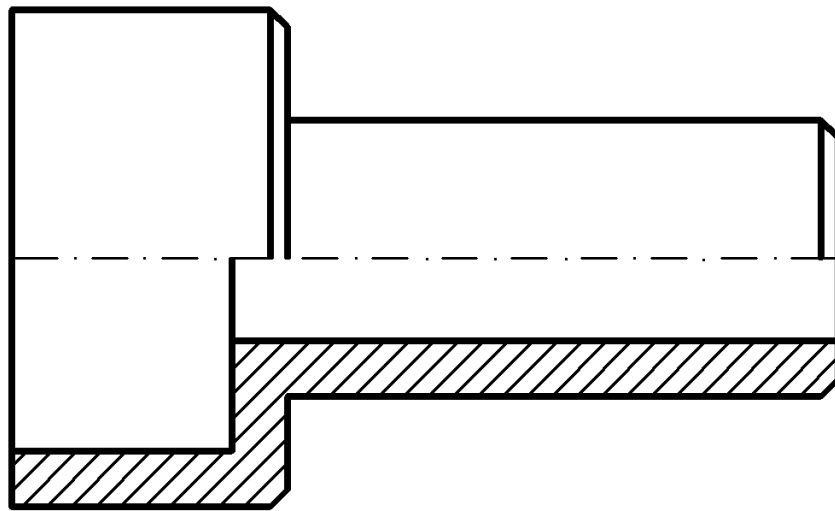


Рис. 3.42

Видовжимо осьову лінію на 2-3 мм за межі ортогонального зображення. Використовуючи панель інструментів DIMENSION (розміри), проставимо необхідні розміри (рис. 3.43). Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною і лінією контуру – 10 мм.

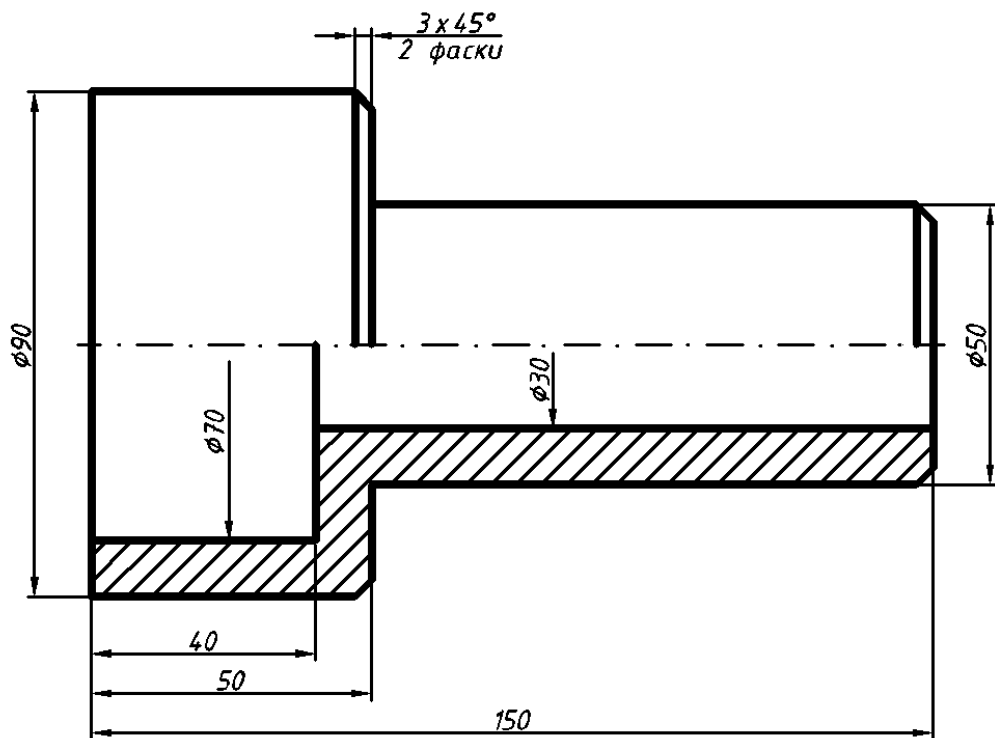


Рис. 3.43

Створення тривимірного зображення втулки

Тривимірну модель втулки створимо шляхом обертання плоского контуру навколо вісі.

Будуємо вісь і плоский контур командою LINE (відрізок). Координати точок для вісі: 1(0, 0), 2(150, 0); для плоского контуру: 1(0, 35), 2(0, 45), 3(50, 45), 4(50, 25), 5(150, 25), 6(150, 15), 7(40, 15), 8(40, 35) (рис. 3.44).

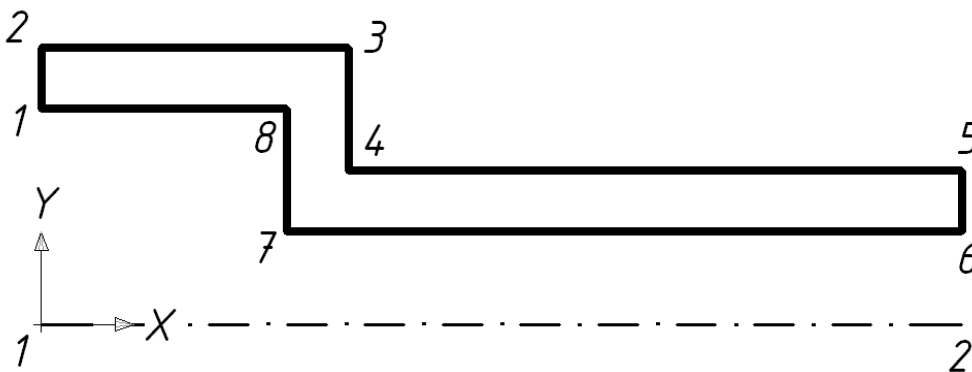


Рис. 3.44

Виконаємо фаску командою CHAMFER (фаска) параметром $3 \times 45^\circ$ (рис. 3.45).

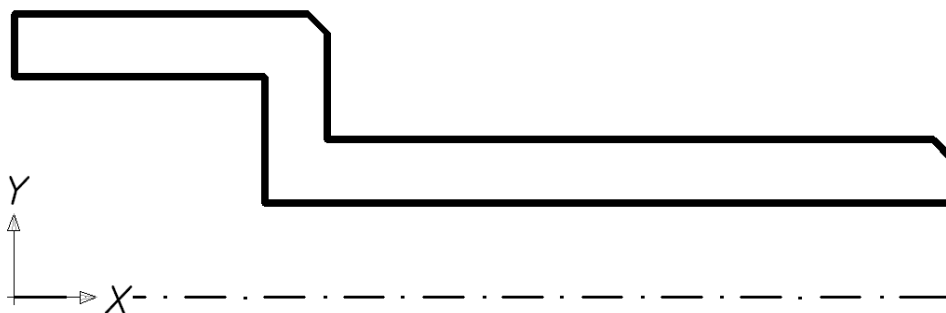


Рис. 3.45

Командою REGION (область) плоский контур перетворюємо в замкнений. За допомогою команди REVOLVE (обертати) створимо

модель втулки шляхом обертання плоского контуру навколо вісі на кут 270° (рис. 3.46).

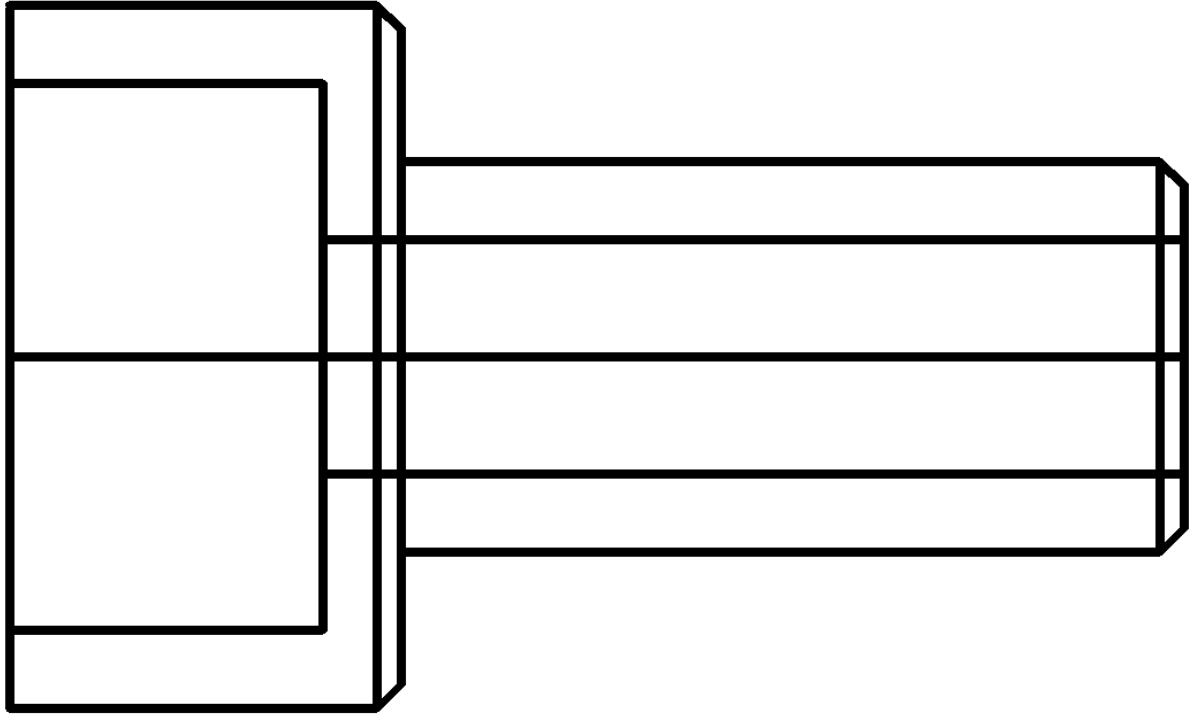
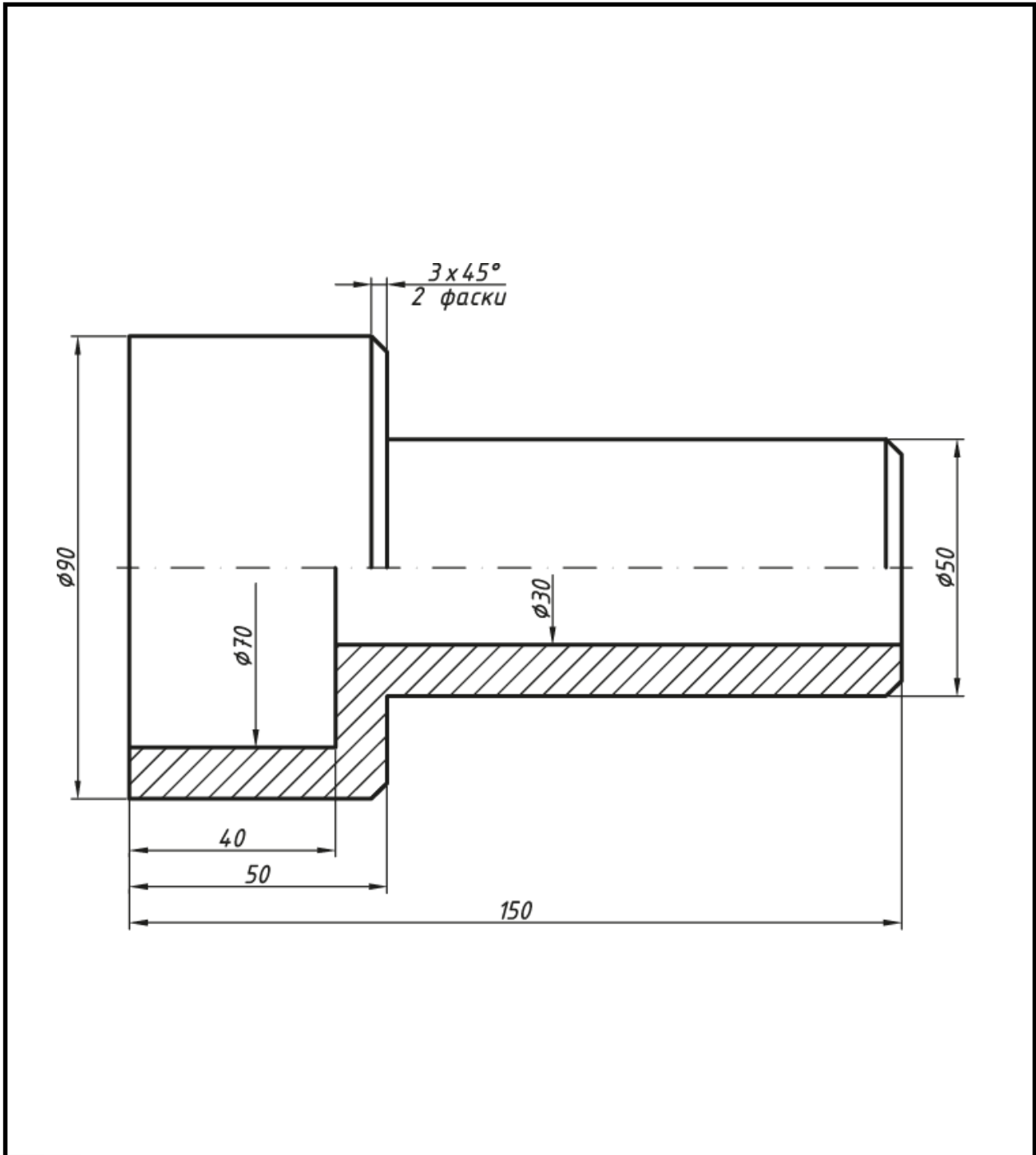


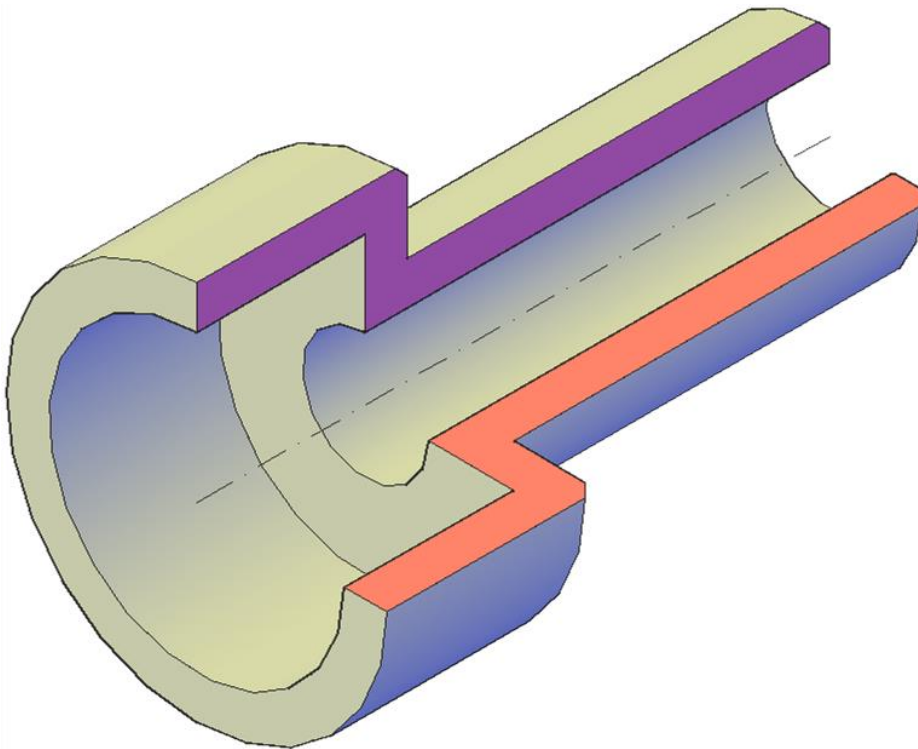
Рис. 3.46

Розмістимо модель ступиці в положення «ПЗ ізометрія», використавши панель інструментів VIEWPOINT (вид). Візуалізуємо тривимірне зображення втулки за допомогою панелі інструментів SHADE (розфарбувати), вибравши візуальний стиль «Реалістичний». Для відображення місць вирізу передньої чверті втулки скористаємось опцією «Зміна кольору окремих граней» панелі інструментів SOLIDS EDITING (редагування тіл).

Збережемо кресленик моделі втулки. Друкувати роботу слід на одному аркуші паперу формату А4 (масштаб 1:2) або на двох А4 (масштаб 1:1).



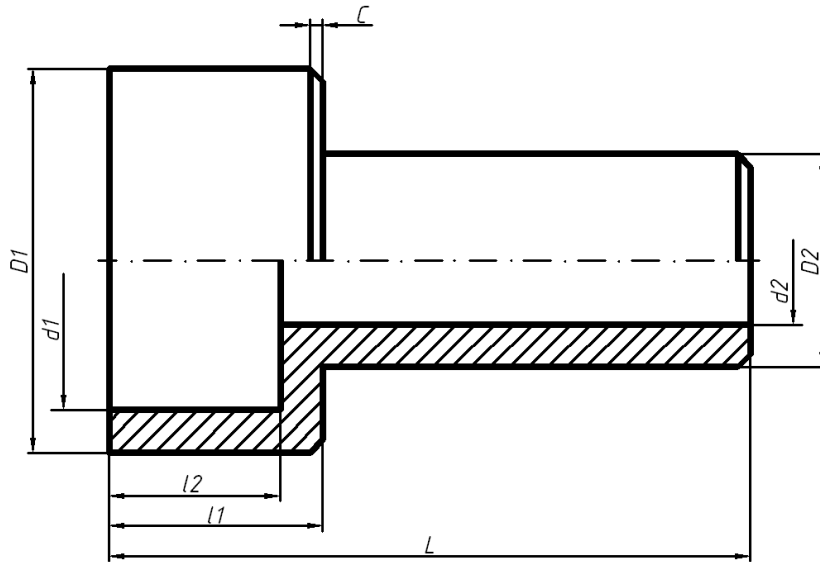
					РДГУ.050133.005			
					Графічна робота №5	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив		Возняк І.М.						
Перевірив		Фещук Ю.В.						
Т. Контр.						Арк.	1	Аркушів 2
Н. Контр.						ФТФ зр.ТПІ-31		
Затв.								



					РДГУ.050133.005					
					Графічна робота №5	Літ.			Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						1:1
Розробив		Возняк І.М.								
Перевіриб		Фещук Ю.В.								
Т. Контр.						Арк.	2	Аркушів 2		
						ФТФ зр.ТПІ-31				
Н. Контр.										
Затв.										

Таблиця 3.8

Варіанти завдань з виконання ортогонального та тривимірного зображення втулки (у мм).



№ варіанта	L	D_1	D_2	d_1	d_2	l_1	l_2	C
1	130	72	44	52	24	35	30	4×45^0
2	135	76	48	56	28	40	35	3×45^0
3	140	80	52	60	32	45	40	$3,5 \times 45^0$
4	145	84	56	52	36	50	45	4×45^0
5	150	88	44	56	24	55	50	$4,5 \times 45^0$
6	130	92	48	60	28	35	30	5×45^0
7	135	96	52	52	32	40	35	4×45^0
8	140	72	56	56	36	45	40	3×45^0
9	145	76	44	60	24	50	45	$3,5 \times 45^0$
10	150	80	48	52	28	55	50	4×45^0
11	130	84	52	56	32	35	30	$4,5 \times 45^0$
12	135	88	56	60	36	40	35	5×45^0
13	140	92	44	52	24	45	40	4×45^0
14	145	96	48	56	28	50	45	3×45^0
15	150	72	52	60	32	55	50	$3,5 \times 45^0$
16	130	76	56	52	36	35	30	4×45^0
17	135	80	44	56	24	40	35	$4,5 \times 45^0$
18	140	84	48	60	28	45	40	5×45^0
19	145	88	52	52	32	50	45	4×45^0
20	150	92	56	56	36	55	50	3×45^0
21	130	96	44	60	24	35	30	$3,5 \times 45^0$
22	135	72	48	52	28	40	35	4×45^0

Продовж. табл. 3.8

23	140	76	52	56	32	45	40	4,5x45 ⁰
24	145	80	56	60	36	50	45	5x45 ⁰
25	150	84	44	52	24	55	50	4x45 ⁰
26	130	88	48	56	28	35	30	3x45 ⁰
27	135	92	52	60	32	40	35	3,5x45 ⁰
28	140	96	56	52	36	45	40	4x45 ⁰
29	145	72	44	56	24	50	45	4,5x45 ⁰
30	150	76	48	60	28	55	50	5x45 ⁰

Практична робота №6

Тема: побудова тривимірного зображення геометричної моделі з подвійним проникненням.

Мета роботи: здобути початкові навички з тривимірного моделювання засобами комп'ютерної графіки.

Час: 2 години аудиторних занять і 4 години самостійної роботи.

Звіт: файл зображення з розширенням DWG.

Засоби виконання: персональний комп'ютер; графічна система AutoCAD; прототип формату A4PT.DWG.

Література: 1,2,3,4,5,6,7,8.

Завдання:

1) відповідно до свого варіанта завдання слід побудувати тривимірне зображення геометричної моделі за її ортогональними проекціями;

2) виконати виріз передньої чверті моделі для розкриття її внутрішньої будови;

3) реалістично візуалізувати тривимірне зображення геометричної моделі;

4) роздрукувати кресленик;

5) оформити звіт із практичної роботи.

Варіанти завдань студенти беруть із таблиці № 3.9 згідно зі своїм порядковим номером у журналі групи.

Завдання для самопідготовки

1. Перепишіть тему, мету і завдання для виконання роботи.
2. Шляхом аналізу лекційного матеріалу й вказаної літератури дати письмові відповіді на такі запитання:
 - А) Які існують способи побудови тривимірних об'єктів в AutoCAD?
 - Б) Вкажіть основні етапи виконання розрізів і перерізів в AutoCAD.
 - В) За допомогою якої панелі інструментів і яких команд редагують тривимірні об'єкти в AutoCAD?
 - Г) Як змінити колір всієї моделі або її граней?
 - Д) Як перетворити циліндричну форму отвору на конічну?
3. У робочому зошиті скласти алгоритм створення ортогональної проекції та наочного зображення втулки згідно зі своїм варіантом.

Хід роботи: практичну роботу слід виконувати згідно зі сценарієм, розробленим викладачем, враховуючи особливості конструкції геометричної моделі.

Методичні вказівки до виконання практичної роботи

Практичну роботу виконують згідно зі сценарієм, який враховує поетапність створення тривимірного зображення геометричної моделі з подвійним проникненням.

Усі побудови виконують у режимі «Модель».

Алгоритм одержання зображення моделі об'єкта такий:

- 1) створюємо тривимірне зображення геометричної моделі;
- 2) виконуємо виріз передньої чверті геометричної моделі;
- 3) виконуємо візуалізацію тривимірного зображення;
- 4) зберігаємо кресленик.

Побудова тривимірного зображення геометричної моделі

Геометрична модель (рис. 3.47) являє собою правильну шестикутну призму з двома наскрізними отворами циліндричної форми.

Побудову наочного зображення цієї геометричної моделі будемо виконувати в такій послідовності.

Шестикутну призму і циліндричний отвір, що проходить вздовж осі призми, будуватимемо методом «видавлювання».

Розпочнемо роботу з проведення осьових ліній командою LINE (відрізок). (рис. 3.48). Координати точок для вісі: 1(0, 0), 2(100, 0); 3(50, 50), 4(50, -50).

Перенесемо початок координат у точку перетину осьових ліній командою UCS (ПСК) (рис. 3.49).

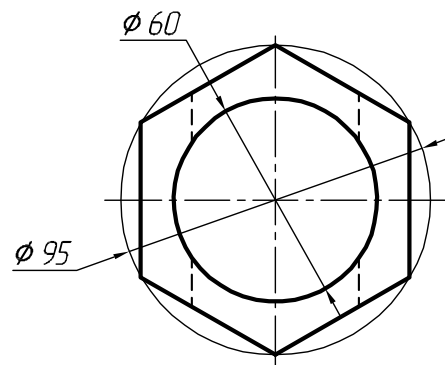
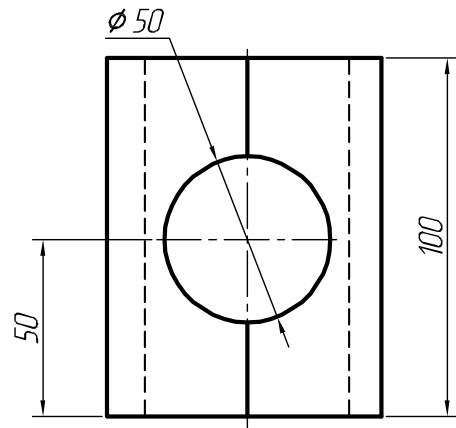


Рис. 3.47

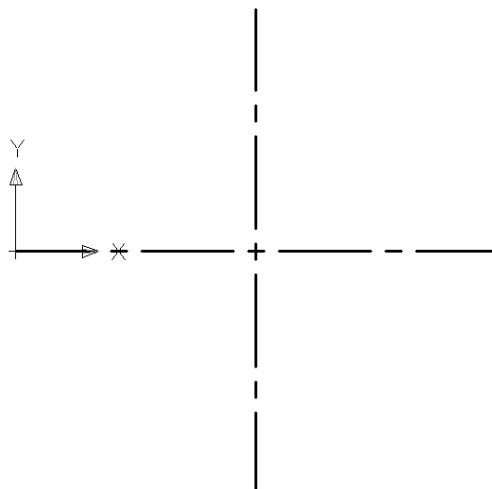


Рис. 3.48

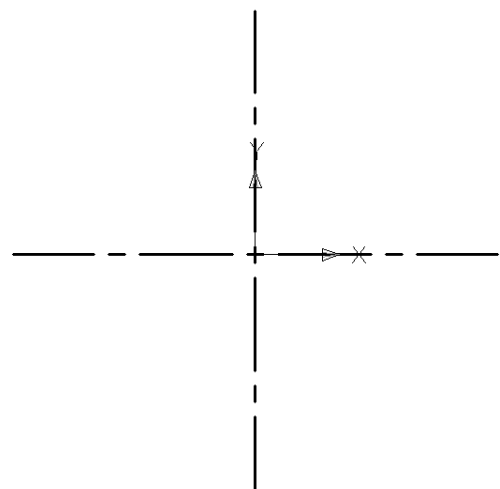


Рис. 3.49

Командою POLYGON (багатокутник) побудуємо правильний шестикутник, який вписаний у коло діаметром 95 мм, за такими параметрами: число сторін – 6; координати центра – 0,0; вписаний у коло; радіус кола – 47.5 мм (рис. 3.50).

Повернемо шестикутник відносно початку координат на 30° . Викликаємо команду ROTATE (поворот), виділяємо об'єкт (шестикутник), вказуємо базову точку (0,0) і зазначаємо кут повороту – 30 (рис. 3.51).

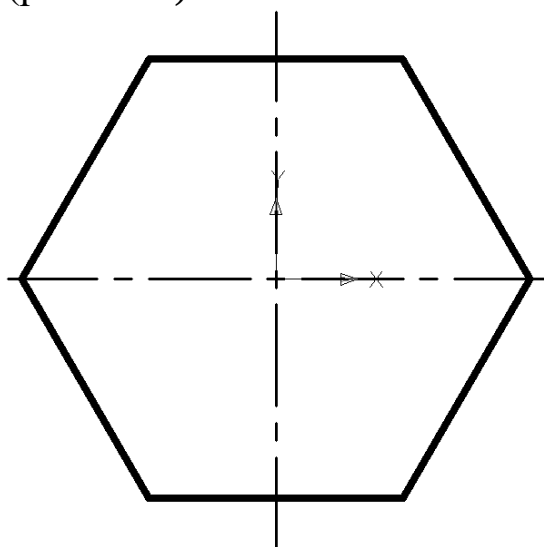


Рис. 3.50

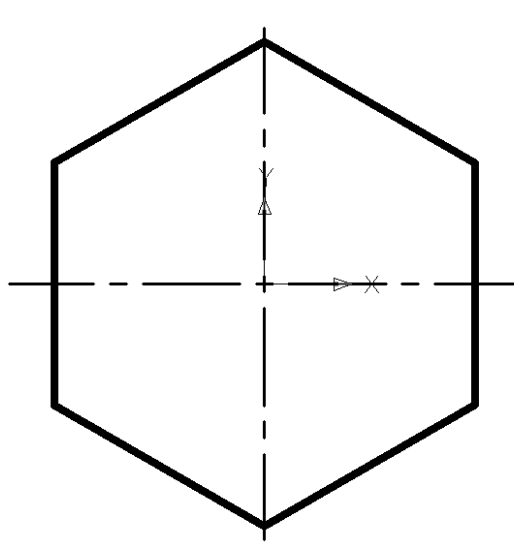


Рис. 3.51

За допомогою команди CIRCLE (коло) будуємо коло з координатами центру (0, 0) і радіусом 30 мм (рис. 3.52). Використавши панель інструментів Viewpoint (вид), розмістимо геометричну модель у аксонометричному положенні. Командою EXTRUDE (видавити) видавимо шестикутник і коло на 100 мм. Для кращого унаочнення виконаних побудов перемістимо модель у положення «ПЗ ізометрія», використавши панель інструментів Viewpoint (вид) (рис. 3.53).

Щоб отримати циліндричний отвір у призмі, вираховуємо з неї командою SUBTRACT (вирахувати) циліндр. Ця команда розміщена на панелі інструментів SOLIDS EDITING (редагування тіла). Візуалізуємо отримане зображення за допомогою панелі інструментів

SHADE (розфарбувати), вибравши візуальний стиль «3D скритий» (рис. 3.54).

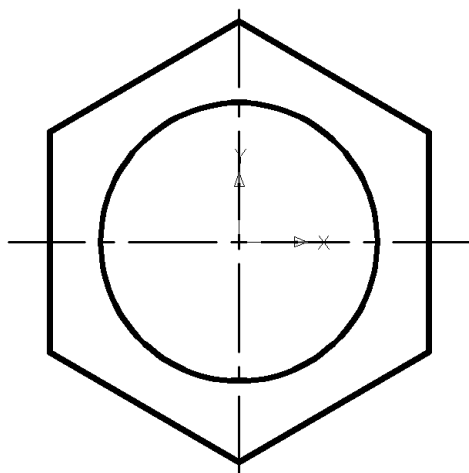


Рис. 3.52

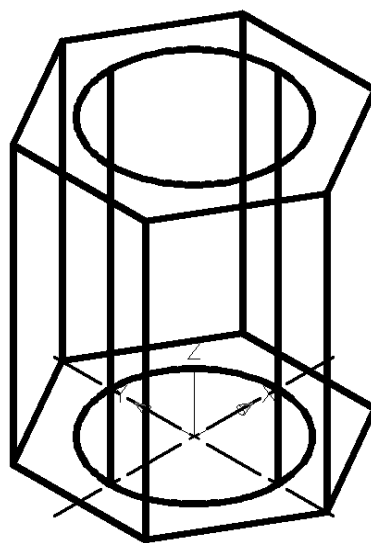


Рис. 3.53

Розмістимо об'єкт у положення «Вид спереду» на панелі інструментів VIEWPOINT (вид) (рис. 3.55).

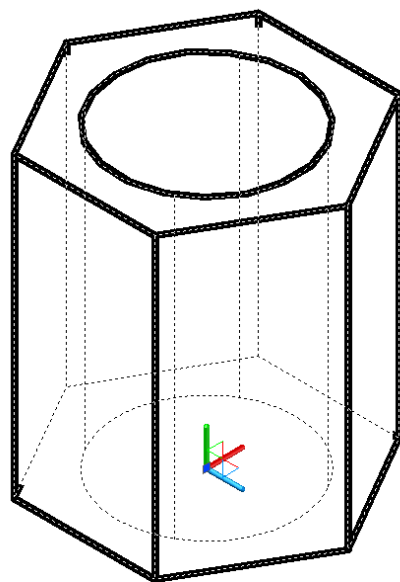


Рис. 3.54

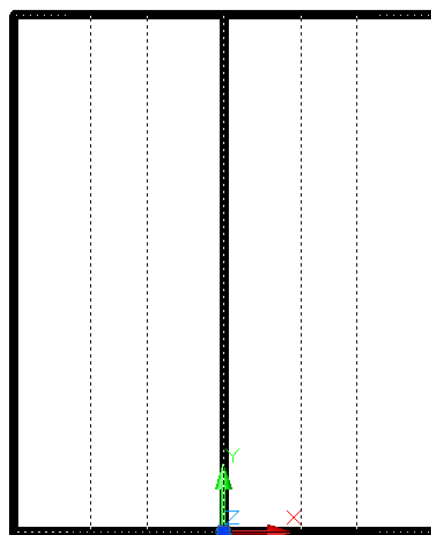


Рис. 3.55

Отвір діаметром 50 мм перетинає призму наскрізь, тому висота видавлювання може бути 95 мм і більшою. Напрямок видавлювання протилежний напрямку осі Z (від'ємне значення). За допомогою команди CIRCLE (коло) будуюмо коло з координатами центру (50, 50, 50) і радіусом 25 мм (рис. 3.56). Командою EXTRUDE (видавити) видавимо коло на 100 мм. Оскільки напрям видавлювання протилежний напрямку осі Z, то вказуємо від'ємне значення висоти видавлювання (-100) (рис. 3.57).

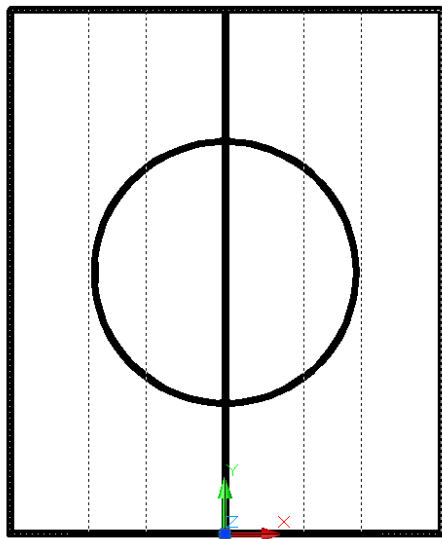


Рис. 3.56

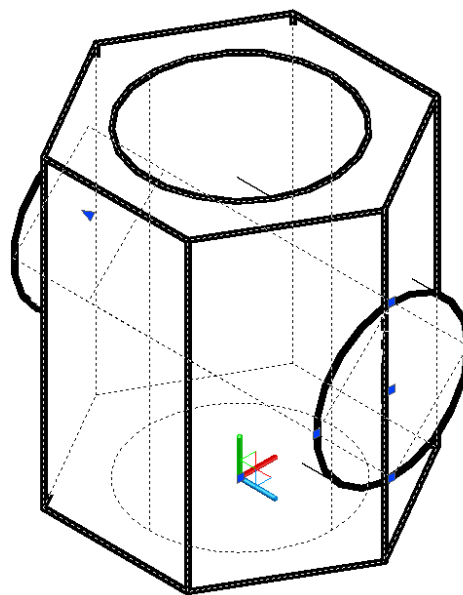


Рис. 3.57

Отриману циліндричну поверхню вираховуємо з моделі призми командою SUBTRACT (вирахувати) (рис. 3.58). Для кращої візуалізації моделі, видалимо її передню чверть. Для цього розмістимо модель корпусної деталі в положення «Вид зверху», використавши панель інструментів VIEWPOINT (вид). За допомогою команди RECTANG (прямокутник) побудуємо прямокутник за двома точками вершин: перша має виходити з центру моделі, а друга – має бути за межами моделі (рис. 3.59)

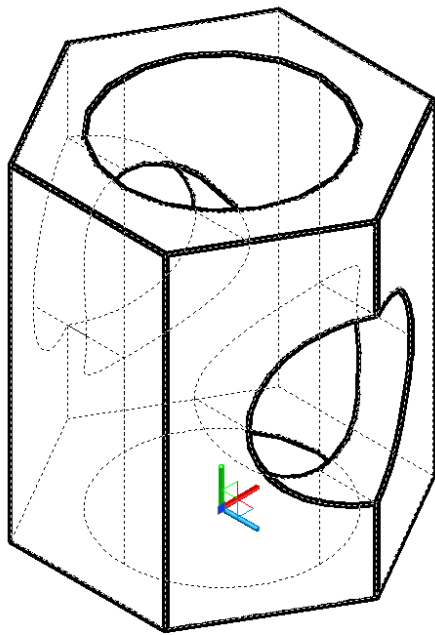


Рис. 3.58

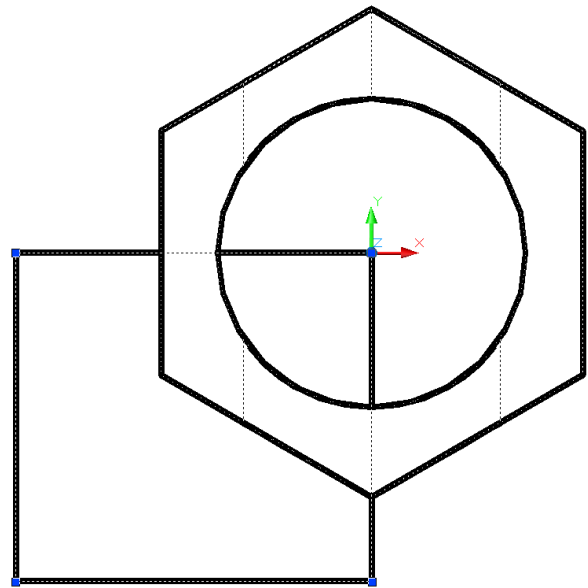


Рис. 3.59

Призматичну поверхню створимо методом видавлювання плоского контуру командою EXTRUDE (видавлення) на довжину 100 мм (рис. 3.60). Отриману поверхню вирахуємо з моделі призми командою SUBTRACT (вирахувати) (рис. 3.61).

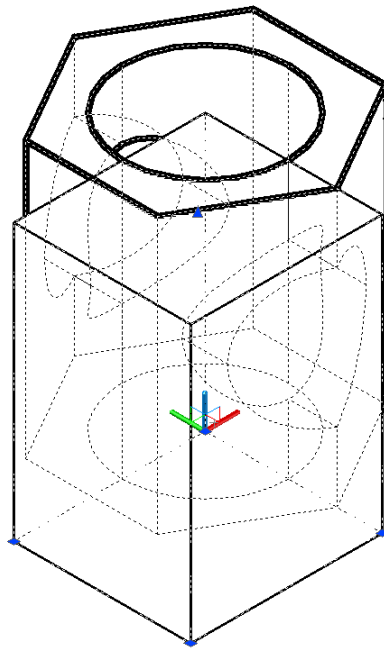


Рис. 3.60

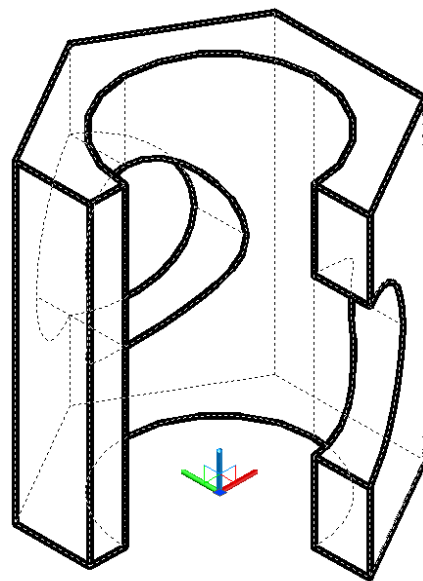


Рис. 3.61

Візуалізуємо тривимірне зображення моделі за допомогою панелі інструментів SHADE (розфарбувати), вибравши візуальний стиль «Реалістичний» (рис. 3.62). Для відображення місць вирізу передньої чверті скористаємось опцією «Зміна кольору окремих граней» панелі інструментів SOLIDS EDITING (редагування тіл) (рис. 3.63).

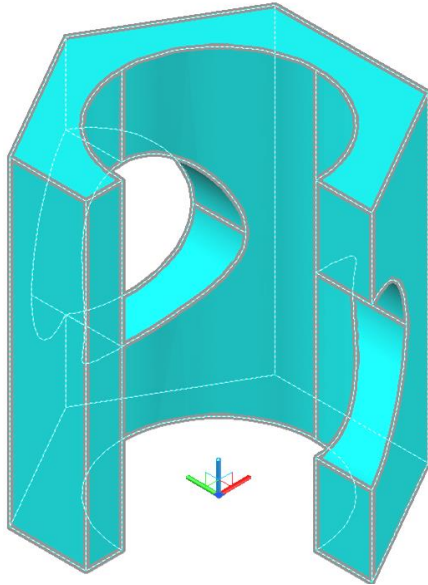


Рис. 3.62

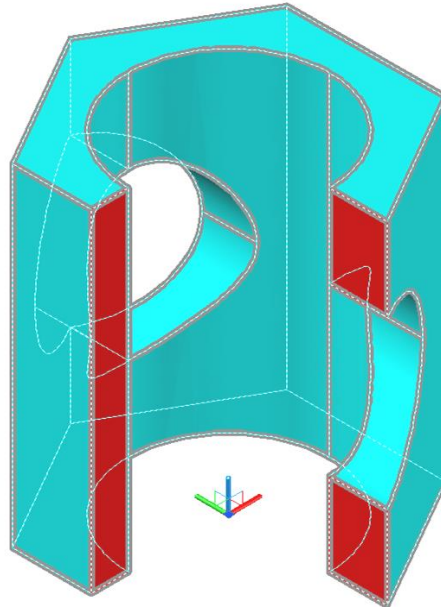
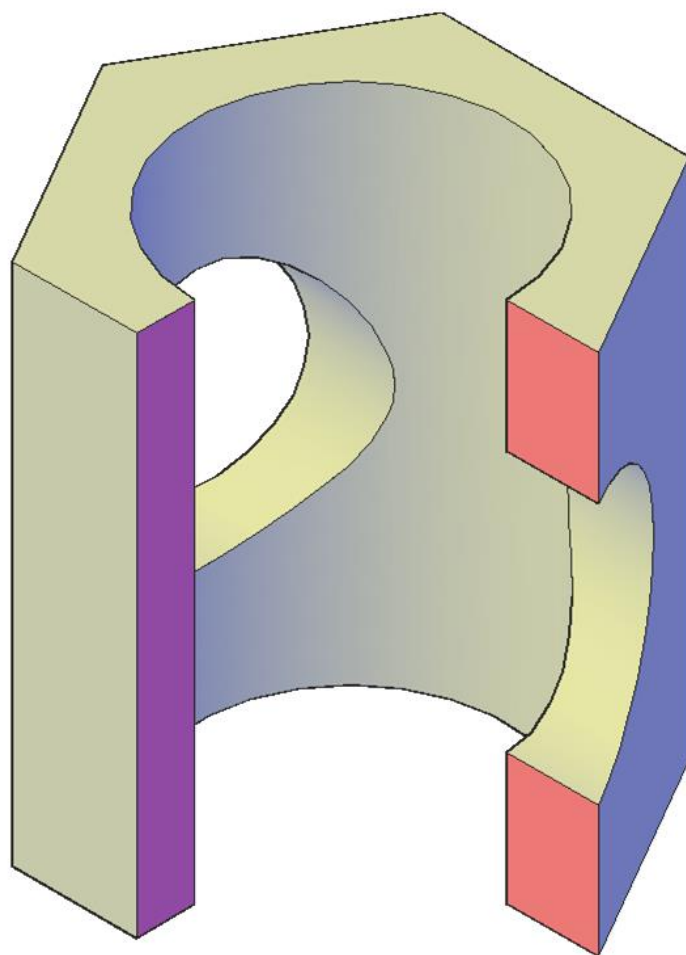


Рис. 3.63

Зберігаємо отримане тривимірне зображення геометричної моделі. Друкувати роботу слід на одному аркуші паперу формату A4 (масштаб 1:1).

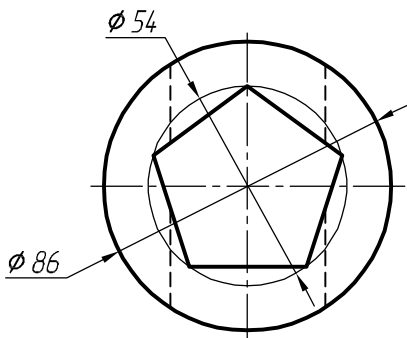
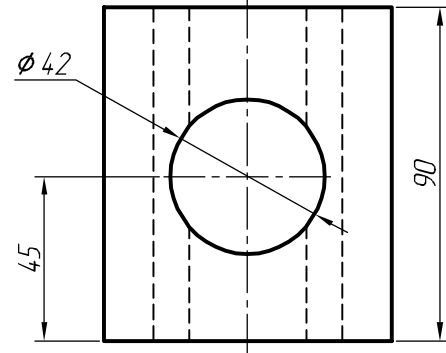


					РДГУ.050133.006			
					Графічна робота №6	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1:1
Розробив		Возняк І.М.						
Перевірів		Фещук Ю.В.						
Т. Контр.						Арк.	1	Аркушів 1
						ФТФ зр.ТПІ-31		
Н. Контр.								
Затв.								

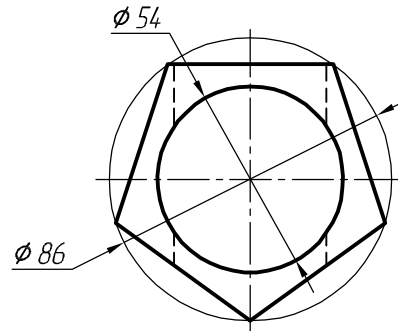
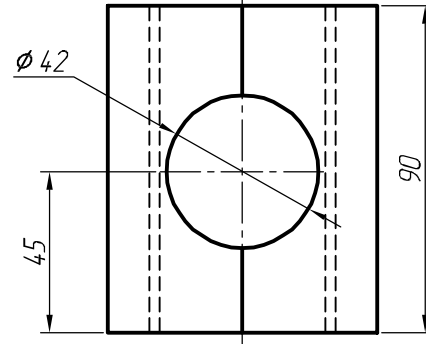
Таблиця 3.9

Варіанти завдань для побудови тривимірного зображення геометричної моделі.

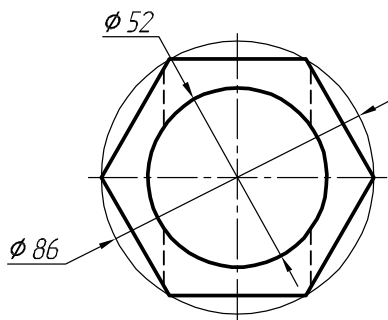
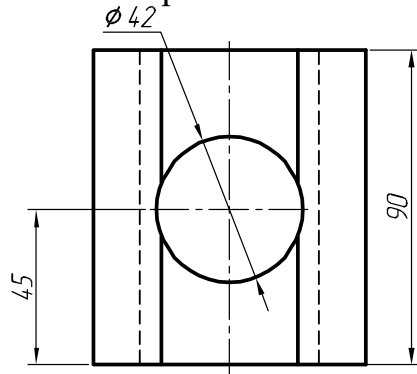
Варіант – 1



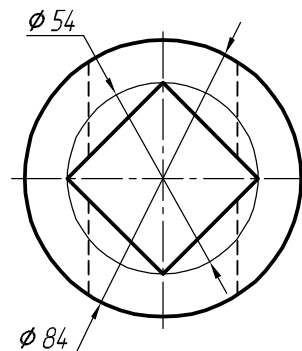
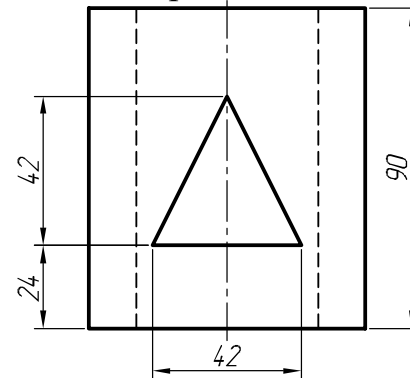
Варіант – 2



Варіант – 3

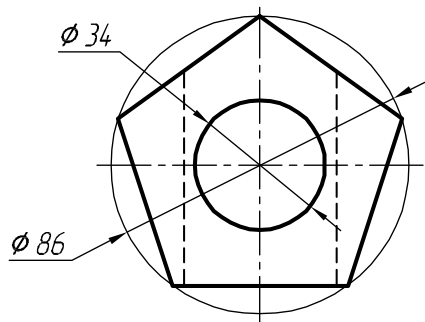
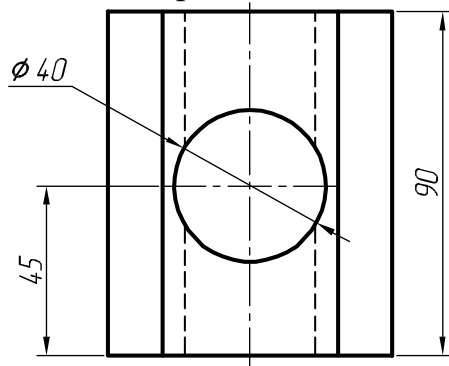


Варіант – 4

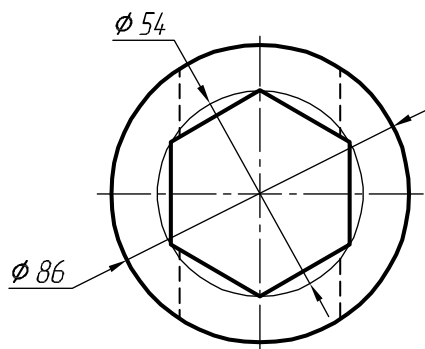
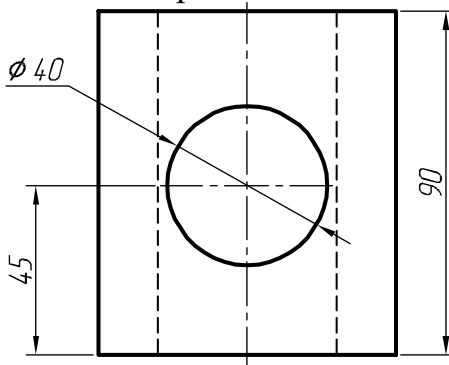


Продовження таблиці 3.9

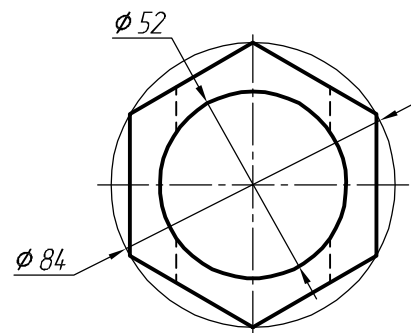
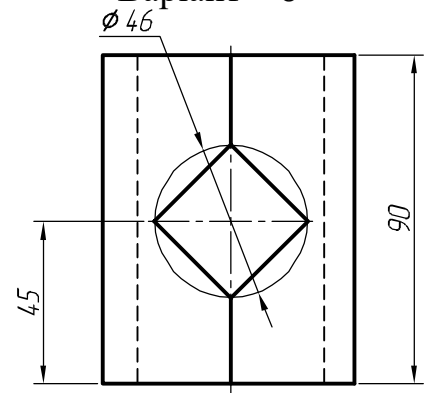
Варіант – 5



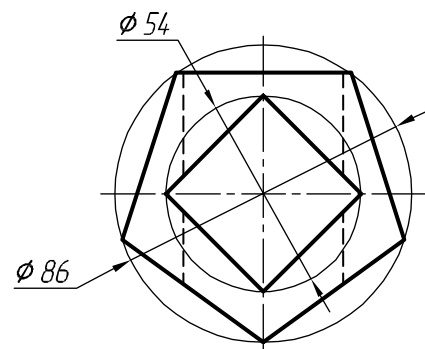
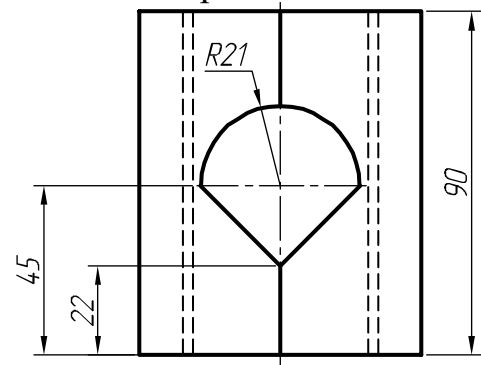
Варіант – 7



Варіант – 6

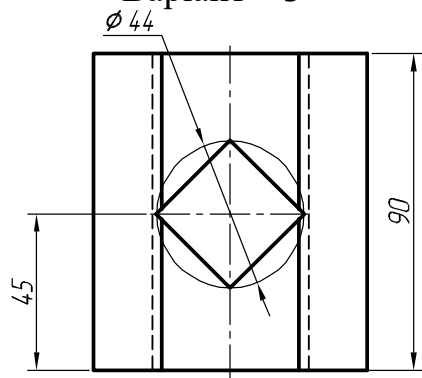


Варіант – 8

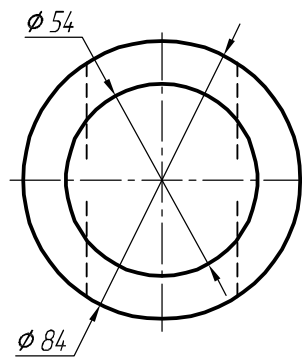
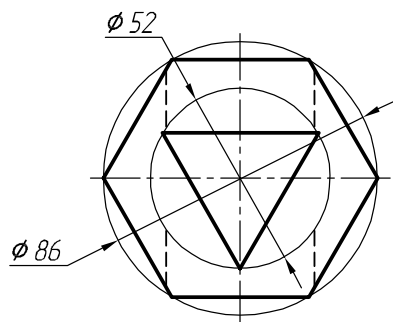
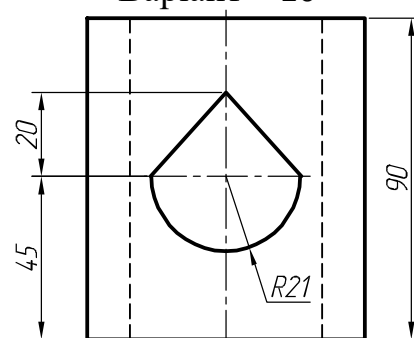


Продовження таблиці 3.9

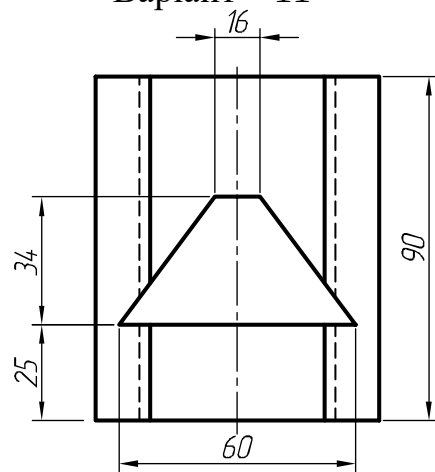
Варіант – 9



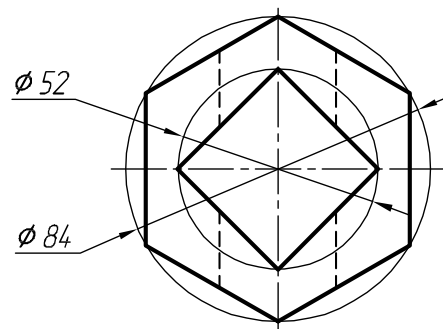
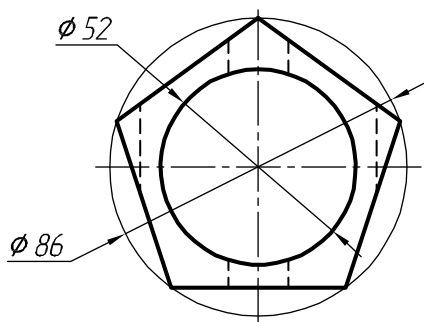
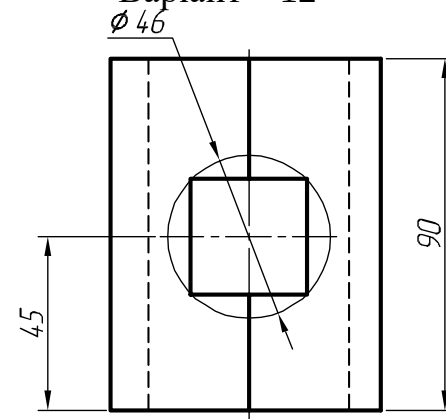
Варіант – 10



Варіант – 11

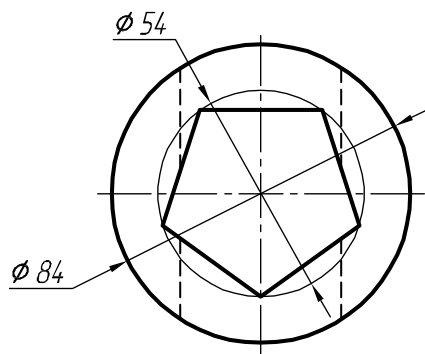
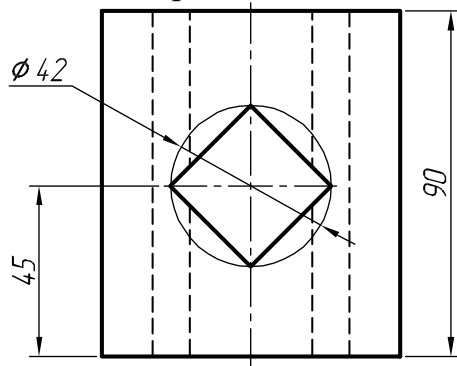


Варіант – 12

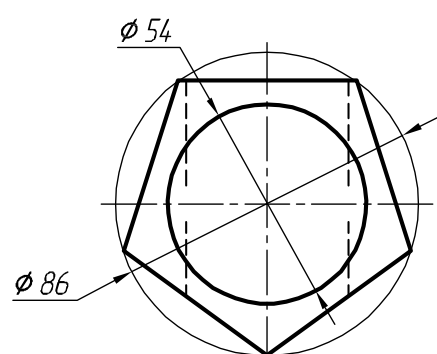
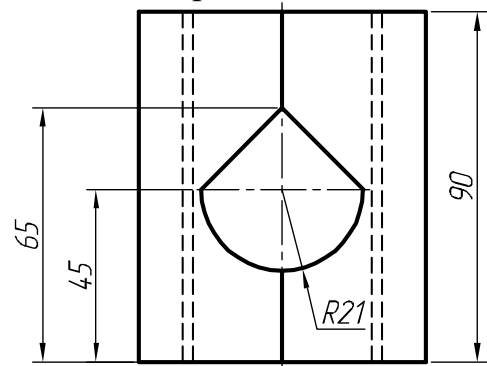


Продовження таблиці 3.9

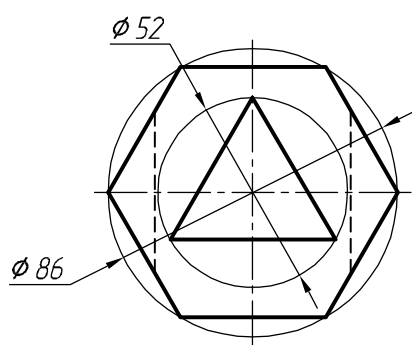
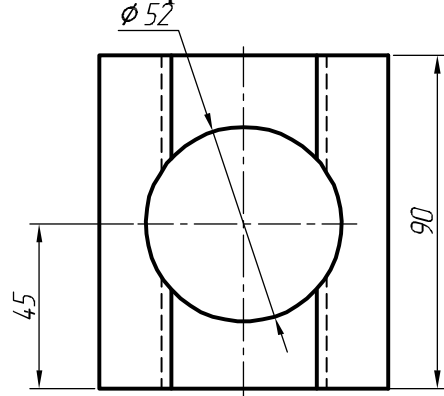
Варіант – 13



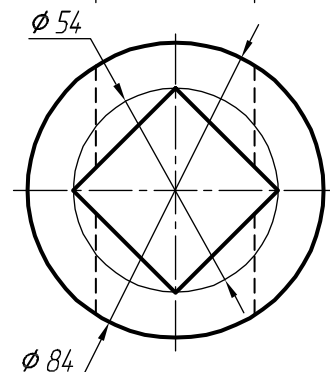
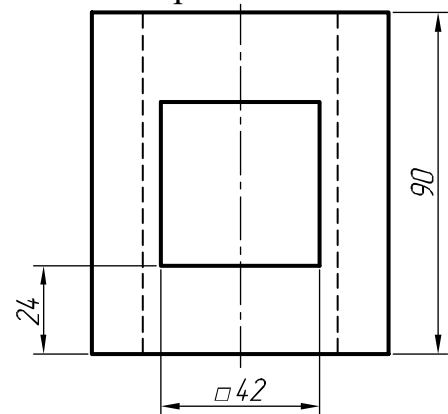
Варіант – 14



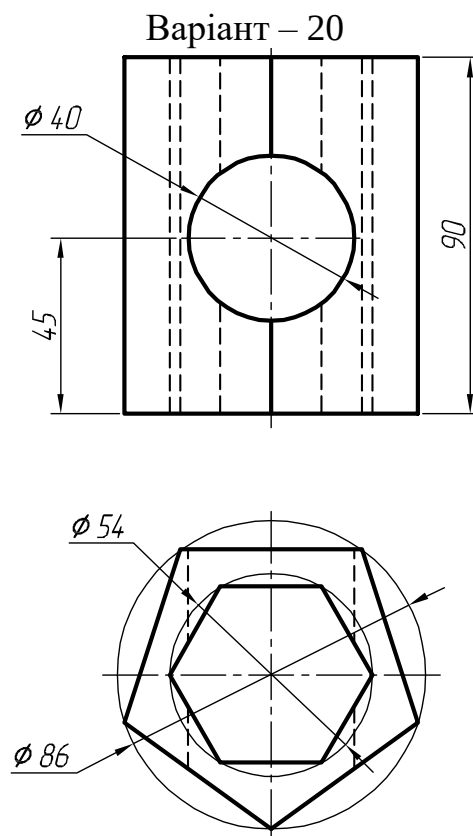
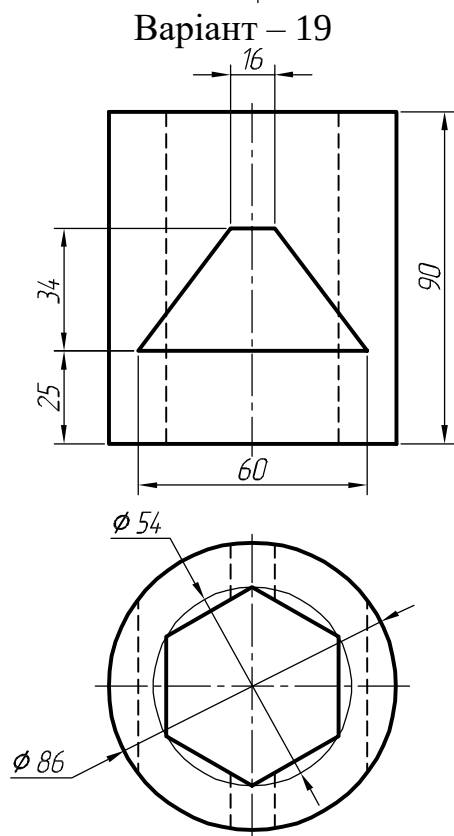
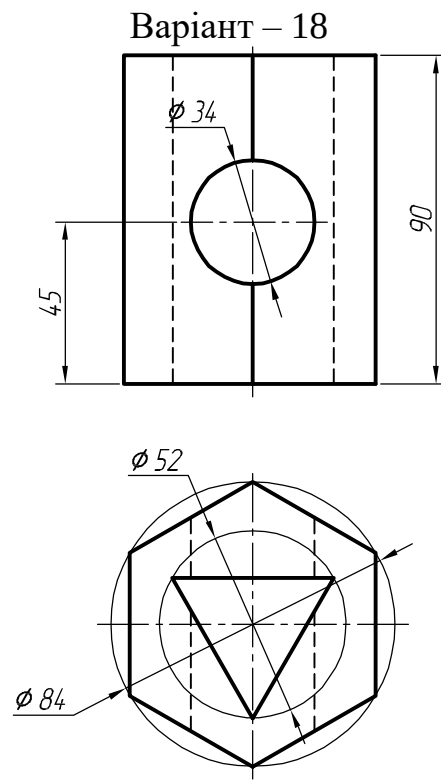
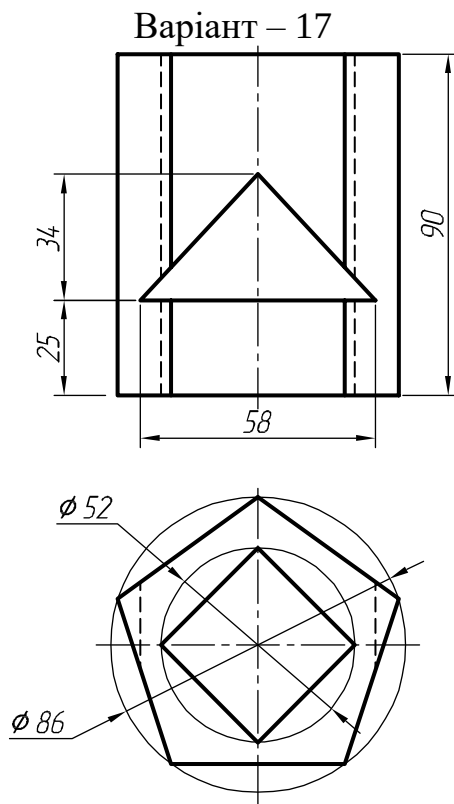
Варіант – 15



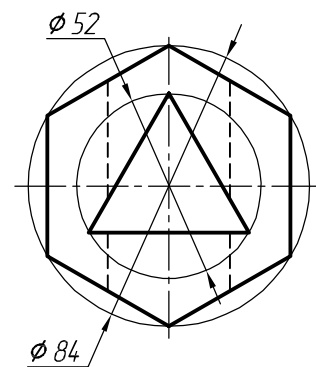
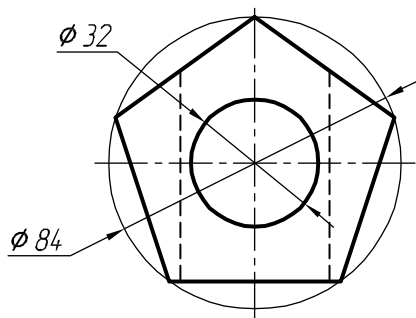
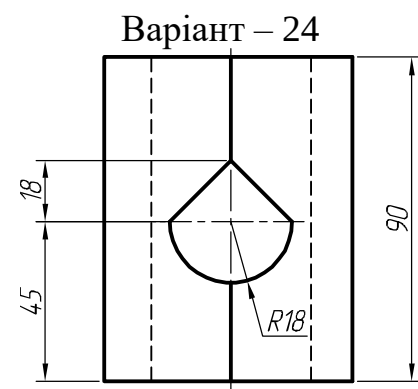
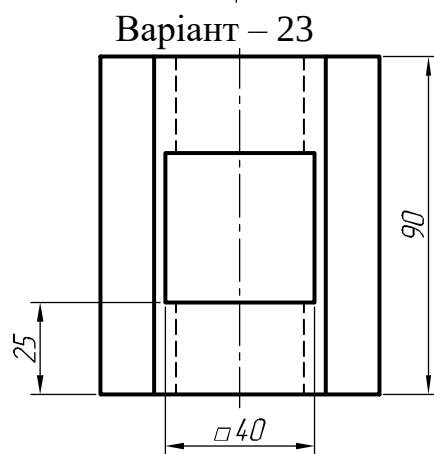
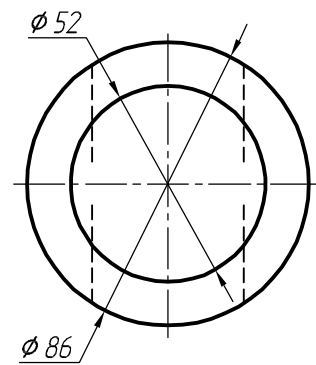
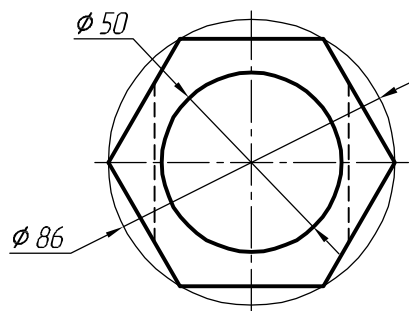
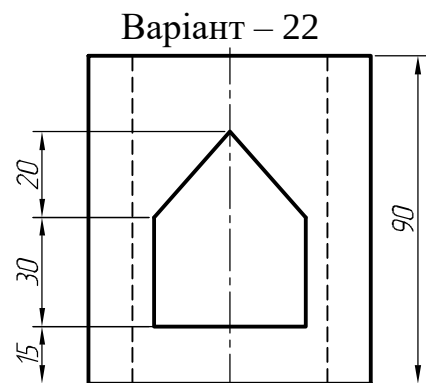
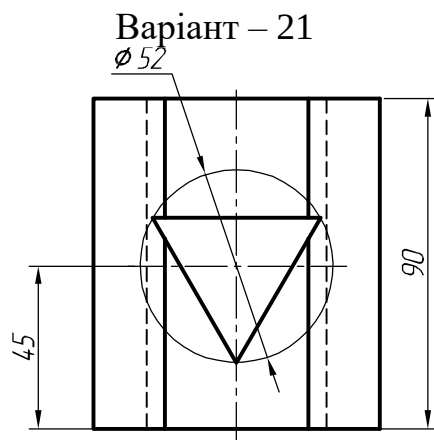
Варіант – 16



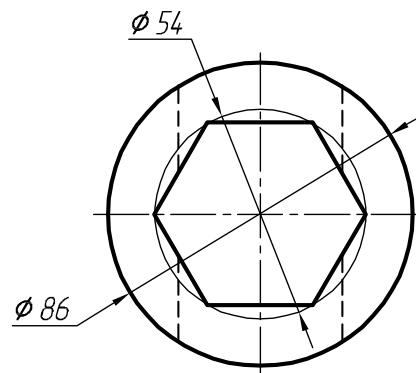
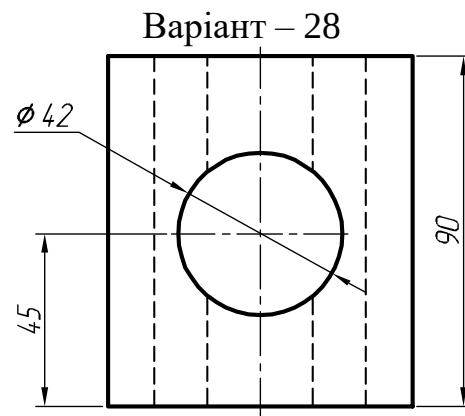
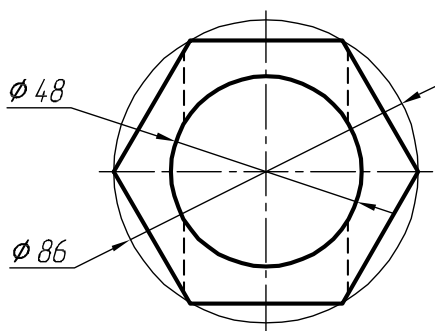
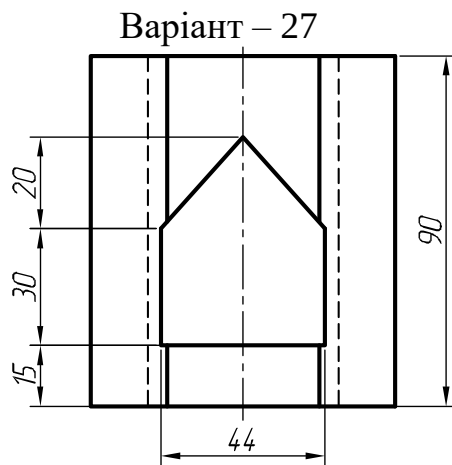
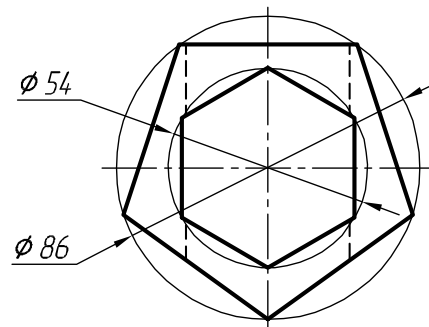
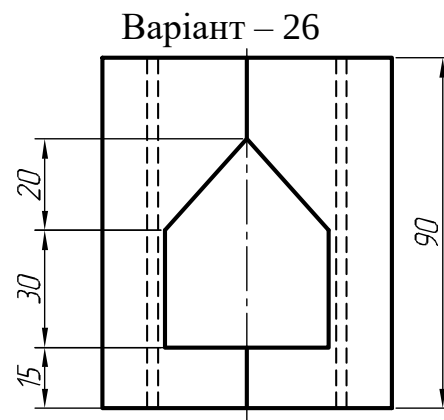
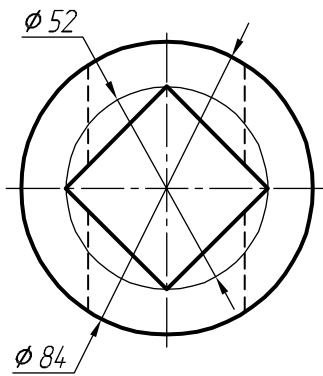
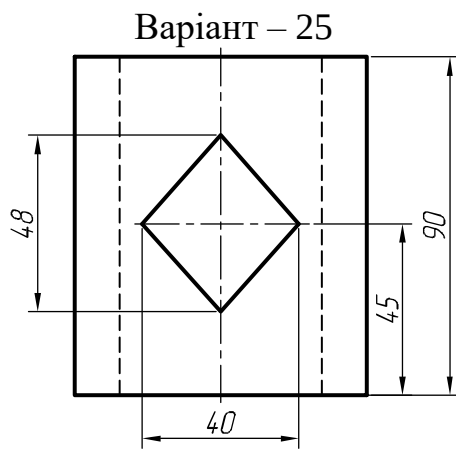
Продовження таблиці 3.9



Продовження таблиці 3.9



Продовження таблиці 3.9



Продовження таблиці 3.9

