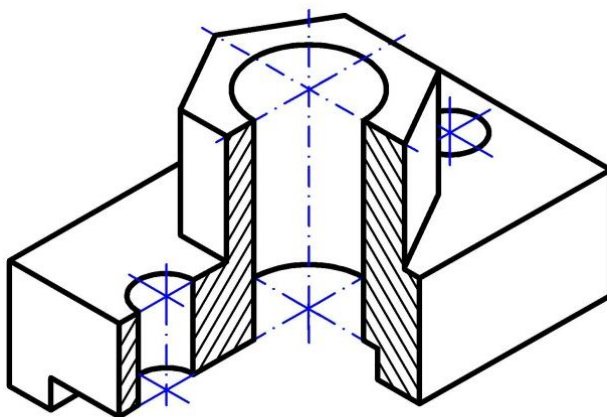


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Е. А. Бажміна
В. А. Шаломєєв**

**ПРАКТИЧНІ РОБОТИ
З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ
ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ
Частина 1**

Навчальний посібник



Запоріжжя • ЗНТУ • 2016

УДК 514.18(075.8)+744(075.8)+004.92(075.8)

ББК 22.151.3я73+30.11я73

Б16

*Рекомендовано до видання вченою радою
Запорізького національного технічного університету
(протокол № 11 від 15.05.2015 року)*

Колектив авторів:

Е. А. Бажміна – старший викладач кафедри «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» – розділи 1, 2, 4.3, 4.4, 4.5, додатки;

В. А. Шаломєєв – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» – передмова, розділи 3, 4.1, 4.2, 5

Рецензенти:

Т. В. Критська – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Електронні системи» Запорізької державної інженерної академії;

А. В. Сущенко – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри «Управління навчальним закладом і педагогіки вищої школи» Запорізького класичного приватного університету;

В. Г. Міщенко – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Прикладна фізика» Запорізького національного університету

Бажміна Е. А.

Б16 Практичні роботи з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки. Частина 1 : навч. посіб. / Е. А. Бажміна, В. А. Шаломєєв – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – 66 с., іл.

ISBN 978-617-529-129-0

Навчальний посібник призначений для студентів технічних спеціальностей заочної форми навчання у вищих технічних навчальних закладах.

В посібнику представлені завдання за темами, послідовність виконання графічних робіт і методичні рекомендації по вивченню тем дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка».

Даний посібник може бути використаний при курсовому проектуванні, а також може бути корисним інженерно-технічним робітникам і конструкторам.

УДК 514.18(075.8)+744(075.8)+004.92(075.8)

ББК 22.151.3я73+30.11я73

ISBN 978-617-529-129-0

© Бажміна Е. А., 2016

© Шаломєєв В. А., 2016

© Запорізький національний
технічний університет
(ЗНТУ), 2016

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	6
2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБІТ	7
3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБІТ	8
4 СКЛАД ЗАВДАНЬ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	9
4.1 Титульний лист.....	9
4.2 Задача з нарисної геометрії. Побудова піраміди	11
4.3 Задача з нарисної геометрії. Геометричне тіло з отвором	15
4.3.1 Побудова трьох проєкцій геометричного тіла з отвором	22
4.3.2 Знаходження натуральної величини фігури перерізу січною площиною	30
4.4 Елементи інженерної комп'ютерної графіки в системі AutoCAD	32
4.4.1 Знайомство з системою AutoCAD 2002 та інтерфейсом користувача	32
4.4.2 Відкриття формату A3 в системі AutoCAD	33
4.4.3 Введення команд системи AutoCAD	34
4.4.4 Підготовча робота	35
4.4.5 Побудова виглядів зверху та спереду правильної прямої шестигранної призми за описом.....	37
4.4.6 Побудова умови задачі «Геометричне тіло з отвором» індивідуального варіанта	42

4.4.7 Збереження виконаної роботи.....	42
4.5 Проекційне креслення. Ортогональне зображення технічної деталі та її аксонометрична проекція	43
4.5.1 Побудова виглядів деталі	49
4.5.2 Виконання простих розрізів	50
4.5.3 Нанесення розмірів	51
4.5.4 Знаходження натуральної величини фігури перерізу	52
4.5.5 Побудова аксонометричної проекції деталі з вирізом 1/4 частини	53
5 МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА.....	58
Додаток А. Креслярський шрифт.....	60
Додаток Б. Державні стандарти, що застосовуються при виконанні завдань.....	62
Додаток В. Нанесення розмірів на кресленні	63
В. 1 Принцип нанесення розмірів на кресленні.....	63
В. 2 Нанесення розмірів на кресленнях окремих деталей	64
ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	65

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» має велике значення у підготовці висококваліфікованих фахівців і входить до складу обов'язкових дисциплін провідних технічних вузів.

Інтенсифікація навчального процесу висуває нові вимоги до методів навчання для підвищення якості підготовки інженерів. У зв'язку з цим даний посібник містить матеріали, необхідні як для навчального процесу, так і для науково-дослідної роботи зі студентами, розв'язання ряду практичних інженерних задач.

Комп'ютерне навчання паралельно з традиційною системою навчання графічним дисциплінам забезпечує підвищення рівня теоретичних знань і практичних умінь студентів. Однак, людина, яка не вміє читати і розробляти креслення на папері, не зможе осмислено зробити це і на комп'ютері.

Навчальний посібник пропонує ряд комплексних навчальних завдань в логічній послідовності з розв'язанням позиційних та метричних задач. Практичні роботи є одним із видів індивідуального завдання студентів, самостійною навчальною творчістю і має являти собою поєднання використання теоретичного матеріалу, дотримання єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД), читання і виконання технічних креслень.

Зміст посібника ґрунтується на багаторічному досвіді викладання графічних дисциплін у Запорізькому національному технічному університеті.

Креслення, завдання, розв'язання задач, додатки подані в різних кольорах, що дозволяє зробити процес навчання більш інтенсивним і ефективним.

Автори сподіваються, що книга стане у нагоді інженерам, технікам, науковим робітникам у їхній роботі, а також може бути корисною тим, хто бажає самостійно познайомитися з нарисною геометрією, інженерною та комп'ютерною графікою.

1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Практичні роботи виконуються з метою:

- закріплення, поглиблення та систематизації знань, одержаних студентами під час прослуховування лекцій з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»;
- практичного застосування державних стандартів у процесі розв'язання поставлених завдань;
- розвитку просторового уявлення;
- отримання знань і практичних навичок виконання й читання зображень предметів на основі метода ортогонального проєкціювання;
- оволодіння способами побудови аксонометричних зображень простих форм на площині;
- отримання навичок техніки креслення креслярськими інструментами та за допомогою комп'ютера.

Матеріали і знання, що вивчаються в дисципліні «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» використовуються студентами при виконанні практичних завдань, графічних частин курсових робіт і дипломних проєктів, при вивченні механіки, деталей машин та інших дисциплін, а також в наступній інженерній діяльності.

Для вивчення дисципліни рекомендуємо такий порядок роботи з кожного завдання або теми:

- а) вивчити теоретичний матеріал з наукової літератури;
- б) вивчити стандарти;
- в) ознайомитися з поясненнями до розв'язання задачі;
- г) самостійно виконати всі побудови прикладів, дотримуючись тексту посібника;
- д) виконати графічну роботу за варіантом, дотримуючись запропонованої послідовності.

2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОБІТ

Практичні роботи виконують на креслярському папері. Кожне завдання розв'язується на окремому листі А3 (420x297 мм) згідно з ГОСТ 2.301-68. Кромка формату називається зовнішньою рамкою. На форматі суцільною товстою основною лінією викреслюють внутрішню рамку. З лівої сторони вона відступає від зовнішньої рамки на 20 мм (поле підшивки креслень), а з трьох інших сторін – на 5 мм. В правому нижньому куті формату розташовують основний напис розміром 185x55 мм відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 (крім титульного листа).

Для креслень встановлена форма 1. В навчальних роботах не використовують додаткові графи, а зміст основних граф повинен відповідати стандартам і потребам навчального процесу. Такий спрощений варіант форми основного напису з прикладом заповнення наведено в розділі 4.2.

Роботи виконують:

- олівцем з використанням креслярських інструментів;
- українською мовою;
- похилим креслярським шрифтом (Додаток А);
- за допомогою графічної системи AutoCAD.

Практичні роботи з навчальної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» передбачені навчальним планом підготовки студентів технічних спеціальностей. Для успішного виконання даних робіт першочергове значення має правильне і акуратне розв'язання завдань, що дає змогу повніше оцінити знання студента.

Практичні роботи № 1 мають містити такі структурні елементи:

- а) титульний лист – 1 лист;
- б) основну частину робіт (складається з розв'язаних розрахунково-графічних завдань (креслень) – 4 листи і роботи, яка виконується в системі AutoCAD – 1 лист);
- в) модульну контрольну роботу – 1 лист.

3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РОБІТ

Оцінювання практичних робіт здійснюється в два етапи.

Перший етап. Виставлення оцінки за виконану студентом роботу (титульний лист та основну частину робіт), яка здається викладачу до екзаменаційної сесії. Це створює умови для належної її перевірки та доопрацювання.

Оцінювання знань студентів відбувається на підставі наступних критеріїв:

- а) правильне, чітке і достатньо повне розв'язання завдань;
- б) ступінь усвідомлення матеріалу і самостійність виконання;
- в) рівень використання наукових і нормативних матеріалів;
- г) вміння користуватися засвоєними теоретичними положеннями при виконанні креслень.

Позитивна оцінка виставляється, якщо роботи студента повні за змістом, формою і обсягом. Студент у повній відповідності з програмою засвоїв навчальний матеріал, викладений в лекціях, навчальній літературі, нормативних джерелах (Додаток Б), показав глибокі знання і на кресленнях, і в індивідуальній співбесіді з викладачем.

Роботи можуть бути зарахованими, якщо містять деякі неточності або пропуски з неосновних питань. Можливе слабке знання літератури, недостатня чіткість у визначенні понять, у виявленні закономірностей, невеликі помилки при розв'язанні завдань.

Роботи не зараховуються, якщо студент має поверхові знання і дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність зображення на кресленні, виявляє труднощі при застосуванні знань до аналізу розв'язування завдань, не може проаналізувати у роботі нормативні джерела, і якщо склад робіт неповний.

Другий етап. Виставлення підсумкової оцінки.

На екзаменаційній сесії студенти, яким зарахували практичні роботи, допускаються до написання модульної контрольної роботи. Після її перевірки викладач виставляє підсумкову оцінку.

4 СКЛАД ЗАВДАНЬ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Номер варіанта практичних робіт видає кожному студенту особисто викладач.

4.1 Титульний лист

Для виконання даної роботи на форматі А3 викреслюється внутрішня рамка і титульний лист заповнюється похилим креслярським шрифтом № 7,10 і 14 (ГОСТ 2.304-81) (рис. 4.1).

Пояснення до виконання роботи

Для виконання написів креслярським шрифтом (Додаток А) необхідно будувати ледь помітну допоміжну розмітку, для цього можна освітлити її гумкою. Розмітка складається з горизонтальних ліній на відстані висоти великих і малих літер та похилих ліній під кутом 75° до горизонтальних ліній на відстані ширини кожної літери з врахуванням проміжків між літерами та словами (табл. А.1 Додатку А). Похилі лінії будують за допомогою двох трикутників (45° і 30°).

Коли розмітка готова, потрібно загостреним олівцем злегка прокреслити контури літер, цифр і знаків, дотримуючись ширини кожного символу. Потім, перевіривши правильність конфігурації та нахилу, переходити до наведення.

Наводити шрифт потрібно так, щоб стовщення не виходило за габаритні розміри літер та цифр, тобто не збільшувались би їх товщина та висота.



Міністерство освіти і науки України

Якість написів визначається точністю побудови розмітки та правильністю написання конфігурації літер і цифр.

Для решти тексту використати шрифт № 7 (ГОСТ 2304-81)

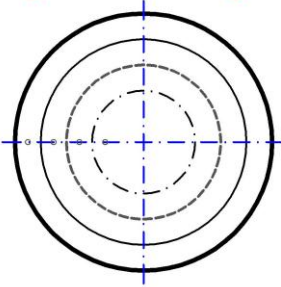
Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет
Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки

ГОСТ 2.303-68

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

**з нарисної геометрії, інженерної
та комп'ютерної графіки**

ГОСТ 2.303-68



шрифт № 14

шрифт № 10

Накреслити кола через точки

Побудувати лінії через точки

С.М.Прогава
В.А.Шаломєєв

Виконав студент групи _____
Прийняв _____

Запоріжжя – 2015

Формат А4

Рисунок 4.1 – Приклад виконання титульного листа

Умовні позначення при розв'язуванні задач з нарисної геометрії

Площини проекцій:

- горизонтальна – π_1 ,
- фронтальна – π_2 ,
- профільна – π_3 .

Проекції точок на площини проекцій:

- горизонтальну – горизонтальні проекції точок

$$A', B', C', D', E', F', \dots,$$

- фронтальну – фронтальні проекції точок

$$A'', B'', C'', D'', E'', F'', \dots,$$

- профільну – профільні проекції точок

$$A''', B''', C''', D''', E''', F''', \dots$$

Проекційні площини:

- горизонтально-проекційна – α' ,
- фронтально-проекційна – α'' ,
- профільно-проекційна – α''' .

Співпадає – \equiv

4.2 Задача з нарисної геометрії. Побудова піраміди

Завдання:

а) побудувати дві проекції основи піраміди, що є трикутником ABC ;

б) за допомогою заданої висоти піраміди h знайти її вершину – точку S .

Індивідуальні завдання до задачі представлені в табл. 4.1, а приклад розв'язування задачі на рис. 4.2. Для побудови епюра на форматі А3 пропонується масштаб **1:1**.

Таблиця 4.1 – Дані до задачі «Побудова піраміди»

№ варіанта	Координати									Висота піраміди
	точки А			точки В			точки С			
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>h</i>
1 та 16	120	38	75	50	108	5	0	45	40	80
2 та 17	122	40	75	50	110	8	0	50	40	85
3 та 18	20	40	10	85	110	90	135	48	48	80
4 та 19	117	90	9	52	25	79	0	83	48	85
5 та 20	120	90	10	50	25	80	0	85	50	85
6 та 21	115	90	10	52	25	80	0	80	45	85
7 та 22	120	92	10	50	20	75	0	80	46	85
8 та 23	117	9	90	52	79	25	0	48	83	85
9 та 24	115	7	85	50	80	25	0	50	85	85
10 та 25	120	10	90	48	82	20	0	52	82	85
11 та 26	116	8	88	50	78	25	0	46	80	85
12 та 27	115	10	92	50	80	25	0	50	85	85
13 та 28	18	10	90	83	79	25	135	48	83	85
14 та 29	20	12	92	85	80	25	135	50	85	85
15 та 30	15	10	85	80	80	20	130	50	80	85

Пояснення до розв'язання задачі

Задача розв'язується способом перетворення проєкцій, а саме – обертанням навколо осі, перпендикулярної до площини проєкцій.

Проводимо вісь OX посередині формату $A3$ і будуємо горизонтальну та фронтальну проєкції трикутника ABC за координатами точок A , B і C . Трикутник ABC є основою піраміди.

Побудова висоти піраміди виконується відповідно до властивості проєкціонування прямого кута на площини проєкцій. Для цього в ΔABC будуються головні лінії: горизонталь h і фронталь f .

Для побудови горизонталі спочатку проводимо h'' паралельно осі OX з фронтальної проєкції точки C'' до перетину з проєкцією $A''B''$ (точка I''). В проєкційному зв'язку знаходимо точку I' на проєкції $A'B'$. Проєкція $C'I'$ є h' – горизонтальна проєкція горизонталі.

Будуємо фронталь: проводимо f' – горизонтальну проєкцію фронталі паралельно осі OX (проєкція $C'2'$). Фронтальна проєкція фронталі f'' будується в проєкційному зв'язку ($C''2''$).

Для побудови перпендикуляра до основи піраміди за даною умовою задачі доцільно вибрати точку A , оскільки на ньому відкладається вершина піраміди S . Фронтальна проекція перпендикуляра перпендикулярна фронтальній проекції фронталі f'' , а горизонтальна його проекція – горизонтальній проекції горизонталі h' .

В табл. 4.1 параметр h – це дійсна величина висоти піраміди, але на кресленнях усі величини дані у спотвореному стані. Тому треба знайти напрямок, який дозволить відкласти натуральну величину висоти піраміди h . Для цього виконаємо допоміжні побудови, використовуючи спосіб обертання навколо осі, перпендикулярної до площини проєкцій. На перпендикулярі вибираємо допоміжну точку Z (Z' , Z'') і визначаємо натуральну величину відрізка ZA ($Z'A'$, $Z''A''$). За вісь обертання приймається пряма, яку проводимо перпендикулярно до площини π_2 в точці A – фронтально-проєкційна пряма. Відрізок ZA обертанням навколо осі розташовуємо паралельно осі OX (проєкція $Z''A''$ паралельна OX). Тоді на площині проєкцій π_1 відрізок ZA проєкціюється в натуральну величину, $\overline{Z'A'}$ – це і є напрямок, куди відкладається висота h (точка $\overline{S'}$). Проводимо лінію з точки $\overline{S'}$ паралельно осі OX до перетину з горизонтальною проєкцією перпендикуляра й отримуємо горизонтальну проєкцію вершини піраміди S' і в проєкційному зв'язку фронтальну проєкцію S'' .

З'єднаємо тонкими лініями проєкції вершини піраміди (S' і S'') з однойменними проєкціями основи піраміди (A' , B' , C' і A'' , B'' , C'') відповідно.

Визначаємо видимість ребер піраміди. Видимі ребра зображують суцільними товстими основними лініями, а невидимі – штриховими лініями згідно з ГОСТ 2.303-68.

Оформлення основного напису задачі (рис. 4.3) відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.104:2006:

а) позначення документа (ГОСТ 2.201-80) виконати шрифтом № 7 з інтервалом після крапки

ЗНТУ. 01XX15. 001,

де ***ЗНТУ*** – чотирьох літерний код організації;

01 – номер практичних робіт;

XX – варіант завдання (замінити на двозначне число);

15 – останні дві цифри року виконання робіт (2015 рік);

001 – порядковий номер креслення;

б) назву задачі (деталі) виконати шрифтом № 7;

в) позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на кресленнях деталей) – шрифтом № 5;

г) прізвища студента та викладача – шрифтом № 3,5;

д) масштаб, аббревіатуру кафедри, на якій викреслюється навчальна робота, літеру даного документа «Н», групу студента – шрифтом № 5.

				<i>ЗНТУ. 01XX15. 001</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Побудова піраміди</i>	<i>Лит.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Коваль</i>					<i>Н</i>		<i>1:1</i>
<i>Перев.</i>	<i>Шаломеев</i>					<i>Лист</i>	<i>Листів</i>	<i>Т</i>
<i>Н. контр.</i>						<i>НГІКГ</i>		
<i>Затв.</i>	<i>Шаломеев</i>					<i>Група РТз-715</i>		
<i>Формат А3</i>								

Рисунок 4.3 – Приклад оформлення основного напису креслення

4.3 Задача з нарисної геометрії.

Геометричне тіло з отвором

Завдання:

а) побудувати три проекції геометричного тіла з отвором;

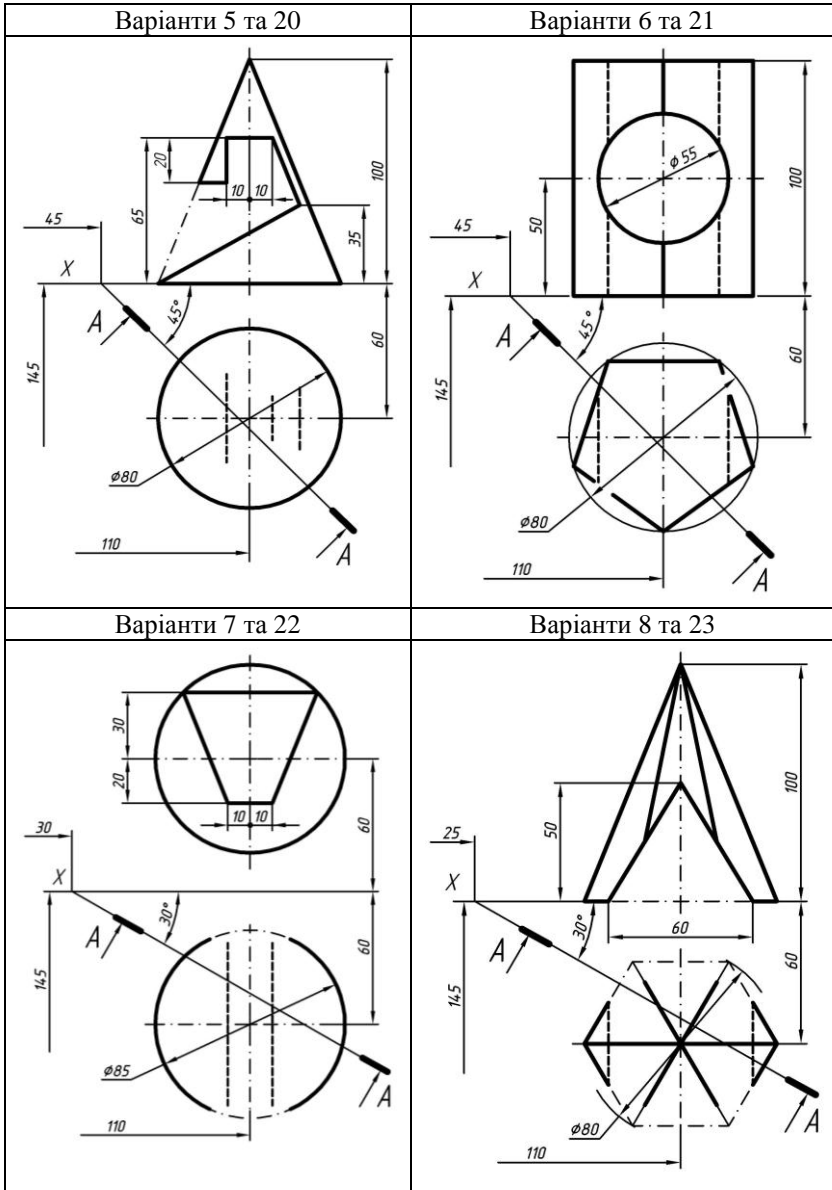
б) знайти натуральну величину фігури перерізу січною площиною.

Індивідуальні завдання до задачі представлені в табл. 4.2, приклад розв'язування задачі на рис. 4.4 і 4.5. Для виконання креслення на форматі А3 пропонується масштаб **1:1**. На завданнях проставлені розміри та прив'язки геометричних тіл від лівої та нижньої сторін внутрішньої рамки креслення.

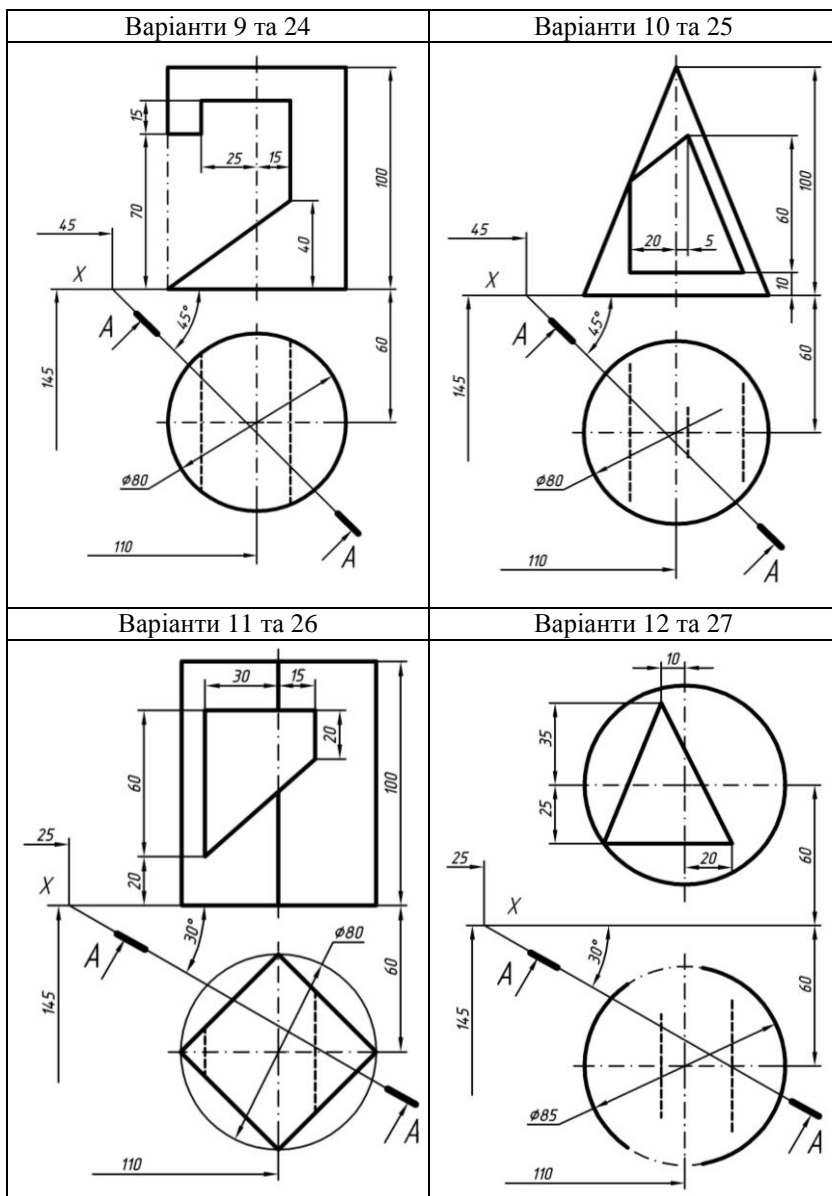
Таблиця 4.2 – Індивідуальні завдання до задачі
«Геометричне тіло з отвором»

Варіанти 1 та 16	Варіанти 2 та 17
Варіанти 3 та 18	Варіанти 4 та 19

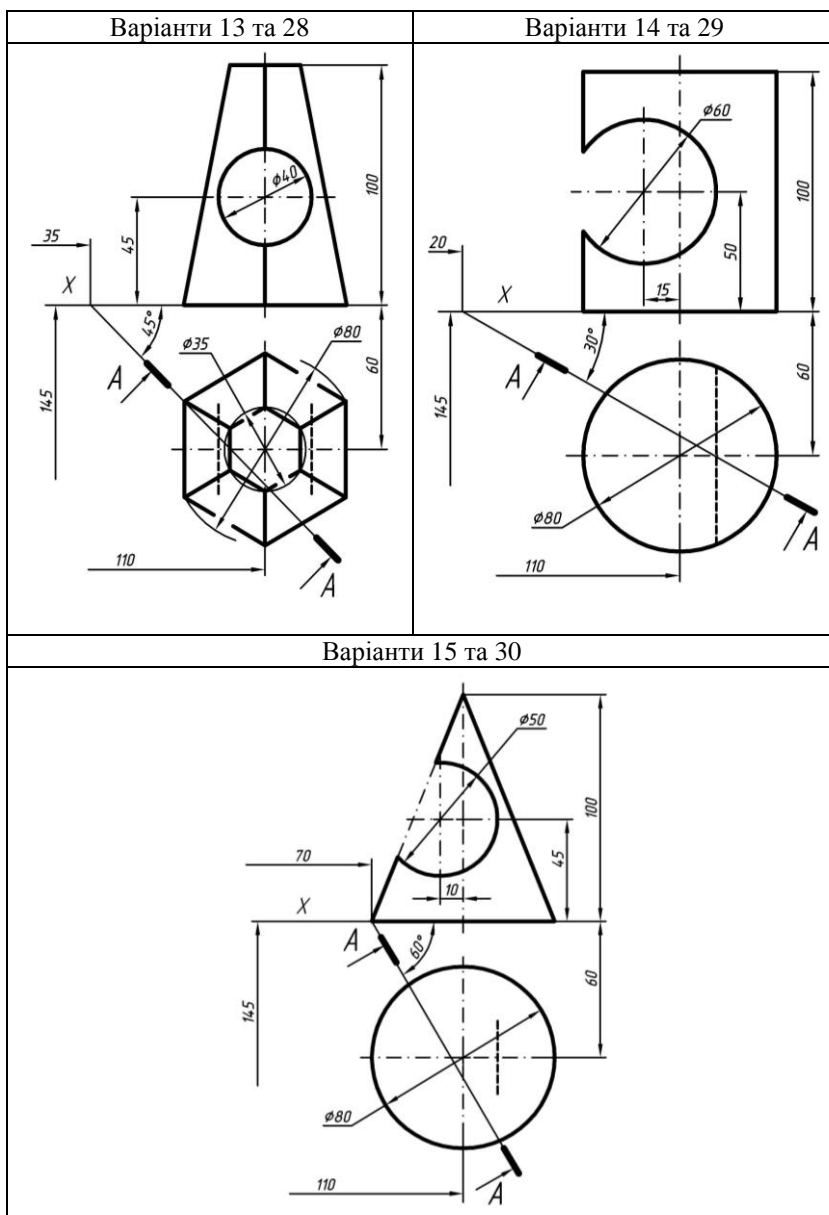
Продовження табл. 4.2



Продовження табл. 4.2



Продовження табл. 4.2



Пояснення до розв'язання задачі

4.3.1 Побудова трьох проєкцій геометричного тіла з отвором

1. Визначаємо вид геометричного тіла згідно з завданням (призма, піраміда, циліндр, конус, сфера).

На рис. 4.4 і 4.5 показано приклад розв'язування задачі в комплексі з тілом обертання – сферою, а поетапне розв'язування задач з описом – з призмою, пірамідою, циліндром і конусом представлено на рис. 4.6–4.12.

Будуємо за двома заданими проєкціями три вигляди геометричного тіла: вигляд спереду, зверху і зліва в проєкційному зв'язку.

Пропонуємо побудову задачі креслити в такій послідовності:

а) вигляд зверху – це може бути коло або багатокутник, вписаний в коло. Сферу будують з будь-якої заданої проєкції, оскільки всі вигляди – це кола одного діаметра;

б) вигляд спереду, відступивши задану відстань уверх;

в) вигляд зліва на довільній відстані від головного (вигляду спереду) праворуч;

г) наскрізний отвір на головному вигляді.

2. Визначаємо характер заданого отвору на головному вигляді геометричного тіла.

Для побудови наскрізного отвору на двох інших виглядах позначаємо необхідні точки на заданому отворі, а саме:

- характерні або опорні точки (до характерних відносяться крайні точки отвору);
- проміжні або допоміжні точки.

3. Відмічаємо на отворі в залежності від форми отвору крайні точки – точки перетину складових частин отвору (рис. 4.6).

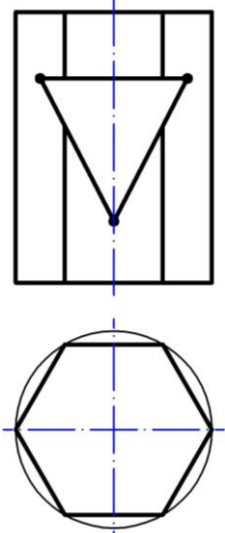
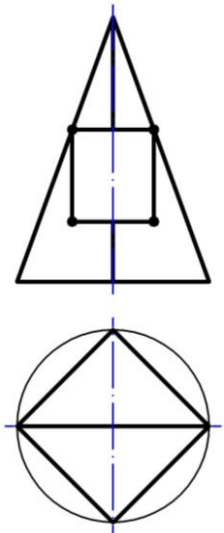
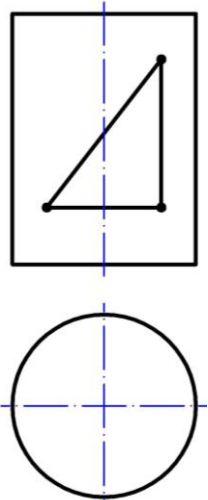
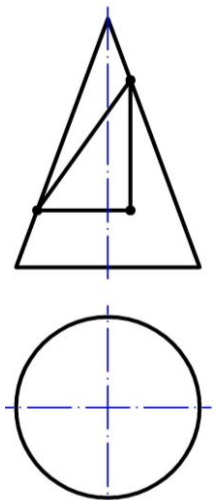
Многогранники	
	
шестигранна призма – три точки	чотиригранна піраміда – чотири точки
Тіла обертання	
	
циліндр – три точки	конус – три точки

Рисунок 4.6 – Приклад позначення крайніх точок на заданому отворі в залежності від його форми

4. Проаналізувавши, як ці складові площини отвору та їх фігури перерізу проєкціюються на горизонтальну та профільну площини проєкцій, позначаємо характерні точки на елементах отвору (рис. 4.7):

- на многогранниках – це точки, що належать бічним ребрам призми або піраміди;
- на тілах обертання – це точки, що належать твірним контура.

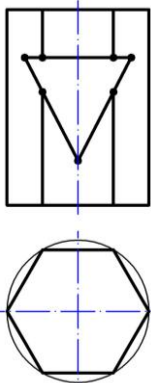
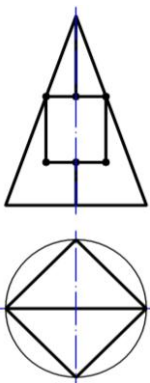
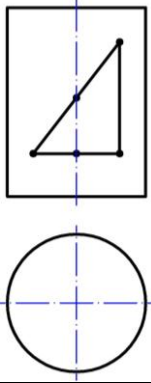
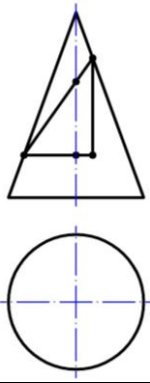
Многогранники	
	
шестигранна призма	чотиригранна піраміда
Тіла обертання	
	
циліндр	конус

Рисунок 4.7 – Приклад позначення характерних точок на отворі

5. Відмічаємо, за необхідності, допоміжні точки, якщо фігура перерізу площин з геометричним тілом проєкціюється у криву другого порядку (еліпс, гіперболу, параболу, коло) (рис. 4.8).

6. Позначаємо усі відмічені точки у чіткій цифровій послідовності – 1, 2, 3, 4,..., оскільки лінія перетину поверхонь завжди є замкненою просторовою лінією (рис. 4.8).

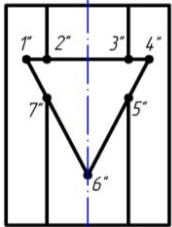
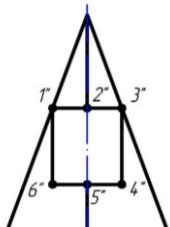
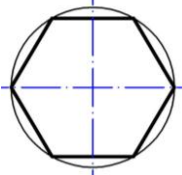
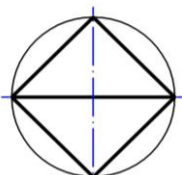
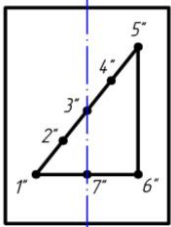
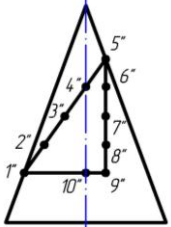
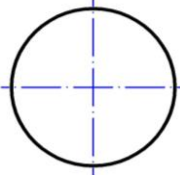
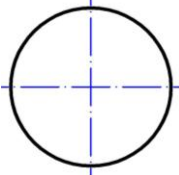
Многогранники	
	
	
шестигранна призма	чотиригранна піраміда
Тіла обертання	
	
	
циліндр	конус

Рисунок 4.8 – Приклад позначення точок на отвори

7. Знаходимо горизонтальні проекції точок на вигляді зверху:
- на призмі та циліндрі горизонтальні проекції знаходять за допомогою ліній зв'язку;
 - на піраміді, конусі та сфері – знаходять за допомогою січних площин.

8. Знаходимо профільні проекції точок на вигляді зліва – вимірюють відрізок y кожної точки з горизонтальної проекції циркулем і відкладають на профільній проекції за проекційним зв'язком в обидві сторони від осі симетрії.

Приклад знаходження горизонтальних і профільних проекцій точок на поверхні призми, піраміди, циліндра та конуса представлені на рис. 4.9–4.12 відповідно.

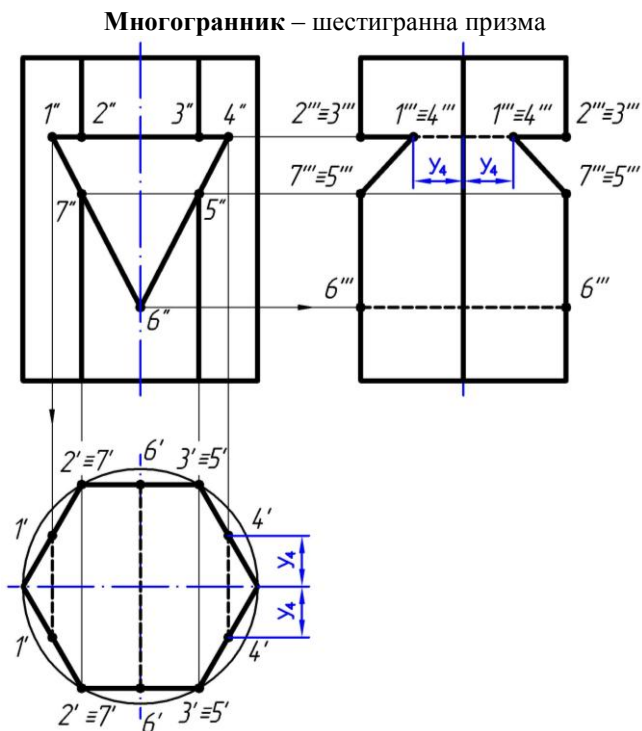


Рисунок 4.9 – Приклад знаходження проекцій точок на поверхні призми

Многогранник – чотиригранна піраміда

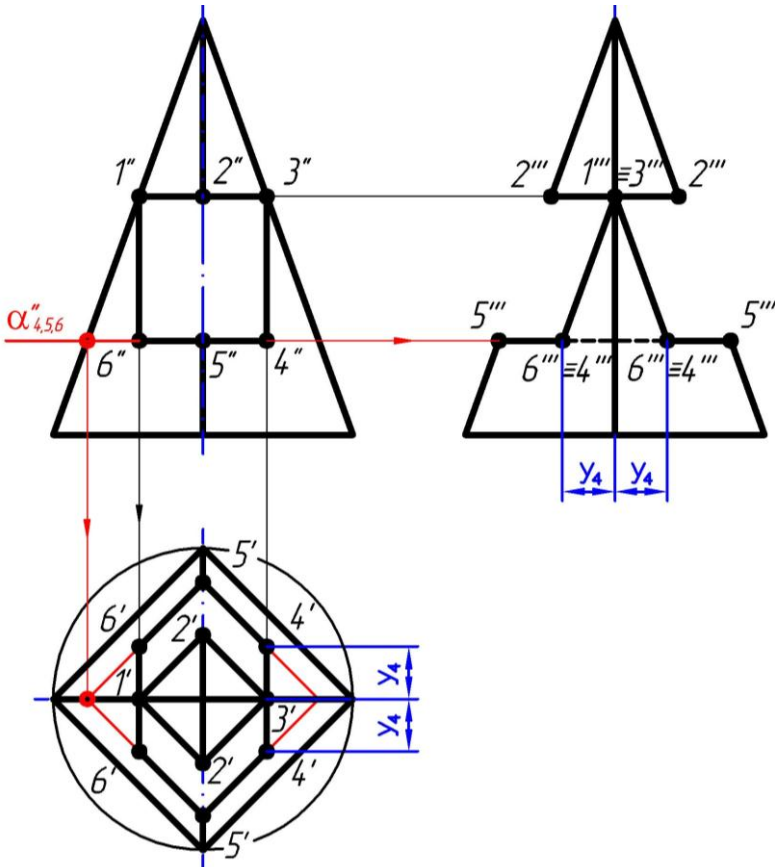


Рисунок 4.10 – Приклад знаходження проєкцій точок на поверхні піраміди

$\alpha''_{4,5,6}$ – фронтальний слід січної площини α , яка проведена паралельно основі піраміди і через позначені проєкції точок (4'', 5'', 6'').

За допомогою отриманої характерної (червоної) точки на головному вигляді піраміди побудована фігура перерізу, в даному випадку це квадрат. Горизонтальні проєкції точок (4', 5', 6') знаходять в перетині ліній зв'язку з даним квадратом.

Тіло обертання – циліндр

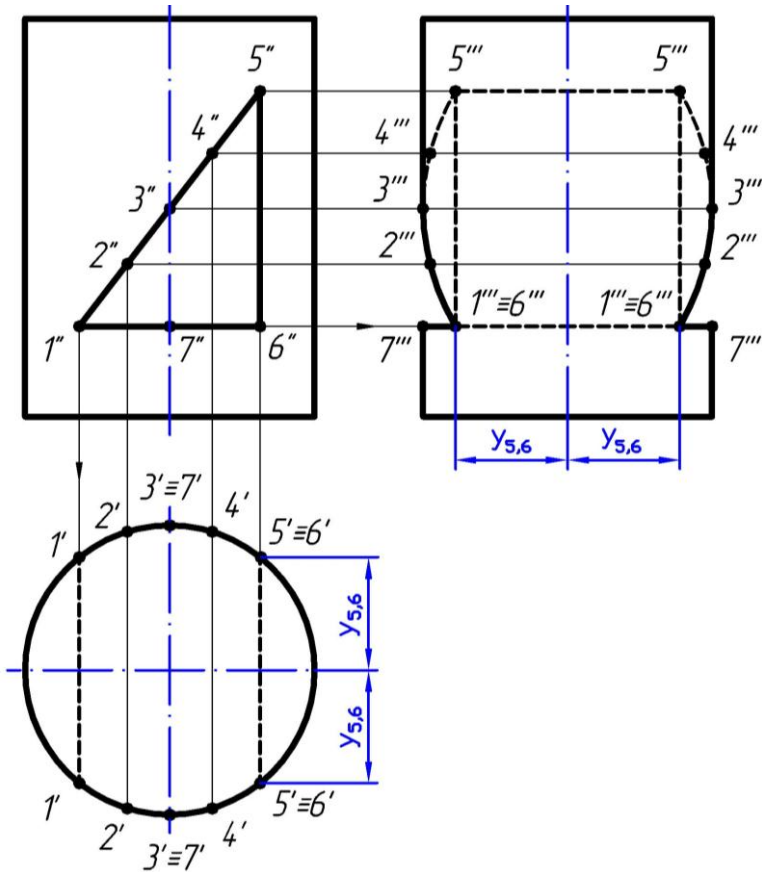


Рисунок 4.11 – Приклад знаходження проєкцій точок на поверхні циліндра

На конусі (рис. 4.12) α'' , β'' , γ'' , δ'' – сліди січних площин, проведених паралельно основі конуса і через позначені проєкції точок. На головному вигляді двома кольоровими точками вказано радіус кожної проведеної січної площини. Цими радіусами на вигляді зверху будують кола для знаходження горизонтальних проєкцій точок.

Тіло обертання – конус

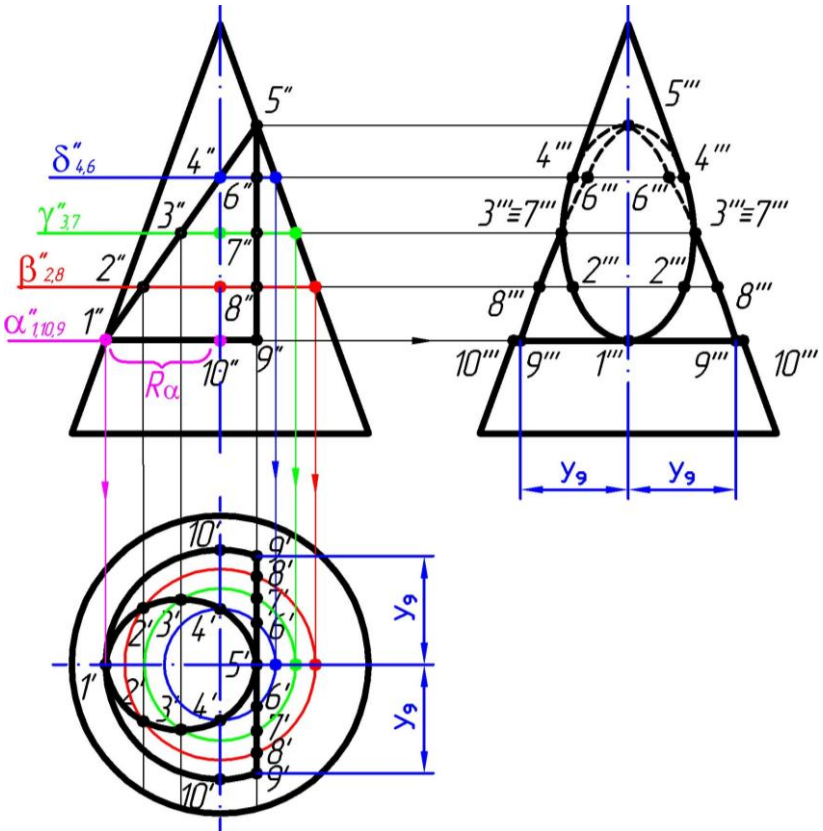


Рисунок 4.12 – Приклад знаходження проєкцій точок на поверхні конуса

9. З'єднаємо всі точки побудованої лінії перерізу у вигляді плавної кривої лінії або ламаної лінії з врахуванням видимості елементів:

- видимі лінії позначають суцільною основною лінією;
- невидимі – штриховою лінією (ГОСТ 2.303-68).

4.3.2 Знаходження натуральної величини фігури перерізу січною площиною

Задаємо на кресленні січну площину $A-A$ за умовою задачі.

1. На сліді площини $A-A$ відмічаємо характерні і, за необхідності, проміжні точки. Точки позначаємо літерами латинського алфавіту (рис. 4.13, *а*).

2. Побудуємо на фронтальній проекції накладену фігуру перерізу від горизонтально-проекційної площини $A-A$ (рис. 4.13, *б*).

Для цього знаходимо фронтальні проекції позначених точок. Виділяємо на фронтальній проекції накладену фігуру перерізу від площини $A-A$ суцільною тонкою лінією і заштриховуємо отриману фігуру під кутом 45° (рис. 4.13, *б*), вважаючи, що геометричне тіло металеве.

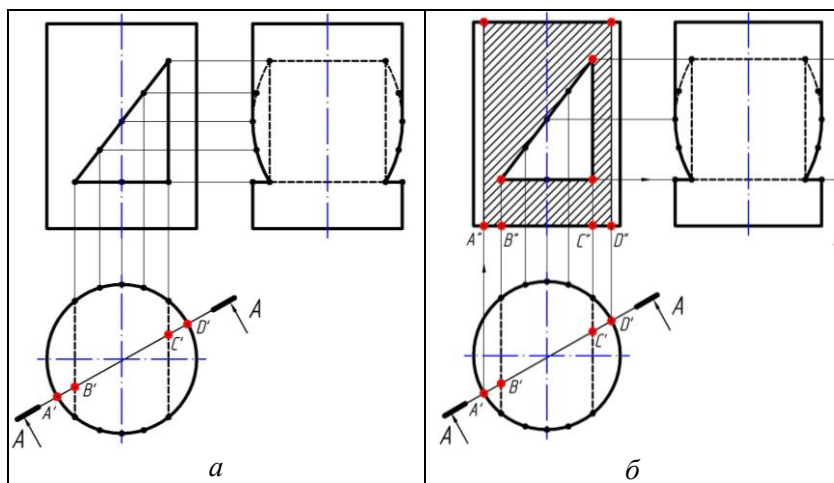


Рисунок 4.13 – Приклад позначення точок на заданому сліді площини $A-A$ (*а*), накладена фігура перерізу (*б*)

3. Побудуємо натуральну величину фігури перерізу, наприклад, способом заміни площин проекцій на вільному місці поля креслення будь-яким способом розташування:

- а) паралельно заданій площині $A-A$ (рис. 4.5);
- б) з поворотом, позначивши це відповідно до ГОСТ 2.305-2008 (рис. 4.14).

Переносимо паралельно слід січної площини $A-A$ на місце побудови перерізу і застосовуємо метод обертання (рис. 4.14) разом з характерними (та проміжними) точками, зберігаючи натуральні відстані з площини $A-A$. І на перпендикулярах, проведених з цих точок, відкладаємо їх висоту.

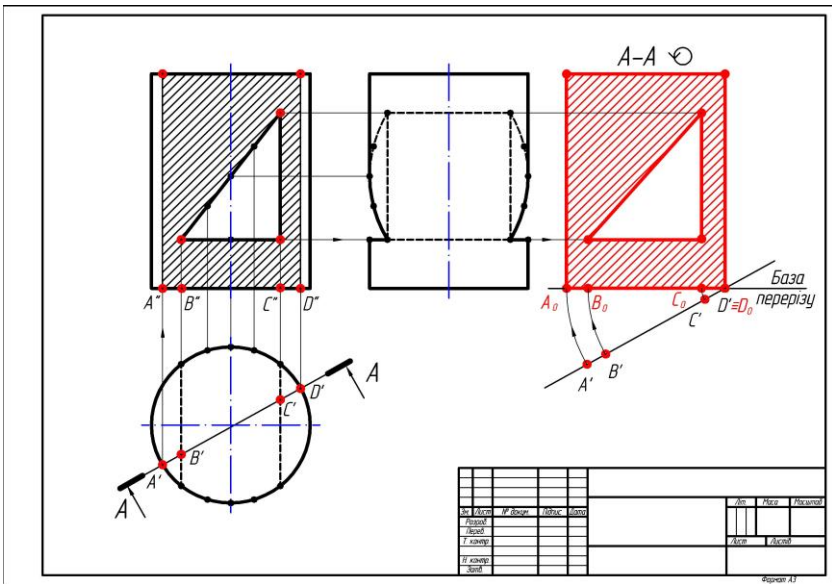


Рисунок 4.14 – Приклад знаходження натуральної величини фігури перерізу (паралельно основному напису)

4.4 Елементи інженерної комп'ютерної графіки в системі AutoCAD

Завдання:

- побудувати вигляди зверху та спереду правильної прямої шестигранної призми за описом;
- нанести розміри;
- аналогічно побудувати умову задачі «Геометричне тіло з отвором» індивідуального варіанта.

4.4.1 Знайомство з системою AutoCAD 2002 та інтерфейсом користувача

Інтерфейс користувача представлено на рис. 4.15.

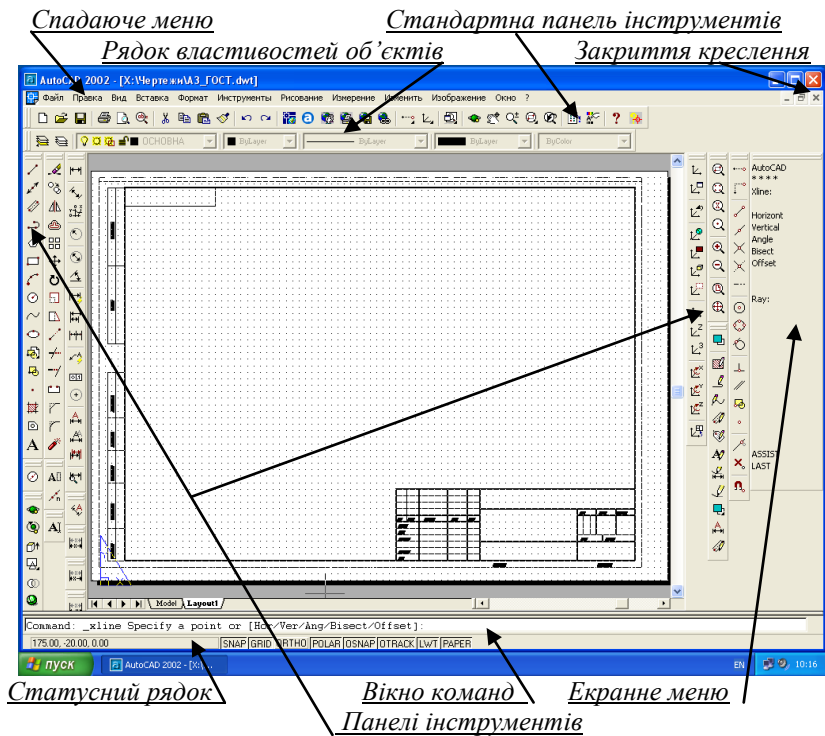
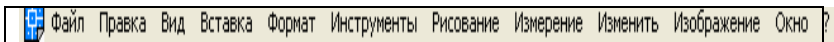


Рисунок 4.15 – Робочий стіл AutoCAD 2002

Спадаюче меню – верхній рядок меню, в якому згруповані за функціональним призначенням всі команди системи.



Стандартна панель інструментів – другий рядок, в якому знаходяться кнопки команд, що часто використовуються, для роботи з файлами.



Рядок властивостей об'єктів – третій рядок, де знаходяться кнопки команд для управління шарами і властивостями об'єктів.



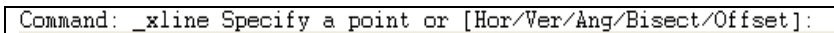
Перелік шарів креслення Кольори примітива Тип лінії Товщина лінії

Панелі інструментів – набір піктограм ліворуч та праворуч на екрані, активізація яких дозволяє найбільш коротким шляхом ввести основні команди системи AutoCAD.



Екранне меню розміщується праворуч вікна креслення і містить допоміжні команди для вже вибраної піктограми.

Вікно команд служить для вводу команд і діалогу з системою.



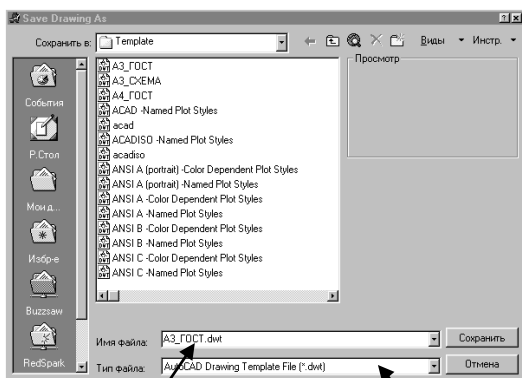
Статусний рядок містить координати курсору і кнопки режимів системи.



4.4.2 Відкриття формату А3 в системі AutoCAD

На робочому столі відкрити систему <AutoCAD 2002>, натиснути <Ctrl+O>, в рядку <Файли типа> вибрати <Drawing... (*.dwt)>, у вікні <Взгляд> відкрити <диск X>, папку <Чертежи>, файл <А3 ГОСТ геометричне тіло>.

Формат А3 завчасно підготовлений відповідно до ГОСТ 2.301-68 і ДСТУ ГОСТ 2.104:2006, але без основного напису.



Вікно для запису імені креслення

Кнопка установки типу файла

4.4.3 Введення команд системи AutoCAD

Управління системою здійснюється за допомогою команд, які можуть бути введені одним з наступних способів:

а) з клавіатури (при цьому введена команда з'являється в командному рядку після запиту Command. Введення команди закінчується натиском клавіші ↵ <enter>);

б) піктограмою команди (активізуючи її натиском лівої кнопки миші);

в) з спадаючого меню (у верхньому рядку графічного екрана вибором пункту меню за допомогою миші);

г) з екранного меню (в правій частині графічного екрана).

УВАГА:

- Переривання виконання команд досягається натисненням клавіші **Esc**.

- Великі та малі літери AutoCAD не розрізняє.

- Слідкуйте за інформацією, яка з'являється в командному рядку після введення команди – система інформує користувача про вибір можливого в даний момент варіанта подальших дій або про допущені ним помилки.

Відмінити останню введену команду (або декілька команд)



можна натиском піктограми **UNDO** (*Отменить*) на стандартній панелі інструментів або цією ж командою з клавіатури.



Видалити будь-який елемент з раніше введених можна за допомогою команди ERASE (*Стереть*) або натиском на піктограму. Вибір об'єктів для видалення виконують курсором з натиском лівої клавіші миші. Закінчення вибору – натиском правої клавіші.

Відновити останній помилково видалений з креслення елемент можна за допомогою команди OOPS (*Вернуть*), яка може бути виконана навіть через декілька введених після видалення команд.

Індивідуальні завдання представлені в табл. 4.2, а приклад виконання на рис. 4.16. Для виконання креслення на форматі А3 пропонується масштаб **1:1**.


4.4.4 Підготовча робота

1. Підготувати робочий стіл системи. Відкрити меню <Черновой>, <Цвет маркера автопрыжка> встановити <синий>.

Відкрити меню <Экран>, <Элементы Окна> встановити <Показать экранное меню> і натиснути кнопку <ОК>.

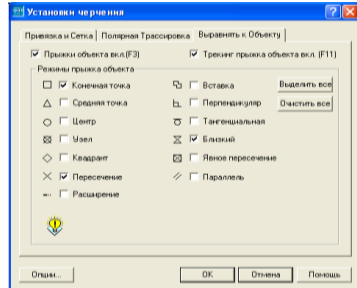
2. Увімкнути режими: SNAP, GRID, ORTHO і LWT, PAPER.

3. Встановити прив'язки.

Натиснути , в меню <Режимы прыжка объекта> увімкнути:

- <конечная точка>,
- <пересечение>,
- <близкий>

і натиснути кнопку <ОК>.




4. Зберегти роботу. Вибрати в спадаючому меню: <Файл>, <Сохранить как>, зберегти даний формат в особисту папку на диску C або D з розширенням <dwg>, тобто <AutoCAD 2000 Drawing (*.dwg)>. Під час виконання роботи систематично її зберігайте: <Ctrl+S>.

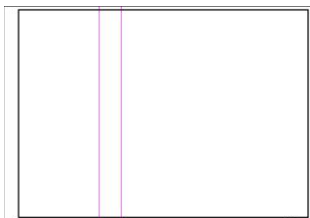
5. Встановити шар <допоміжний>:




4.4.5 Побудова виглядів зверху та спереду правильної прямої шестигранної призми за описом

Перевірити, щоб система UCS (User Coordinate System) була розташована в нижньому лівому куті креслення: треба натиснути піктограму  <Всемирный UCS>.


1. Провести допоміжні вертикальні лінії на відстані 110 мм від лівої сторони внутрішньої рамки за умовою задачі.

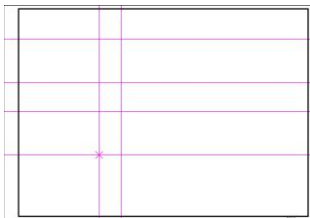


Для цього натиснути піктограму  <Строительная Линия>, <vertical> з координатами:


- $(130,0)$ + <enter> – віддалення від лівого краю формату праворуч по осі X на (110 + ліве поле 20) мм;
- $(160,0)$ + <enter> + <enter> – віддалення праворуч по осі X на (130 + центр дуги 30) мм.

2. Провести допоміжні горизонтальні лінії на задані відстані від нижньої сторони рамки за умовою задачі.

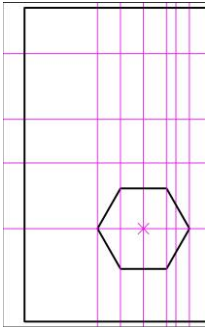
Для цього натиснути піктограму  <Строительная Линия>, <horizontal> з координатами:




- $(0,150)$ + <enter> – віддалення від нижнього краю формату вверх по осі Y на (145 + нижнє поле 5) мм;
- $(0,90)$ + <enter> – віддалення вверх по осі Y на (150-60) мм;
- $(0,250)$ + <enter> – віддалення вверх по осі Y на (150+100) мм;
- $(0,190)$ + <enter> + <enter> – віддалення вверх по осі Y на (150+40) мм.

3. Перенести  <Начало Координат UCS> в точку, що є центром вигляду зверху: натиснути вказану піктограму і вказати маркером миші точку перетину вертикальної лінії (ліворуч) та найнижчої горизонтальної. Тепер дана точка має координати 0, 0.

4. Встановити шар <основна>. Побудувати шестикутник.





Вибрати піктограму  <Многоугольник> натиском миші, ввести з клавіатури кількість сторін: 6 + <enter>, вказати центр шестикутника (точка з координатами 0,0).

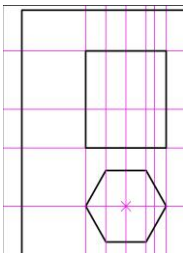
Вибрати опцію – вписаний в коло, для цього підтвердити запропонований вибір системою натиском клавіші <enter>.

Вказати радіус кола – ввести з клавіатури 42.5 ($\text{Ø } 85:2 = R = 42.5$).

5. Перейти в шар <допоміжний>. Провести межі головного вигляду.


Для цього натиснути піктограму  <Строительная Линия>, <vertical> і вказати маркером миші, приблизивши зображення колесом миші (scroll) і відключивши режим SNAP, на вершини многокутника.

6. Для зручності викреслювання збільшити поле креслення (вигляд зверху і майбутній головний вигляд з зазором 10 мм): натиснути  <Окно> і вказати верхній лівий, а потім правий нижній кут уявного прямокутника.

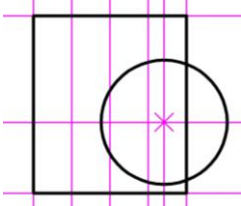



Встановити шар <основна>.

Побудувати прямокутник.

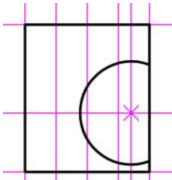
Натиснути піктограму  <Прямоугольник> і вказати маркером миші на початкову і кінцеву його точки (два протилежні кути) – знайдені за допомогою допоміжних ліній.


7. Побудувати коло.

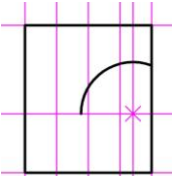


Натиснути піктограму  <Окружность>, вказати маркером миші центральну точку кола і ввести радіус: 35 + <enter>.

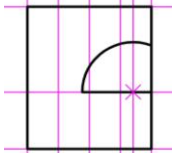
8. Збільшити вигляд спереду. Допрацювати отвір за умовою задачі.




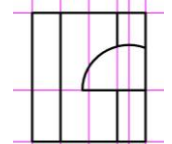
Видалити зайву частину кола: натиснути піктограму  <Обрезать>, вказати курсором крайню лінію прямокутника праворуч (відносно якої треба видалити зайве) + <enter> і вказати курсором зайву частину кола + <esc> або <enter>.



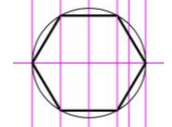
Аналогічно видалити зайву нижню частину кола.



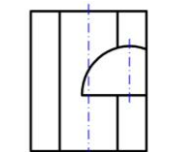
Замкнути коло прямою лінією: вибрати піктограму  <Линия>, вказати початкову і кінцеву точки відрізка + <esc>.



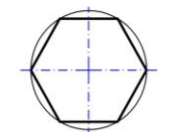
Аналогічно навести бічні ребра шестигранної призми.




9. Встановити шар <тонка>. Побудувати коло на вигляді зверху радіусом 42.5 (дивись п. 7).

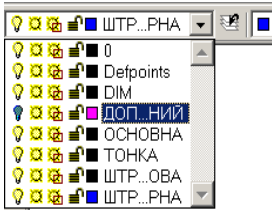


10. Провести осьові лінії – вони накладаються на вже проведені допоміжні будівельні лінії. Встановити шар <штрихпунктирна>. Включити режим SNAP.




Натиснути піктограму  <Линия>, вказати початкову і кінцеву точки відрізка + <esc>, враховуючи, що осьова лінія виходить за межі креслення на 3...5 мм.

Провести всі осьові лінії за зразком.







11. Погасити курсором миші шар допоміжних ліній:

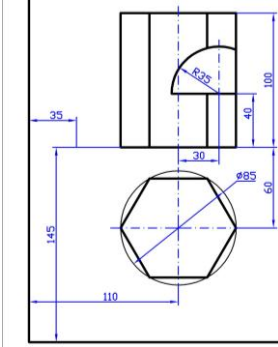
у вікні з шаром <допоміжний> натиснути на піктограму  і одразу встановити шар <DIM> (від слова Dimension, що в перекладі з англійської означає проставляти розміри).

12. Нанести розміри. Включити режим SNAP.

Всі розміри нанести за зразком відповідно до ГОСТ 2.307-2011.

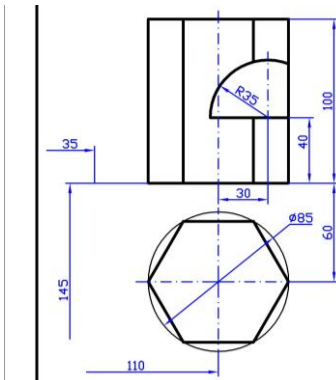
Для цього обрати потрібну піктограму  <Линейное>,

 <Диаметр>,  <Радиус>,  <Угол>.




Для лінійних розмірів вказати на початкові точки виносних ліній і курсором миші перемістити розмірну лінію на 10 мм (це дві точки при ввімкненому режимі GRID), і розмірне число розташувати посередині розмірної лінії.



Для діаметрів і радіусів вказати на довільну точку дуги або кола.

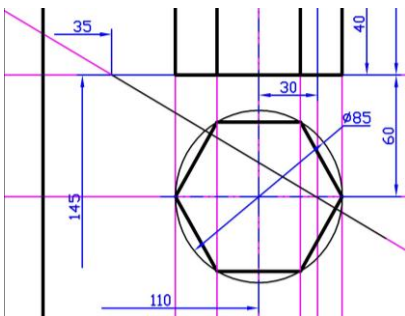



Нанести розмірні лінії з обривом – це лінійні розміри: 35, 110, 145.


Розмір ставиться повний, а потім виділений розмір за допомогою піктограми  <Разбейте> розбити і видалити зайві стрілку та виносну лінію.

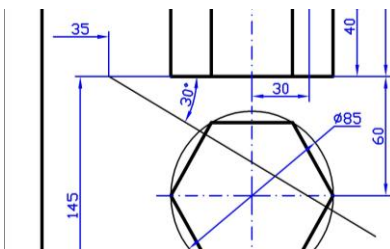
13. Провести лінію під кутом 30° відносно горизонтальної лінії на задану відстань від лівого краю внутрішньої рамки креслення.

Включити шар <допоміжний> (натиснути на піктограму  в рядку шарів – допоміжний і після цього вона повинна змінитися на ).




Вибрати піктограму  <Строительная Линия>, <angle>, на запит ввести кут 150 і вказати точку, з якої треба провести цю лінію + <enter>.

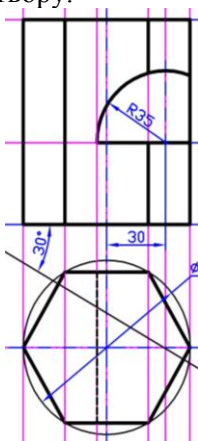
Встановити шар <тонка>. Поверх щойно проведеної лінії провести відрізок  довільної довжини.



Погасити шар <допоміжний>.

Нанести кутовий розмір: , вказати на довільні точки сторін кута.

14. Провести штриховою лінією межі напівциліндричного отвору.

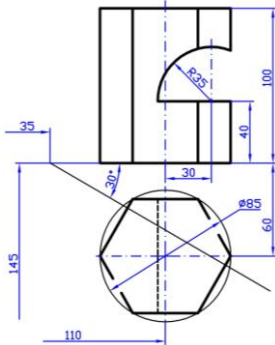



Включити шар <допоміжний>. Провести будівельну вертикальну лінію, вказавши на головному вигляді точку, де горизонтальний відрізок перетинається з дугою.

Включити шар <штрихова>. Навести відрізком цю допоміжну лінію на вигляді зверху в межах шестикутника, попередньо відключивши режим SNAP.

Погасити шар <допоміжний> і встановити <основна>.

15. Перервати зайві лінії на кресленні.




Обрати  <Прервать> і, приблизивши зображення (вигляд зверху) колесом миші, вказати на шестикутнику дві точки розриву. Повторити це ще раз з протилежної сторони.

Приблизивши зображення (вигляд спереду) колесом миші, видалити зайву частину напівциліндричного отвору.

4.4.6 Побудова умови задачі «Геометричне тіло з отвором» індивідуального варіанта



Ця робота виконується аналогічно попередній на цьому ж форматі А3 праворуч від роздільної лінії.


1. При включенні шару <допоміжний> приготовлені два центри, один – центр вигляду зверху і другий – центральна точка (нижньої) основи геометричного тіла, а також вертикальна та горизонтальні лінії. Пункти 1 і 2 з п. 4.4.5 вже виконані. Зайву горизонтальну лінію виділити та видалити, оскільки вона буде заважати для побудови індивідуального варіанта.

Пропозиція: починати роботу з встановлення  в точку, що є центром вигляду зверху. Спершу будувати вигляд зверху.



2. Підписати роботу.

Завдання виконав студент групи Тз-315 І.О.Петрик, 17 жовтня 2015

Вказати піктограму  <Dtext> або  <Строка текста>. Вказати на кресленні початкову точку тексту, на запит ввести висоту 7, кут нахилу 0 і ввести текст українською мовою + <enter> + <enter>.

Для виправлення помилок в тексті використати  <Изменить тексти>, вказавши на текст.

4.4.7 Збереження виконаної роботи

Перед збереженням остаточної версії роботи показати все креслення: . Після цього натиснути піктограму .

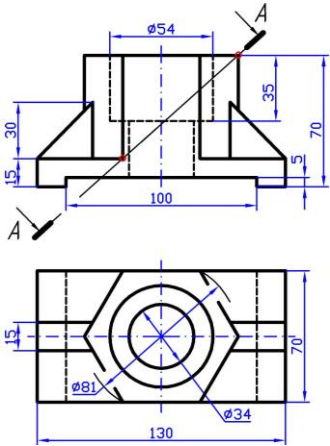
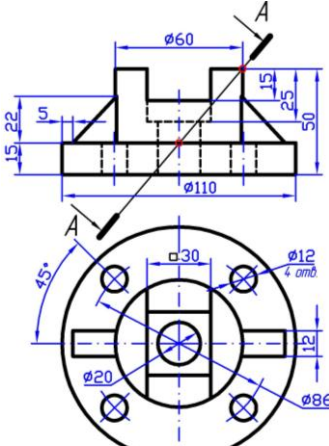
4.5 Проекційне креслення. Ортогональне зображення технічної деталі та її аксонометрична проекція

Завдання:

- побудувати комплексне креслення деталі;
- показати прості розрізи;
- нанести раціонально розміри;
- знайти натуральну величину фігури перерізу;
- побудувати аксонометричну проекцію деталі з вирізом 1/4 частини.

Індивідуальні завдання з теми «Проекційне креслення» представлені в табл. 4.3, а приклад виконання на рис. 4.17 і 4.18.

Таблиця 4.3 – Індивідуальні завдання з теми «Проекційне креслення»

Варіанти 1 та 16	Варіанти 2 та 17
	
<p>Деталь: <i>Основа</i> Матеріал: СЧ 12 ГОСТ 14.12-85</p>	<p>Деталь: <i>Опора</i> Матеріал: СЧ 15 ГОСТ 14.12-85</p>

Продовження табл. 4.3

Варіанти 3 та 18	Варіанти 4 та 19
<p>Деталь: <i>Основа</i> Матеріал: <i>АК 12 ГОСТ 2839-94</i></p>	<p>Деталь: <i>Покрив</i> Матеріал: <i>Сталь 20 ГОСТ 1050-88</i></p>
Варіанти 5 та 20	Варіанти 6 та 21
<p>Деталь: <i>Корпус</i> Матеріал: <i>СЧ 15 ГОСТ 1412-85</i></p>	<p>Деталь: <i>Основа</i> Матеріал: <i>Ст. 5 ДСТУ 2651:2005</i></p>

Продовження табл. 4.3

<p style="text-align: center;">Варіанти 7 та 22</p>	<p style="text-align: center;">Варіанти 8 та 23</p>
<p style="text-align: center;"><i>Деталь: Корпус</i> Матеріал: СЧ 15 ГОСТ 14.12-85</p>	<p style="text-align: center;"><i>Деталь: Опора</i> Матеріал: СЧ 10 ГОСТ 14.12-85</p>
<p style="text-align: center;">Варіанти 9 та 24</p>	<p style="text-align: center;">Варіанти 10 та 25</p>
<p style="text-align: center;"><i>Деталь: Кришка</i> Матеріал: СЧ 15 ГОСТ 14.12-85</p>	<p style="text-align: center;"><i>Деталь: Корпус</i> Матеріал: СЧ 10 ГОСТ 14.12-85</p>

Продовження табл. 4.3

Варіанти 11 та 26	Варіанти 12 та 27
<p><i>Деталь: Корпус</i> <i>Матеріал: АК 12 ГОСТ 2839-94</i></p>	<p><i>Деталь: Корпус</i> <i>Матеріал: СЧ 12 ГОСТ 1412-85</i></p>
<p><i>Деталь: Основа</i> <i>Матеріал: Ст. 3 ДСТУ 2651:2005</i></p>	<p><i>Деталь: Фланець</i> <i>Матеріал: СЧ 12 ГОСТ 1412-85</i></p>

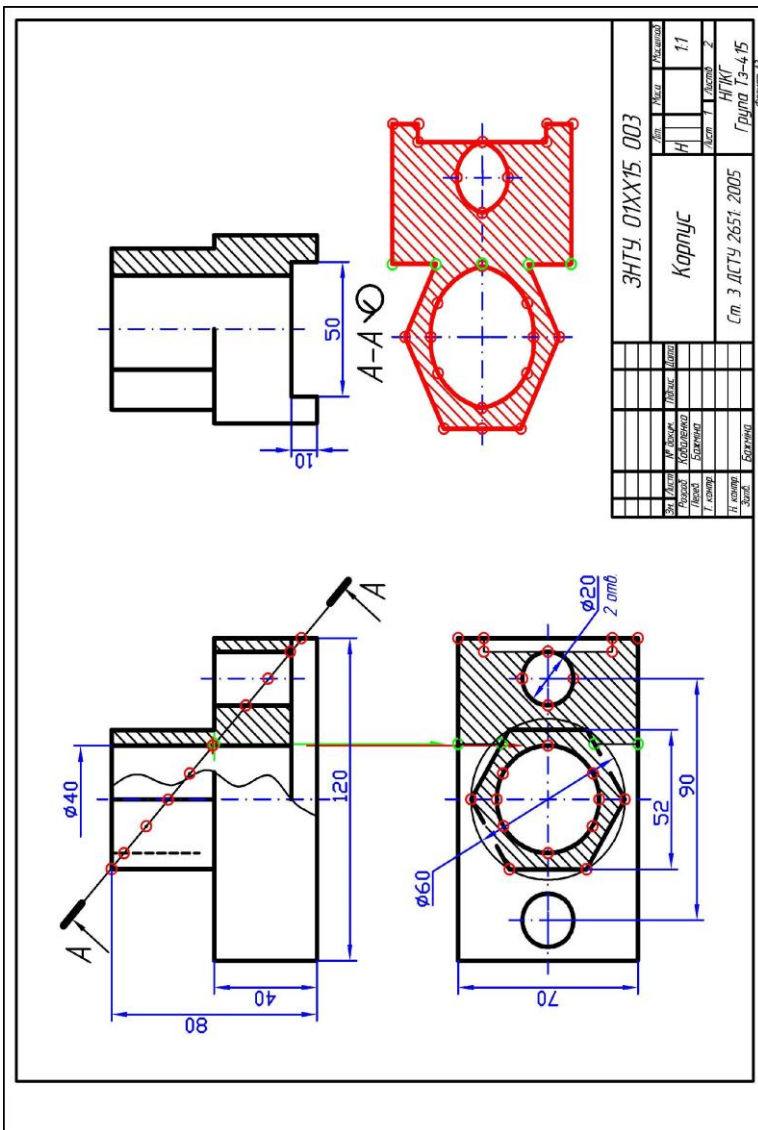
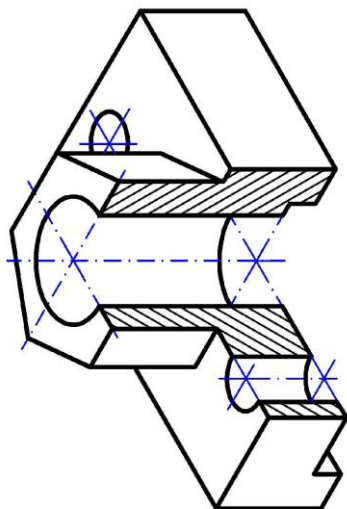


Рисунок 4.17 – Приклад виконання завдання з теми «Проекційне креслення» (перший лист)



ЗНТУ 01ХХ15 003		Курс	11	
Карпус		Семестр	2	
Ст. 3 ДСТУ 2651:2005		Група	Тз-4-15	
№	Дат.	Пр. Зам.	Міст.	Розроб.
		Корект.	Відп.	Відп.
		Вірв.	Відп.	Відп.
		Г. констр.		
		Г. констр.		
		Зам.		

Рисунок 4.18 – Приклад виконання завдання з теми «Проекцієне креслення» (другий лист)

Пояснення до розв'язання завдання

4.5.1 Побудова виглядів деталі

Вивчити ГОСТ 2.302-68, 2.305-2008 і рекомендовану літературу. Ознайомитися з завданням (рис. 4.19): задано вигляд спереду (головний) і зверху, внутрішню будову зображено лініями невидимого контура (штриховими лініями).

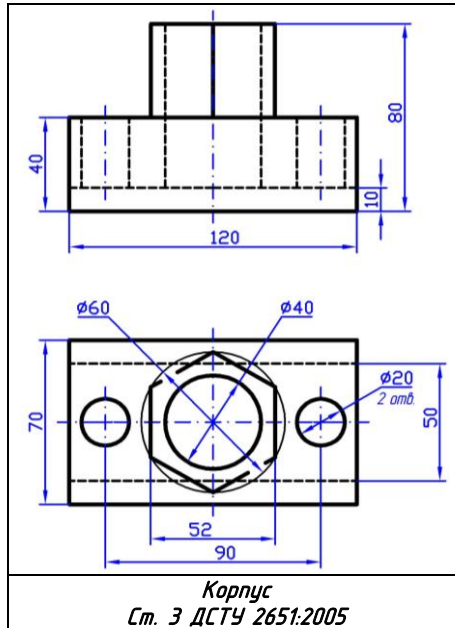


Рисунок 4.19 – Зразок завдання

Для виконання завдання проводимо компонування креслення. Компонування необхідне для правильного розміщення на робочому полі креслення проєкцій виробу з нанесенням розмірів. Компонування креслення дає естетичне сприйняття зображення, що відіграє значну роль при читанні креслення.

Пропонуємо провести роботу таким чином:

а) встановити мінімальну кількість виглядів, які будуватимуться (оскільки деталь симетрична достатньо трьох виглядів деталі);

б) для зображення внутрішньої будови деталі використати розрізи;

в) оцінити габаритні розміри всіх зображень і вибрати масштаб;

г) приступити до креслення виглядів зверху і спереду в проекційному зв'язку (рис. 4.20). Лінії невидимого контура на кресленні не показують. Потім будувати вигляд зліва.

4.5.2 Виконання простих розрізів

Згідно з ГОСТ 2.305-2008 виконати прості вертикальні розрізи: фронтальний на головному вигляді, профільний на вигляді зліва. Оскільки деталь симетрична, на цих двох виглядах виконують суміщення вигляду і розрізу.

Розріз зображують праворуч від осі. Межею вигляду і розрізу є вісь симетрії (вигляд зліва – рис. 4.20), а якщо вісь збігається з лінією видимого контура, то вигляд і розріз розділяють хвилястою лінією (вигляд спереду – рис. 4.20).

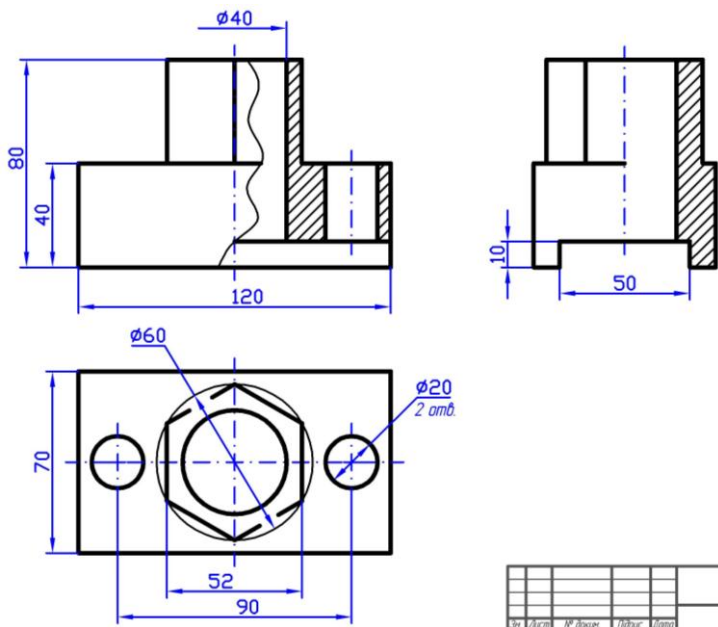


Рисунок 4.20 – Зразок виконаного завдання

Внутрішнє окреслення деталі в розрізі зображують суцільними основними лініями, як і видимий контур деталі (рис. 4.20). Те, що потрапляє в січну площину виділяють штрихуванням, яке виконують відповідно до ГОСТ 2.306-68.

Лінії штрихування потрібно наносити з нахилом праворуч або ліворуч, але обов'язково в один бік для всіх розрізів і перерізів однієї деталі. Штрихування виконують під кутом 45° до рамки креслення.

Спиці маховиків, шківів, зубчастих коліс, ребра жорсткості, тонкі стінки тощо не заштриховують, якщо січна площина розміщена вздовж осі або довжини такого елемента.

4.5.3 Нанесення розмірів

Нанесення розмірів виконати відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.307:2013. Для цього на кресленні використовують виносні та розмірні лінії, стрілки та розмірні числа (Додаток В).

Усі розміри повинні бути рівномірно нанесені на всіх зображеннях, причому кожний розмір позначається на кресленні тільки один раз.

Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю виробу (рис. 4.20).

Розміри симетричних форм наносять відносно осі симетрії.

Розмірні лінії слід наносити переважно поза контуром зображення.

При поєднанні вигляду і розрізу розміри зовнішньої форми зазначають з боку вигляду, розміри внутрішньої форми – з боку розрізу.

Розміри, що відносяться до одного і того ж конструктивного елемента (паза, отвору і т. д.), рекомендується групувати в одному місці, вказуючи їх на тому зображенні, на якому геометрична форма даного елемента показана найбільш повно.

Розміри декількох однакових елементів предмета наносять один раз із зазначенням їх кількості.

4.5.4 Знаходження натуральної величини фігури перерізу

На заданій січній площині $A-A$ відмітити характерні та проміжні точки.

В проєкційному зв'язку на вигляді зверху знайти горизонтальні проєкції цих точок на зовнішній та внутрішній поверхні деталі. Заштрихувати накладену фігуру перерізу.

Побудувати натуральну величину фігури перерізу на вільному місці поля креслення (рис. 4.21).

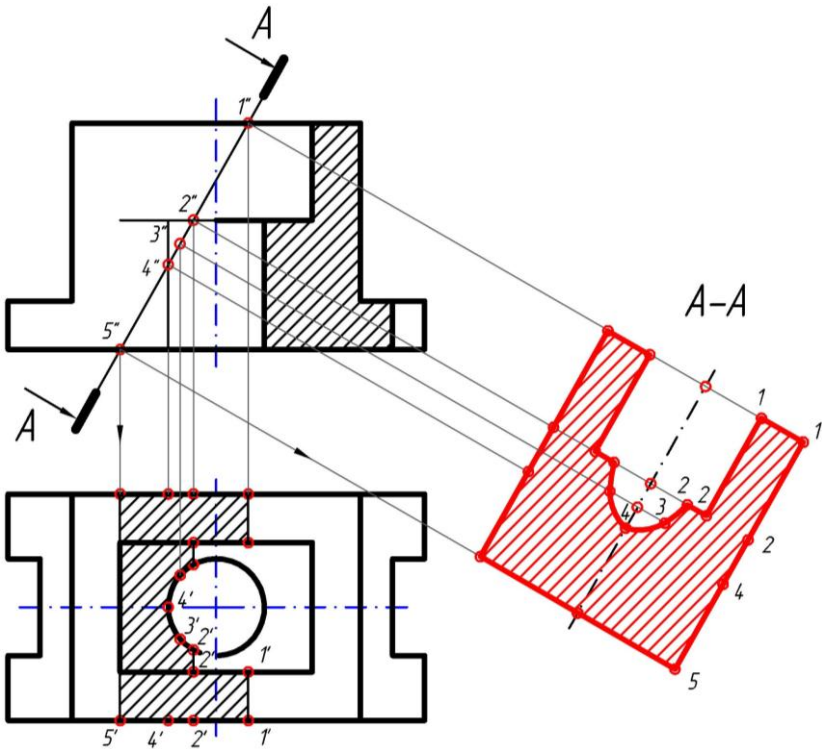


Рисунок 4.21 – Приклад знаходження натуральної величини фігури перерізу

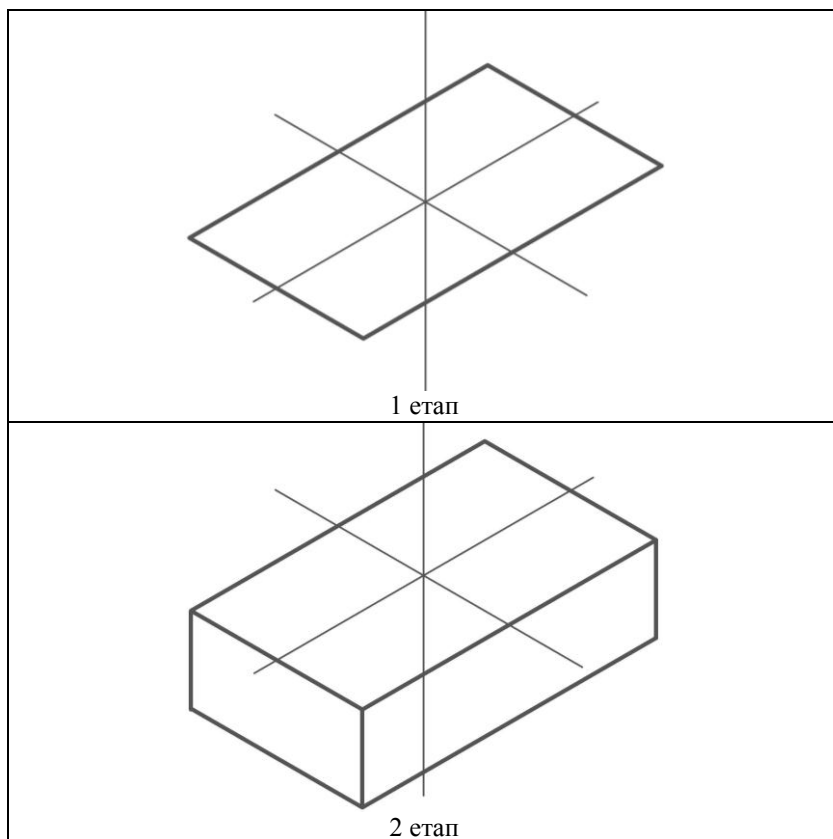
4.5.5 Побудова аксонометричної проєкції деталі з вирізом 1/4 частини

Відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.317:2014 вибирається прямокутна ізометрія. Вісі в прямокутній ізометрії X , Y , Z розташовані під кутом 120° одна до одної. По осі X відкладається довжина деталі, по осі Y – ширина деталі і по осі Z – її висота.

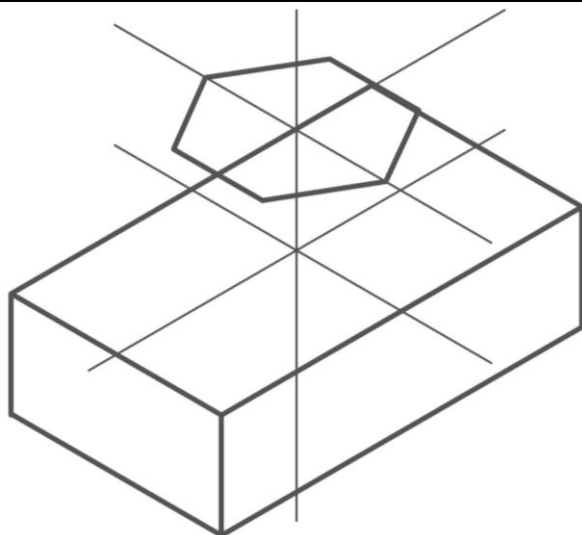
Вирізати 1/4 частину деталі. Нанести лінії штриховки перерізів в аксонометричній проєкції (рис. 4.18).

В табл. 4.4 представлено приклад послідовного виконання аксонометричного зображення деталі, даній в прямокутній ізометрії.

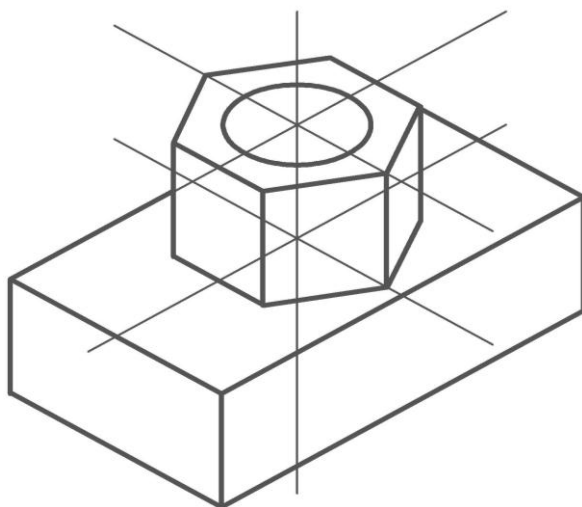
Таблиця 4.4 – Приклад послідовного виконання аксонометрії деталі



Продовження табл. 4.4

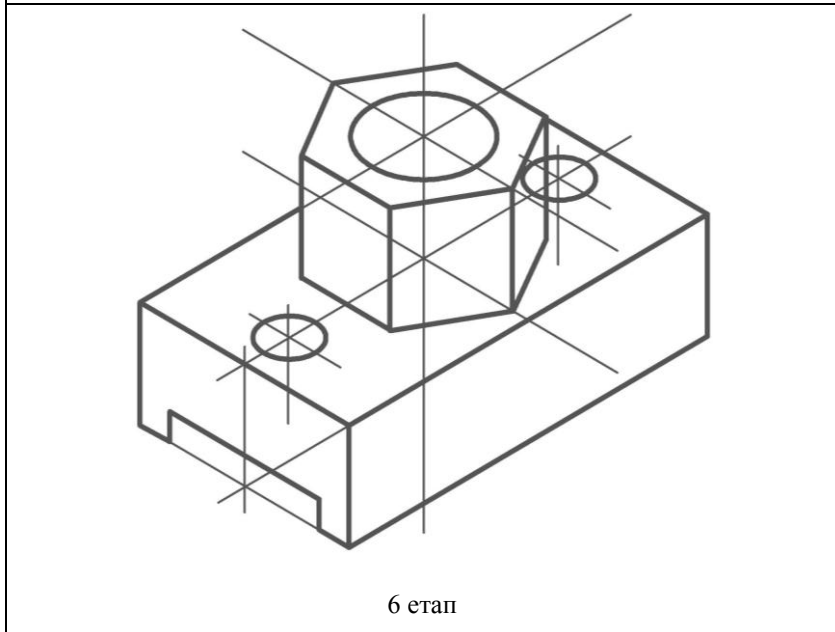
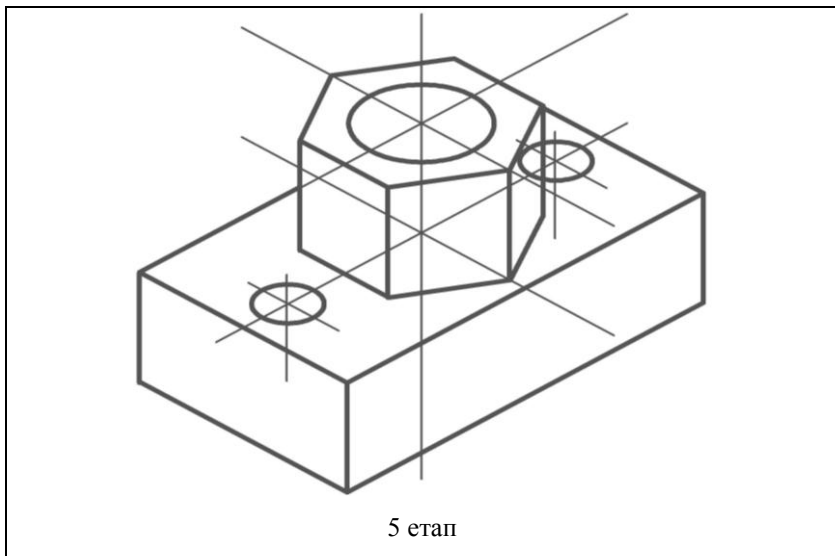


3 етап

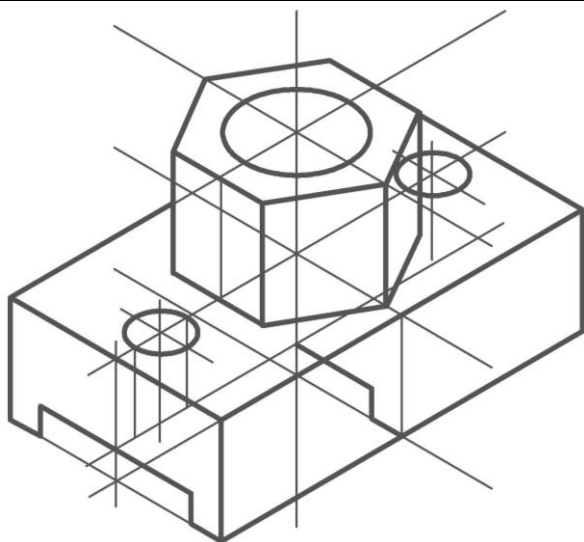


4 етап

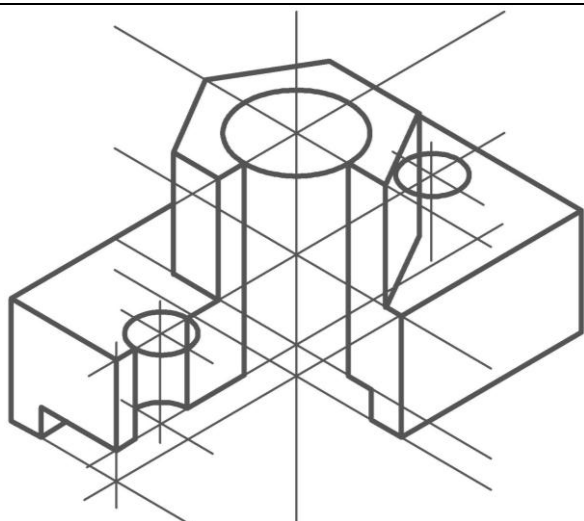
Продовження табл. 4.4



Продовження табл. 4.4

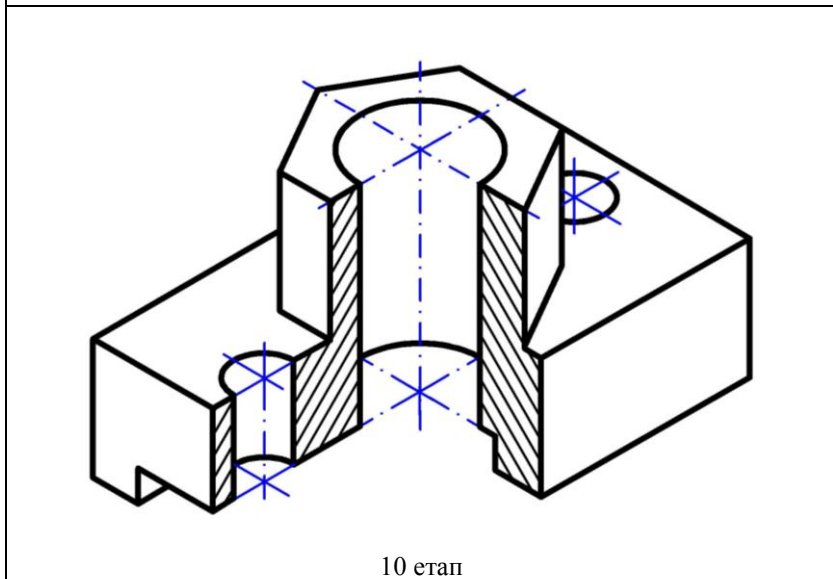
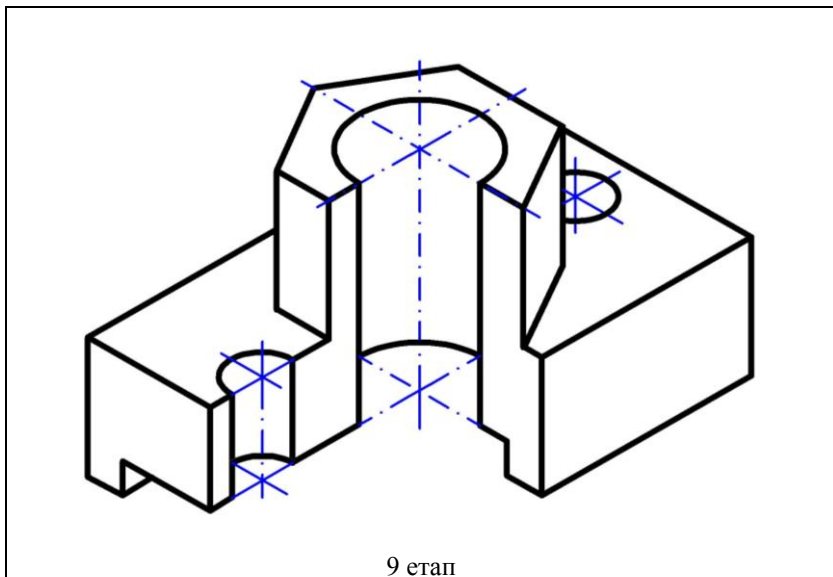


7 етап



8 етап

Продовження табл. 4.4



5 МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Пропонуємо ознайомитись з контрольною роботою з метою дати можливість студентів визначити якість засвоєння матеріалу, виділяти з нього важливе і суттєве для вміння розуміти креслення та грамотно й швидко виконувати його.

Модульна контрольна робота проводиться на екзаменаційному тижні.

Завдання: Побудувати аксонометричне зображення в масштабі **1:1** за двома заданими виглядами (рис. 5.1) симетричної деталі з вирізом 1/4 частини (внутрішня будова деталі показана лініями невидимого контура).

Зразок модульної контрольної роботи в масштабі 2:1 представлено на рис. 5.2.

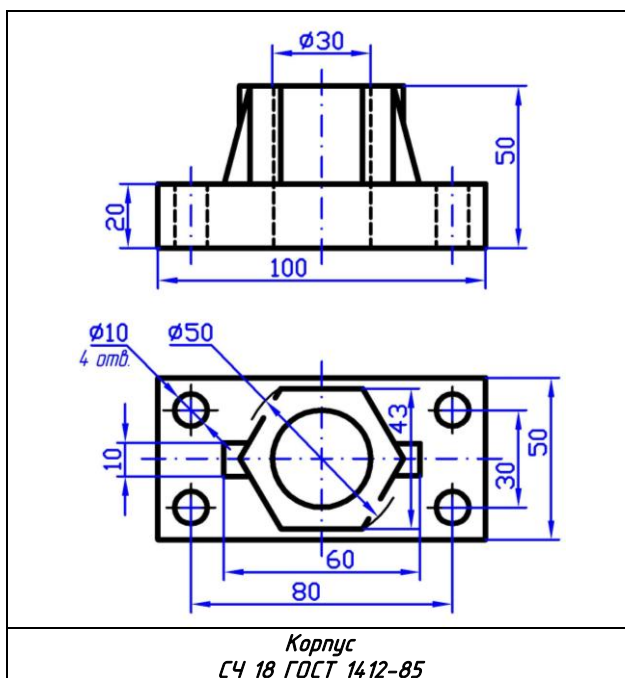


Рисунок 5.1 – Зразок картки-завдання

Додаток А
Креслярський шрифт

Російський алфавіт

АБВГДЕЖЗИЙКЛ

МНОПРСТУФХЦЧ

ШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклм

нопрстуфхцчш

щъыьэюя

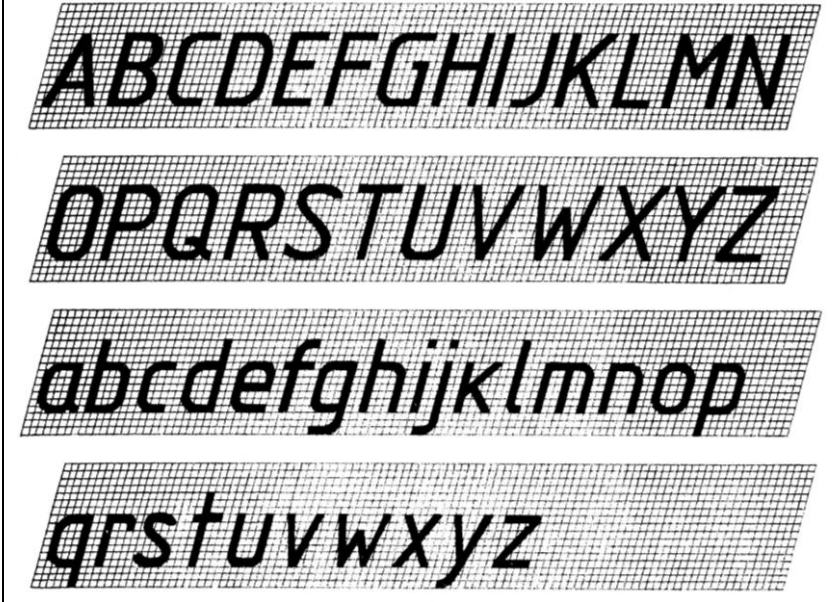
Арабські цифри

Знак
діаметра

1234567890 3



Латинський алфавіт



Таблиця А.1 – Основні параметри і розміри шрифту типу А

Параметр шрифту	Позначення	Відносний розмір		Розмір шрифту, мм				
		$(14/14) h$	$14 d$	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Висота великих літер	h	$(14/14) h$	$14 d$	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Висота малих літер	c	$(10/14) h$	$10 d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Відстань між літерами	a	$(2/14) h$	$2 d$	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Мінімальний крок рядків (висота допоміжної сітки)	b	$(22/14) h$	$22 d$	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0
Мінімальна відстань між словами	e	$(6/14) h$	$6 d$	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
Товщина ліній шрифту	d	$(1/14) h$	d	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0

Додаток Б

Державні стандарти, що застосовуються при виконанні завдань

ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 ЄСКД. Основні написи (ГОСТ 2.104-2006, ІДТ)

ГОСТ 2.109-73 ЄСКД. Основные требования к чертежам

ГОСТ 2.201-80 ЄСКД. Обозначение изделий и конструктивных документов

ГОСТ 2.301-68 ЄСКД. Форматы

ГОСТ 2.302-68 ЄСКД. Масштабы

ГОСТ 2.303-68 ЄСКД. Линии

ГОСТ 2.304-81 ЄСКД. Шрифты чертежные

ГОСТ 2.305-2008 ЄСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения

ГОСТ 2.306-68 ЄСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах

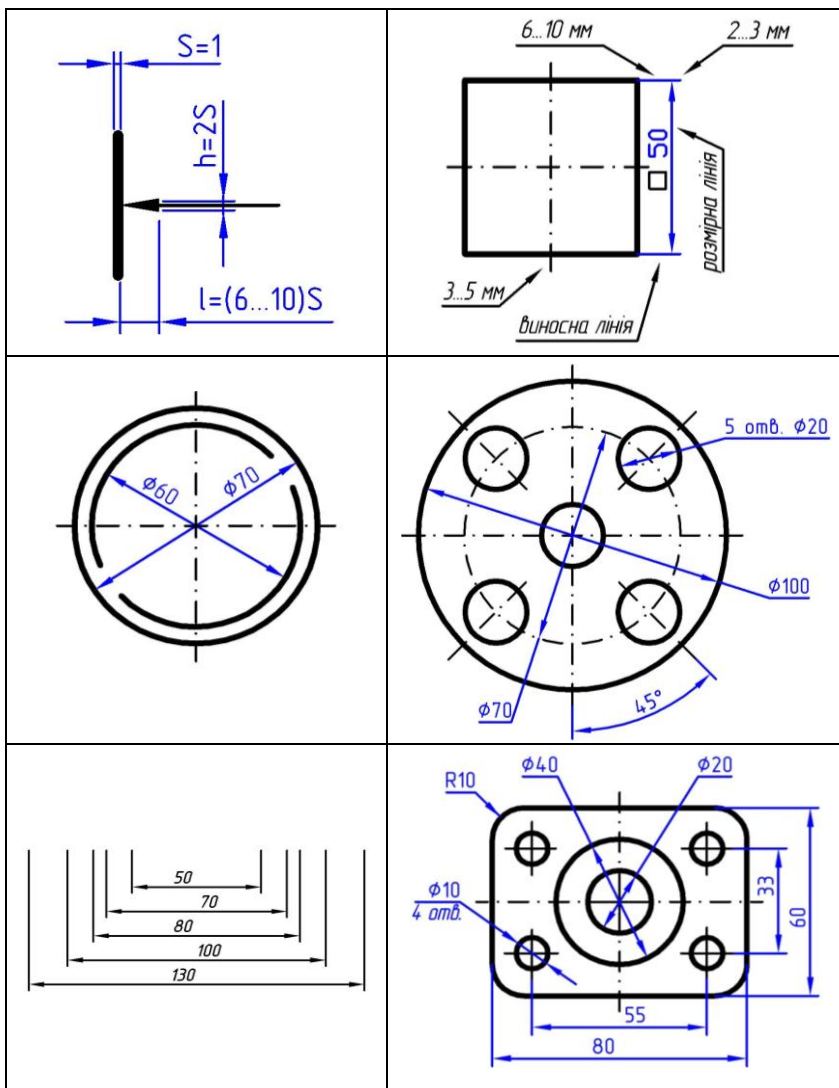
ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 ЄСКД. Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, ІДТ)

ДСТУ ГОСТ 2.317:2014 ЄСКД. Аксонометричні проекції (ГОСТ 2.317-2011, ІДТ)

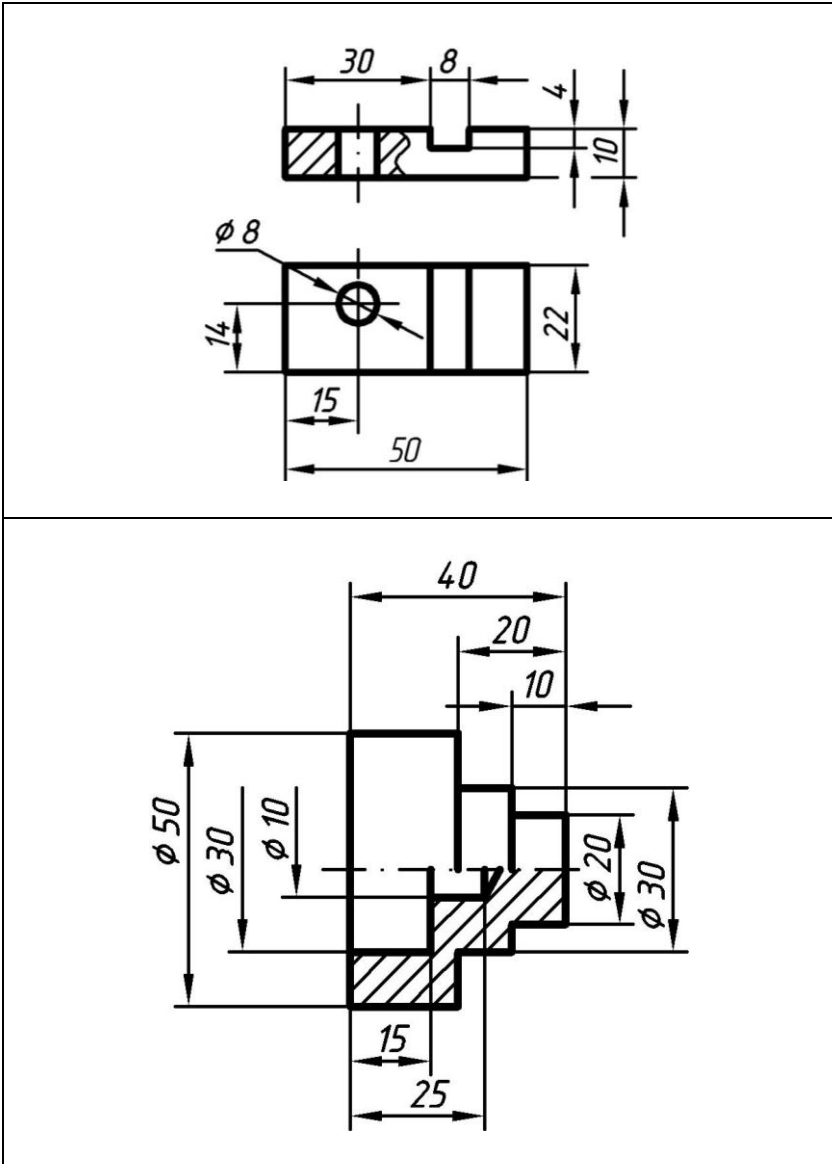
Додаток В

Нанесення розмірів на кресленні

В. 1 Принцип нанесення розмірів на кресленні



В. 2 Нанесення розмірів на кресленнях окремих деталей



ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 3321-96. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять [Текст]. – К. : Держстандарт України, 1996. – 80 с.
2. Хаскин А. М. Черчение [Текст] / А. М. Хаскин – 4-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 447 с.
3. Гавров Є. В. Елементи нарисної геометрії [Текст] : курс лекцій / Є. В. Гавров – Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. – 208 с. : іл.
4. Гавров Є. В. Основи інженерної графіки [Текст] : навч. посіб. / Є. В. Гавров, В. Г. Буличева, Е. А. Бажміна – Запоріжжя : ЗНТУ, 2005. – 146 с., іл.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] : підручник / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов та ін. ; за ред. В. Є. Михайленка – 2-ге вид., перероб. – К. : Вища шк., 2001. – 350 с. : іл.
6. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки [Текст] : навч. посіб. / В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов та ін. ; за ред. В. Є. Михайленка. – К. : Вища шк., 2002. – 159 с. : іл.
7. Антонович Є. А. Російсько-український словник-довідник з інженерної графіки, дизайну та архітектури [Текст] : навч. посіб. / Є. А. Антонович, Я. В. Васишин, В. А. Шпільчак – Львів : Світ, 1999. – 240 с. : іл.
8. Нарисна геометрія. Практикум [Текст] : навч. посіб. / Є. А. Антонович, Я. В. Васишин, О. В. Фольта та ін. ; за ред. проф. Є. А. Антоновича. – Львів : Світ, 2004. – 528 с., іл.
9. Попова Г. Н. Машиностроительное черчение [Текст] : справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 447 с., ил.
10. Мерзон Э. Д. Машиностроительное черчение [Текст] : учеб. пособ. для инж.-техн. спец. вузов / Э. Д. Мерзон, И. Э. Мерзон, Н. В. Медведовская. – М. : Высш. шк., 1987. – 335 с. : ил.

Навчальне видання

БАЖМИНА Евеліна Анатоліївна
ШАЛОМЄЄВ Вадим Анатолійович

ПРАКТИЧНІ РОБОТИ
З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ
ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ
Частина 1

Навчальний посібник

Комп'ютерний набір *Бажміна Е. А.*,
Верстання *Гринь Д. В.*

Оригінал-макет підготовлено
в редакційно-видавничому відділі ЗНТУ

Підписано до друку 14.05.2015. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 3,84.
Тираж 300 прим. Зам. № 509

Запорізький національний технічний університет
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.