

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять, організації самостійної
і виконання графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

Змістовий модуль 1.1

*(для здобувачів 1 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та
заочної форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна
інженерія, освітньо-професійні програми «Промислове та цивільне
будівництво», «Міське будівництво та господарство», «Цивільна інженерія»,
«BIM-технології в будівництві»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, організації самостійної і виконання графічної робіт із навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка». Змістовий модуль 1.1 (для здобувачів 1 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійні програми «Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво та господарство», «Цивільна інженерія», «ВІМ-технології в будівництві») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : В. В. Герасименко, І. М. Бєлих, О. М. Проценко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 45 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. В. В. Герасименко,
ст. викл. І. М. Бєлих,
ст. викл. О. М. Проценко

Рецензент

І. В. Тимченко, старший викладач Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою цифрового моделювання та графіки, протокол № 12 від 10.04.2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА І ЗМІСТ ЗАВДАНЬ.....	5
2 ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ 1.1 «ТИПИ ЛІНІЙ. ПОБУДОВА ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОКУТНИКІВ».....	5
2.1 Формати.....	7
2.2 Шрифти.....	12
2.3 Масштаби.....	15
2.4 Типи ліній.....	15
2.5 Елементи розмірів та правила їх нанесення на креслениках	19
2.5.1 Способи нанесення розмірів.....	22
2.6 Побудова правильних вписаних багатокутників.....	24
2.6.1 Поділ кола на три однакові частини (правильний трикутник)	24
2.6.2 Поділ кола на п'ять однакових частин (правильний п'ятикутник)	25
2.6.3 Поділ кола на шість однакових частин (правильний шестикутник)	25
2.6.4 Поділ кола на сім (дев'ять) однакових частин (правильний семикутник)	26
3 ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ 1.2 «ПРОЄЦІЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ».....	27
3.1 Теоретичні основи утворення та зображення поверхонь	27
3.2 Побудова лінійчатої нерозгортної поверхні гіперболічного параболоїда (косої площини)	28
3.3 Побудова розгортного гелікоїда або гвинтового торса	29
3.4 Побудова відкритого прямого гелікоїда (гвинтового циліндроїда)	31
3.5 Побудова лінійчатої нерозгортної гвинтової поверхні косого гелікоїда	31
3.6 Побудова поверхні обертання загального виду.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35
ДОДАТОК А	36
ДОДАТОК Б.....	37
ДОДАТОК В	44

ВСТУП

Методичні рекомендації з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для змістового модуля 1.1 Проєціювання елементів простору спрямовані на ознайомлення здобувачів вищої освіти з чинними нормативними документами, що регламентують правила виконання та оформлення інженерних креслеників і формують на цій основі стійкі навички графічного подання просторових об'єктів.

У межах змістового модуля 1.1 розглядаються теоретичні питання та практичні прийоми проєціювання елементів простору, зокрема поверхонь, а також основи їх графічного моделювання на площині. Особлива увага приділяється дотриманню вимог стандартів під час виконання графічних робіт, що забезпечує уніфікацію інженерної графіки, однозначність сприйняття креслеників і відповідність навчальних робіт сучасним вимогам технічної документації.

Важливим складником модуля є також вивчення правил та вимог щодо оформлення графічних робіт відповідно до чинних нормативних документів, які регламентують правила виконання та оформлення інженерних креслеників. Під час вивчення та практичного застосування матеріалу необхідно керуватися такими стандартами:

- ДСТУ ISO 5457:2006 Кресленики. Розміри та формати, що визначає основні формати аркушів та правила їх використання;
- ДСТУ 5455:2005 Кресленики технічні. Масштаби, який установлює допустимі масштаби зображень та особливості їх застосування;
- ДСТУ ISO 128-20:2003 Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії, що регламентує типи, товщину та призначення ліній.
- ДСТУ ISO 3098-0:2006 Технічні креслення. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги, який використовується у технічних кресленнях з метою забезпечення єдності та читабельності технічних написів.

Дотримання вимог зазначених стандартів є необхідною умовою формування правильних навичок графічного моделювання, забезпечує єдність інженерної мови та створює підґрунтя для подальшого опанування професійно орієнтованих дисциплін. Запропоновані методичні рекомендації спрямовані на систематизацію навчального матеріалу, полегшення самостійної роботи здобувачів і підвищення якості засвоєння дисципліни. Вони можуть бути використані як під час аудиторних занять, так і для індивідуальної підготовки, сприяючи формуванню професійних компетентностей, необхідних для подальшого вивчення технічних і спеціальних дисциплін.

1 МЕТА І ЗМІСТ ЗАВДАНЬ

Метою змістового модуля 1.1 Проєціювання елементів простору є формування знань про класифікацію ліній відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 128-20:2003, а також вивчення розділу нарисної геометрії «Проєктування елементів простору», зокрема принципів утворення і графічного зображення поверхонь та набуття навичок правильного виконання геометричних побудов і читання креслень.

У процесі виконання завдань здобувач повинен:

1. Набути вмінь виконувати геометричні побудови з дотриманням установлених правил і вимог чинних стандартів.
2. Опанувати основи проєктування елементів простору, зокрема принципи утворення та графічного зображення поверхонь.
3. Сформувати навички читання та аналізу креслеників, виконаних відповідно до нормативних документів.

У змістовому модулі 1.1 передбачено виконання двох графічних завдань. Усі завдання виконуються на аркушах формату А3 (420 мм × 297 мм) із використанням креслярських інструментів та з дотриманням вимог чинних стандартів.

Графічне завдання 1.1 Типи ліній. Побудова правильних багатокутників. На аркуші формату А3 (297 мм × 420 мм) побудувати зразки основних типів ліній відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 128-20:2003, супроводжуючи їх пояснювальними написами, виконаними шрифтом типу В згідно з ДСТУ ISO 3098-0:2006. Виконати геометричну побудову поділу кола діаметром 50 мм на три, п'ять, шість і сім рівних частин з обов'язковим збереженням усіх ліній побудови. Приклад оформлення графічної частини наведений у додатку А.

Графічне завдання 1.2 Проєціювання поверхонь». На аркуші формату А3 (297 мм × 420 мм) відповідно до варіанта (дод. Б) виконати побудову двох проєкцій поверхні, заданої формулою і елементарним рисунком (визначником). Під час побудови основного креслення поверхні (каркас і обрис) необхідно зобразити 8–10 положень твірної лінії. Приклад оформлення графічної частини наведений у додатку В.

2 ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ 1.1 ТИПИ ЛІНІЙ. ПОБУДОВА ПРАВИЛЬНИХ БАГАТОКУТНИКІВ

Послідовність виконання завдання:

1. На аркуші формату А3 виконати внутрішню рамку суцільною товстою основною лінією, дотримуючись таких відступів від зовнішньої межі формату: зліва – 20 мм; зверху, справа та знизу – 5 мм (рис. 2.1).

2. Виконати основний напис відповідно до встановленого зразка.
3. Опрацювати теоретичний матеріал щодо типів ліній та правил оформлення креслень.
4. На полі креслення:
 - зобразити основні типи ліній, що застосовуються у кресленні;
 - виконати поділ кола на 3, 5, 6 і 7 рівних частин і побудувати відповідні правильні багатокутники.

Усі побудови необхідно виконувати спочатку тонкими допоміжними лініями олівцем, після перевірки обвести відповідними типами ліній згідно зі стандартами креслення.

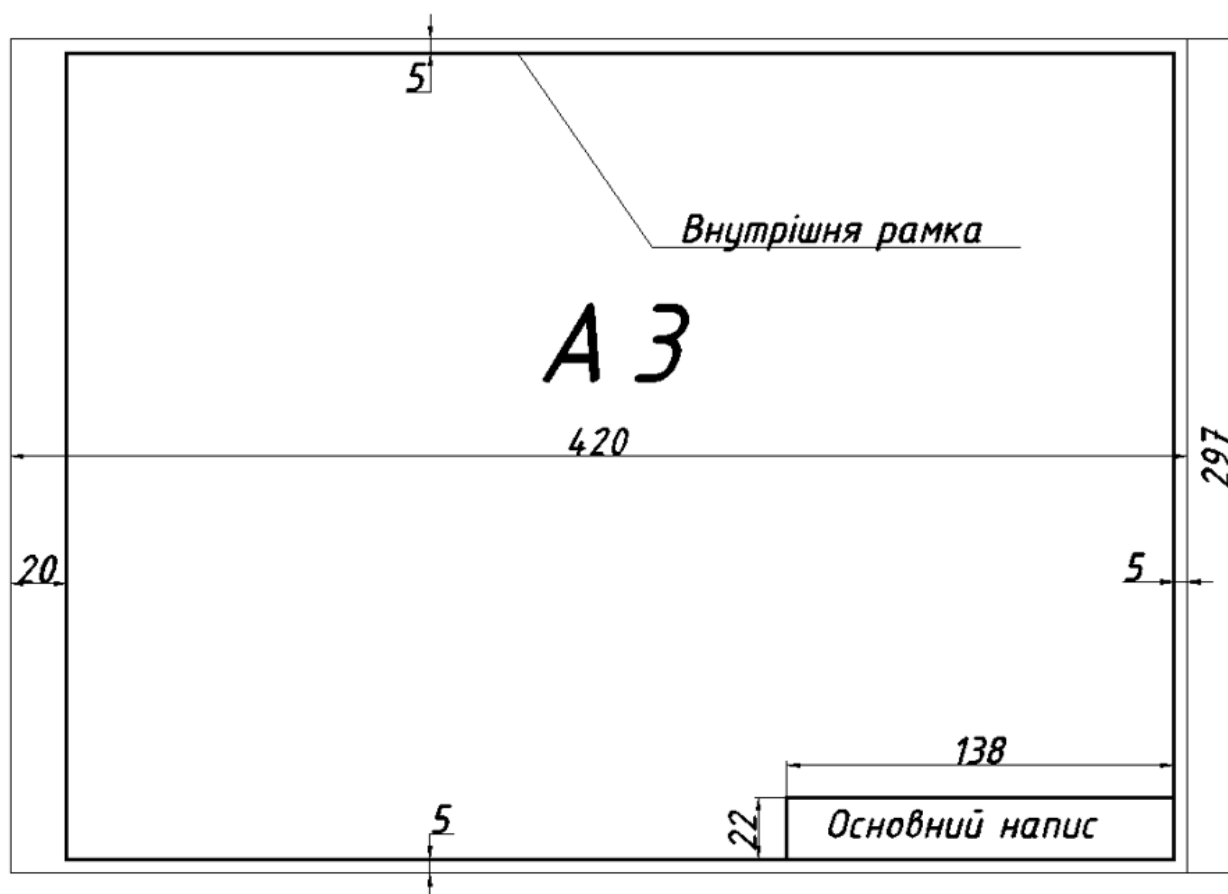


Рисунок 2.1 – Оформлення креслярського аркуша

Під час виконання роботи потрібно дотримуватися встановлених правил оформлення креслень, зокрема вимог щодо форматів, типів ліній, масштабів та основного напису.

Виконання завдань потрібно починати з визначення робочого поля креслення, для чого нанести внутрішню рамку на відстані 5 мм від краю аркуша з трьох сторін заданого формату, виділивши зліва поле в 20 мм (рис. 2.1), а також накреслити основний напис. Розміри і заповнення основного напису

подано на рисунку 2.2. Побудову виконувати спочатку в тонких лініях твердим олівцем без натиску. Креслення в тонких лініях показати викладачеві для перевірки.

Після перевірки навести креслення відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 128-20:2003.

Виконав		Прізвище		НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	№ варіанта		12 5 22		
Перевірів		Прізвище							
	Група	Дата			Масштаб Завдання				
16		16		10		138		20 20	

Рисунок 2.2 – Основний напис

Оформлення креслень є обов'язковою складовою інженерної графічної підготовки та важливим етапом виконання будь-якої графічної роботи. Грамотно оформлений кресленик забезпечує правильне читання зображень і коректну передачу геометричних та розмірних параметрів об'єктів.

Під час виконання графічних робіт здобувачі освіти повинні керуватися чинними національними стандартами, узгодженими з міжнародними нормами, які регламентують формати аркушів, масштаби, типи та товщини ліній, правила нанесення розмірів, шрифти і основні написи. Дотримання вимог стандартів сприяє формуванню єдиного графічного стилю та професійних навичок інженерного проектування.

Особлива увага приділяється формуванню вміння послідовно й акуратно виконувати креслення, правильно застосовувати графічні умовності та дотримуватися вимог щодо їх оформлення незалежно від способу виконання (ручного або з використанням комп'ютерних графічних систем).

2.1 Формати

Формат креслярського аркуша – це розмір аркуша, на якому виконується креслення або інші конструкторські документи. Його обирають залежно від габаритних розмірів кресленика так, щоб забезпечити чіткість та розуміння кресленика на найменшому за розміром аркуші. Стандарт ДСТУ ISO 5457:2006 Кресленики. Розміри та формати визначає розміри та формати аркушів, призначених для технічних креслеників у будь-яких галузях техніки, зокрема, тих, які виготовляються із застосуванням комп'ютерної

техніки. Він встановлює 5 основних і низку додаткових форматів, розміри яких наведено в таблицях 2.1 і 2.2

Таблиця 2.1 – Розміри боків основних форматів

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін формату, мм	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

Таблиця 2.2 – Розміри сторін додаткових форматів

Кратність	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1 189 × 1 682	—	—	—	—
3	1 189 × 2 523	841 × 1 783	594 × 1 261	420 × 891	297 × 630
4	—	841 × 2 378	594 × 1 682	420 × 1 189	297 × 841
5	—	—	—	420 × 1 486	297 × 1 051
6	—	—	—	420 × 1 782	297 × 1 261
7	—	—	—	—	297 × 1 471
8	—	—	—	—	297 × 1 682
9	—	—	—	—	297 × 1 892

Стандарт закріплює серію форматів A0 – A4, побудованих на базовому аркуші A0 з площею 1 м². Кожен наступний формат утворюється шляхом поділу попереднього навпіл уздовж короткої сторони. Додатково допускаються розширені формати (A3 × 3, A2 × 4 тощо) для великих креслень.

Під час виконання креслеників потрібно уникати використання подовжених форматів. Але якщо у цьому є потреба, то їх утворюють шляхом комбінування розмірів коротких боків основних форматів на величину, кратну їх розмірам серії A (наприклад A3) та розмірів довгого боку іншого, більшого за розмірами формату серії A (наприклад A1). У результаті утворюється новий формат з аббревіатурою A3.1. (табл. 2.2). Спосіб утворення системи форматів наведено на рисунку 2.3.

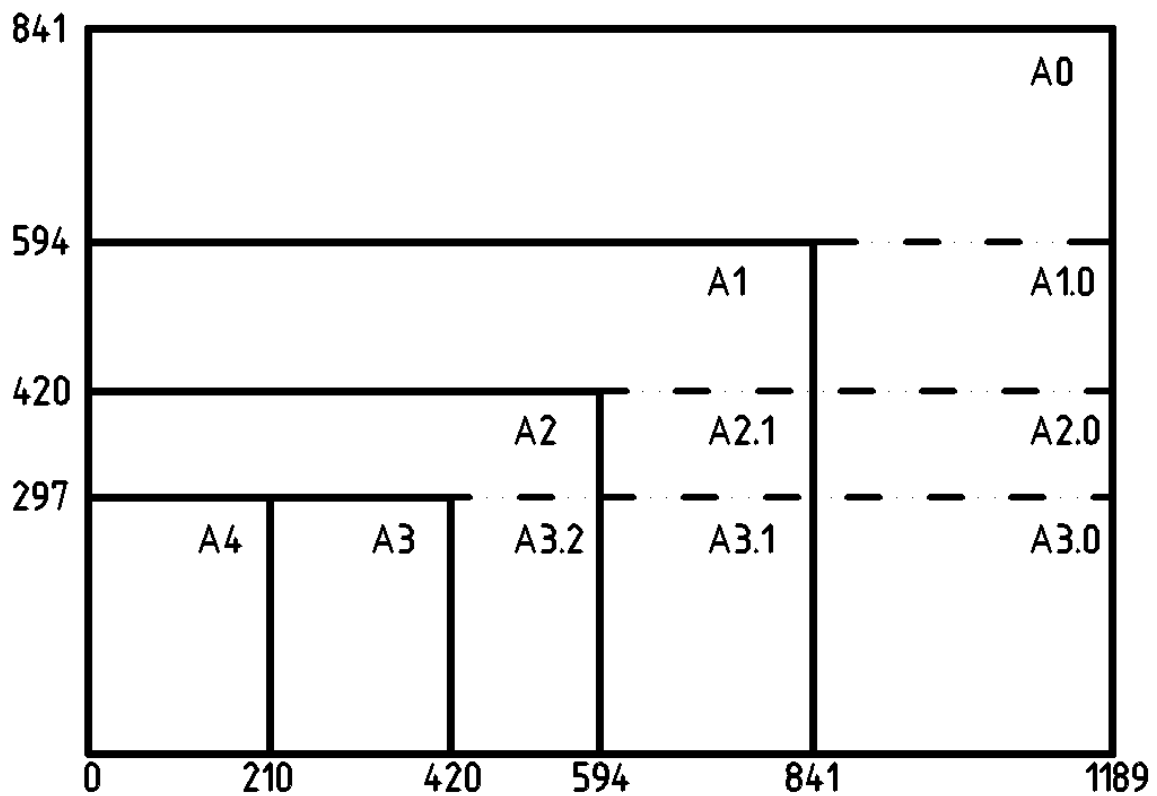


Рисунок 2.3 – Схема утворення системи форматів

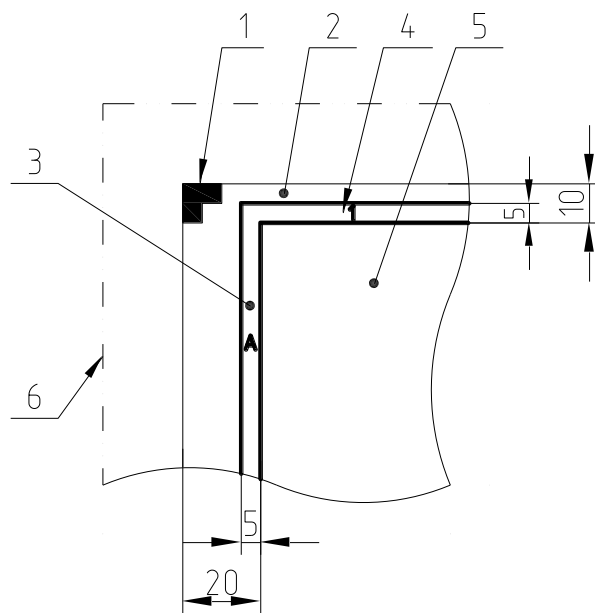


Рисунок 2.4 – Береги:

- 1 – позначка обрізання; 2 – обрізаний за форматом аркуш; 3 – поле позначання зон кресленика; 4 – рамка поля кресленика; 5 – поле кресленика; 6 – не обрізаний за форматом аркуш

З усіх сторін повинні бути береги, утворені боками формату та рамкою, що обмежує поле кресленика. Ширина берега з лівого боку повинна становити 20 мм, враховуючи ширину поля зон. Цей берег можна використати як берег

для підшивання. Всі інші береги мають ширину 10 мм (рис. 2.4). Рамку, що обмежує поле кресленика, потрібно виконувати суцільною лінією, що має товщину 0,7 мм.

Для полегшення визначення місця перебування елементів кресленика в разі копіювання потрібно нанести чотири мітки середини боків. Ці мітки розміщують на кінцях двох осей симетрії боків формату з симетричним допуском в 1 мм. Зображення цих міток є довільним. Рекомендовано показувати їх суцільними лініями товщиною 0,7 мм, починаючи від границі поля позначення зон і довжиною 10 мм у напрямі до рамки кресленика (рис. 2.5). Формати, більші за A0, потребують нанесення додаткових міток у середині кожного фрагмента, який потрібно скопіювати.

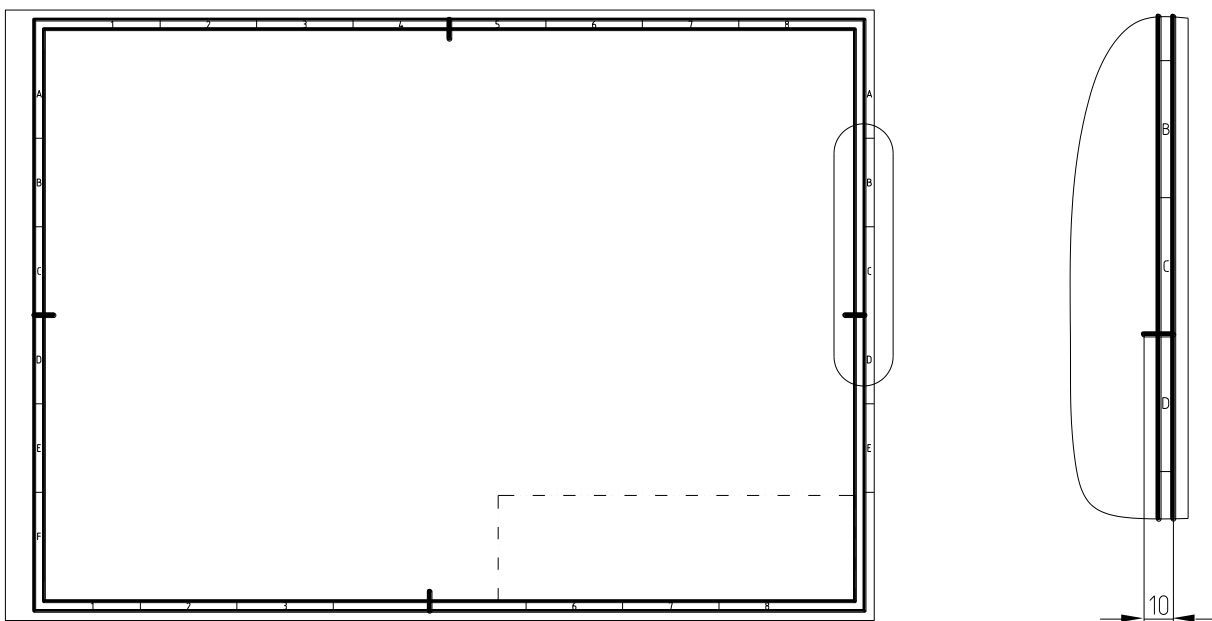


Рисунок 2.5 – Спосіб позначення зон та відміток середини боків

Щоб на кресленику можна було легко знайти певні складові частини виробів, доповнення, виправлення тощо, аркуш потрібно розбити на зони (рис. 2.4). Кожну із зон потрібно позначати великими буквами (букви І та О не можна використовувати) зверху донизу та цифрами – зліва направо з обох боків аркуша відповідно. Для формату позначення зон розміщують тільки вгорі і з правого боку аркуша. Висота букв та цифр приймається за ДСТУ ISO 3098-0:2006 Технічні креслення. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги – 3,5 мм. Довжина зон, починаючи від осей симетрії боків формату (мітки середини боків), становить 50 мм. Кількість зон залежить від формату (табл. 2.3). Залишки довжини, як наслідок поділу, припадають на зони в кутах.

Букви і цифри треба розміщувати на полі для нанесення зон та записувати вертикально відповідно до ДСТУ ISO 3098-0:2006. Лінії на полі для нанесення зон потрібно виконувати суцільними лініями товщиною 0,35 мм.

Таблиця 2.3 – Кількість зон

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Довга сторона	24	16	12	8	6
Коротка сторона	16	12	8	6	4

Кожне креслення або конструкторський документ повинен мати *основний напис*, розміщений у правому нижньому кутку формату. Основний напис – це своєрідна характеристика креслення, в якій наведено основні дані про зображуваний предмет: найменування, матеріал, масштаб тощо.

Оформлення основних написів на креслениках виконується з урахуванням вимог міжнародного стандарту ISO 7200, який регламентує склад та структуру інформаційних полів технічної документації. Основний напис студентських креслеників виконується за універсальним навчальним шаблоном, зміст інформаційних полів якого відповідає вимогам ISO 7200. Геометричні розміри та компонування напису приймаються навчальними з метою уніфікації та зручності перевірки графічних робіт (рис. 2.6). На аркушах форматів A0 – A3 основний напис розміщують у правому нижньому кутку поля кресленика. На цих форматах дозволено тільки горизонтальне розташування аркушів. На форматі A4 його розташовують на короткій (нижній) частині поля кресленика. На цьому форматі дозволено тільки вертикальне розташування аркушів. Напрямок читання креслеників та основного напису має бути однаковим.

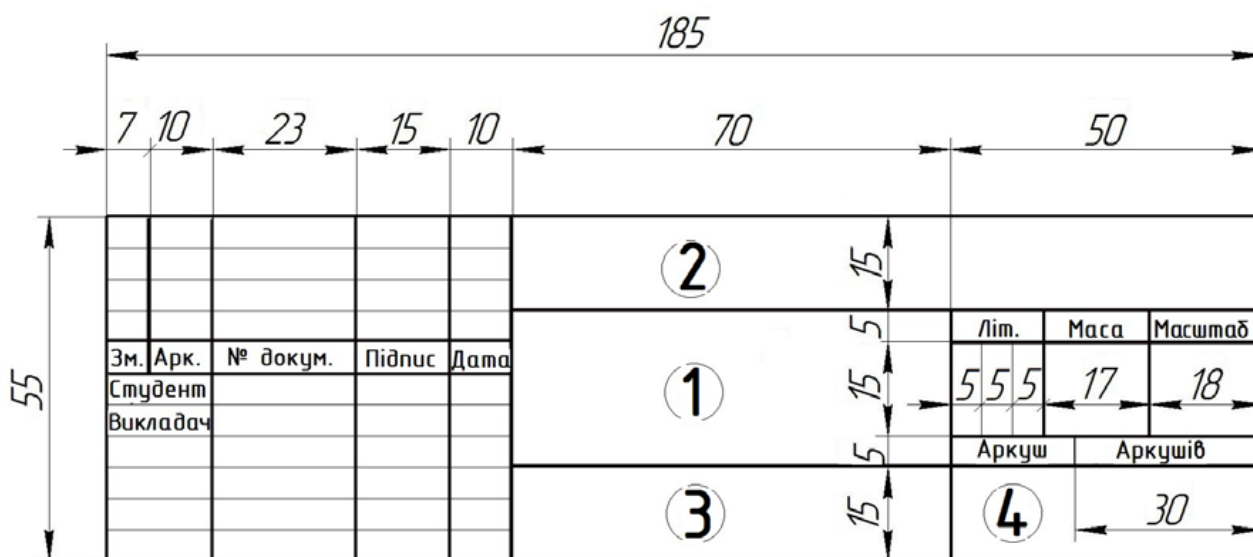


Рисунок 2.6 – Оформлення основних написів

У графах основного напису зазначають:

- назву виробу (графа 1);
- позначення документа (графа 2);
- позначення матеріалу деталі (графа 3);
- назву підприємства, що є автором документа (графа 4).

2.2 Шрифти

В Україні написання шрифтів на технічних креслениках регламентується національними стандартами, а саме:

ДСТУ ISO 3098-0:2006 – загальні вимоги до шрифтів для технічної документації;

ДСТУ ISO 3098-2:2007 – латинська абетка, цифри й знаки;

ДСТУ ISO 3098-6:2007 – кирилична абетка.

Ці стандарти визначають структуру, пропорції, відстані між символами і правила написання літер і цифр на креслениках.

Номінальний розмір шрифту визначають висотою (h) зовнішнього контуру прописних (великих) літер (рис. 2.7), які, відповідно до стандарту, можуть мати такі значення: 1,8 мм; 2,5 мм; 3,5 мм; 5 мм; 7 мм; 10 мм; 14 мм; 20 мм.

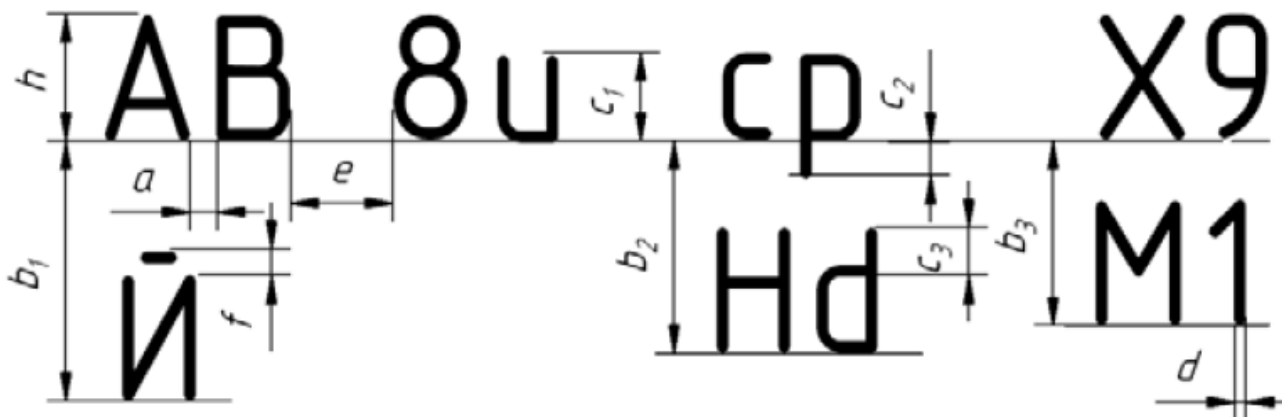


Рисунок 2.7 – Параметри шрифтів

Для технічних креслеників встановлено такі типи шрифтів:

- А, вертикальний (V);
- А, похилий (S);
- В, вертикальний (V);
- В, похилий (S).

Похилий шрифт виконується вправо під кутом 75° до горизонталі (рис. 2.8).

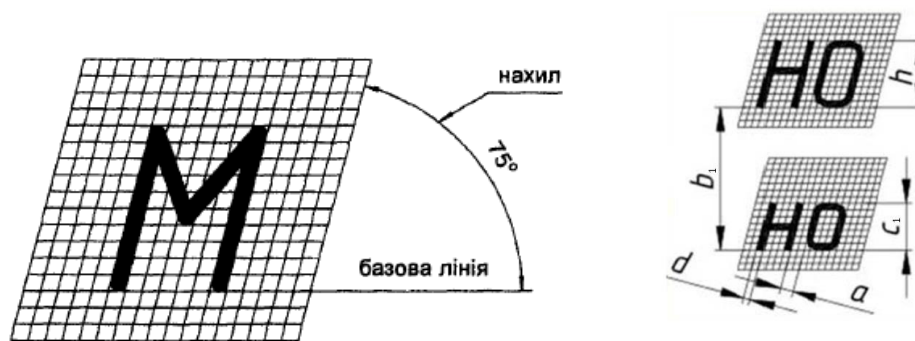


Рисунок 2.8 – Похилий шрифт

Товщина ліній одного шрифту для всього тексту має бути однаковою.

Під час виконання завдання на аркуші формату А3 текстову частину заголовка потрібно виконувати креслярським шрифтом. Для цього спочатку тонкими лініями олівцем необхідно побудувати допоміжну сітку, яка визначає висоту та нахил символів. Потім літери наносять від руки тонкими лініями, дотримуючись установлених пропорцій шрифту. Після перевірки правильності написання літери обводять м'яким олівцем, надаючи їм необхідної товщини та чіткості.

Під час виконання написів малими літерами товщина лінії обведення великих літер має бути такою самою, як і малих. Відстань між літерами, словами й рядками для шрифтів усіх розмірів має приблизно відповідати зазначеним на рисунку 2.9.

Параметри		Відносний розмір	
		Тип А	Тип В
Висота шрифту (висота великих літер і цифр)	h	$(14/14)h$	$(10/10)h$
Висота малих літер	c_1	$(10/14)h$	$(7/10)h$
Висота відростка для малих літер	нижнього	c_2	$(4/14)h$
	верхнього	c_3	$(3/10)h$
Висота виступу для діакритичних знаків (у випадку великих літер)	f	$(5/14)h$	$(4/10)h$
Проміжок між знаками	a	$(2/14)h$	$(2/10)h$
Найменша відстань між базовими лініями	великі та малі літери з діакритичними знаками	b_1	$(25/14)h$
	великі та малі літери без діакритичних знаків	b_2	$(21/14)h$
	тільки для великих літер	b_3	$(17/14)h$
Проміжок між словами	e	$(6/14)h$	$(6/10)h$
Товщина лінії	d	$(1/14)h$	$(1/10)h$

Рисунок 2.9 – Розміри шрифтів типу А і В

Відповідно до ДСТУ ISO 3098-6:2007 Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 6. Кирилична абетка, який регламентує креслярські шрифти кирилицею (рис. 2.10), представлена форма літер українського алфавіту й арабських цифр, виконаних шрифтом типу **В** з нахилом.

АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМН

ОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

1234567890 3

R3 Ø5* □ 7 > 1:10 ▷ 1:5 s4

абвгдеєжзиіїйклмн

опрстуфхцчшщьюя

Рисунок 2.10 – Шрифт типу В з нахилом

2.3 Масштаби

Масштабом називають відношення лінійних розмірів зображення предмета на кресленнику до відповідних дійсних розмірів предмета. Масштаб обирають залежно від розмірів об'єкта та формату кресленника так, щоб забезпечити чіткість і зручність читання зображення. Позначають масштаб у вигляді дробу, чисельник якого дорівнює одиниці, а знаменник – числу, що показує ступінь зменшення довжини лінії, наприклад: 1 : 10, 1 : 100. Такий масштаб називають масштабом зменшення. Масштаб може виражатися числом, рівним або більшим за одиницю, наприклад: 1 : 1, 2 : 1. Такі масштаби називають, відповідно, натуральною величиною і масштабом збільшення.

Стандарт ДСТУ 5455:2005 Масштаби встановлює перелік допустимих масштабів для виконання креслень і схем, а також правила їх позначення в основних написах. Він забезпечує єдність вимірювань, читабельність та взаєморозуміння між різними галузями промисловості. Використовується у машинобудуванні, архітектурному проєктуванні, будівництві, топографії та суміжних дисциплінах.

Масштаби зображень на кресленні повинні обиратися з ряду, наведеного в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Масштаби зображень

	Рекомендовані ряди масштабів		
Масштаб збільшення	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1	10 : 1
Натуральна величина	1:1		
Масштаб зменшення	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2 000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5 000	1 : 10 1 : 100 1 : 1 000 1 : 10 000

2.4 Типи ліній

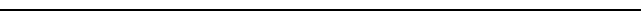
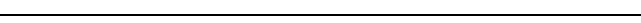
Типи ліній, їх позначення (табл. 2.5) і конфігурація, які застосовують у конструкторській, архітектурній і машинобудівній документації, потрібно виконувати згідно з ДСТУ ISO 128-20:2003 Технічні креслення. Основні положення. Частина 20: Основні типи ліній. Документ регламентує види, товщини та призначення ліній. У цьому стандарті застосовано такі терміни та визначення понять:

– **лінія** – геометричне тіло, довжина якого більша за половину його ширини і яке сполучає в будь-який спосіб деякий початок з деяким кінцем, наприклад, прямою, кривою, з перериваннями або без переривань;

– **елемент лінії** – окрема частина переривчастої лінії, наприклад, пунктири, різні за довжиною штрихи і пробіли;

– **сегмент лінії** – група з двох або більше різних елементів, які утворюють переривчасту лінію, наприклад, довгий штрих – пробіл – пунктир – пробіл – пунктир – пробіл.

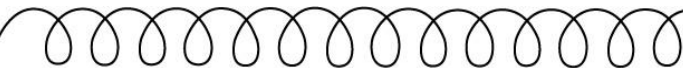
Таблиця 2.5 – Основні типи

№ з/п	Зображення	Назва лінії
01		Суцільна
02		Штрихова
03		Штрихова розріджена
04		Довгоштрихово-пунктирна
05		Довгоштрихово-двопунктирна
06		Довгоштрихово-трипунктирна
07		Пунктирна
08		Довгоштрихово-короткоштрихова
09		Довгоштрихово-двокороткоштрихова
10		Штрихово-пунктирна
11		Двоштрихово-пунктирна
12		Штрихово-двопунктирна
13		Двоштрихово-двопунктирна
14		Штрихово-трипунктирна
15		Двоштрихово-трипунктирна

Згідно з цим стандартом лінії поділяються на 15 типів. Кожен тип лінії має свій номер та назву.

На базі основних ліній ISO 128 пропонує різну їх конфігурацію. У таблиці 2.6 наведено можливі різновиди основних типів ліній відповідно до таблиці 2.5. На ній зображені приклади формозміни основних типів ліній тільки лінії типу 01. Формозміни інших ліній основних типів можуть зображатися аналогічно.

Таблиця 2.6 – Різновиди основних типів ліній

Зображення	Назва лінії
	Рівномірно-хвиляста суцільна
	Рівномірно-спіральна суцільна
	Рівномірно-зигзагова суцільна
	Суцільна від руки

Будь-яка лінія основного типу може мати у співвідношенні 1 : 2 : 4 три різні товщини з відповідним позначенням:

- тонка – 1;
- товста – 2,
- надтовста – 3.

Приклад співвідношення товщин суцільної лінії 4 : 2 : 1 (надтовстої, товстої і тонкої), якщо тонка лінія має товщину 0,5 мм, наведено на рисунку 2.11.

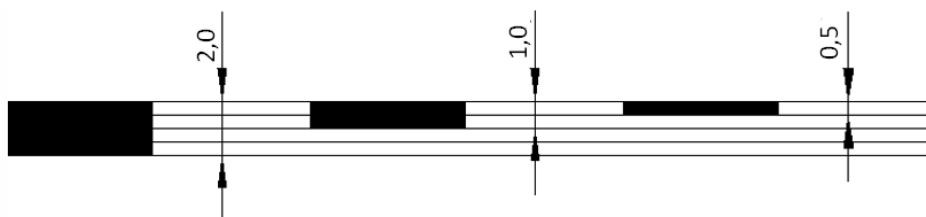


Рисунок 2.11 – Приклад співвідношення товщин суцільної лінії

На креслениках товщина лінії будь-якого типу залежно від виду та величини зображення повинна мати одне зі значень, наведених у таблиці 2.7. Товщина будь-якої лінії повинна бути незмінною уздовж всієї лінії. Рекомендується використовувати на одному кресленні не більше трьох товщин ліній.

Для зображення і позначення графічних символів (знаків) застосовують лінії нестандартної товщини. Товщина такої лінії перебуває між товщинами тонкої і товстої ліній.

Таблиця 2.7 – Товщина ліній

Група лінії	Тонка лінія	Товста лінія	Надтовста лінія	Товщина ліній графічних символів (знаків)
0,25	0,13	0,25	0,5	0,18
0,35	0,18	0,35	0,7	0,25
0,5	0,25	0,5	1	0,35
0,7	0,35	0,7	1,4	0,5
1	0,5	1	2	0,7

Позначення ліній складається з двох частин: номер типу лінії (01–15) і номер товщини (1–3) (рис. 2.12).

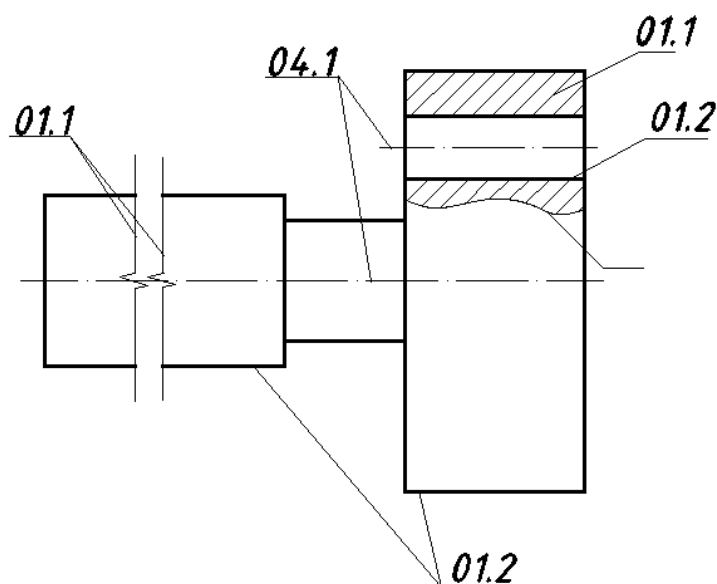


Рисунок 2.12 – Приклад застосування деяких типів ліній

Товщина лінії одного типу має бути однаковою на всьому кресленні. Товщина штрихів, якими зображується лінія, повинна бути рівною довжині, а проміжки між ними – однаковими. Штрихпунктирні і центрові лінії мають перетинатися і закінчуватися штрихами.

Приклад побудови центрових (осьових) ліній для кіл, діаметр яких більший за 12 мм, наведено на рисунку 2.13. Осьові лінії повинні перетинатися штрихами в центрі і виступати за коло на 3–5 мм.

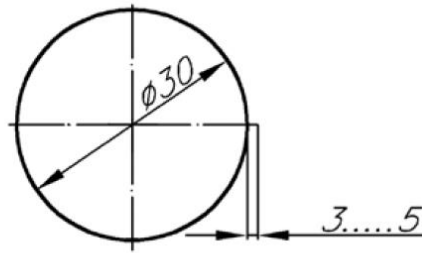


Рисунок 2.13 – Приклад побудови центрових ліній

2.5 Елементи розмірів та правила їх нанесення на креслениках

Нанесення розмірів у навчальних креслениках виконується відповідно до вимог ДСТУ ISO 129-1:2010 Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи. Стандарт встановлює єдині правила нанесення розмірів на технічних креслениках з метою забезпечення однозначного читання креслеників, правильного виготовлення та контролю виробів, а також уніфікації графічного оформлення.

Розмір на кресленку складається з таких головних елементів: розмірної лінії (суцільна тонка 01.1); виносних ліній (суцільні тонкі 01.1); стрілок, засічок або точок; розмірного числа.

Розмір може складатися з таких елементів (рис. 2.14).

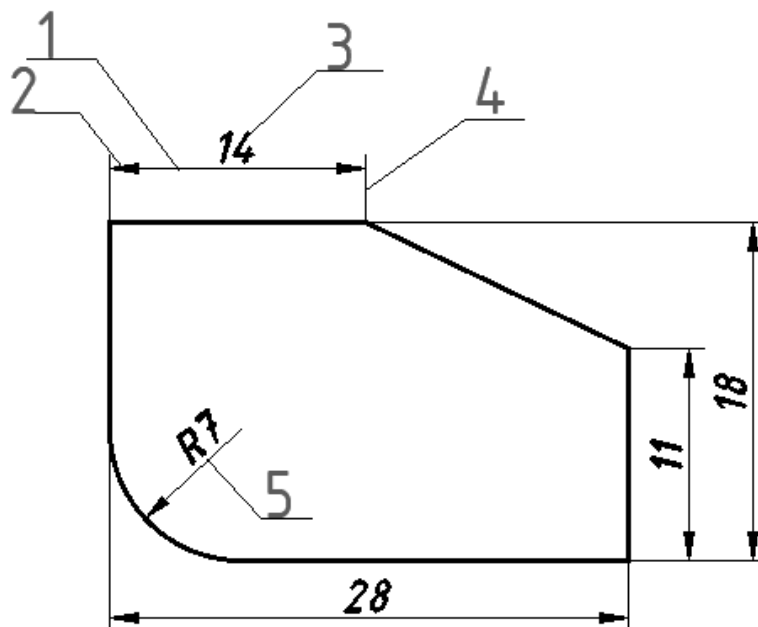


Рисунок 2.14 – Елементи розмірів

На рисунку 1 – розмірна лінія (dimension line); 2 – обмежувач (terminator) (у цьому випадку – стрілка); 3 – розмірне число, або значення

розміру (dimensional value); 4 – виносна лінія (extension line); 5 – лінія-виноска (leader line).

Правила нанесення розмірів:

1. Розміри наносять у міліметрах без зазначення одиниці вимірювання.
2. Кожний розмір задають лише один раз.
3. Розміри не допускається наносити по невидимих контурах.
4. Розмірні числа не повинні перетинатися з іншими лініями.
5. Перевагу надають розміщенню розмірів поза контуром зображення.
6. Числа розміщують паралельно до розмірної лінії.
7. Напис має читатися знизу або справа кресленика.
8. У разі нестачі місця допускається винесення числа за межі розмірної лінії.

Розмірну лінію, що показує межі вимірювання, проводять паралельно до вимірювального елемента і закінчують стрілками (рис. 2.15). Її межами є виносні лінії, лінії контуру, осьові, центрові тощо. Виносна лінія виступає за вістря стрілки на 1–2 мм. Розмірні лінії проводять переважно поза контуром зображення і за можливості праворуч або знизу від зображення. Мінімальна відстань між паралельними розмірними лініями має становити 7 мм, а між розмірною лінією і лінією контуру – 10 мм. Лінії видимого контуру, осьові, центрові, виносні не дозволяється використовувати як розмірні. Під час нанесення розміру прямолінійного відрізка розмірну лінію проводять паралельно до цього відрізка, а виносні лінії – перпендикулярно до розмірних.

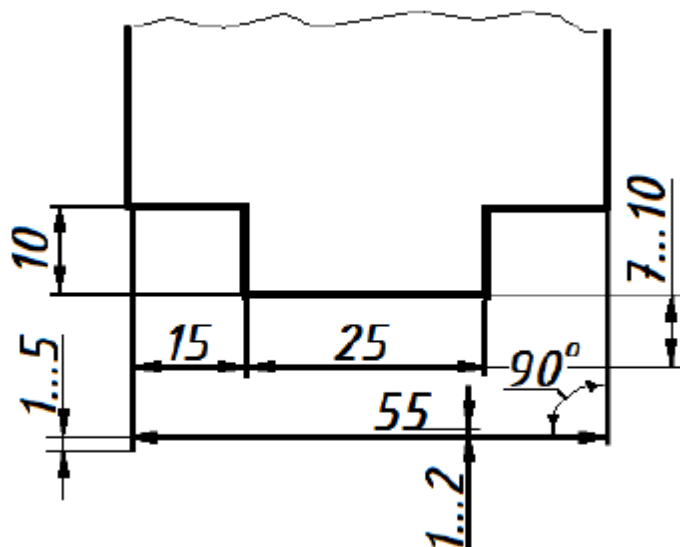
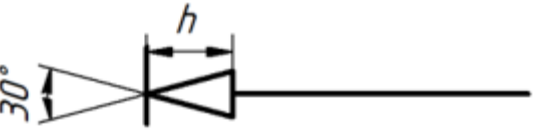
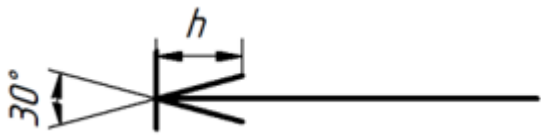
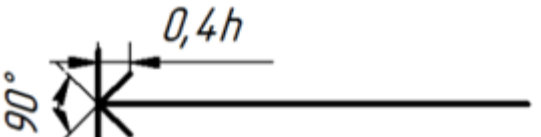


Рисунок 2.15 – Приклад нанесення розмірів

Розмірні числа наносять над розмірною лінією якомога ближче до її середини. Розмір кола потрібно проставляти у вигляді діаметра, а не радіуса.

Для обмеження розмірних ліній ДСТУ ISO 129-1:2010 рекомендує використовувати стрілки, перелік яких надано в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Перелік стрілок згідно з ДСТУ ISO 129-1:2010

Види і розміри стрілок	Назва та пояснення
	Стрілка закрита і зачорнена 30° (Arrowhead, closed and filled 30°), переважаюча для використання
	Стрілка закрита 30° (arrowhead, closed 30°)
	Стрілка відкрита 30° (arrowhead, open 30°)
	Стрілка відкрита 90° (arrowhead, open 90°)

Літерою ***h*** позначена висота шрифту типу В відповідно до ДСТУ ISO 3098-0, який використовується для напису розмірних чисел.

Висоту цифр приймають не меншою ніж 3,5 мм. Відстань між розмірним числом і розмірною лінією має становити приблизно 1 мм.

Кількість розмірів на кресленні має бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю деталі. Кожен розмір наносять лише один раз і в тому місці, де він найповніше підкреслює форму деталі або її елемента. Не можна виносити менший розмір за більший (виносна лінія не може перетинати розмірну).

Розміри на робочих кресленнях наносять з урахуванням конструктивних особливостей роботи деталі в з'єднанні, технології її виготовлення, а також необхідності контролю розмірів. Виходячи з цього обирають бази, від яких обмірюють деталь під час її виготовлення, контролю та складання.

Розрізняють конструкторські, технологічні та вимірювальні бази, які можуть бути основними та допоміжними.

Вимірювальними базами називають сукупності точок, ліній, поверхонь, від яких відлічують розміри під час обмірювання деталі (рис. 2.16–2.18).

Одна й та сама деталь може мати кілька баз (А, Б, В, Г).

Розміри, які характеризують три найбільші виміри деталі (довжину, висоту, ширину), називають габаритними. Вони завжди є на кресленні.

Існує три способи нанесення розмірів на кресленнях – ланцюговий, координатний та комбінований.

2.5.1 Способи нанесення розмірів

Ланцюговий спосіб полягає в послідовному розміщенні розмірів у вигляді ланцюга (рис. 2.16). При цьому наносять габаритний розмір, а остаточний розмір ланцюга опускають.

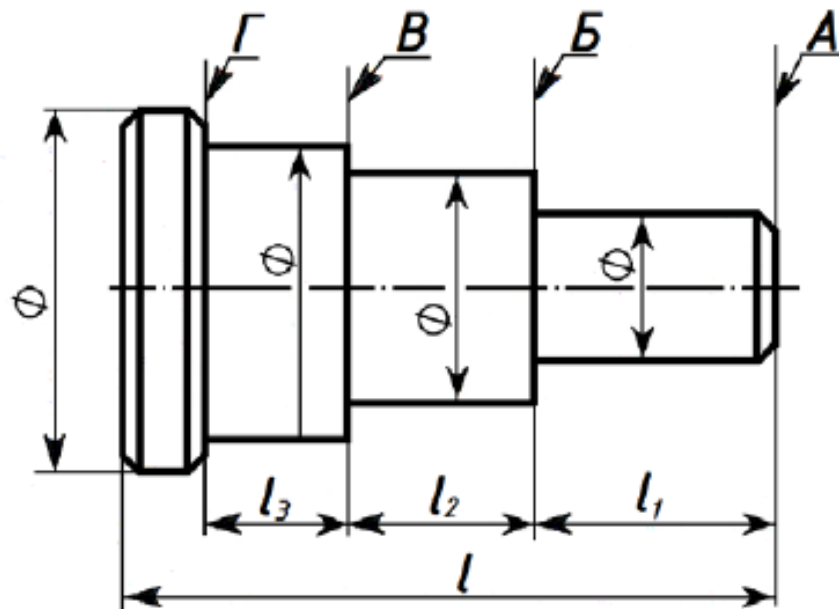


Рисунок 2.16 – Ланцюговий спосіб нанесення розмірів

Координатний спосіб полягає в нанесенні розмірів від бази так, щоб кожен розмір міг бути координатою елемента відносно бази (рис. 2.17). Цей спосіб переважає на практиці.

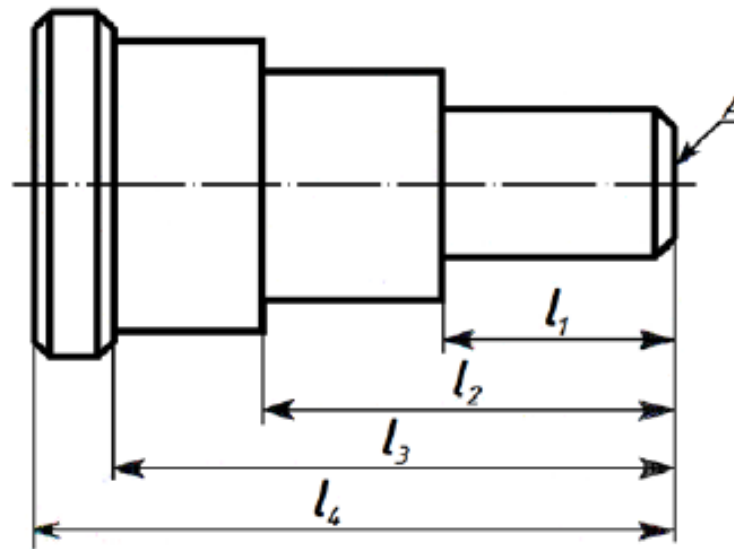


Рисунок 2.17 – Координатний спосіб нанесення розмірів

Комбінований спосіб об'єднує ланцюговий і координатний способи (рис. 2.18).

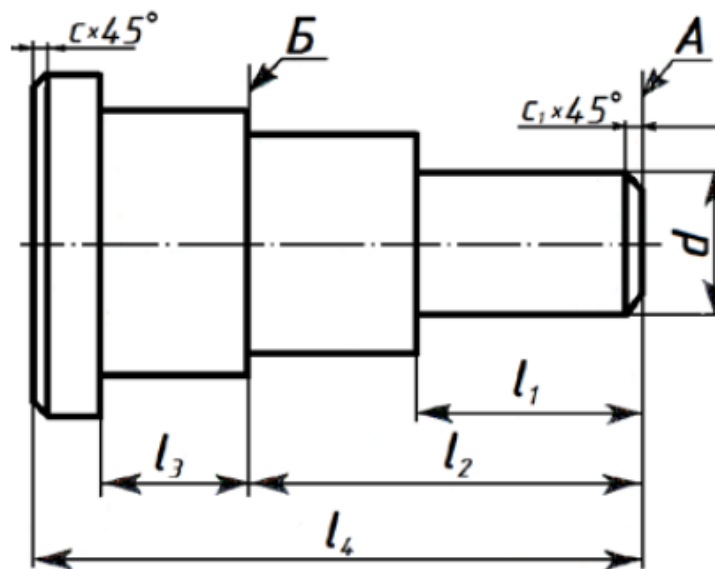


Рисунок 2.18 – Комбінований спосіб нанесення розмірів

Виносні лінії, які є продовженням ліній видимого контуру, проводять для позначення меж вимірювання.

Лінійні розміри на кресленнях проставляють у міліметрах без позначення одиниці фізичної величини.

Розміри кутів позначають у градусах, хвилинах і секундах із позначенням одиниці. Під час нанесення розміру кута розмірну лінію проводять у вигляді дуги з центром у його вершині, а виносні – радіально (рис. 2.19).

Якщо довжина розмірної лінії є недостатньою для розміщення стрілок, то розмірну лінію продовжують за виносні лінії, як це показано на рисунку 2.20.

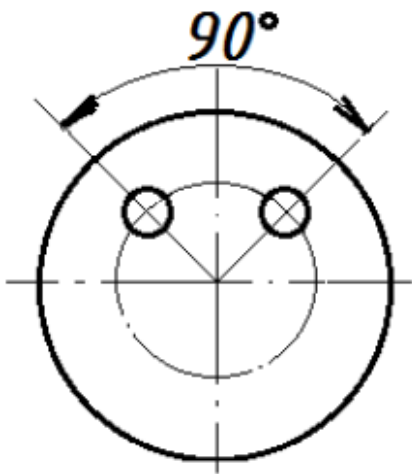


Рисунок 2.19 – Нанесення радіального розміру

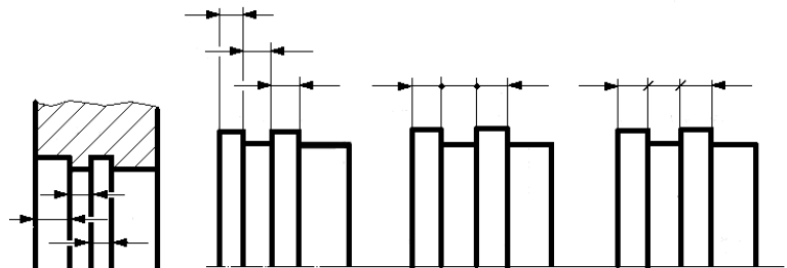


Рисунок 2.20 – Нанесення лінійних розмірів

2.6 Побудова правильних вписаних багатокутників

У загальному випадку для поділу кола на однакові частини визначають кут сектора за формулою $\alpha = 360^\circ/n$, де n – кількість частин, на які поділяють коло.

Потім під кутом α проводять діаметри кола. Точки перетину діаметрів з колом визначають шукану дугу, на яку опирається радіальний кут α . З'єднавши точки на колі, одержують вписаний n -кутник.

2.6.1 Поділ кола на три однакові частини (правильний трикутник)

Щоб поділити коло на три однакові частини і вписати в нього правильний трикутник, з точки перетину центрової лінії з колом, наприклад із точки А (рис. 2.21), як із центра, проводимо додаткову дугу радіусом, що дорівнює радіусу R цього кола, й одержуємо точки В і С. Точки В, С, D поділяють коло на три однакові частини; з'єднавши їх, одержують правильний трикутник .

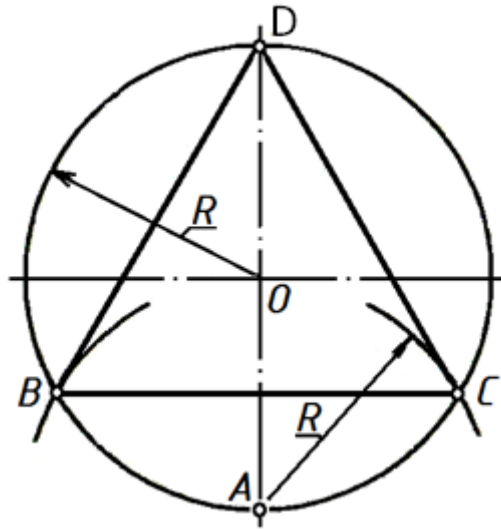


Рисунок 2.21 – Поділ кола на три однакові частини

2.6.2 Поділ кола на п'ять однакових частин (правильний п'ятикутник)

Нехай AC і BD – два взаємно перпендикулярні діаметри кола (рис. 2.22). Поділяємо радіус OD точкою E навпіл. З точки E , як із центра, описуємо дугу радіусом EA до перетину з діаметром BD в точці F . Відрізок AF дорівнює величині сторони правильного п'ятикутника. Відклавши AF як хорду вздовж кола, одержимо точки 1–5, які є вершинами правильного п'ятикутника. З'єднавши їх, одержуємо правильний п'ятикутник.

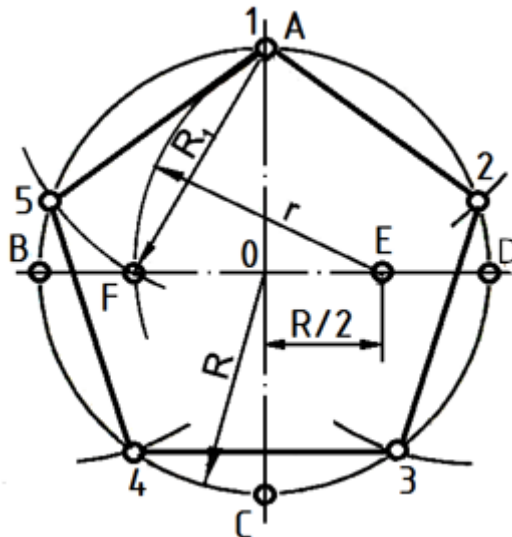


Рисунок 2.22 – Поділ кола на п'ять однакових частин

2.6.3 Поділ кола на шість однакових частин (правильний шестикутник)

Сторона шестикутника дорівнює радіусу описаного навколо нього кола. Для поділу кола на шість рівних частин із двох протилежних точок перетину центральної лінії з колом A і B (рис. 2.23) опишемо дві дуги радіусом, що дорівнює радіусу заданого кола. Одержимо точки 2, 6, 3, 5. Разом із точками A і

Вони поділяють коло на шість рівних частин. З'єднавши послідовно точки 1–6, одержимо правильний шестикутник.

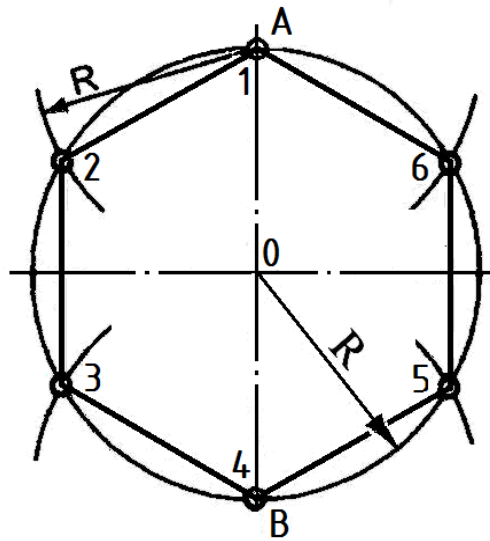


Рисунок 2.23 – Поділ кола на шість однакових частин

2.6.4 Поділ кола на сім (дев'ять) однакових частин (правильний семикутник)

Для поділу кола на сім однакових частин поділяємо діаметр кола CD на сім однакових частин (рис. 2.24). Для цього під довільним кутом до CD через точку C проводимо допоміжну пряму і відкладаємо на ній сім однакових довільних відрізків: $C1 = 12 = 23 = 34 = 45 = 56 = 67$. З'єднаємо останню точку 7 з точкою D . Через точки 6, 5, 4, 3, 2, 1 проводимо прямі, паралельні відрітку $7D$, до перетину з CD . Точки перетину $6^1, 5^1, 4^1, 3^1, 2^1, 1^1$ поділяють діаметр CD на сім однакових частин. З точки D , як із центра радіусом R , що дорівнює діаметру кола, опишемо дугу. Місця перетину цієї дуги з горизонтальною віссю позначимо точками A і B . З цих точок проведемо прямі через непарні поділки (точки $1^1, 3^1, 5^1$) вертикального діаметра до перетину з колом. Одержані точки поділяють коло на сім однакових частин. З'єднавши ці точки, одержимо правильний семикутник.

Так само можна поділити коло на дев'ять однакових частин.

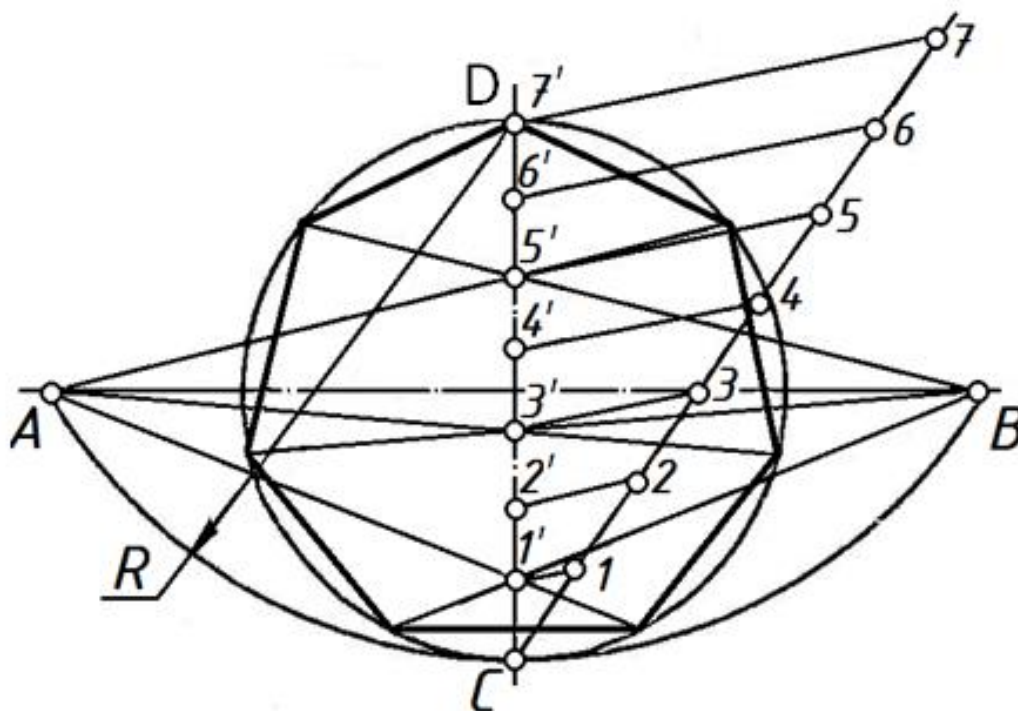


Рисунок 2.24 – Поділ кола на сім (дев'ять) однакових частин

3 ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ 1.2 «ПРОЄЦІЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ»

Мета: сформувані уявлення про класифікацію поверхонь та набуті навичок графічного зображення поверхні за заданим визначником.

3.1 Теоретичні основи утворення та зображення поверхонь

У **нарисній геометрії** застосовуються два головні способи утворення поверхні – **каркасно-параметричний** та **каркасно-кінематичний**. В обох інтерпретаціях на кривій поверхні задається неперервна множина відповідних ліній, які, збільшуючи наочність поверхні, утворюють на ній лінійний або сітчастий каркас.

При цьому поверхня розглядається, як **двопараметрична** множина точок або **однопараметрична** множина ліній. Оскільки зобразити всі точки та лінії кривої поверхні неможливо, то вони зображуються з певним інтервалом. Форму та величину конкретної лінії на поверхні визначають параметром каркаса. Визначником поверхні є сукупність як необхідних, так і достатніх умов для задання поверхні. Визначник складається з двох частин – геометричної та алгоритмічної. Наприклад, для задання циліндра обертання потрібні вісь циліндра та одна твірна (геометрична частина), а алгоритмічною частиною є вказівка на те, що твірна обертається навколо осі.

3.2 Побудова лінійчатої нерозгортної поверхні гіперболічного параболоїда (косої площини)

Гіперболічний параболоїд становить нерозгортну криву лінійчату поверхню, визначником якої є дві мимобіжні прямі a і b (напрямні) та площина паралелізму Σ , а твірною пряма ℓ (рис. 3.1).

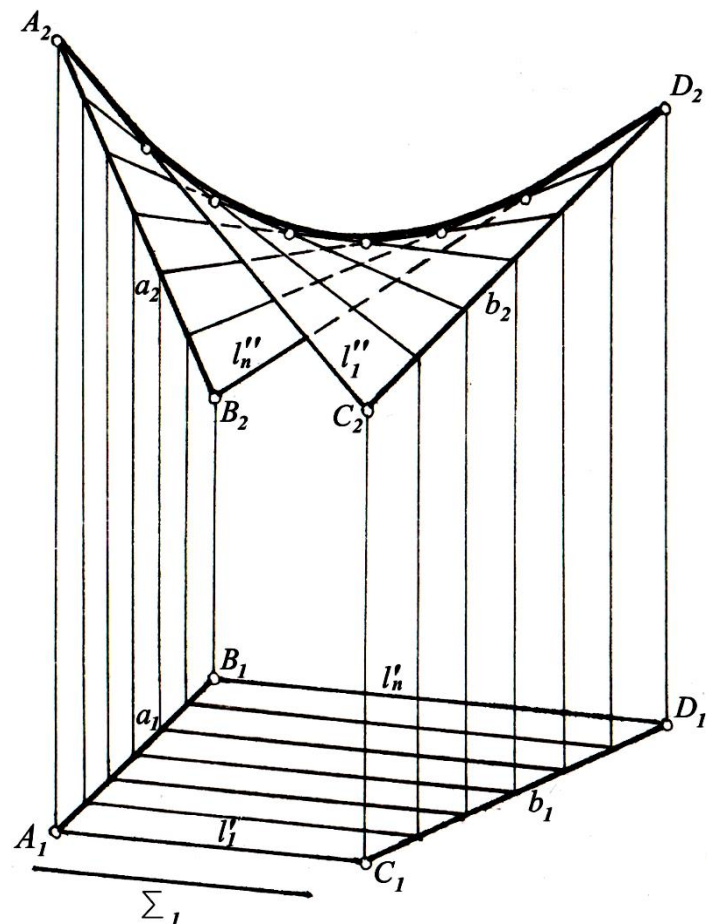


Рисунок 3.1 – Побудова гіперболічного параболоїда (косої площини)

Така поверхня утворюється рухом прямої твірної ℓ по напрямних a і b паралельно до площини паралелізму Σ .

Горизонтальні проєкції всіх наступних положень твірної ℓ паралельні проєкції площини Σ_1 , а отже, паралельні і між собою, фронтальні проєкції твірних проходять через відповідні проєкції точок перетину твірної ℓ з напрямними a і b .

Крива лінія, що обводить фронтальні проєкції твірних, – це *парабола*.

Окрім параболи, серед ліній перерізу гіперболічного параболоїда площиною є також гіпербола, що визначає назву цієї поверхні.

3.3 Побудова розгортного гелікоїда, або гвинтового торса

Побудова *розгортного гелікоїда*, або *гвинтового торса*, здійснюється рухом прямолінійної твірної ℓ , що дотикається у всіх своїх положеннях до циліндричної гвинтової лінії m , яка становить *ребро звороту* гелікоїда.

Розгортний гелікоїд, як і лінійчата поверхня з ребром звороту, належить до *торсових поверхонь*. Враховуючи те, що в утворенні гвинтового торсу бере участь гвинтова лінія, розглянемо спочатку її побудову (рис. 3.2).

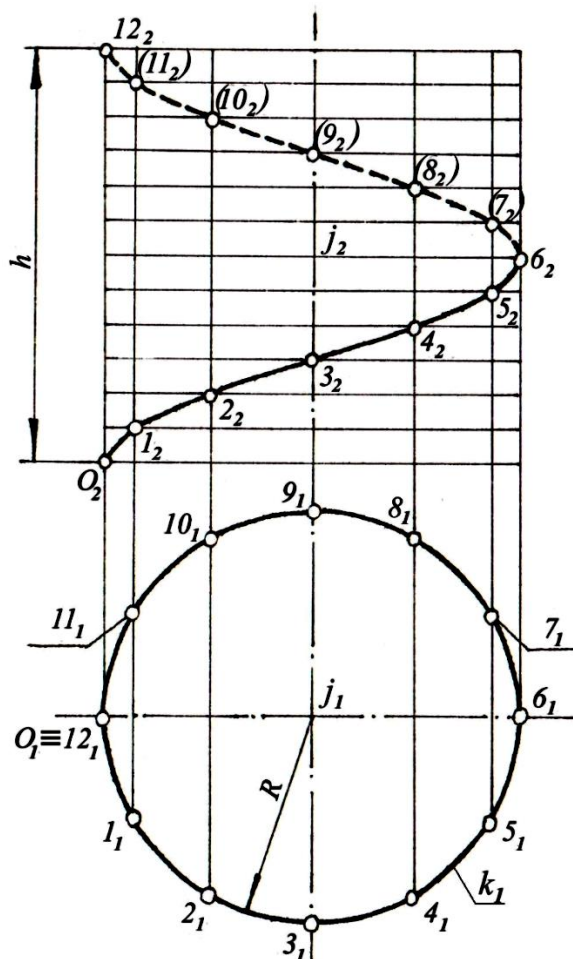


Рисунок 3.2 – Побудова гвинтової лінії (геліси)

Циліндрична гвинтова лінія (геліса) – це просторова крива, утворена рівномірним рухом точки по твірній циліндра обертання, яка, своєю чергою, обертається навколо осі циліндра. Коли твірна здійснить повний оберт, рухома точка підніметься на відстань h , що є кроком гвинтової лінії.

Гвинтову лінію можна задати кроком h і радіусом циліндра R . Для побудови проєкцій гвинтової лінії треба поділити на довільне число рівних частин крок h і коло κ_1 (на рис. 6 дванадцять рівних частин), з яким співпадають горизонтальні проєкції поверхні циліндра і гвинтової лінії. Фронтальна проєкція гвинтової лінії визначається під час перетину горизонтальних прямих,

що проходять через точки поділу кроку, з вертикальними прямими, що проходять через точки поділу кола.

Фронтальна проекція гвинтової лінії – це синусоїда. На рисунку 3.3 наведена побудова проекцій *розгортного гелікоїда*: фронтальні і горизонтальні проекції твірних дотикаються до відповідних проекцій гвинтової лінії у відповідних проекціях точок, взятих на цій лінії. На комплексному рисунку поверхня гвинтового торсу обмежена ребром звороту і горизонтальною площиною.

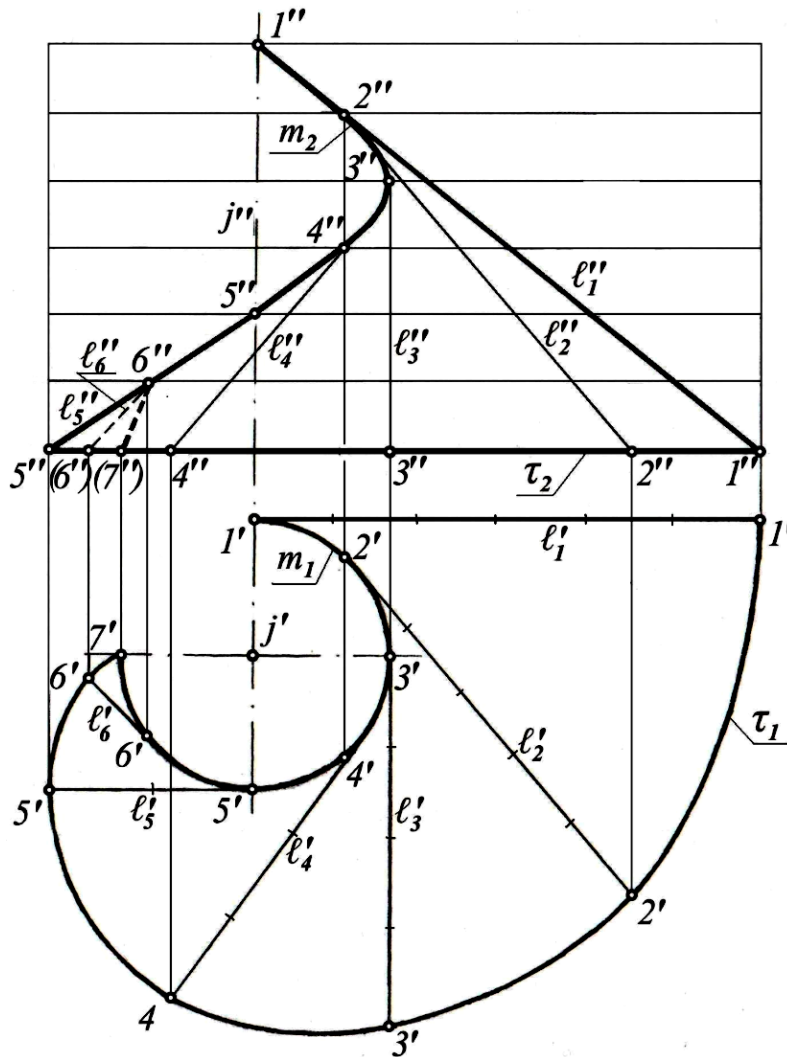


Рисунок 3.3 – Побудова розгортного гелікоїда (гвинтового торсу)

Для визначення горизонтального сліду поверхні побудовані горизонтальні сліди твірних, послідовно з'єднаних плавною кривою, яка є евольвентою кола.

Гвинтовий торс належить до поверхонь відкритих гелікоїдів і має властивість, коли твірна його під час свого переміщення залишається дотичною не тільки до основного циліндра, а й до гвинтової лінії.

3.4 Побудова відкритого прямого гелікоїда (гвинтового циліндроїда)

Побудова *відкритого прямого гелікоїда (гвинтового циліндроїда)* показана на рисунку 3.4, де зображені дві проєкції поверхні, утвореної рухом прямолінійної твірної ℓ , яка, переміщуючись по напрямній циліндричній гвинтовій лінії t під прямим кутом до гвинтової осі j , залишається дотичною до основного циліндра. Поверхня у цьому прикладі визначена віссю, радіусом і кроком гвинтової лінії, а також початковим положенням твірної ℓ (відрізок АВ).

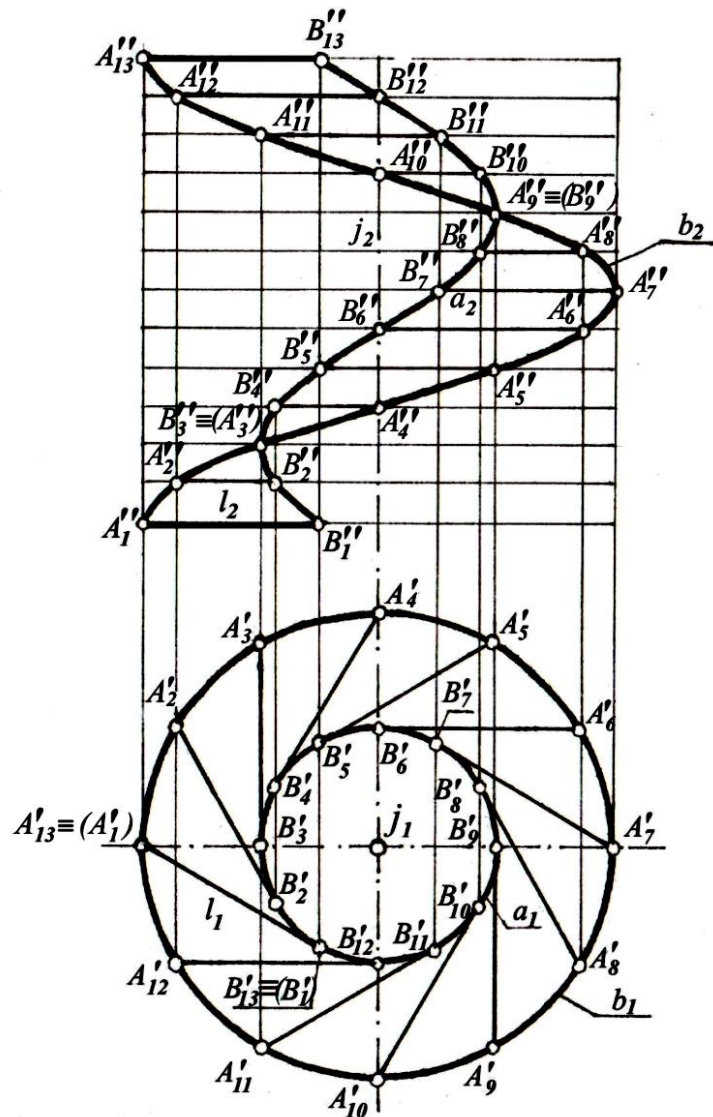


Рисунок 3.4 – Побудова відкритого прямого гелікоїда (гвинтового циліндроїда)

3.5 Побудова лінійчатої нерозгортної гвинтової поверхні косого гелікоїда

Побудова лінійчатої нерозгортної гвинтової поверхні *косого гелікоїда* наведена на комплексному рисунку 3.5. Його визначником є гвинтова лінія (геліса), її вісь та напрямний конус, який замінює криву напрямну.

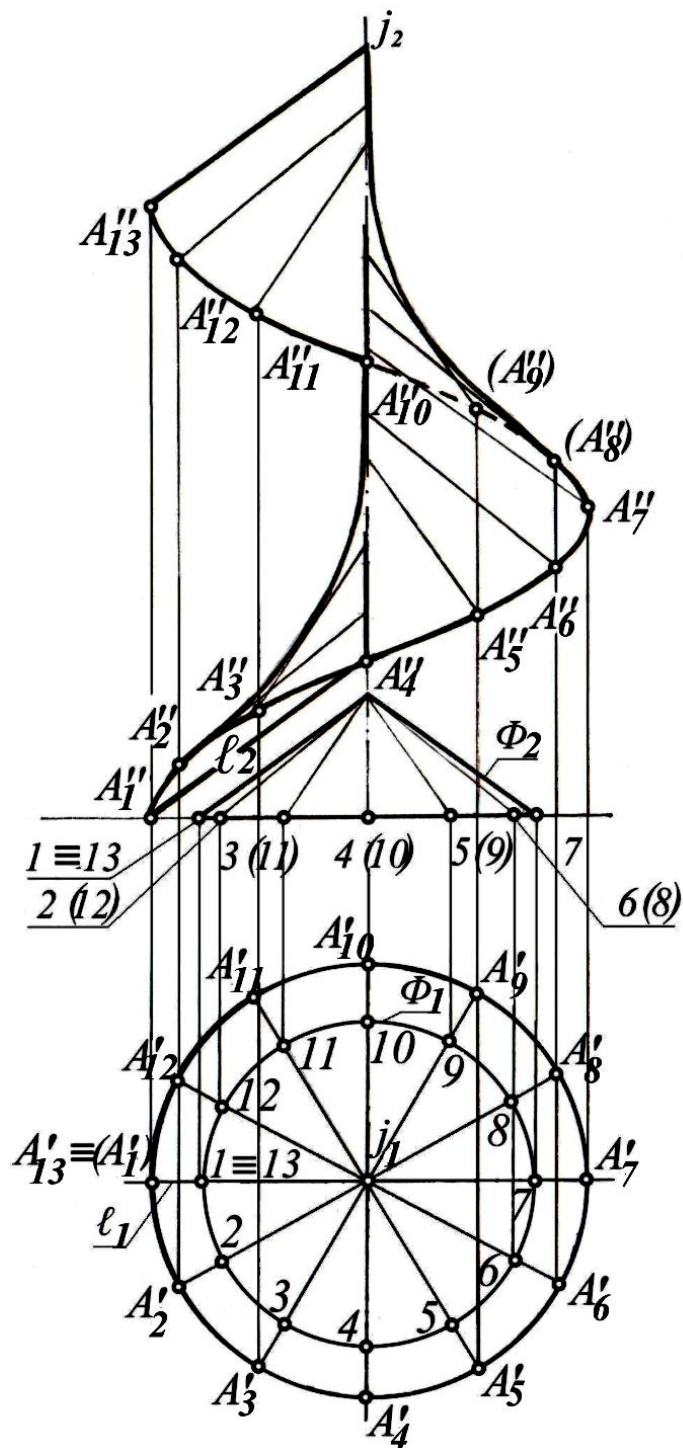


Рисунок 3.5 – Побудова косого гелікоїда

Побудуємо гелісу та задамо круговий конус Φ (Φ_1, Φ_2), одновісний із гелісою.

Поділимо горизонтальну проєкцію поверхні на однакові частини (на рис. 9 коло розбите на 12 рівних частин).

Кожна твірна косого гелікоїда перетинає гелісу, її вісь та паралельна відповідній твірній напрямного конуса.

На рисунку показано початкову твірну ℓ (ℓ_1, ℓ_2), що проходить через точку A_1 та паралельна лівій контурній твірній конуса, яка збігається з горизонтальною проекцією цієї твірної.

Так само проводимо інші твірні через точки $A_2 - A_{13}$, паралельно до твірних конуса, з якими збігаються на Π_1 ці твірні.

Оскільки всі твірні гелікоїда нахилені до площини Π_1 під однаковим кутом, точки їх перетину з віссю будуть розміщуватися на однаковій відстані одна від одної.

3.6 Побудова поверхні обертання загального виду

Потрібно пам'ятати, що *поверхнею обертання* є поверхня, утворена обертанням твірної ℓ навколо нерухомої прямої j (рис. 3.6, а, б), яка є віссю обертання, або віссю поверхні обертання. Під час обертання твірної ℓ кожна її точка (1, 2, 3...) описує коло ($m_1, m_2, \dots$) з центром ($O_1, O_2, O_3, \dots$) на осі обертання j . Площини всіх кіл перпендикулярні до осі j , а отже, взаємно паралельні, внаслідок чого такі кола одержали назву «паралелі поверхні».

Найбільша паралель, діаметр якої більший за діаметри суміжних з нею паралелей, є екватором. Найменша паралель, діаметр якої менший за діаметри суміжних паралелей, є горлом.

Лінії перетину поверхні обертання площинами, що проходять через вісь j , називають меридіанами поверхні. Поверхня симетрична відносно будь-якої меридіанної площини, а всі меридіани конгруентні.

Якщо січна площина Q проходить через вісь i паралельна площині проєкції Π_2 , то одержаний внаслідок перетину меридіан є головним меридіаном поверхні. Площина W проходить через вісь j під кутом до Π_2 і утворює довільний меридіан.

На комплексному кресленнику (рис. 3.6, а) поверхня обертання задана проєкціями твірної $l(l_1, l_2)$ і осі $j(j_1, j_2)$. Вісь j перпендикулярна до проєкції Π_1 , а площина паралелі m перпендикулярна до j , тоді горизонтальна проєкція паралелі m_1 – це коло, а фронтальна m_2 – пряма лінія, перпендикулярна до j_2 .

Під час обертання твірної навколо осі кожна її точка (1, 2, 3, 4, 5) обертається по своєму колу.

Принцип побудови каркаса і обрису поверхні наведено на рисунку 3.6, б.

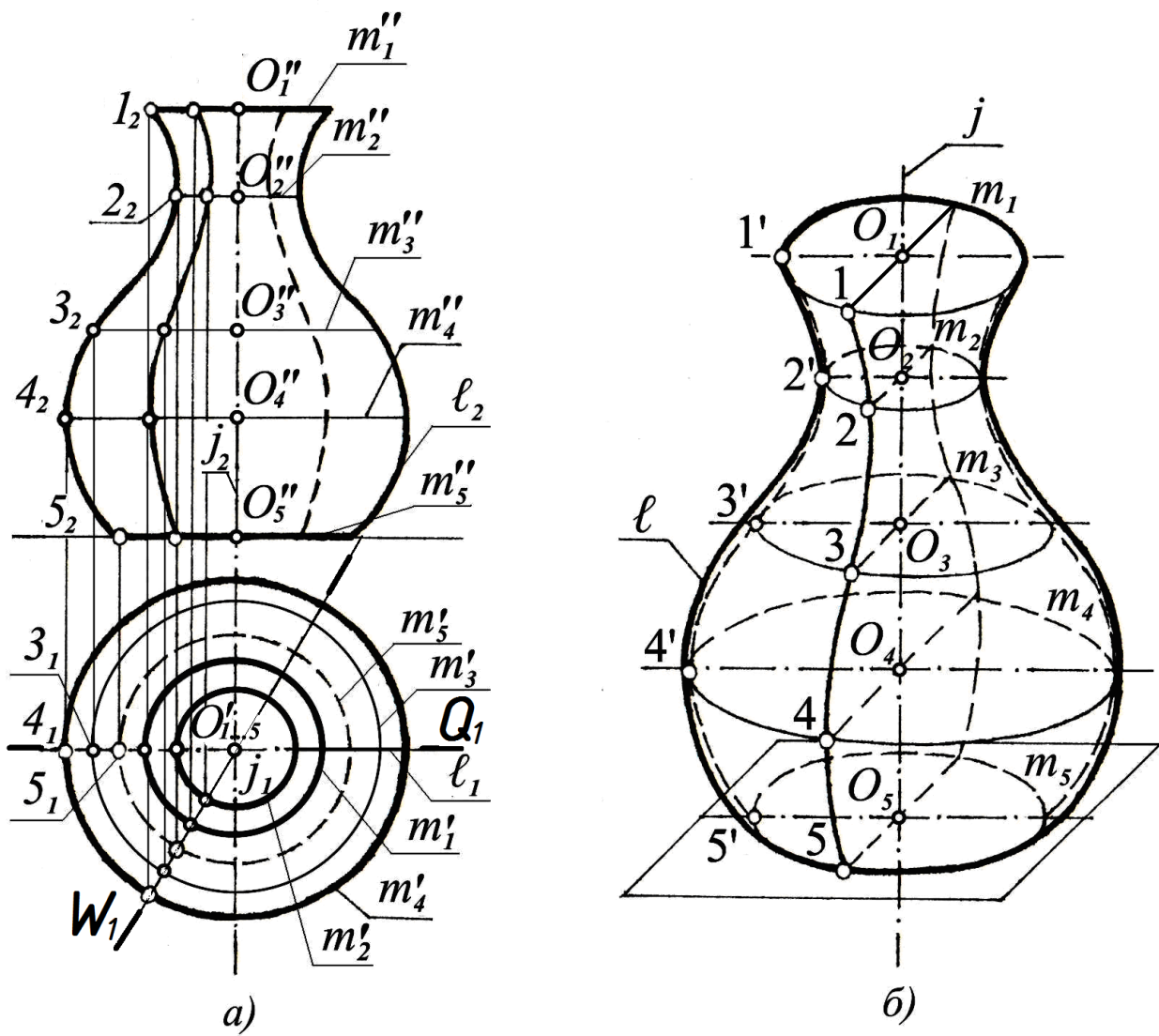


Рисунок 3.6 – Побудова поверхні обертання

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Михайленко В. Є. Інженерна та комп'ютерна графіка : підручник / [В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов]. – 5-те вид., перероб. – Київ : Каравела, 2018. – 360 с.
2. ДСТУ ISO 5457:2006 Кресленики. Розміри та формати. – [Чинний від 2008–01–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2008. – 11 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://library.ontu.edu.ua/assets/pdf/DSTY-GOST/dstu_iso_5457_2006.pdf, вільний).
3. ДСТУ 5455:2005 Кресленики технічні. Масштаби. – [Чинний від 2006–07–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – 7 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://library.ontu.edu.ua/assets/pdf/DSTY-GOST/dstu_iso_5455_2005.pdf, вільний).
4. ДСТУ ISO 128-20:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи подавання. Частина 20. Основні положення про лінії. – [Чинний від 2004–07–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2004. – 19 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://dmg.kname.edu.ua/images/dstu/DSTU_ISO_128_20_2003%20Linii.pdf, вільний).
5. ДСТУ ISO 128-24:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 24. Лінії на машинобудівних креслениках. – [Чинний від 2006–07–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://dmg.kname.edu.ua/images/dstu/dstu_iso_128_24_2005_Linii_na_masinobud_kreslenikah.pdf, вільний).
6. ДСТУ ISO 3098-0:2006 Документація технічна на виробі. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги. – [Чинний від 2008–01–01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2007. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://dmg.kname.edu.ua/images/dstu/dstu_iso_3098_0_2006%20Srift.pdf, вільний).
7. ДСТУ ISO 3098-2:2007 Документація технічна на виробі. Шрифти. Частина 2 Латинська абетка, цифри і знаки. – [Чинний від 2009–07–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2009. – Існує електрон. версія. (Режим доступу : https://dmg.kname.edu.ua/images/dstu/dstu_iso_3098_2_2007%20Latinica%20Srift.pdf, вільний).
8. ДСТУ ISO 129-1:2007. Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1 Загальні принципи. – [Чинний від 2009–07–01]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2008. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: https://library.ontu.edu.ua/assets/pdf/DSTY-GOST/dstu_iso_129_1_2007.pdf, вільний).

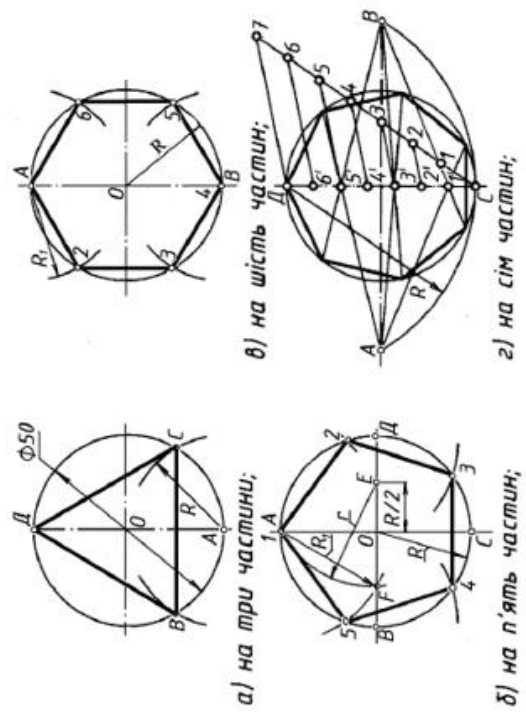
ДОДАТОК А

Приклад виконання графічного завдання «Типи ліній. Побудова правильних багатокутників»

ТИПИ ЛІНІЙ

Лінія	Креслення	Товщина лінії відносно товщини основної лінії S, мм	Основне призначення
1	2	3	4
1 Суцільна товста основна		$S=0,5-1,5$	Лінії видимого контуру
2 Суцільна тонка		$S/3-S/2$	Розмірні, виносні, лінії штриховки
3 Суцільна хвиляста		$S/3-S/2$	Лінії обриву, обмежування вигляду і розрізу
4 Суцільна тонка ламана		$S/3-S/2$	Лінії обриву, довгі
5 Штрихова		$S/3-S/2$	Лінії невидимого контуру
6 Розімкнута		$S-1,5S$	Лінії перерізів
7 Штрих-пунктирна тонка		$S/3-S/2$	Лінії осеві і центрові
8 Штрих-пунктирна з двома точками		$S/3-S/2$	Лінії для зображення частин виробів у крайніх положеннях лінії згину на розгортках

Поділ кола на рівні частини



а) на три частини;

б) на п'ять частин;

в) на шість частин;

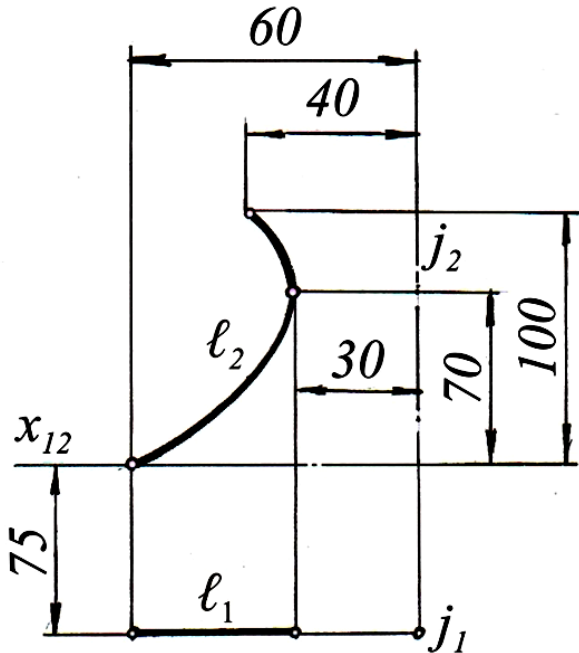
г) на сім частин;

Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Типи ліній	Поділ кола на рівні частини	Літ.	Маса	Масштаб
Студент	Виклад							

ДОДАТОК Б
Варіанти до графічного завдання 1.2

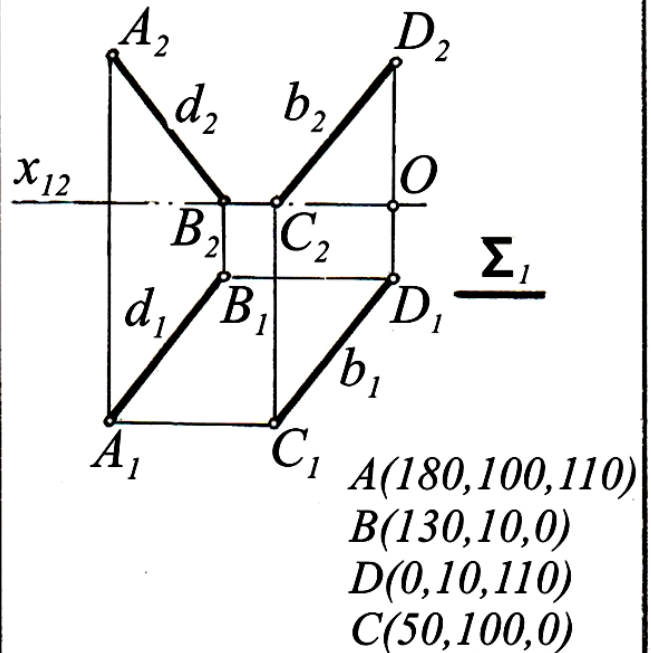
1 Поверхня обертання

$$\Phi \{ \ell (\ell, j) (\ell^i = \ell \not\subset j) \}$$



2 Гіперболічний параболоїд

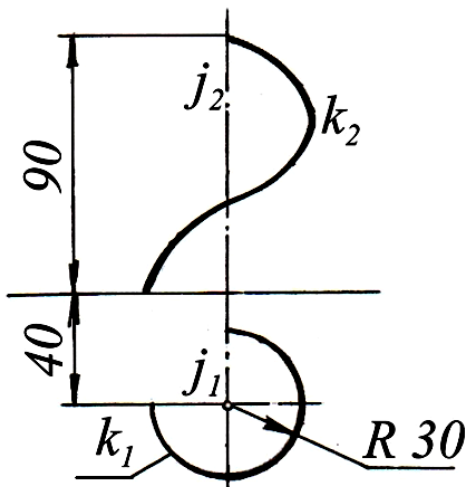
$$\Phi \{ \ell (a, b, \Sigma) (\ell^i \cap a \wedge b; \ell^i \parallel \Sigma) \}$$



3 Торсовий гелікоїд

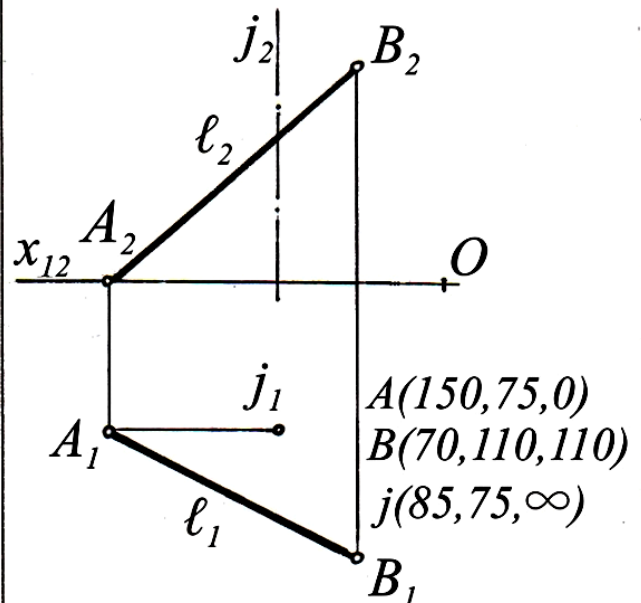
$$\Phi \{ \ell (k) (\ell^i \subseteq k) j \perp \Pi_1 \}$$

Поверхня, обмежена ребром звороту і горизонтальним слідом.

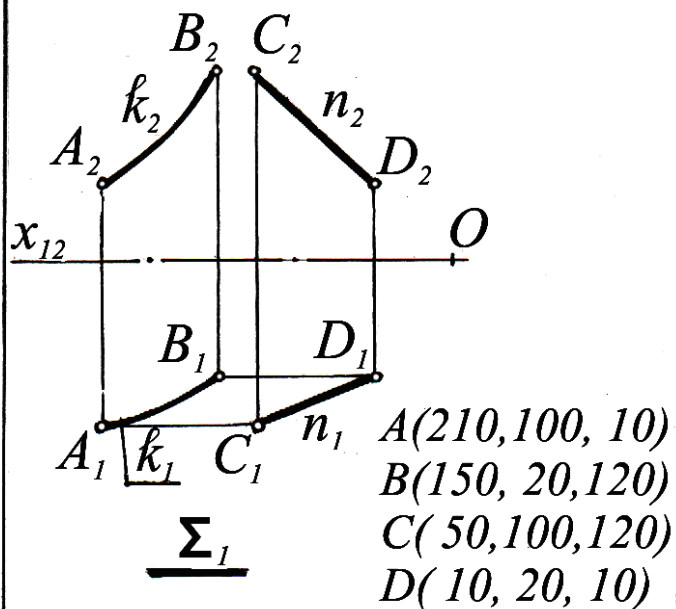


4 Однополий гіперболоїд обертання

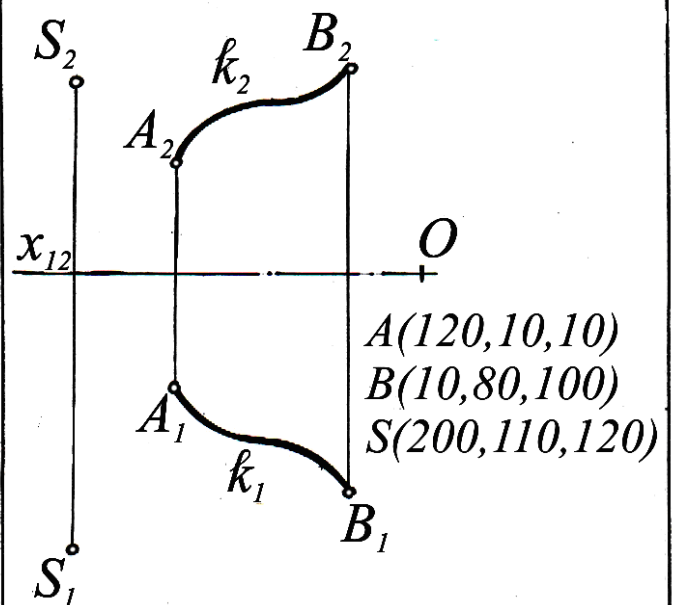
$$\Phi \{ \ell (\ell, j) (\ell^i = \ell \not\subset j) \}$$



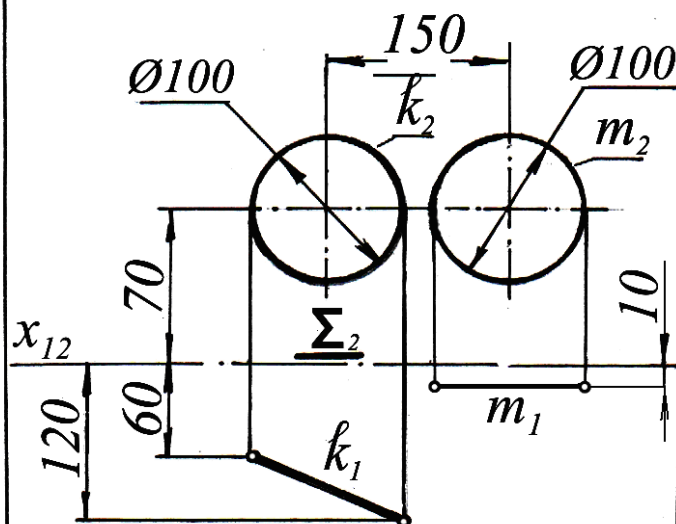
5 Коніод
 $\Phi\{\ell(k, n, \Sigma)(\ell^i \cap k \wedge n; \ell^i \parallel \Sigma)\}$
 $\Sigma \parallel \Pi_2$



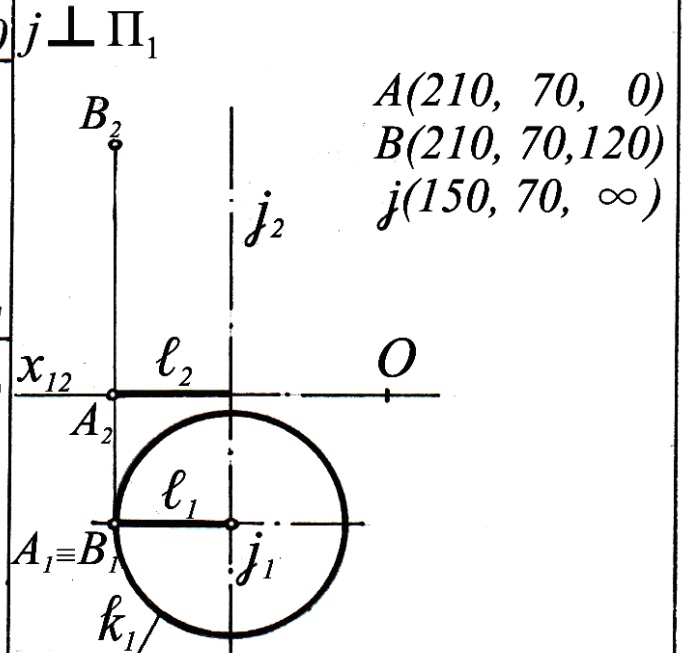
6 Конічна поверхня
 $\Phi\{\ell(k, S)(\ell^i \cap k \wedge S)\}$



7 Прямий циліндроїд
 $\Phi\{\ell(k, m, \Sigma)(\ell^i \cap m \wedge k; \ell^i \parallel \Sigma)\}$

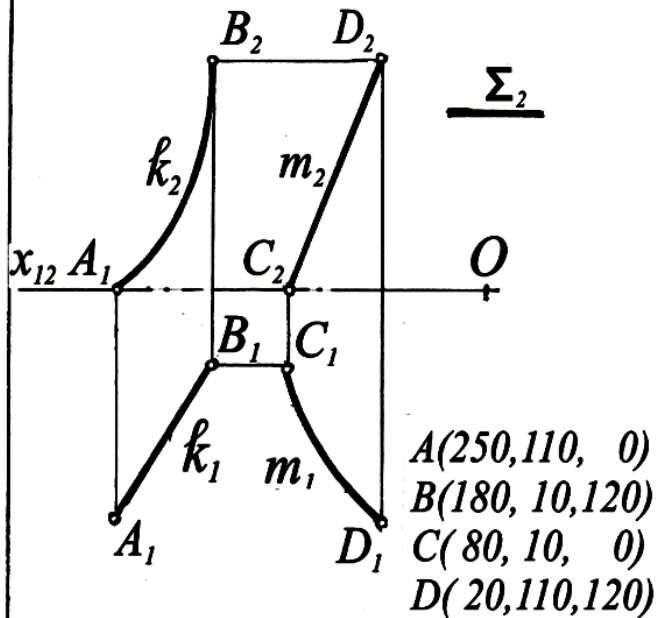


8 Прямий закритий гелікоїд
 $\Phi\{\ell(k, j)(\ell^i \cap k \wedge j; |\ell^i \wedge j| = 90^\circ)\}$
 AB - крок гвинтової лінії k .



9 Прямий циліндроїд

$$\Phi\{\ell(k, m, \Sigma)(\ell^i \cap k \wedge m; \ell^i \parallel \Sigma)\}$$

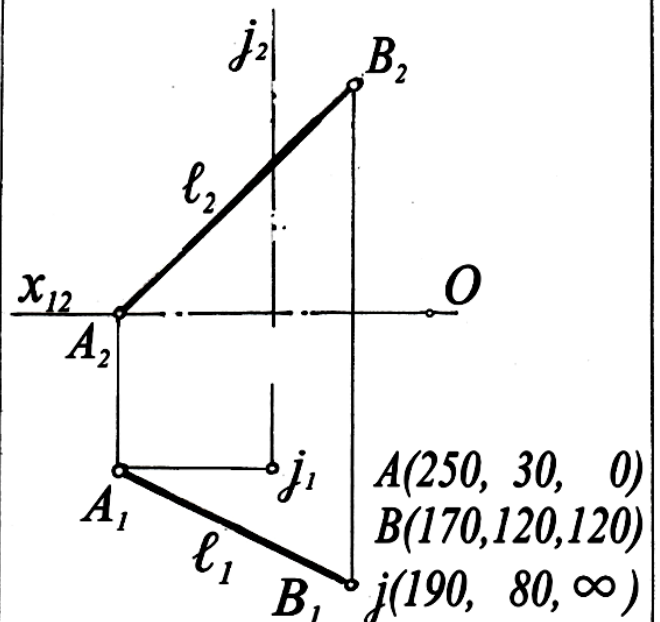


10 Однополий гіперboloїд

обертання

$$\Phi\{\ell(\ell, j)(\ell^i = \ell \oslash j)\}$$

$$j \perp \Pi_1$$

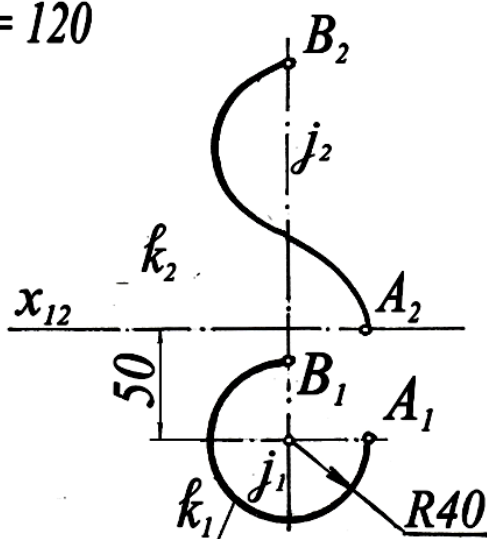


11 Торсовий гелікоїд

$$\Phi\{\ell(k); (\ell^i \cup k)\} j \perp \Pi_1$$

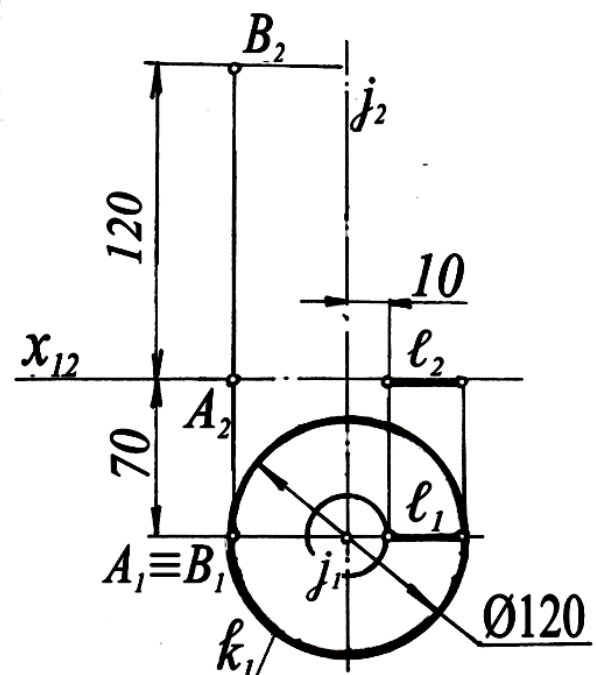
Поверхня, обмежена ребром звороту і горизонтальним слідом.

$$Z_B = 120$$

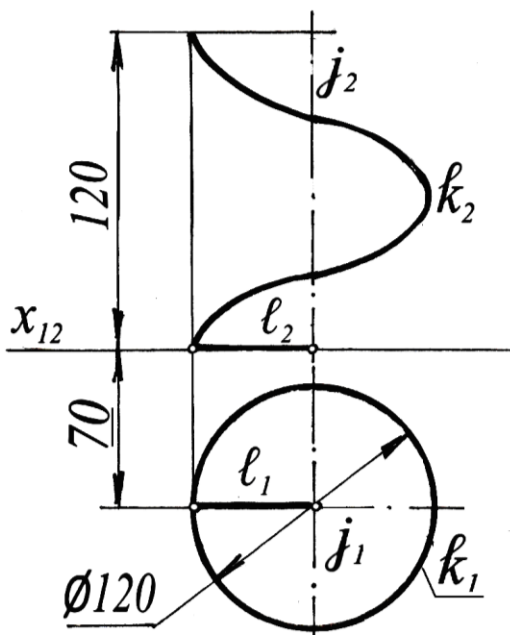


12 Прямий кільцевий гелікоїд

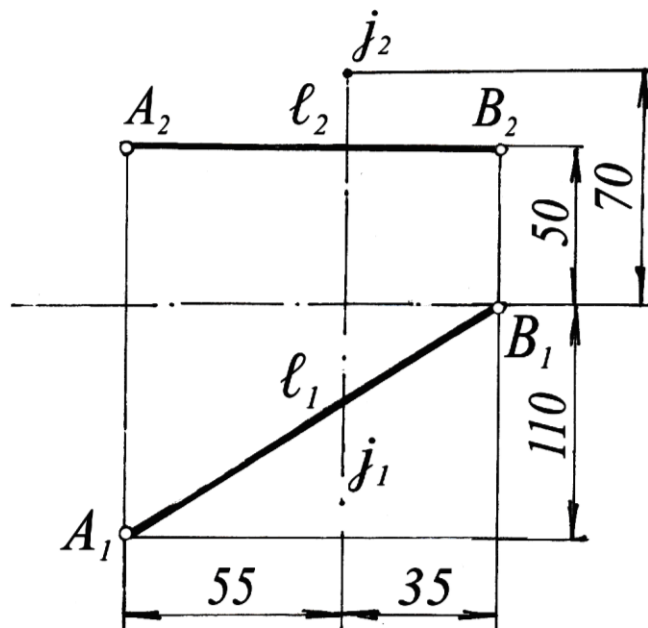
$$\Phi\{\ell(k, j)(\ell^i \cap k; \ell^i \oplus j, \ell^i \perp j)\}$$



13 Прямий закритий гелікоїд
 $\Phi\{\ell(k,j)(\ell^i \cap k \wedge j; |\ell^i \wedge j| = 90^\circ)\}$
 $\ell^i \perp j$



14 Однополий гіперболоїд
 обертання
 $\Phi\{\ell(\ell,j)(\ell^i = \ell \oslash j)\}$
 $j \perp \Pi_2$



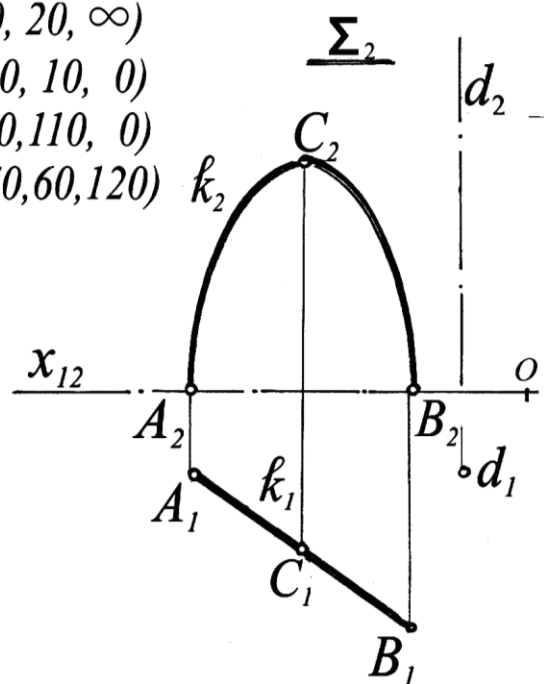
15 Прямий коноїд
 $\Phi\{\ell(k,d,\Sigma)(\ell^i \cap k \wedge d; \ell^i \parallel \Sigma)\}$

$d(10, 20, \infty)$

$A(230, 10, 0)$

$B(110, 110, 0)$

$C(170, 60, 120)$



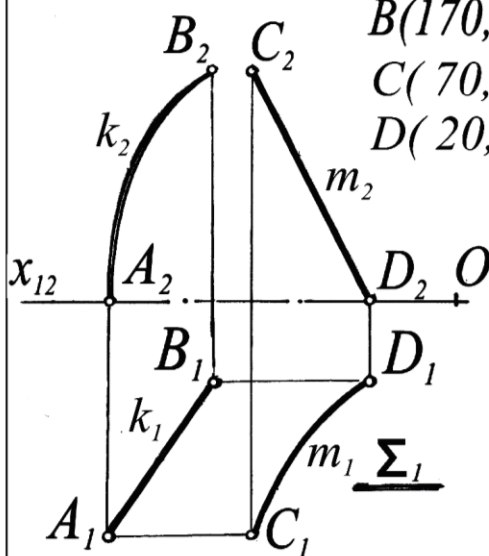
16 Прямий циліндроїд
 $\Phi\{\ell(k,m,\Sigma)(\ell^i \cap m \wedge k; \ell^i \parallel \Sigma)\}$

$A(240, 110, 0)$

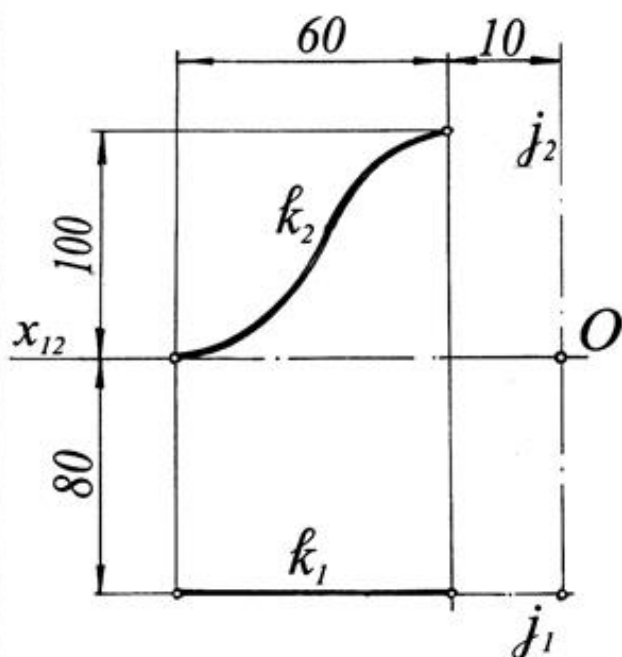
$B(170, 10, 120)$

$C(70, 110, 120)$

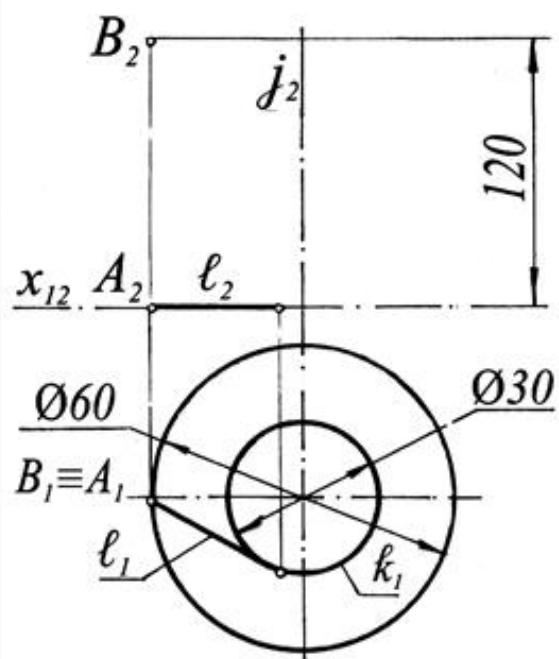
$D(20, 10, 0)$



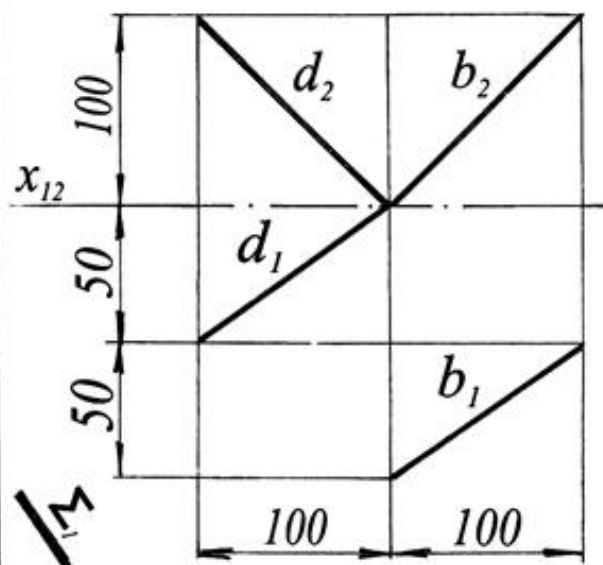
17 Поверхня обертання
 $\Phi\{k(k,j)(k^i = k \nabla j)\}$



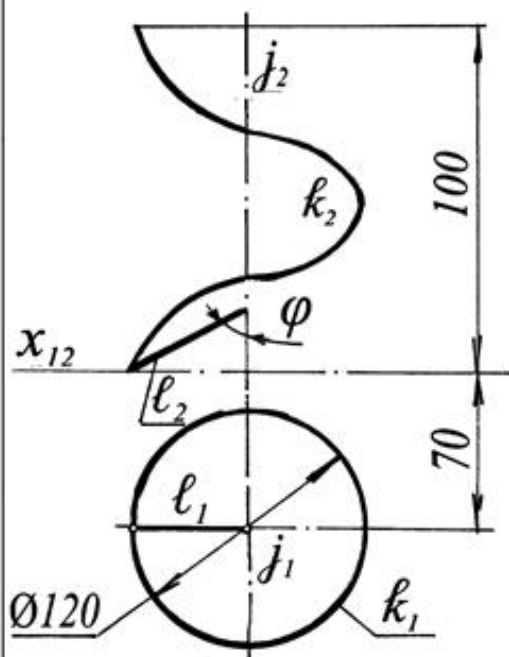
18 Прямий відкритий гелікоїд
 $\Phi\{\ell(k,j)(\ell^i \subset \Sigma \cup k, \ell^i \subset \Delta \perp j)\}$



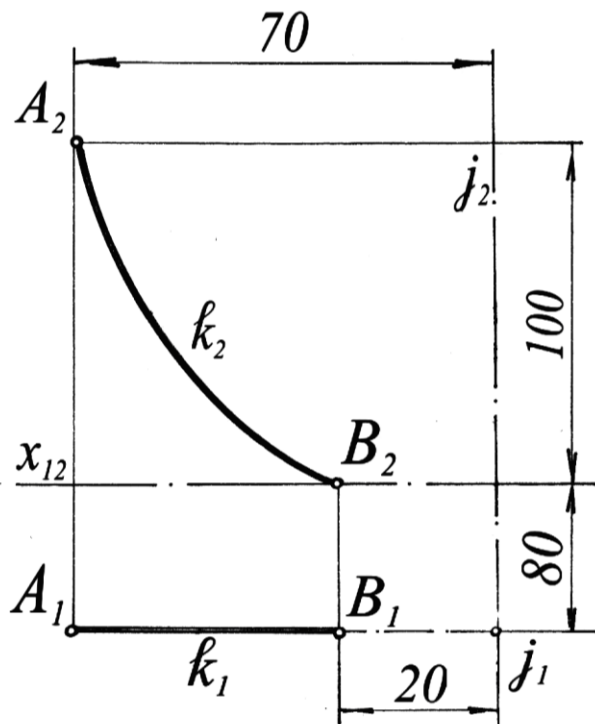
19 Гіперболічний параболоїд
 $\Phi\{\ell(d,b,\Sigma)(\ell^i \cap d \wedge b; \ell^i \parallel \Sigma)\}$



20 Закритий похилий гелікоїд
 $\Phi\{\ell(k,j,\varphi^{\circ})(\ell^i \cap k \wedge j)(\ell^i \wedge j = \varphi^{\circ})\}$
 $\varphi^{\circ} = 60^{\circ}$

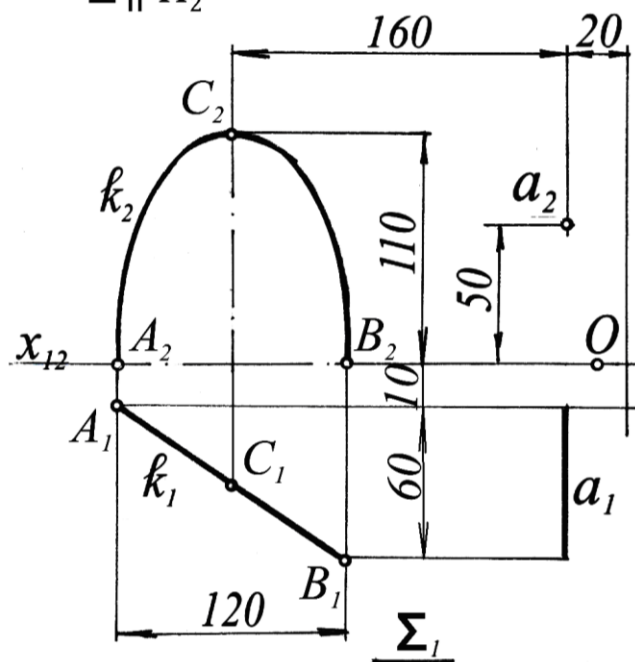


21 Поверхня обертання
 $\Phi\{k(k, j)(k^i = k \nabla j)\}$

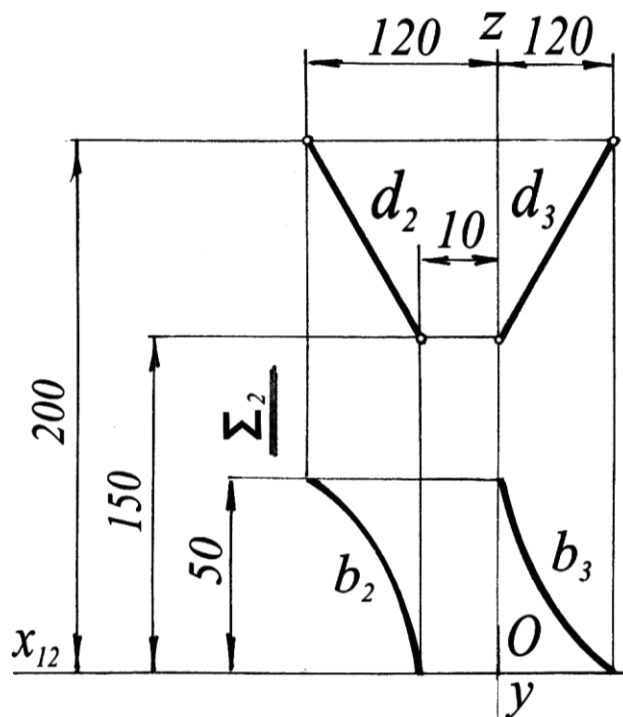


22 Прямий коноїд
 $\Phi\{\ell(a, k, \Sigma)(\ell^i \cap a \wedge k; \ell^i \parallel \Sigma)\}$

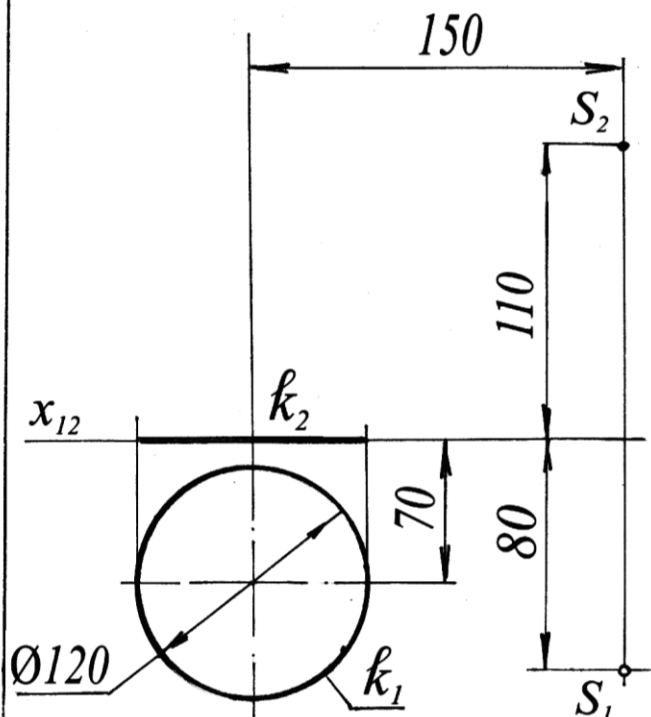
$\Sigma \parallel \Pi_2$



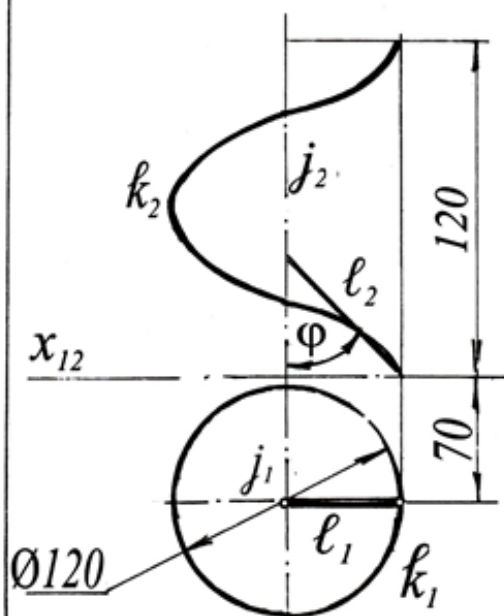
23 Прямий коноїд
 $\Phi\{\ell(d, b, \Sigma)(\ell^i \cap d \wedge b; \ell^i \parallel \Sigma)\}$



24 Конічна поверхня
 $\Phi\{\ell(k, S)(\ell^i \cap k \wedge S)\}$



25 Закритий похилий гелікоїд
 $\Phi\{\ell(k, j, \varphi^\circ)(\ell^i \cap k \wedge j)(\ell^i \wedge j = \varphi^\circ)\}$
 $\varphi^\circ = 45^\circ$



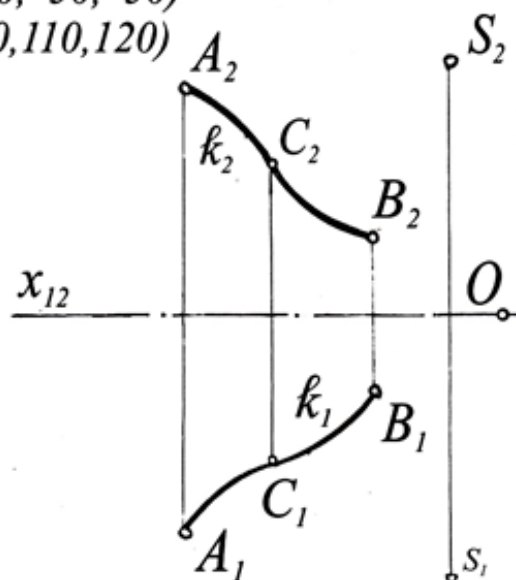
26 Конічна поверхня
 $\Phi\{\ell(k, S)(\ell^i \cap k \wedge S)\}$

$A(220, 100, 100)$

$B(100, 10, 10)$

$C(160, 50, 50)$

$S(20, 110, 120)$



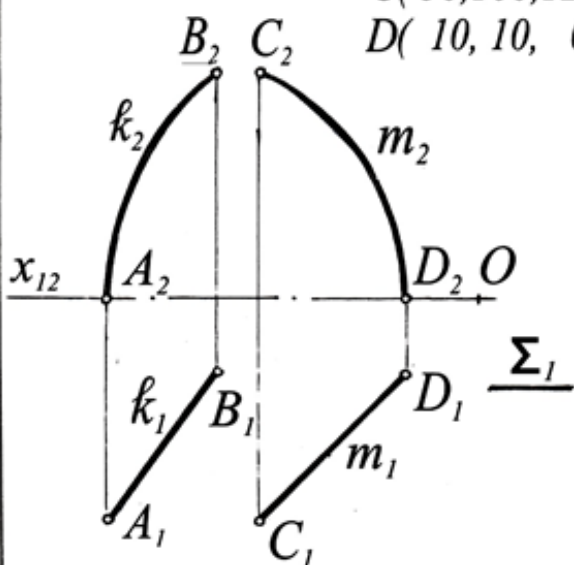
27 Прямий циліндроїд
 $\Phi\{\ell(k, m, \Sigma)(\ell^i \cap k \wedge m; \ell^i \parallel \Sigma)\}$
 $\Sigma \parallel \Pi_2$

$A(210, 100, 0)$

$B(150, 10, 120)$

$C(50, 100, 120)$

$D(10, 10, 0)$

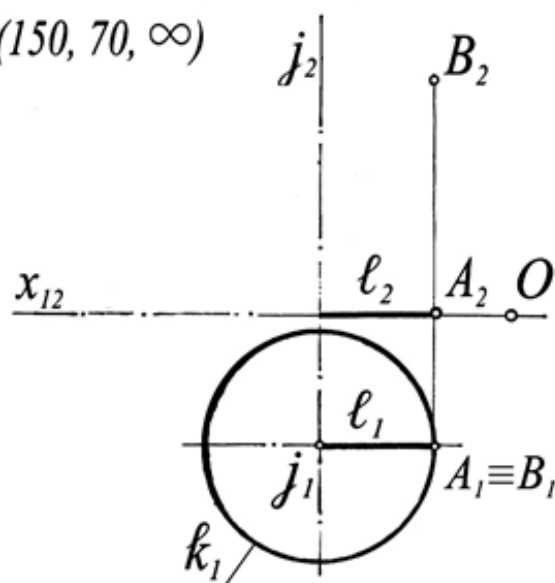


28 Прямий закритий гелікоїд
 $\Phi\{\ell(k, j)(\ell^i \cap k \wedge j; |\ell^i \wedge j| = 90^\circ)\}$

$A(90, 70, 0)$

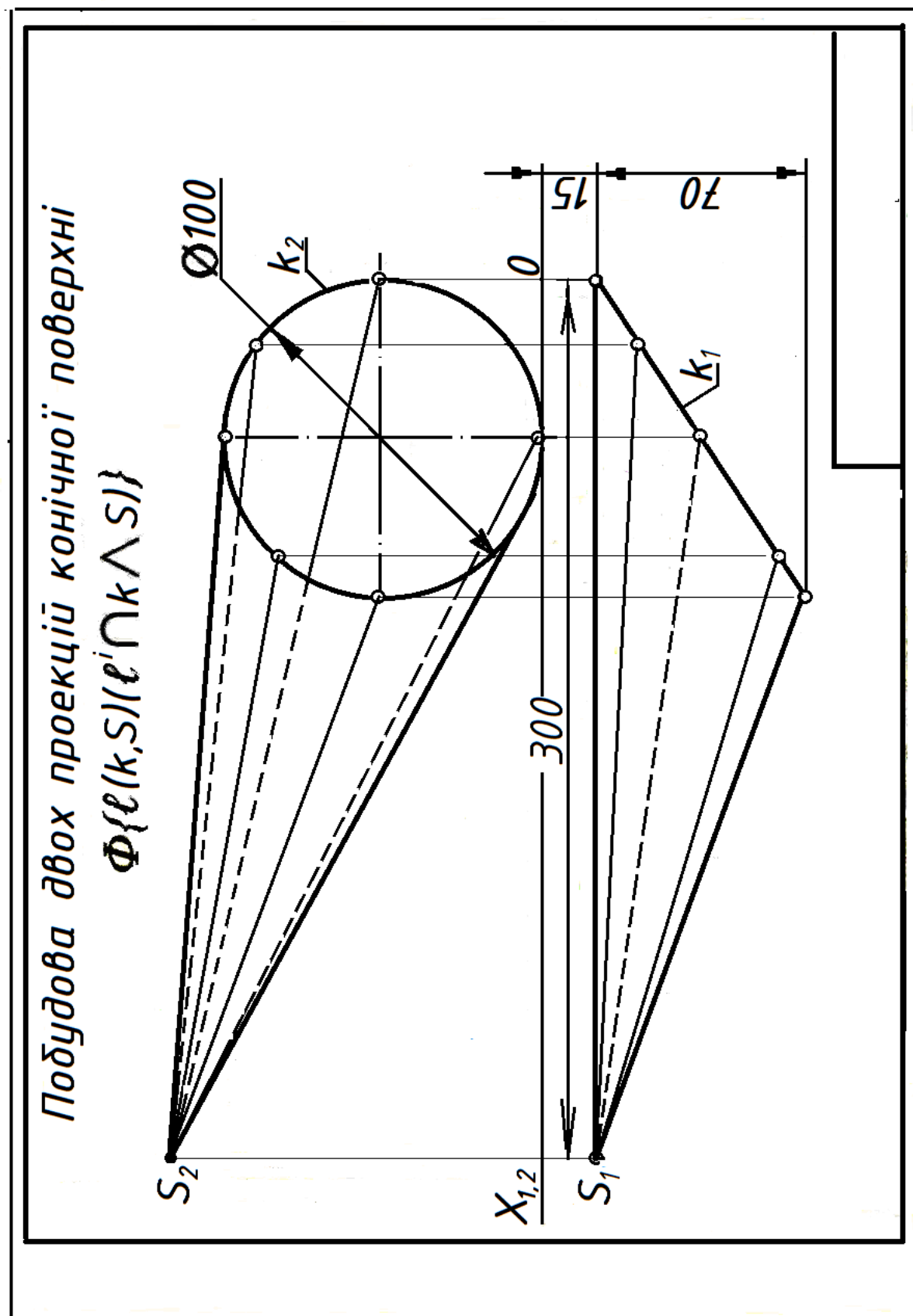
$B(90, 70, 120)$

$j(150, 70, \infty)$



ДОДАТОК В

Приклад виконання графічного завдання «Проеціювання поверхонь»



Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять, організації самостійної
і виконання графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

Змістовий модуль 1.1

(для здобувачів 1 курсу першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності G19 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійні програми «Промислове та цивільне будівництво», «Міське будівництво та господарство», «Цивільна інженерія», «ВІМ-технології в будівництві»)

Укладачі: **ГЕРАСИМЕНКО** Володимир Віталійович,
БЄЛИХ Ірина Михайлівна,
ПРОЦЕНКО Олена Михайлівна

Відповідальний за випуск *В. В. Герасименко*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *І. М. Бєлих*

План 2026, поз. 49М

Підп. до друку 18.08.2026. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 2,6.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office @kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.