

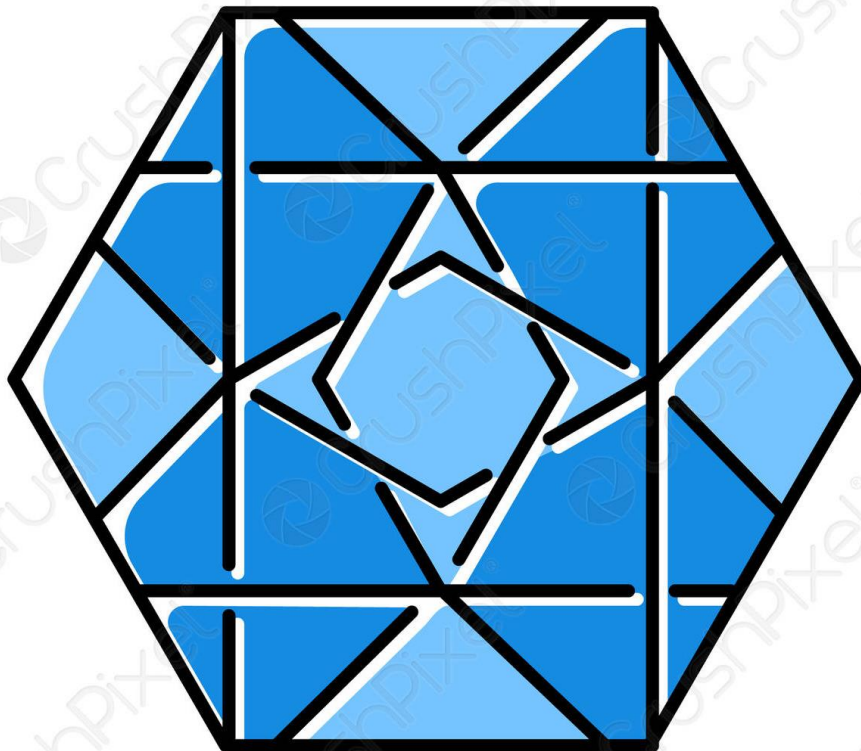
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ТА ГРАФІКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до самостійної роботи з дисципліни «Нарисна геометрія,
інженерна і комп'ютерна графіка»
за темою «Геометричні побудови»
для студентів ступеня бакалавра всіх спеціальностей
денної, заочної та дистанційної форм навчання**



Дніпро
2021

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» за темою «Геометричні побудови» для студентів ступеня бакалавра всіх спеціальностей денної, заочної та дистанційної форм навчання / Укладачі: Ярова Т. П., Серeda С. Ю. – Дніпро: ПДАБА, - 2021. - 37 с.

Вказівки надають практичні знання, вміння та навички для виконання креслеників за правилами і вимогами державних стандартів. Містять основні прийоми виконання геометричних побудов, циркульних спряжень, лекальних кривих, а також необхідні дані про стандартні правила оформлення креслеників.

Укладачі: Ярова Т. П., доцент кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА,
Серeda С. Ю, асистент кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Сопільняк А. М., кандидат технічних наук, доцент, зав. кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Рецензент: Ткач Д. І., кандидат технічних наук, професор кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.

Затверджено на засіданні кафедри нарисної геометрії та графіки ПДАБА.
Протокол № 6 від 14.12.2021 р.
Зав. кафедри Сопільняк А. М.

Рекомендовано до друку навчально-методичною радою ПДАБА
Протокол № 4 від 17.02.2022 р.

Зміст

	Стор.
Вступ.....	4
1. Креслярські інструменти, приладдя та матеріали.....	4
2. Основні правила оформлення креслень.....	6
2.1. Формати креслень і оформлення креслярських аркушів	6
2.2. Основний напис.....	8
2.3. Масштаби креслень.....	8
2.4. Лінії креслення.....	10
2.5. Шрифти креслярські.....	11
2.6. Нанесення розмірів на кресленнях.....	16
3. Найпростіші геометро-графічні побудови	20
3.1. Побудова паралельних і перпендикулярних прямих.....	20
3.2. Поділ відрізка прямої.....	22
3.3. Поділ кутів.....	23
3.4. Визначення центра дуги кола.....	24
3.5. Побудова плоских багатокутних фігур.....	24
3.6. Поділ кола і побудова правильних багатокутників.....	24
3.7. Побудова похилу і конусності.....	27
4. Спряження.....	28
4.1. Побудова дотичних до кіл.....	28
4.2. Спряження двох прямих.....	29
4.3. Спряження прямої з колом.....	30
4.4. Спряження двох кіл.....	31
5. Побудова циркульних і лекальних кривих.....	32
5.1. Побудова овалів.....	32
5.2. Побудова лекальних кривих.....	34
Список рекомендованої літератури	36

Вступ

Геометричне креслення є галуззю оволодіння практичними навичками графічних побудов різноманітних геометричних систем точок і прямих.

Мета геометричного креслення - придбати практичні навички якісної графічної побудови зображень геометричних об'єктів і тим самим створити сприятливі умови для поступового формування професійного конструктивно-композиційного мислення.

Найважливішим фактором досягнення цієї мети є дотримання точності графічних побудов, а також суворе виконання всіх вимог державних стандартів на форму і зміст проектно-конструкторської документації.

1. Креслярські інструменти, приладдя та матеріали

Висока якість і швидкість виконання графічних робіт залежать не тільки від знання правил і отриманих навичок викреслювання, але й від якості та стану самих креслярських матеріалів, інструментів і приладдя. Тому так важливо уміло та дбайливо до них відноситися і завжди пам'ятати, що вони є предметами індивідуального користування.

Готовальня - набір креслярських інструментів у спеціальному футлярі (рис. 1.1а). Зазвичай до складу готовальні входять циркуль – вимірник (циркуль вимірювальний) (рис. 1.1б), циркуль креслярський (рис. 1.1в), кронциркуль («балеринка») (рис. 1.1г) та інші інструменти.

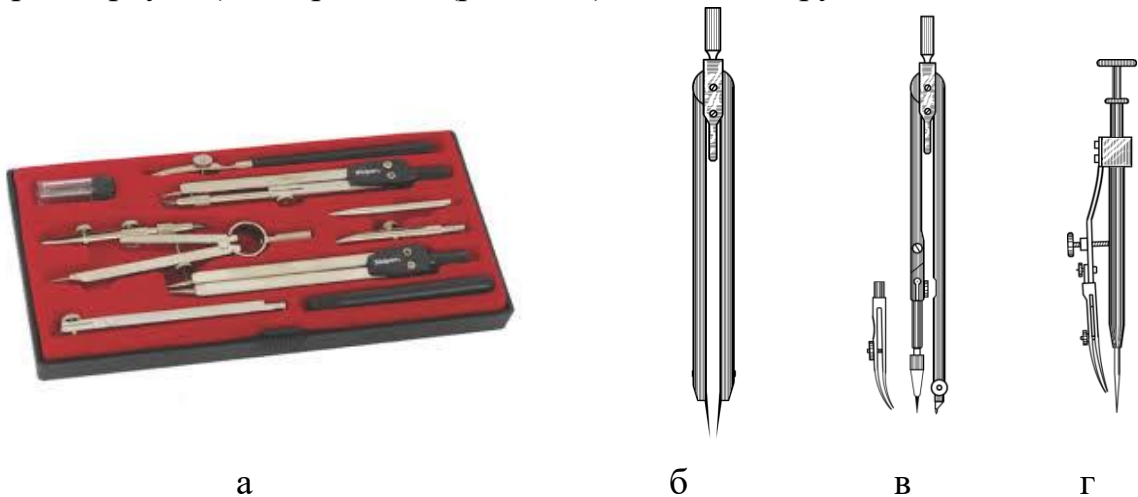
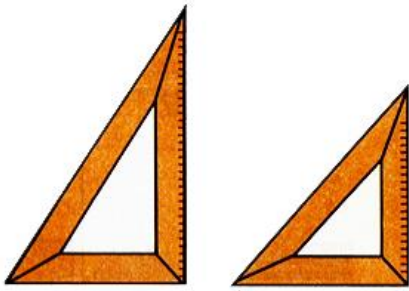


Рис. 1.1. Готовальня

Креслярські косинці. Разом з лінійкою або рейсшиною креслярські косинці (рис. 1.2) застосовують для проведення перпендикулярних і паралельних ліній (рис. 1.3), побудови деяких кутів.



а б
Рис. 1.2. Косинці
креслярські:

а – з кутами $90^\circ, 30^\circ, 60^\circ$;

б – з кутами $90^\circ, 45^\circ, 45^\circ$

Транспортир – інструмент для вимірювання та побудови різних кутів (рис. 1.4).

Лекало – фігурна лінійка з криволінійними обрисами, що служить для наведення кривих (лекальних) ліній, побудованих по точках. Різновиди лекал представлені на рис. 1.5.

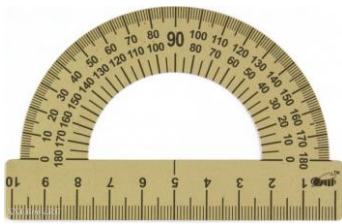


Рис. 1.4. Транспортир



Рис. 1.5. Лекала

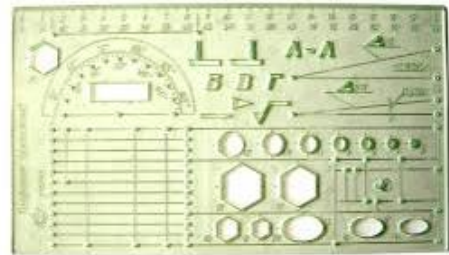


Рис. 1.6. Лінійка-трафарет
«Креслярський»

Лінійка-трафарет «Креслярський» - спеціальна лінійка, яка представляє собою прозору пластину, пластмасовий прямокутник з прорізами (трафаретами, транспортиром, отворами для розмітки рамки основного напису і верхнього додаткового напису, отворами для нанесення позначень конусності, похилу) (рис. 1.6).

Креслярські матеріали: креслярський папір та олівці креслярські. Для виконання учбових креслеників рекомендується використовувати олівці «Конструктор» або «KOH-I-NOR» (зарубіжного виробництва). На бічній поверхні олівця вказується твердість графіту літерами та цифрами. Олівець креслярський марки *T (H)* використовується для першої стадії виконання кресленика (стадії «тонкої лінії»), а олівець марки *TM (HB)* - для наведення кресленика. Олівець слід заточувати у вигляді конуса і постійно підтримувати його графічний стрижень у гостро заточеному стані за допомогою дуже дрібної наждачної шкурки (рис. 1.7).

Креслярський папір повинен зберігати білизну, бути міцним і еластичним, витримувати багаторазову чистку гумкою. Кращим креслярським папером є ватман.

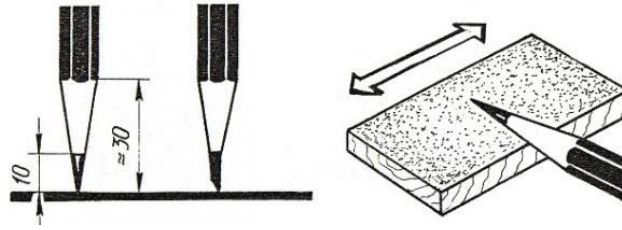


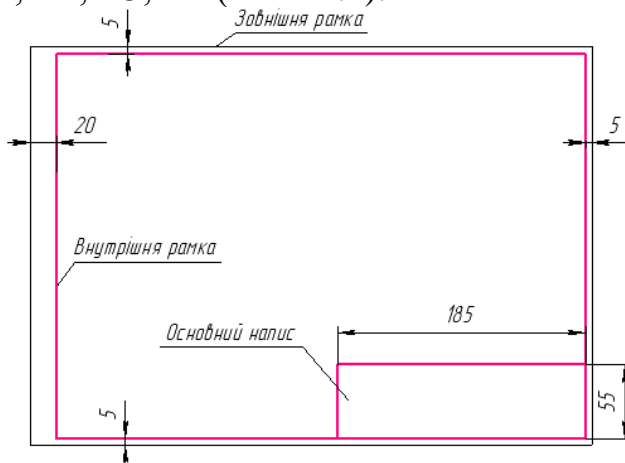
Рис. 1.7. Підготовка креслярського олівця до роботи

2. Основні правила оформлення креслеників

Усі кресленики оформляють відповідно до вимог чинних стандартів. Для того, щоб інформація на кресленику була зрозумілою кожному фахівцеві, використовують єдину технічну мову і термінологію, які забезпечуються державними стандартами ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації (СКД). Терміни та визначення основних понять.

2.1. Формати креслеників і оформлення креслярських аркушів

Кресленики для зручності зберігання, розмноження та користування слід виконувати на аркушах креслярського паперу відповідного формату. Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки кресленика (лінії обрізу) (рис. 2.1). ДСТУ ISO 5457:2006 «Документація технічна на виробі. Кресленики. Розміри та формати» визначає розміри та формати аркушів, призначених для технічних креслеників у будь-яких галузях техніки, зокрема тих, які виготовляють із застосуванням комп'ютерної техніки. Цей стандарт встановлює 5 основних форматів кресленика: A0, A1, A2, A3, A4 (табл. 2.1).



Таблиця 2.1

Позначення формату	Розміри сторін формату, мм
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Рис. 2.1. Оформлення формату аркушу

Крім основних форматів, припустиме застосування формату A5 з розмірами сторін 148x210 мм. Дозволяється використовувати додаткові формати, які утворюються кратним збільшенням розмірів коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам. Позначення додаткового формату складається з позначення основного формату та його кратності, наприклад A4x3, A3x7.

Поле кресленика на аркуші будь-якого формату обмежується внутрішньою рамкою (рис. 2.1).

Основний напис розміщують у правому нижньому куті формату (рис. 2.1). На аркушах формату А4 основний напис розміщують тільки уздовж короткої сторони формату (рис. 2.2а).

Аркуші форматів більших за А4 можуть бути розміщені як горизонтально (рис. 2.2б), так і вертикально (рис. 2.2в).

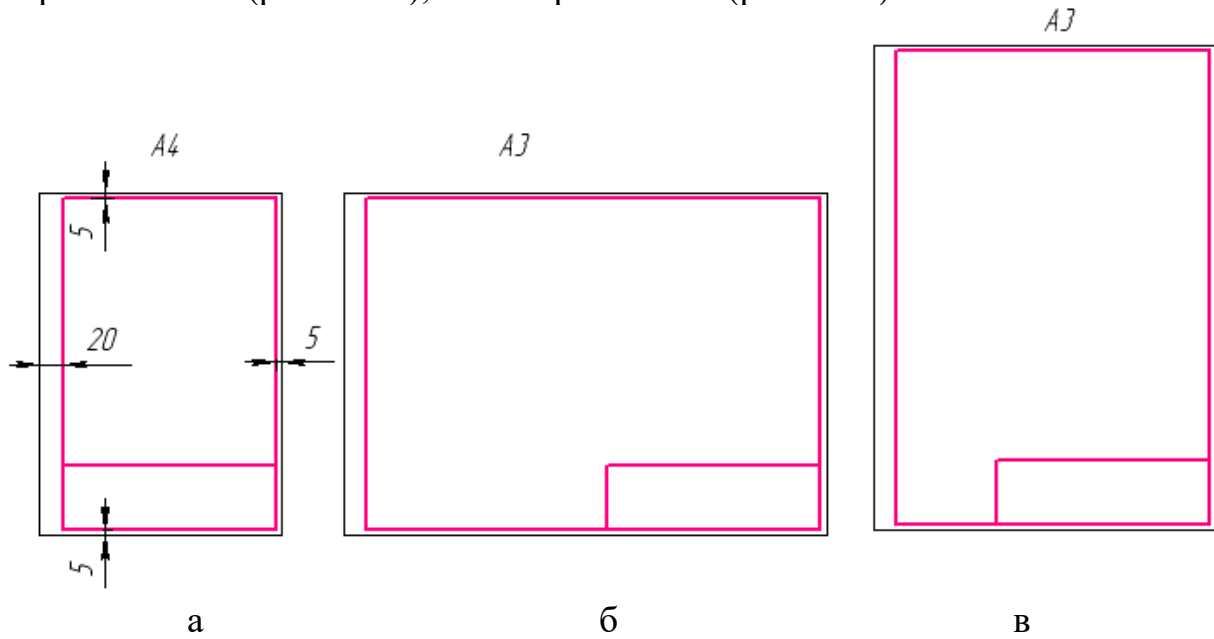


Рис. 2.2. Приклади оформлення форматів А4 та А3

Формат А3 (297х420) може складатися із двох форматів А4. Кожен формат А4 оформляється окремо (рис. 2.3).

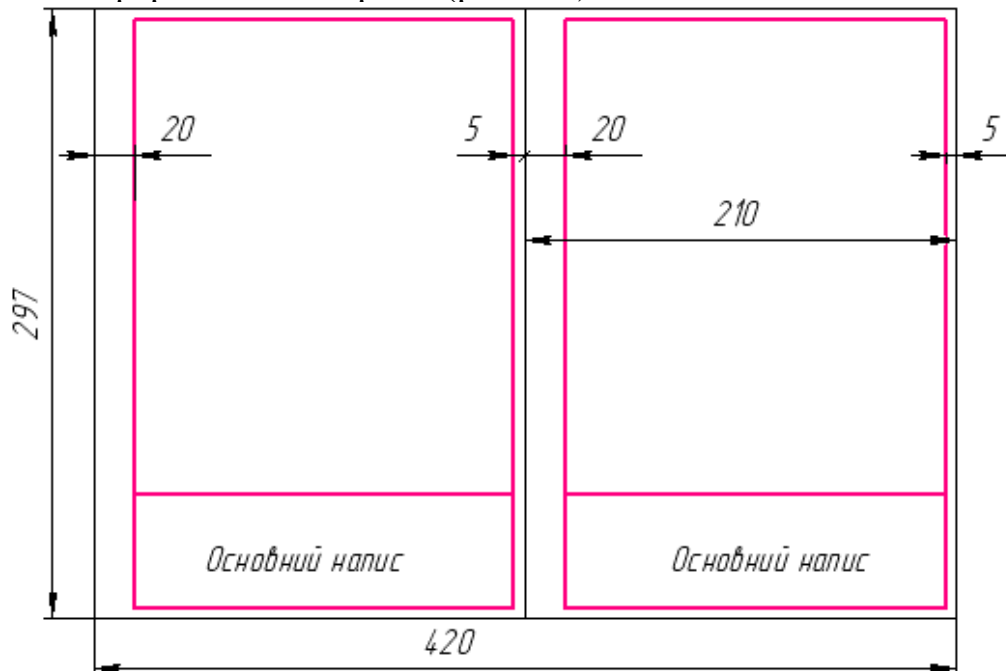


Рис. 2.3. Варіант компоновки формату А3

2.2. Основний напис

Основним написом називається таблична форма стандартного зразка, яка містить інформацію про назву зображеного на кресленнику виробу, авторів кресленника і їх організацію, його масштаб тощо.

Форма і розміри основного напису визначаються вимогами ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104:2006, IDT)» (рис. 2.4). Основний напис розташовують у нижньому правому куті обмеженого рамкою аркушу паперу відповідного формату. Виконання основного напису на всіх аркушах обов'язкове.

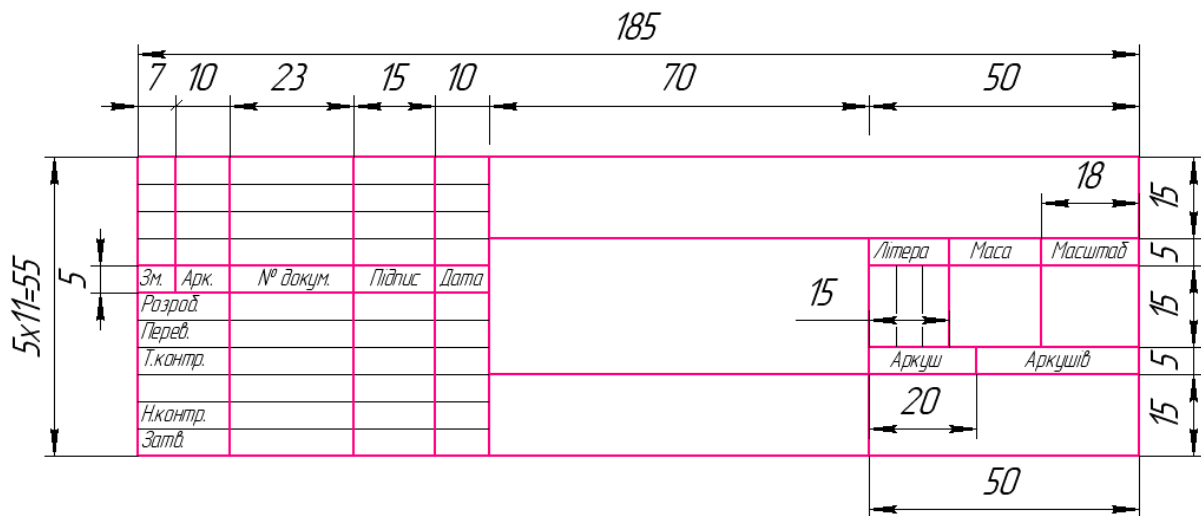


Рис. 2.4. Форма і розміри основного напису

2.3. Масштаби кресленників

Масштабом називається відношення лінійних розмірів об'єкта, зображеного на кресленнику, до його дійсних розмірів. Відповідно до ГОСТ 2.302-68 для виконання кресленників рекомендують масштаби, які наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Масштаби зменшення	1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральний масштаб	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Рекомендовані до використання масштаби та їх позначення на технічних кресленниках відповідно до ДСТУ ISO 5455:2005 Кресленники технічні. Масштаби (ISO5455:1979, IDT) наведено у таблиці 2.3.

Цей стандарт чинний в Україні на альтернативних засадах зі стандартом ЄСКД ГОСТ 2.302-68 і має з ним однакову юридичну силу.

У відповідній графі основного напису (рис. 2.5а) масштаб позначають без літери “М”, наприклад, 1:2, 2:1 і т.д.

Таблиця 2.3

Категорія	Рекомендовані ряди масштабів		
Масштаби збільшення	50:1 5:1	20:1 2:1	10:1
Масштаб натуральної величини			1:1
Масштаб зменшення	1:2 1:20 1:200 1:2000	1:5 1:50 1:500 1:5000	1:10 1:100 1:1000 1:10000

Коли окреме зображення виконане в іншому масштабі, ніж увесь кресленик, то масштаб цього зображення пишуть у дужках безпосередньо після напису, що його стосується, наприклад: А-А (2:1); Б (1:4); В (5:1) тощо (рис. 2.5б).

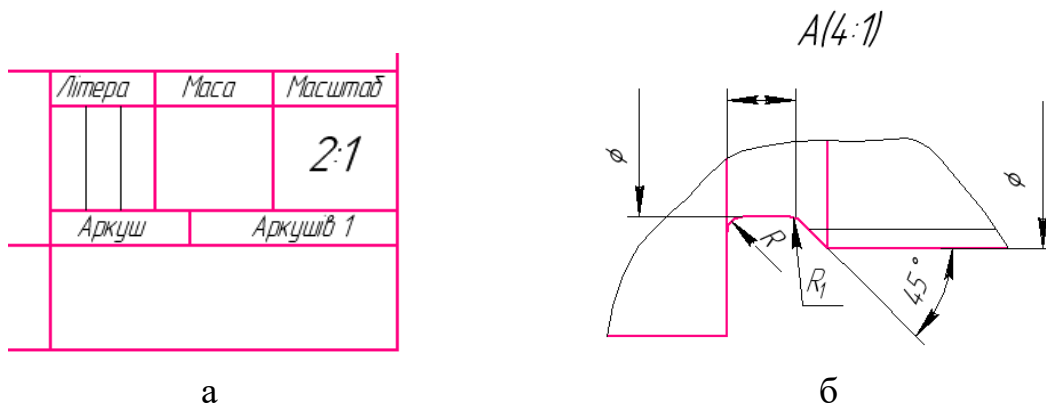


Рис. 2.5. Приклади позначення масштабу

Розміри на креслениках, незалежно від масштабу і розмірів зображення, проставляють натуральні.

Лінійним масштабом називають рівномірно проградуєований відрізок подвійної прямої лінії, довжина ділення якого відповідає наперед заданій довжині одиниці виміру об'єкта, який зображують. Лінійний масштаб являє собою подвійну пряму лінію, розділену на частини залежно від прийнятої основної міри (рис. 2.6), наприклад М 1:10. У цьому випадку 1 см (прийнятого за основу масштабу) на кресленіку буде 10 м в натурі, тобто кресленик виконаний із зменшенням у 10 разів.

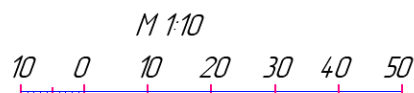


Рис. 2.6. Лінійний масштаб

Пропорційним масштабом користуються для визначення розмірів на кресленіку, виконаному з невідомим зменшенням.

Наприклад, на складальному кресленнику затискача для слюсарних робіт (рис. 2.7) вказаний розмір рукоятки 70 мм, а вимір його лінійкою дає 43 мм. Масштаб зменшення при друці кресленника дорівнює $70/43=1,6$.

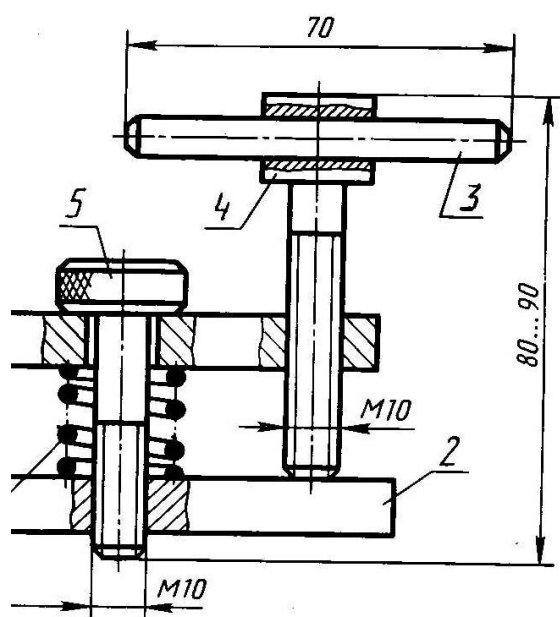


Рис. 2.7. Фрагмент складального кресленника

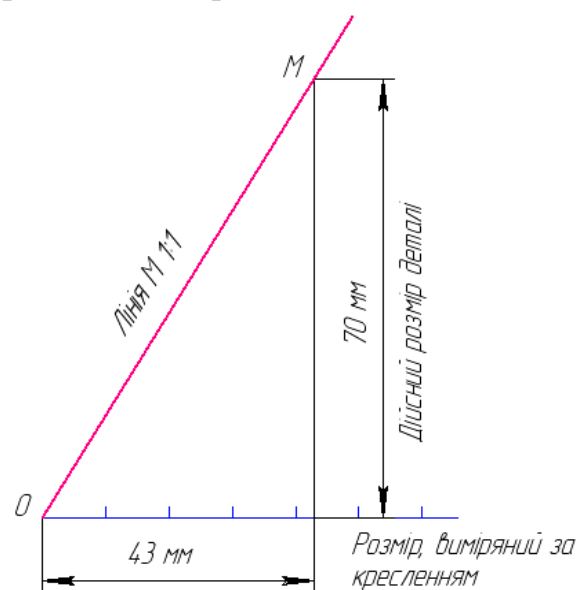


Рис. 2.8. Пропорційний масштаб

Визначаючи за кресленником інші розміри деталей, необхідно збільшувати їх в 1,6 рази. Для скорочення підрахунків удаються до пропорційного масштабу. На аркуші паперу (рис. 2.8) по горизонталі відкладають 43 мм від деякої точки О. Із отриманої точки будують перпендикуляр і відкладають на ньому 70 мм. Провівши пряму через точки О і М, отримують лінію масштабу 1:1. Якщо на вертикальній лінії відкласти 140 мм, то отримаємо лінію масштабу 2:1, якщо 35, то лінію масштабу 1:2.

2.4. Лінії кресленника

Використання різних типів ліній та їх професійне виконання є головним показником високої якості кресленника. ГОСТ 2.303-68, ДСТУ ISO 128-23:2005 «Кресленники технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 23. Лінії на будівельних кресленниках (ISO 128-23:1999, IDT)» та ДСТУ ISO 128-24:2018 «Кресленники технічні. Загальні принципи подання. Частина 24. Лінії на машинобудівних кресленниках (ISO 128-24:2014, IDT)» визначають назву ліній, нарис, основне призначення та товщину ліній на кресленниках усіх галузей промисловості та будівництва. Параметри ліній кресленників наведені на рисунку 2.9.

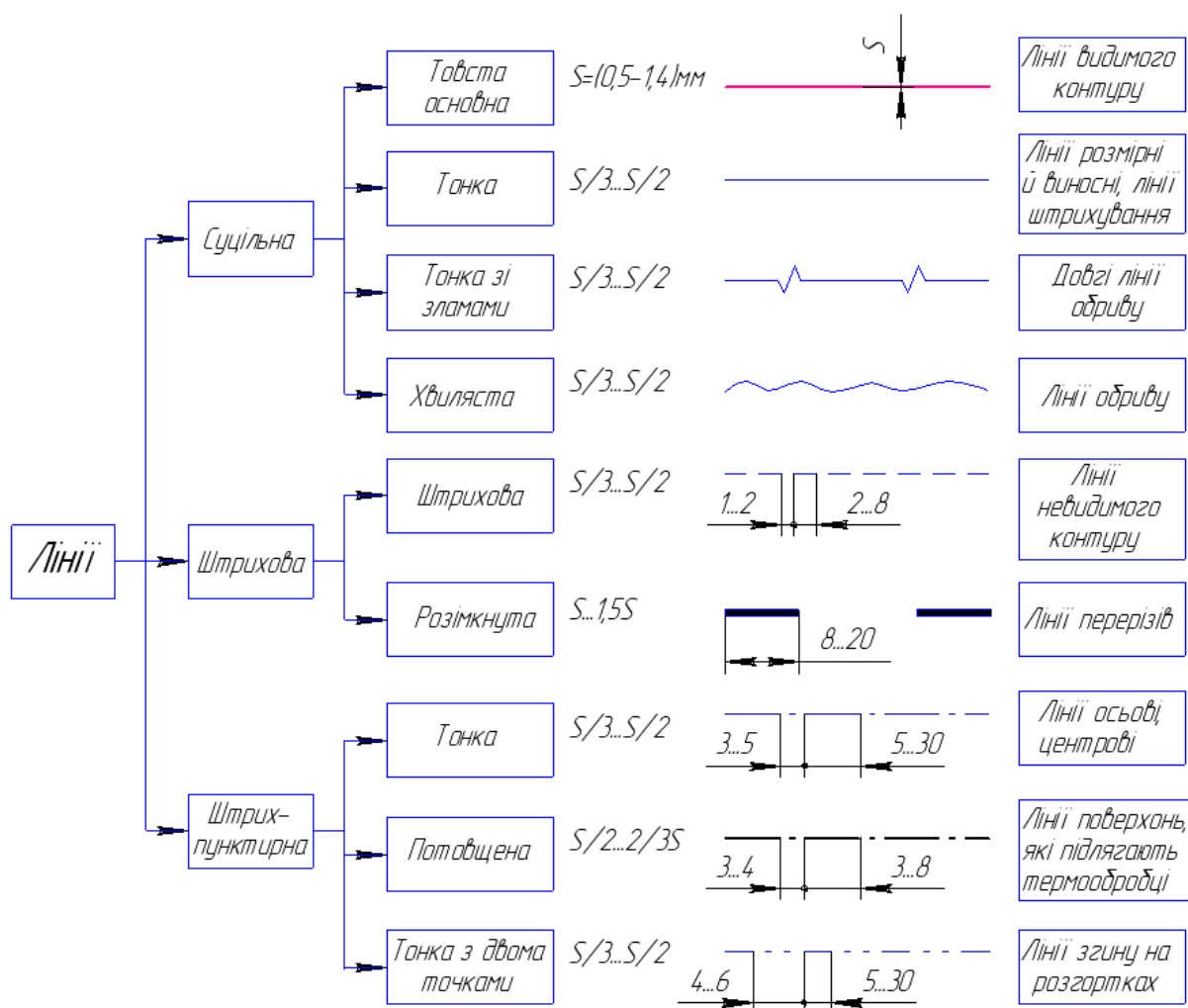


Рис. 2.9. Параметри ліній кресленика

Товщини ліній обирають залежно від прийнятої на кресленнику товщини суцільної товстої основної лінії. Товщину основної лінії S беруть у межах $0,5...1,4$ мм залежно від розмірів і складності зображення та від формату кресленика.

2.5. Шрифти креслярські

Усі написи на креслениках та інших технічних документах слід виконувати креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304-81, ДСТУ ISO 3098-0:2006 «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги (ISO 3098-0:1997, IDT)» та ДСТУ ISO 3098-6:2007 «Документація технічна на вироби. Шрифти. Частина 6. Кирилична абетка (ISO 3098-6:2000, IDT)».

Ці стандарти надають основні відомості про конструкцію літер і цифр, їх пропорцію, про відстані між літерами, цифрами і знаками, словами, основами рядків.

ГОСТ 2.304-81 визначає шрифти типів А і Б з нахилом і без нахилу. Різниця між ними в товщині ліній шрифту, ширині літер і цифр. Для шрифту типу А товщина ліній шрифту (d) дорівнює $1/14h$, а для типу Б - $1/10h$, де h - розмір шрифту (висота великої літери). Кут нахилу похилого шрифту до основи рядка 75° .

Стандарт визначає такі розміри висот шрифту: 40; 28; 20; 14; 10; 7; 5; 3,5; 2,5; 1,8. Шрифт останнього розміру застосовувати не рекомендують.

У методичних вказівках розглянутий шрифт типу Б з нахилом до основи рядка 75° і параметрами, наведеними у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Параметри шрифту	Шрифт типу Б	
	Відносний розмір	
Розмір шрифту, h (висота великих літер)	$10/10 h$	$10 d$
Висота малих літер	$7/10 h$	$7 d$
Відстань між літерами, цифрами та знаками	$2/10 h$	$2 d$
Мінімальний крок рядків	$17/10 h$	$17 d$
Мінімальна відстань між словами	$6/10 h$	$6 d$
Товщина ліній шрифту, d	$1/10 h$	d
Ширина більшості великих літер	$6/10 h$	$6 d$
Ширина великих літер Г, Е, З, С	$5/10 h$	$5 d$
Ширина великих літер А, Д, М, Х, Ц, Ю	$7/10 h$	$7 d$
Ширина великих літер Ж, Ф, Ш	$8/10 h$	$8 d$
Ширина великої літери Щ	$9/10 h$	$9 d$
Ширина більшості малих літер	$5/10 h$	$5 d$
Ширина малих літер з, с	$4/10 h$	$4 d$
Ширина малих літер м, ю	$6/10 h$	$6 d$
Ширина малих літер ж, т, ф, ш, щ	$7/10 h$	$7 d$
Ширина великої та малої літери І, і	$1/10 h$	d
Ширина цифри 4	$6/10 h$	$6 d$
Ширина цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	$5/10 h$	$5 d$
Ширина цифри 1	$3/10 h$	$3 d$

Цей шрифт рекомендують використовувати для виконання написів на учбових креслениках. Форми літер українського алфавіту (шрифт типу Б – з нахилом) наведено на рисунку 2.10.

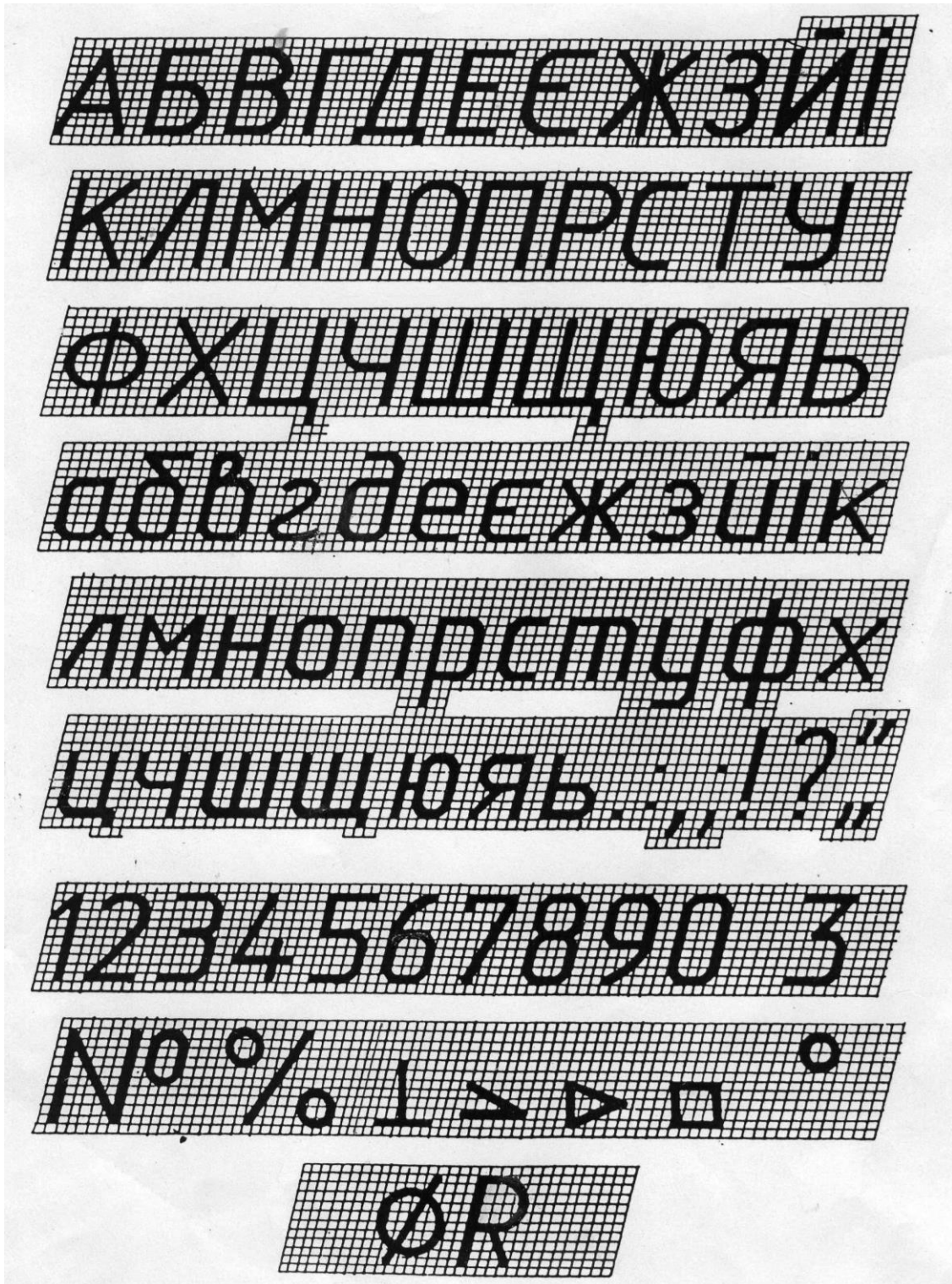


Рис. 2.10. Форми літер українського алфавіту
(шрифт типу Б – з нахилом)

Напис і співвідношення розмірів елементів літер та цифр без використання сітки наведено на рисунку 2.11.



Рис. 2.11. Напис літер та цифр креслярським шрифтом без використання сітки

Приклад виконання креслярським шрифтом титульної сторінки альбому індивідуальних графічних робіт студента наведено на рисунку 2.12.

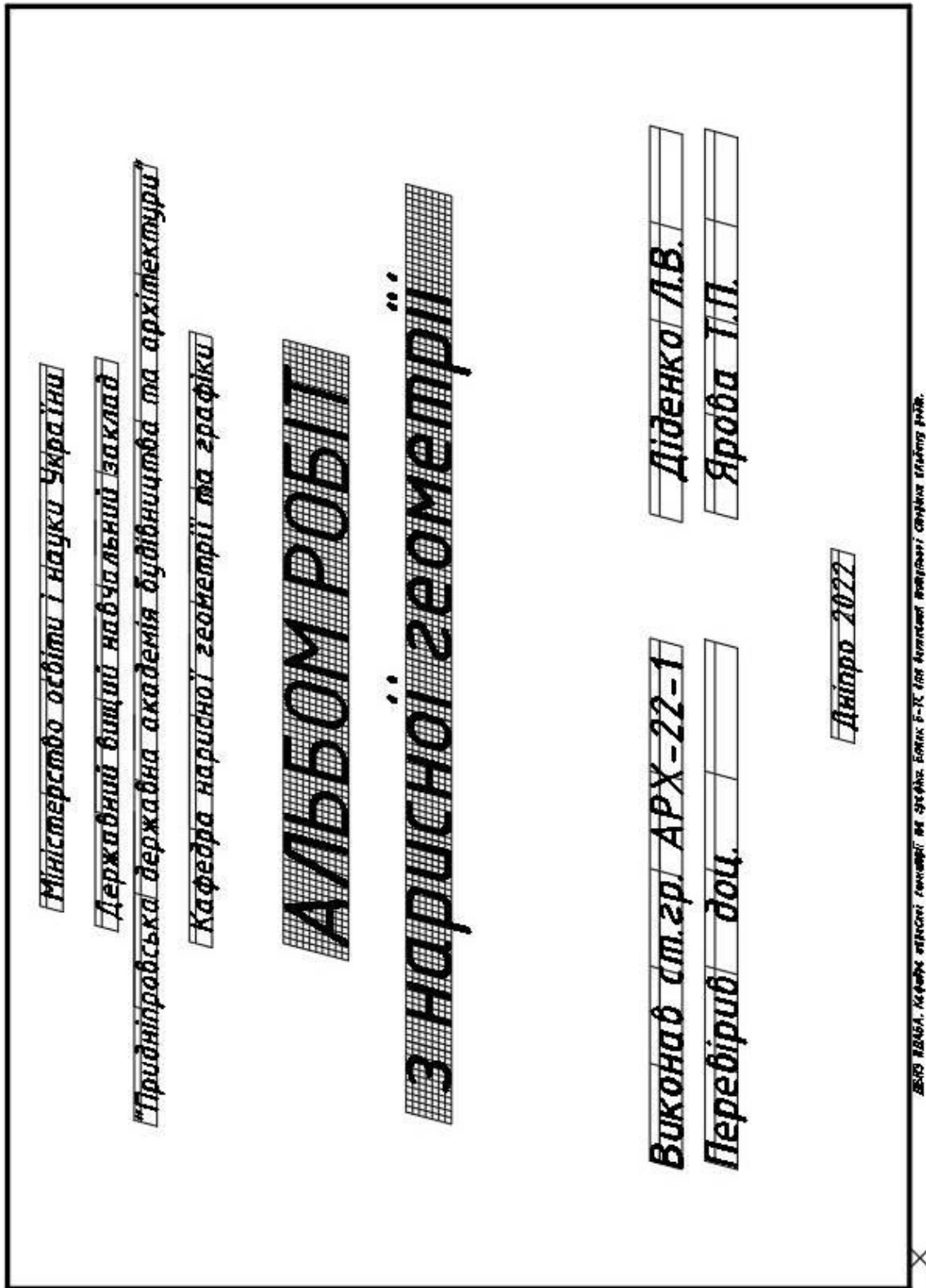


Рис. 2.12. Приклад виконання титульної сторінки для студентів архітектурного факультету

Для студентів будівельних і механічних спеціальностей титульна сторінка відрізняється назвою дисципліни, рис. 2.13.

АЛЬБОМ РОБІТ

з нарисної геометрії, інженерної

і комп'ютерної графіки

Рис. 2.13. Фрагмент титульної сторінки для студентів будівельних і механічних спеціальностей

Висота малих літер шрифту типу Б дорівнює $7/10h$ ($7d$), що відповідає наступному меншому розміру шрифту. Виключення складає висота малих літер *б, в, д, р, у, ф*, яка дорівнює висоті великих літер того ж розміру шрифту (рис. 2.11). Висота цифр дорівнює висоті великих літер.

За конструкцією великі літери підрозділяють на 4 групи:

- літери *Г, Н, П, Т, Ц, Ш, Щ* містять тільки прямолінійні елементи, розташовані горизонтально і під кутом 75° до основи рядка;
- літери *И, Й, Х, К, Ж, М, А, Л, Д* містять ще й прямолінійні елементи, розташовані за діагоналями габаритних модульних чотирикутників;
- літери *Ч, У, Ь, Б, В, Р, Я* окрім прямолінійних елементів містять і криволінійні;
- літери *О, С, Є, З, Ю, Ф* складаються з криволінійних елементів, виконаних на основі літери *О*.

Середні горизонтальні елементи великих літер орієнтують на середню лінію модульної сітки: у літер *Н, Е, Є, Ь, Б, В, Ю* товщину лінії наведення розташовують над середньою лінією, а у літер *Ч, У, Р, Я* - під нею. У букви *А* такий елемент знаходиться на висоті $2,5 d$ від низу рядка (рис. 2.11).

Частина малих літер за написом аналогічна великим літерам, інші поділяють на дві групи (рис. 2.10):

- літери *и, й, л, п, с, т, у, ч, ц, ш, щ* містять прямолінійні ділянки з незначними закругленнями;
- літери *а, б, в, г, д, є, е, о, ф, ю* в основі побудови мають літеру *о*.

Приклад виконання креслярським шрифтом титульної сторінки альбому індивідуальних графічних робіт студента наведено на рисунку 2.12.

Для студентів будівельних і механічних спеціальностей титульна сторінка відрізняється назвою дисципліни, рис. 2.13.

2.6. Нанесення розмірів на креслениках

2.6.1. Загальні відомості.

Розміри на креслениках наносять за вимогами ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 «Єдина система конструкторської документації. Нанесення

розмірів і граничних відхилів». Розміри розподіляють на лінійні і кутові. Лінійні наносять в міліметрах без зазначення одиниць виміру, а кутові – в градусах, хвилинах і секундах із зазначенням одиниць виміру (рис. 2.13).

Кожен розмір на кресленнику наносять тільки один раз. Загальна кількість розмірів на кресленнику виробу повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення виробу за його кресленником.

2.6.2. Розмірні та виносні лінії.

Розмірні та виносні лінії креслять суцільними тонкими лініями, товщиною 0,2-0,3 мм. Розмірні лінії проводять паралельно до відрізка і такої ж довжини, а виносні лінії - перпендикулярно до розмірних (рис. 2.13а,б).

Рекомендують виносити розмірні лінії за контур зображення деталі. Слід уникати перетину розмірних та виносних ліній іншими лініями. Для цього, ближче до контуру зображення, проводять розмірні лінії меншого розміру, а далі від контуру – розмірні лінії більшого розміру. Мінімальна відстань між контуром зображення і розмірною лінією – 10 мм, між паралельними розмірними лініями – 7 мм (рис. 2.13а,б).

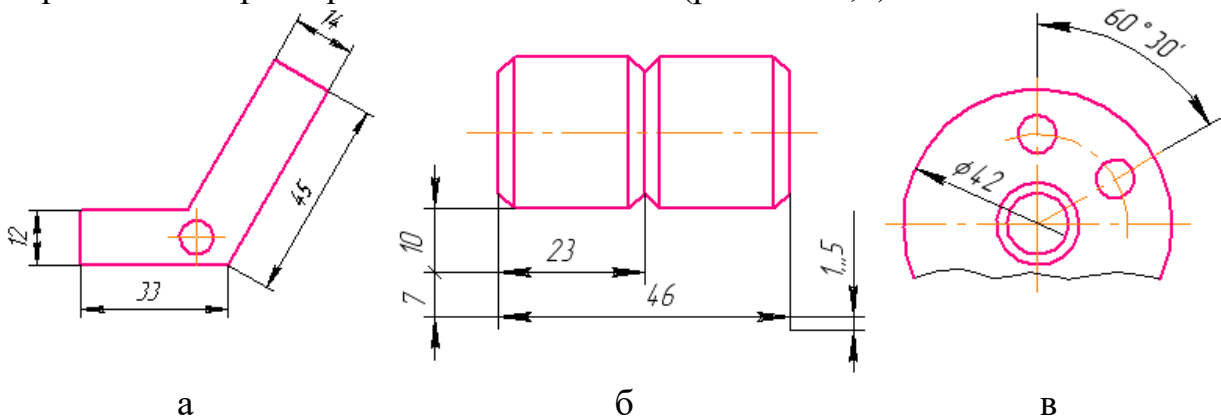


Рис. 2.13. Нанесення лінійних і кутових розмірів

При нанесенні розміру кута розмірну лінію проводять у вигляді дуги кола з центром у вершині кута, а виносні лінії йдуть радіально (рис. 2.13в).

На деталі з розривом розмірну лінію проводять між крайніми точками і проставляють розмір всієї її довжини (рис. 2.14а).

На деталі з обривом, розмірну лінію заводять за вісь і проставляють довжину всієї деталі (рис. 2.14б).

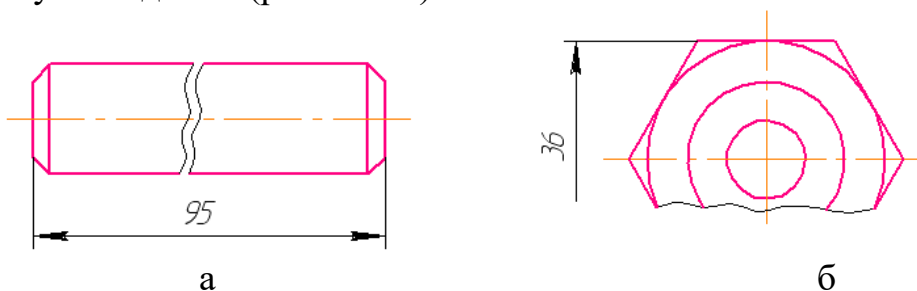


Рис. 2.14. Нанесення розмірів: а – на деталі з розривом, б - на деталі з обривом

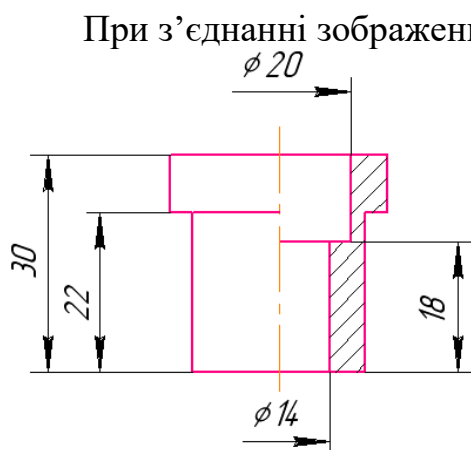


Рис. 2.15. Нанесення розмірів при з'єднанні зображення вигляду та розрізу

При з'єднанні зображення виду та розрізу симетричного виробу, розмірну лінію проводять з обривом трохи далі вісі й проставляють весь діаметр або всю довжину. Розміри, які відносять до розрізу, проставляють зі сторони розрізу. Розміри, які відносять до виду – зі сторони виду (рис. 2.15).

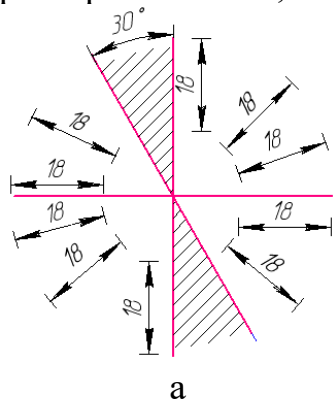
2.6.3. Розмірні числа.

Розміри на кресленнику показують розмірними числами, які відповідають дійсним розмірам виробу, незалежно від масштабу його зображення. Висота розмірних чисел – 3,5 мм. Їх наносять над горизонтальною розмірною лінією

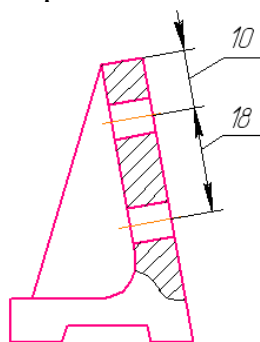
ближче до середини. На вертикальних розмірних лініях розмірні числа розташовують зліва від розмірної лінії.

Розмірні числа лінійних розмірів при різних нахилах розмірних ліній розміщують як приведено на рисунку 2.16а. Лінійні розміри, які при нахилах розмірних ліній до вертикалі менше 30° (заштрихована зона) наносять на поличках ліній-виносок (рис. 2.16б).

Якщо над розмірною лінією недостатньо місця для написання розмірного числа, то розміри наносять як показано на рисунку 2.17.



а



б

Рис. 2.16. Нанесення розмірів при різних нахилах розмірних ліній

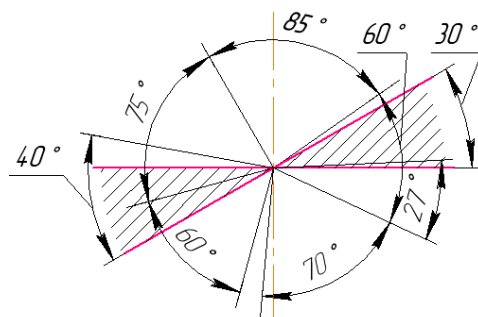


Рис. 2.17. Варіанти нанесення кутових розмірів

При декількох паралельних або концентричних розмірних лініях розмірні числа розташовують у шаховому порядку (рис. 2.18).

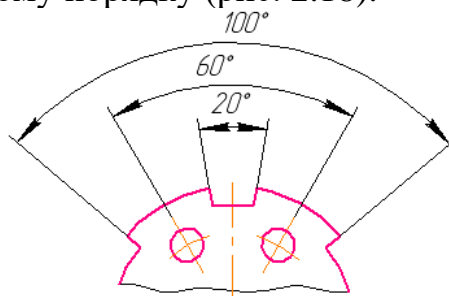
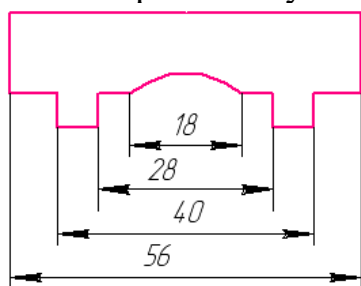


Рис. 2.18. Нанесення розмірних чисел на паралельних розмірних лініях

2.6.4. Радіуси та діаметри.

При нанесенні розміру радіусу перед розмірним числом пишуть велику літеру R , а розмірну лінію проводять із центру дуги. Розмірні лінії

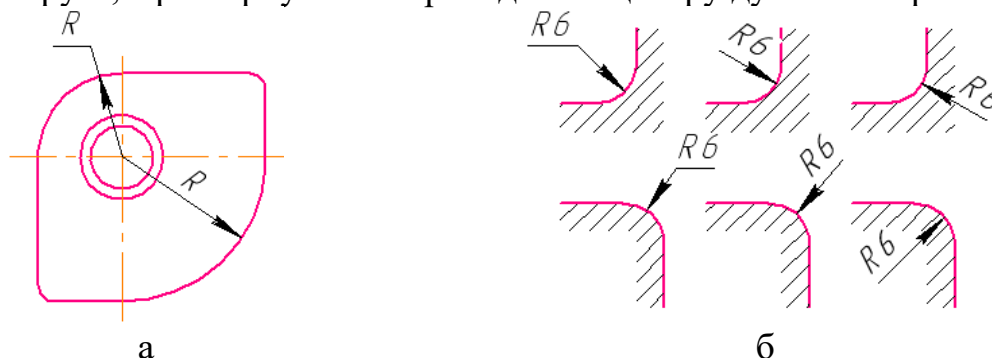


Рис. 2.19. Нанесення розмірів радіусів

двох радіусів, проведених з одного центру, не розташовують на одній прямій (рис. 2.19а).

Нанесення розмірів радіусів зовнішніх та внутрішніх заокруглень показано на рисунку 2.19б.

Перед розмірним числом діаметру наносять знак ϕ , розмірну лінію проводять через центр кола або паралельно будь-якій осі (рис. 2.20а).

При неповному зображенні кола розмірну лінію діаметру обривають за центром (рис. 2.20б).

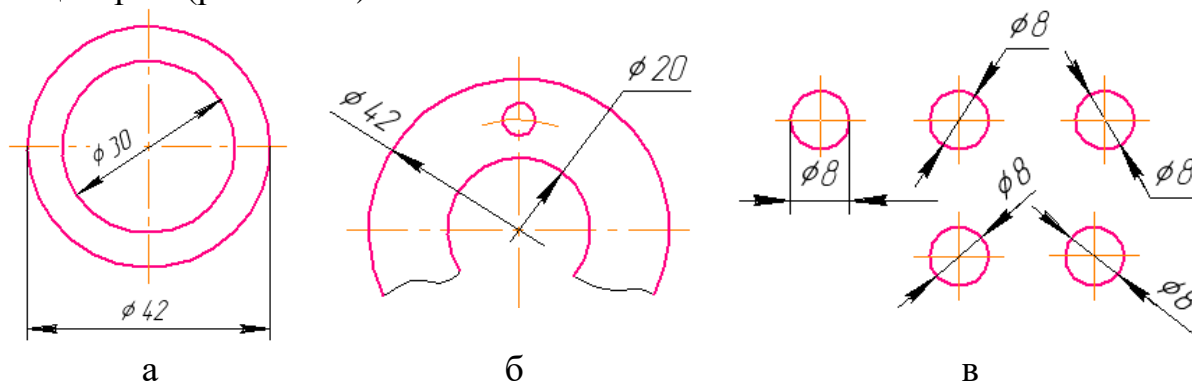


Рис. 2.20. Нанесення розмірів діаметрів

При малих розмірах діаметрів розмірні числа та стрілки на розмірних лініях наносять зовні кола (рис. 2.20в). В таких випадках центрові лінії кола виконують не штрихпунктирною тонкою лінією, а тонкою суцільною.

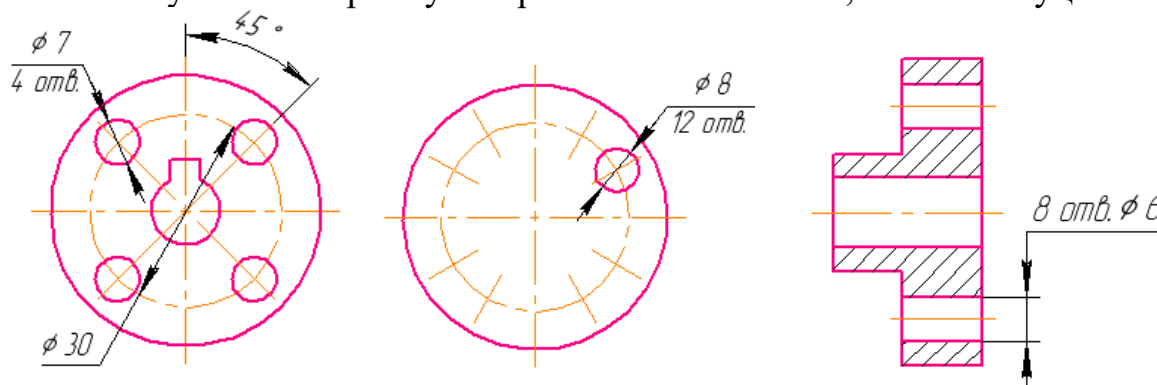


Рис. 2.21. Нанесення розмірів елементів, що повторюються

Якщо виріб має декілька однакових отворів, то на поличці лінії-виноски вказують діаметр одного отвору та їх кількість (рис. 2.21).

2.6.5. Розміри фасок.

Розміри фасок під кутом 45° наносять відповідно рисунку 2.22а.

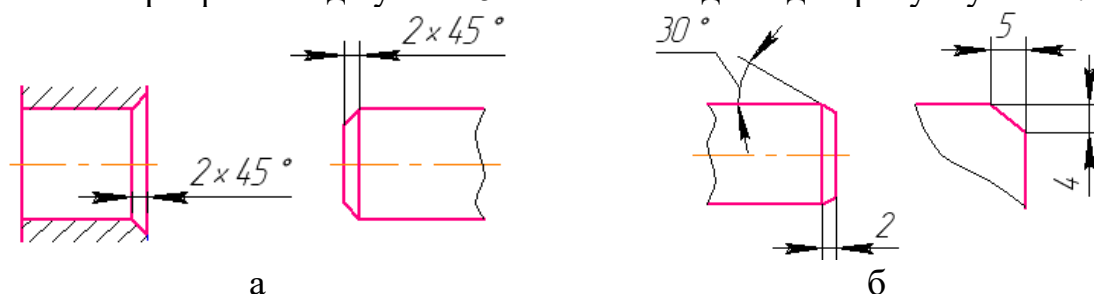


Рис. 2.22. Нанесення розмірів фасок

Розміри фасок під іншими кутами позначають за загальними правилами – лінійними і кутовими розмірами або двома лінійними розмірами (рис. 2.22б).

2.6.6. Похил і конусність.

Похил - це величина, яка характеризує нахил однієї лінії відносно іншої. Похил лінії визначається тангенсом кута її нахилу, тобто відношенням протилежного катету до прилеглого. Розмірне число похилу вказують у відсотках (рис. 2.23а) або у вигляді співвідношення (рис. 2.23б), а перед розмірним числом наносять знак \sphericalangle , вершина якого спрямована в бік похилу.

Конусність поверхні конуса – це відношення діаметру конуса до його висоти або відношення різниці діаметрів зрізаного конуса до його висоти. Розмірне число конусності вказують відношенням, перед яким наносять знак \sphericalangle , вершина якого направлена в бік вершини конуса (рис. 2.23в).

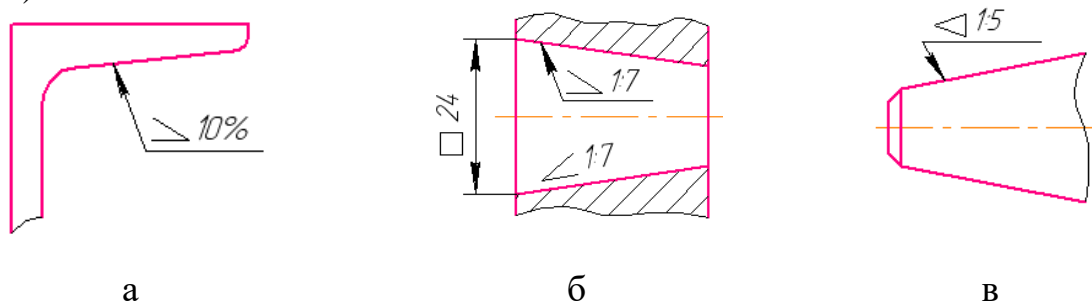


Рис. 2.23. Нанесення знаку і значення похилу та конусності

3. Найпростіші геометро-графічні побудови

3.1. Побудова паралельних і перпендикулярних прямих

3.1.1. Побудова паралельних прямих.

3.1.1.1. Побудова прямої в паралельної до прямої *a* через задану точку *C*, що не лежить на цій прямій.

Перший спосіб. На прямій a від точки A відкладають довільний відрізок AB (рис. 3.1а). Проводять дуги: з точки C радіусом $R=AB$ та з точки B радіусом $R=AC$. Пряма, що проходить через точку C і точку D перетину проведених дуг, буде паралельною до заданої прямої a .

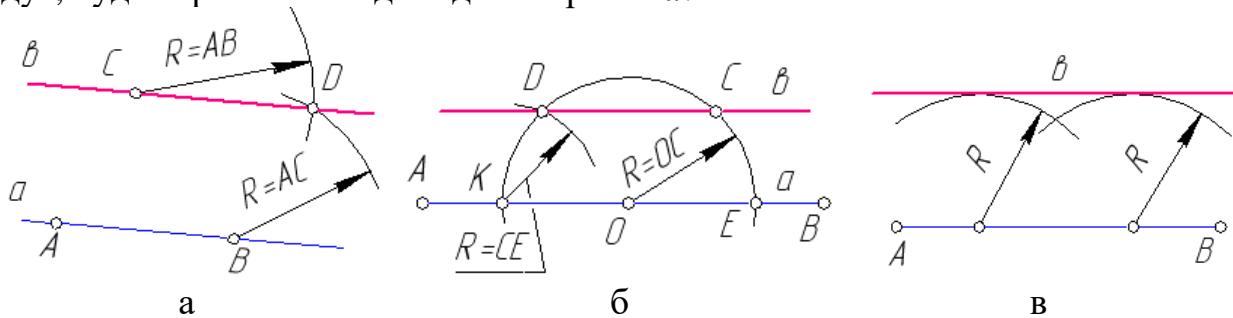


Рис. 3.1. Побудова паралельних прямих

Другий спосіб. На відрізку AB прямої a вибирають довільну точку O (рис. 3.1б). З цієї точки, як із центра, описують дугу радіусом $R=OC$ до перетину з відрізком AB в точках K і E . З точки K дугою радіусом $R=CE$ роблять засічку на першій дузі і одержують точку D . Пряма b , проведена через точки D і C , є шуканою прямою, паралельною до відрізка AB .

3.1.1.2. Побудова паралельної прямої на заданій відстані R .

З двох точок, довільно взятих на заданому відрізку AB , описують дві допоміжні дуги радіусом R , який дорівнює відстані між паралельними прямими (рис. 3.1в). Далі проводять спільну дотичну до дуг b , яка буде паралельною до заданого відрізка AB і віддаленою від нього на відстань R .

3.1.2. Побудова перпендикулярних прямих.

3.1.2.1. Побудова перпендикуляра b до прямої a з точки C , яка лежить поза прямою.

З точки C проводять дугу довільного радіусу до перетину з заданою прямою a в точках 1 і 2 (рис. 3.2а). З отриманих точок описують дуги довільного радіусу до їх перетину в точці 3 . Пряма b проведена через точки C і 3 є шуканим перпендикуляром.

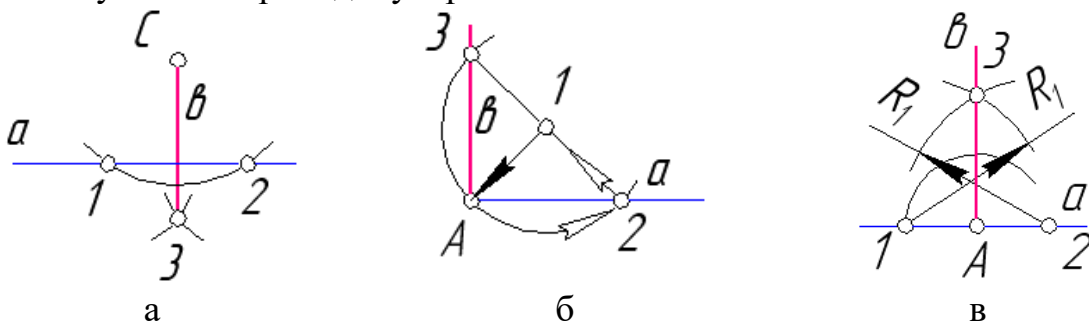


Рис. 3.2. Побудова перпендикулярних прямих

3.1.2.2. Побудова перпендикуляра b до прямої a , що проходить через її кінцеву точку A .

З довільно вибраної точки 1 (рис. 3.2б), що лежить поза прямою a описують дугу кола радіусом $R=1A$, яка перетинає задану пряму a в точці 2 . Проводять діаметр через точки 1 і 2 до перетину з колом в точці 3 .

Пряма $A3$ перпендикулярна до заданої прямої a , оскільки кут $2A3$ – вписаний і опирається на діаметр, а тому дорівнює 90° .

3.1.2.3. Побудова перпендикуляра в до прямої a з точки A , що лежить на прямій a .

З заданої точки A на прямій a описують дугу довільного радіусу R до перетину з заданою прямою в точках 1 і 2 (рис. 3.2в). З одержаних точок описують дуги довільного радіусу R_1 більшого ніж попередній $R_1 > R$. Пряма, що проходить через точку A і точку 3 перетину дуг радіусу R_1 , перпендикулярна до заданої прямої a .

3.2. Поділ відрізка прямої

3.2.1 Поділ відрізка прямої на 2 рівні частини.

Виконують за допомогою циркуля та лінійки. З кінців відрізка точок A і B проводять дуги кіл однакового радіусу, величина якого більше половини довжини відрізка AB (рис. 3.3а). Точки 1 і 2 перетину проведених дуг з'єднують прямою лінією, яка поділяє заданий відрізок AB на 2 рівні частини і перпендикулярна до нього.

Поділити відрізок на 2 рівні частини можливо без використання циркуля. Для цього будують довільний прямокутник, прийняв відрізок AB за одну з його сторін. Через точку перетину діагоналей прямокутника проводять перпендикуляр до відрізка AB . Отримана точка перетину C є серединою відрізка AB (рис. 3.3б). Таким способом можна поділити відрізок на 4, 8, 16 і т.д. рівних частин.

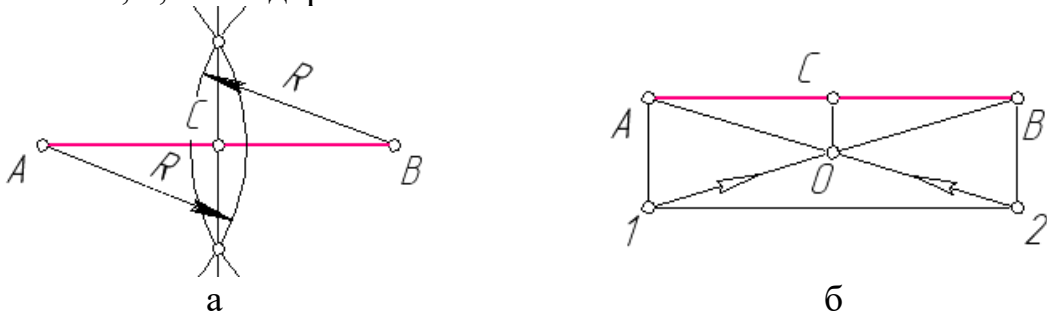


Рис. 3.3. Поділ відрізка прямої на 2 рівні частини

3.2.2. Поділ відрізка прямої на n – рівних частин.

З кінця A відрізка AB під довільним кутом до нього проводять допоміжну пряму a і відкладають на ній однакові відрізки довільного розміру в кількості, що дорівнює числу частин, на які ділять заданий відрізок AB , наприклад сім (рис. 3.4). Кінець останнього на допоміжній прямій відрізка (точку 7) з'єднують прямою лінією b з другим кінцем (точкою B) відрізка AB . Через точки поділу $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ на прямій a проводять ряд ліній, паралельно до побудованої прямої b , до перетину з заданим відрізком прямої AB . Отримані при цьому точки $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 7_1$ поділяють відрізок AB на рівні частини.

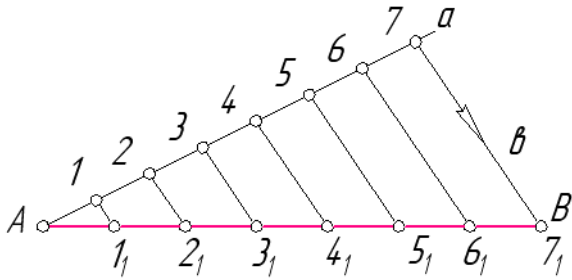


Рис. 3.4. Поділ відрізка прямої на сім рівних частин

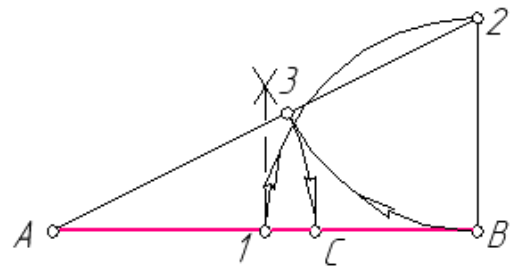


Рис. 3.5. Поділ відрізка прямої в пропорції «золотого перерізу»

3.2.3. Поділ відрізка прямої в пропорції «золотого перерізу».

Заданий відрізок AB поділяють навпіл (точка 1). У точці B проводять перпендикуляр до відрізка AB і відкладають на ньому відрізок $B2=AB/2$. З'єднують кінцеві точки A і 2 прямою і на цій прямій відкладають відрізок 23 , який дорівнює відрізку $B2$, тобто $AB/2$. Потім на відрізку AB відкладають від точки A відрізок $AC=A3$. Точка C поділяє відрізок AB в пропорції $AC:CB=AB:AC=0,618:0,382$ (рис. 3.5).

3.3. Поділ кутів

3.3.1. Побудова бісектриси кута.

З точки A вершини кута описують дугу довільного радіусу до перетину із сторонами a і b кута в точках 1 і 2 (рис. 3.6а). З точок 1 і 2 проводять до взаємного перетину дуги такого ж або більшого радіусів. Через одержану точку 3 перетину дуг і вершину A кута проводять пряму c , яка ділить кут навпіл, тобто є бісектрисою кута.

Другий спосіб побудови бісектриси кута (рис. 3.6б).

З точки A вершини кута описують дві дуги довільного радіусу R та R_1 до перетину із сторонами a і b кута в точках 1 та 2 , 3 та 4 . З'єднують отримані точки прямими 41 та 32 . Через одержану точку 5 перетину проведених прямих і вершину кута точку A проводять пряму c , що є бісектрисою кута.

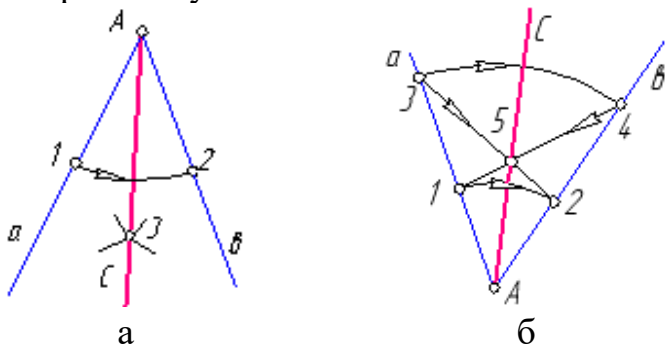


Рис. 3.6. Побудова бісектриси кута

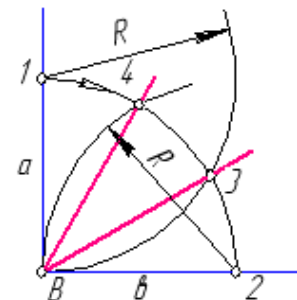


Рис. 3.7. Поділ прямого кута на три рівні частини

3.3.2. Поділ прямого кута на три рівні частини.

З вершини B прямого кута, як із центра, описують дугу довільного радіусу R до перетину зі сторонами кута в точках 1 і 2 (рис. 3.7). З цих

точок радіусом $R=1B=2B$ проводять дуги, які перетинають раніше описану дугу в точках 3 і 4. Прямі $B3$ і $B4$ ділять прямий кут на три рівні частини.

3.4. Визначення центра дуги кола

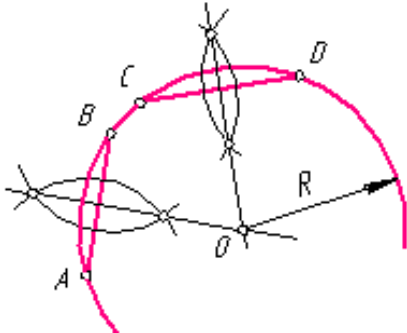


Рис. 3.8. Побудова центра дуги кола

Щоб визначити центр дуги кола, дугу перетинають двома довільними непаралельними хордами AB і CD . Проводять перпендикуляри до кожної хорди через їх середини. Точка перетину перпендикулярів O визначає шуканий центр кола радіуса R (рис. 3.8).

3.5. Побудова плоских багатокутних фігур

3.5.1. Побудова трикутника за трьома відрізками різної довжини.

Задані відрізки довжиною a , b , c (рис. 3.9). За першу сторону AB шуканого трикутника ABC вибирають відрізок довжиною c . З кінців A і B відрізка, як із центрів, описують дві дуги радіусами, які дорівнюють відповідно довжині двох інших відрізків: $R=a$, $R_1=b$. Описані дуги перетинаються в точці C , що є третьою вершиною побудованого трикутника ABC .

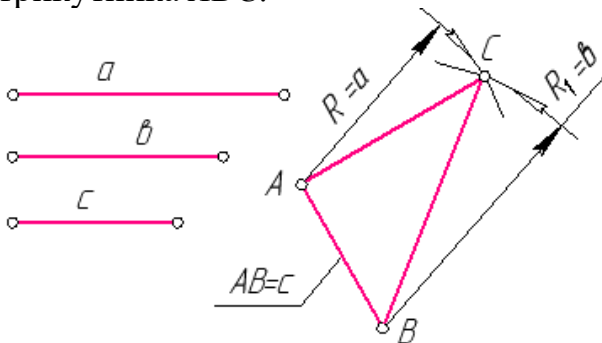


Рис. 3.9. Побудова трикутника за трьома відрізками різної довжини

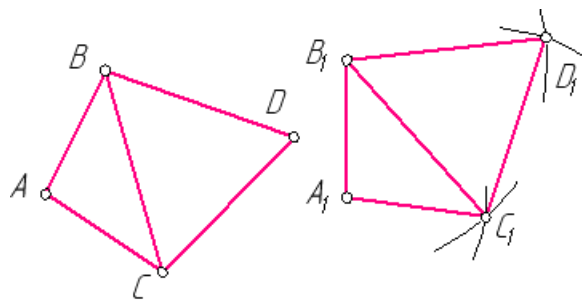


Рис. 3.10. Побудова багатокутника, рівного даному

3.5.2. Побудова багатокутника, рівного даному.

Щоб побудувати багатокутник, рівний даному (рис. 3.10), його розбивають на трикутники за допомогою діагоналей. Далі послідовно один за одним будують трикутники, використовуючи графічний спосіб побудови трикутника за трьома сторонами (див. п.3.5.1.).

3.6. Поділ кола і побудова правильних багатокутників

3.6.1. Поділ кола на 3, 6, 12 рівних частин.

3.6.1.1. Щоб поділити коло на три однакові частини і вписати в нього правильний трикутник, з точки перетину центральної лінії з колом, як із центра, проводять додаткову дугу радіусом, що дорівнює радіусу R кола

(рис. 3.11а). Одержують точки 1 і 2. Точки 1, 2, 3 поділяють коло на три однакові частини. З'єднавши прямими лініями точки 1, 2, 3 отримують правильний трикутник (рис. 3.11б).

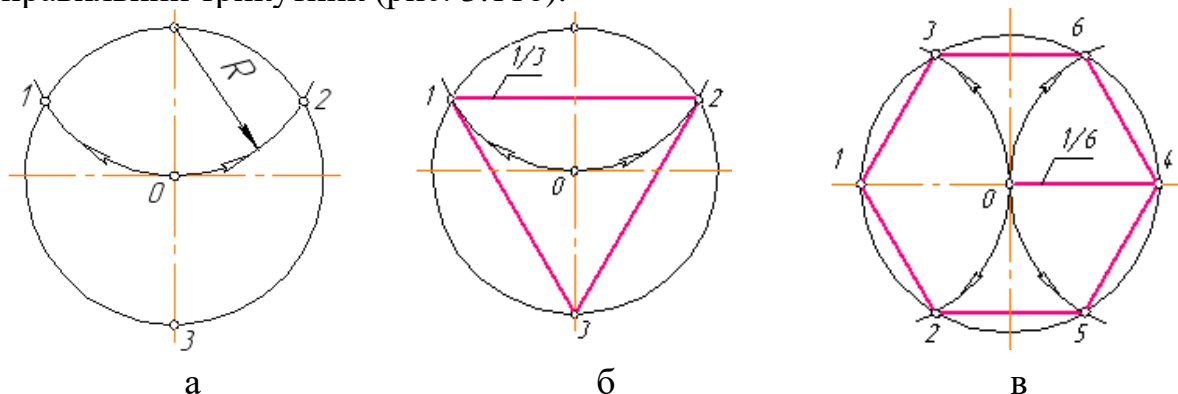


Рис. 3.11. Поділ кола на 3, 6 рівних частин

3.6.1.2. Щоб поділити коло на шість рівних частин, з двох протилежних точок перетину центральної лінії з колом 1 і 4 описують дві дуги радіусом, що дорівнює радіусу R кола. Отримують точки 2, 3, 5, 6. Разом з точками 1 і 4 вони ділять коло на шість рівних частин. З'єднують прямими лініями точки 1...6 і отримують правильний вписаний шестикутник (рис. 3.11в).

3.6.1.3. Поділ кола на дванадцять рівних частин виконують аналогічно. З кінців взаємно перпендикулярних діаметрів кола, як із центрів, проводять дуги тим же радіусом, що й у кола. Одержані точки перетину дуг з колом і будуть вершинами правильного дванадцятикутника.

3.6.2. Поділ кола на 4 і 8 рівних частин.

3.6.2.1. Два взаємно перпендикулярних діаметра перетинають коло в точках 1, 2, 3, 4, які ділять коло на чотири рівні частини. З'єднують прямими лініями точки 1...4 і отримують правильний вписаний чотирикутник (рис. 3.12а).

На рисунку 3.12б показано, як ділять коло на чотири частини за допомогою бісектриси прямого кута. Ділять прямий кут в колі навпіл (див. п.3.3.1.). Пряма $O5$ і $O8$ (бісектриси кута) перетинають коло в точках 6 і 7, 9 і 10, що ділять коло на чотири рівні частини.

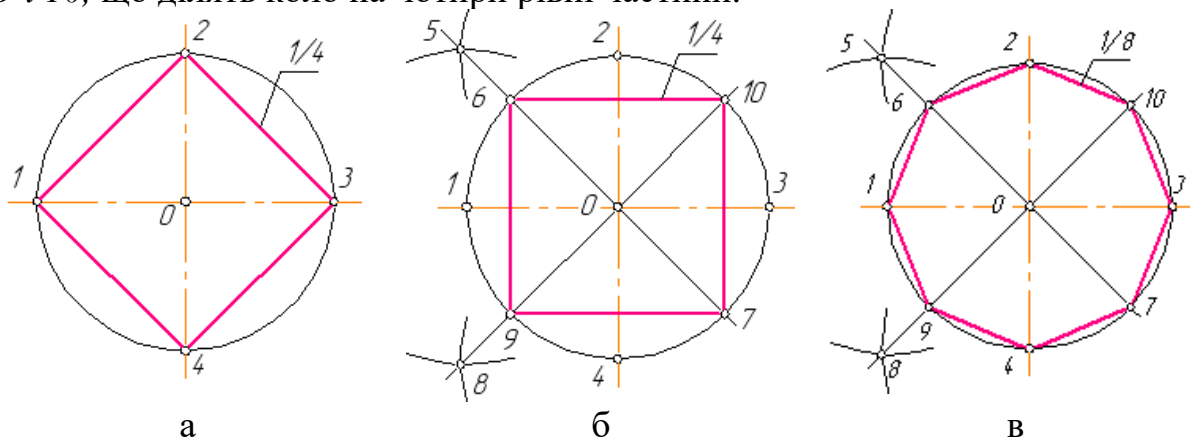


Рис. 3.12. Поділ кола на 4, 8 рівних частин

3.6.2.2. На основі двох наведених способів поділу кола на чотири рівні частини ділять коло на вісім рівних частин і вписують в нього правильний восьмикутник (рис. 3.12в).

3.6.3. Поділ кола на 5 і 10 рівних частин.

З точки перетину центральної лінії з колом, як із центра, проводять додаткову дугу радіусом, що дорівнює радіусу R кола (рис.3.13а). Одержують точки 1 і 2. Хорда 12 ділить радіус кола точкою 3 навпіл. З точки 3, як із центра, описують дугу радіусом 34 до перетину з горизонтальним діаметром кола в точці 5. Відрізок 45 дорівнює стороні правильного п'ятикутника. Відклавши відрізок 45, як хорду, вздовж кола отримують точки 4, 6, 9, 8, 7, які є вершинами правильного вписаного п'ятикутника (рис.3.13б).

Відрізок 27 дорівнює стороні правильного десятикутника (рис. 3.13в).

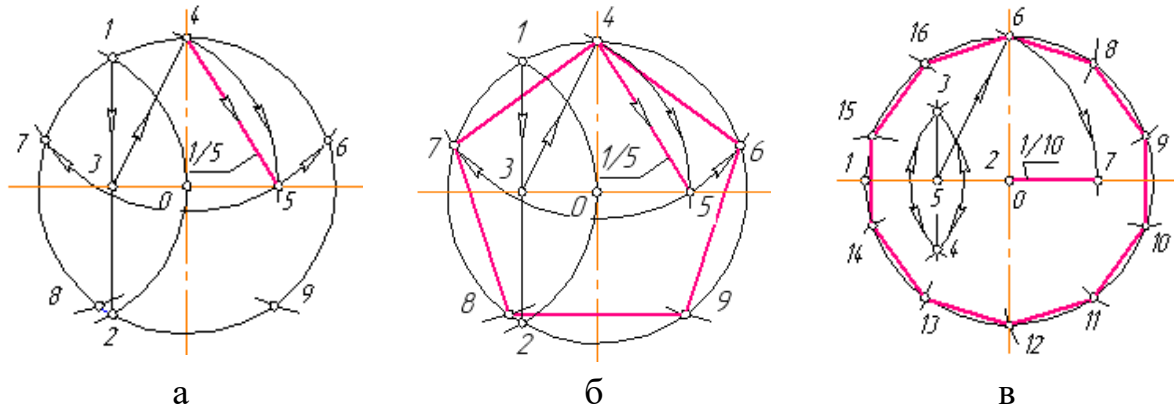


Рис. 3.13. Поділ кола на 5, 10 рівних частин

3.6.4. Поділ кола на 7 рівних частин.

Щоб поділити коло на сім однакових частин з точки перетину

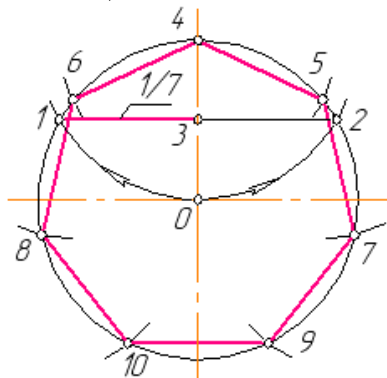
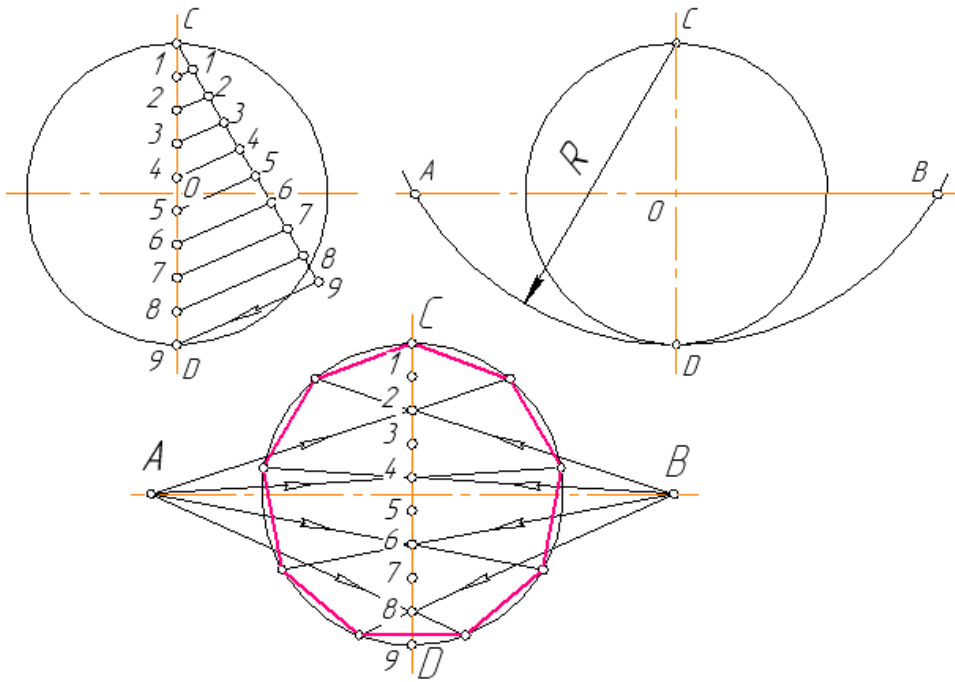


Рис. 3.14. Поділ кола на 7 рівних частин

центральної лінії з колом, як із центра, проводять додаткову дугу радіусом, що дорівнює радіусу R кола. Одержані точки перетину цієї дуги з колом 1 і 2 з'єднують прямою лінією. Половина хорди 12 відрізок 13 дорівнює стороні правильного вписаного семикутника (рис. 3.14).

3.6.5. Поділ кола на n рівних частин.

В заданому колі проводять два взаємно перпендикулярних діаметра і вертикальний діаметр CD ділять на n рівних частин, наприклад на дев'ять (рис. 3.15). З точки C , як із центра, радіусом R , який

Рис. 3.15. Поділ кола на n рівних частин

дорівнює діаметру кола, описують дугу. Місця перетину цієї дуги з горизонтальною віссю позначають точками A і B . З цих точок проводять прямі через парні або непарні поділки вертикального діаметру CD до перетину з колом. Одержані точки поділяють коло на n рівних частин (на дев'ять). З'єднують ці точки і отримують правильний багатокутник.

3.7. Побудова похилу і конусності

3.7.1. Побудова похилу.

Для побудови заданого похилу, наприклад 1:5, на горизонтальній прямій a від точки C відкладають п'ять однакових відрізків довільної довжини (рис. 3.16а). На перпендикулярі, проведеному з точки 5 до прямої a , відкладають один відрізок того ж розміру, отримують точку D . З'єднавши точки C і D , одержують лінію v , побудовану з похилом 1:5 (рис. 3.16б).

На рисунку 3.16в зображена пряма AC , яка нахилена з похилом 25% до горизонтальної лінії, тобто відношення вертикального катета до горизонтального дорівнює 25%, або 1:4, оскільки $25\% = 25/100 = 1/4$.

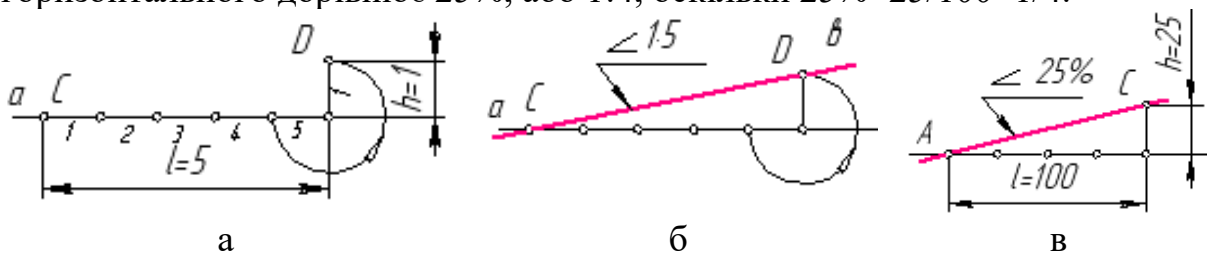


Рис. 3.16. Побудова похилу

3.7.2. Побудова конусності.

На рисунку 3.17 приведено побудову кресленика заготовки пробки з конусністю 1:5, діаметром $\Phi 30$ більшої основи і відстанню між основами 50 мм. Спочатку будують елементи без конусності (рис. 3.17а). Знаючи, що

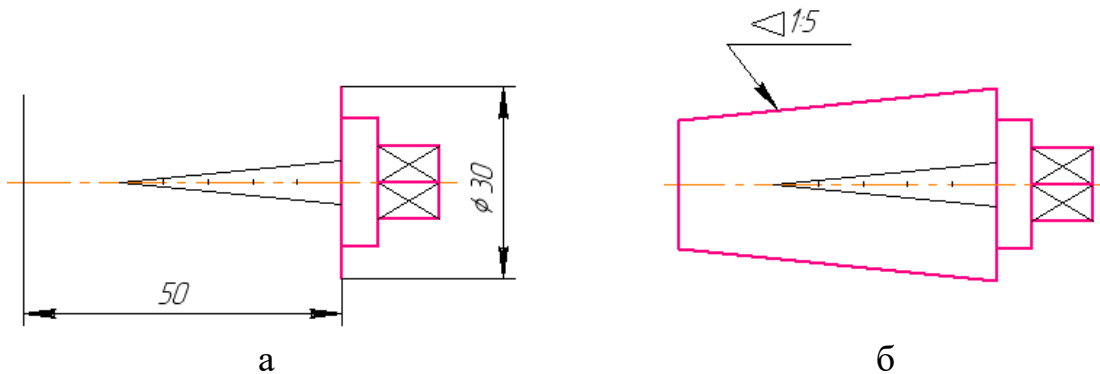


Рис. 3.17. Приклад побудови конусності заготовки пробки конусність для повного конуса - це відношення діаметра основи до висоти, від осі конуса в обидві сторони вздовж діаметра $\Phi 30$ симетрично щодо осі відкладають відрізок довільної довжини, який буде основою допоміжного конуса. На осі конуса від основи допоміжного конуса відкладають п'ять таких відрізків. З'єднавши отриману точку з кінцями основи допоміжного конуса, отримують конус з конусністю 1:5 (рис. 3.17б). Через кінці діаметра $\Phi 30$ проводять прямі паралельно твірним допоміжного конуса, до перетину з вертикальною прямою, що обмежує довжину пробки. Отримують меншу основу зрізаного конуса, розмір якої не заданий.

4. Спряження

Плавний перехід однієї лінії в другу, що виконується за допомогою проміжної лінії, називається їх *спряженням*. Для побудови спряження необхідно знати: радіус спряження R (як правило, він заданий на кресленіку), центр спряження O та точки спряження A і B .

4.1. Побудова дотичних до кіл

4.1.1. Побудова дотичної до кола.

4.1.1.1. Побудова дотичної до кола a у заданій на ньому точці A .

Шукана дотична t є перпендикуляром до радіусу OA заданого кола в точці дотику A (рис. 4.1а).

4.1.1.2. Побудова дотичної до кола a з точки A , яка лежить поза колом.

Задану точку A з'єднують прямою лінією з центром заданого кола O (рис. 4.1б). На відрізку OA , як на діаметрі, описують додаткове коло радіусом $R = O_1A = O_1O$. Точки B і C перетину кіл є точками дотику, в яких дотичні прямі AB і AC перпендикулярні до радіусів OB і OC заданого кола.

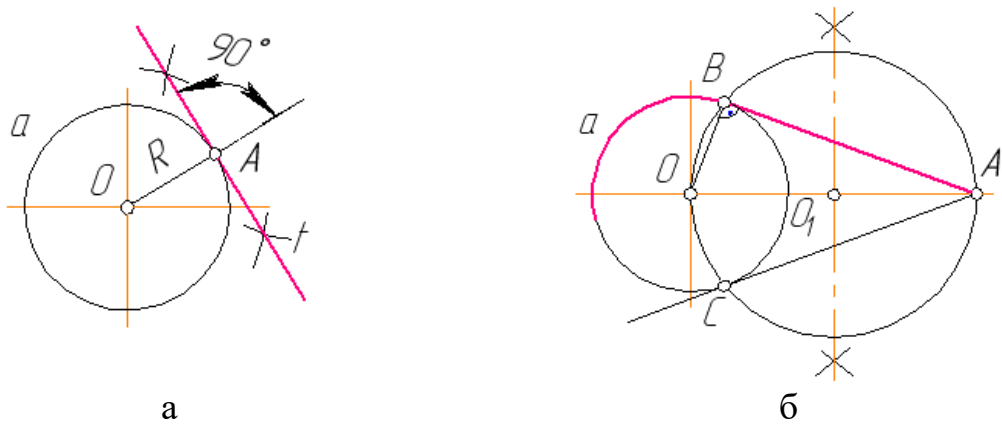


Рис. 4.1. Побудова дотичної до кола

4.1.2. Побудова дотичних до двох кіл.

4.1.2.1. Побудова зовнішніх дотичних до двох кіл радіусів R_1 та R_2 .

З'єднують центри O_1 та O_2 заданих кіл (рис. 4.2а). На лінії центрів O_1O_2 , як на діаметрі, будують допоміжне коло радіусом $R=OO_1=OO_2$. З центру кола більшого радіусу R_2 описують друге допоміжне коло радіусом (R_2-R_1) і визначають точки A і B перетину допоміжних кіл. Прямі O_2A і O_2B продовжують до перетину з колом більшого радіусу R_2 в точках дотику C і D . Точки дотику E і F на колі меншого радіусу R_1 отримують за умовою паралельності радіусів $O_1E \parallel O_2C$, $O_1F \parallel O_2D$. З'єднавши точки дотику, отримують шукані дотичні прямі EC та FD до двох кіл.

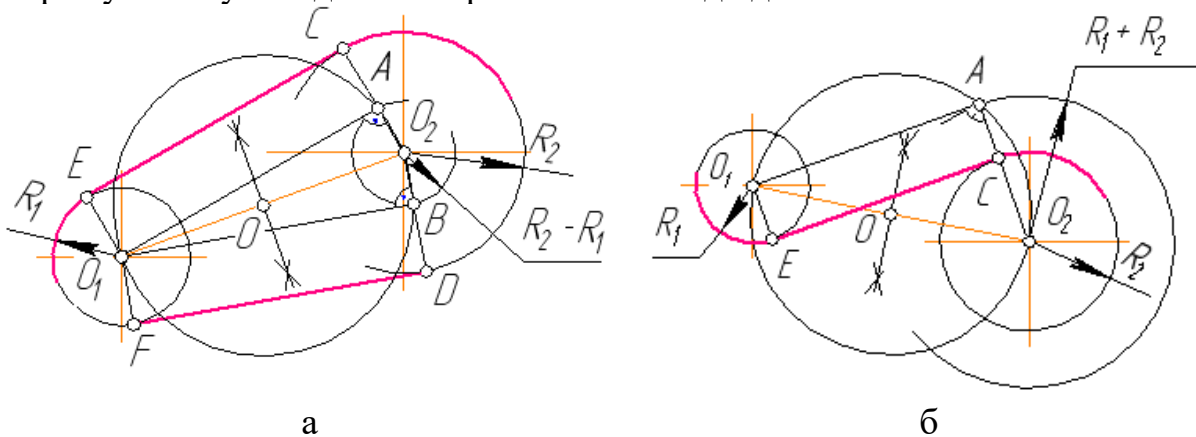


Рис. 4.2. Побудова дотичних до двох кіл:

а – зовнішні дотичні, б – внутрішня дотична

4.1.2.2. Побудова внутрішніх дотичних до двох кіл радіусів R_1 та R_2 .

Послідовність побудови аналогічна попередній, тільки з різницею, що друге допоміжне коло проводять радіусом (R_2+R_1) (рис. 4.2б).

4.2. Спряження двох прямих

4.2.1. Спряження сторін гострого кута.

Щоб побудувати спряження двох прямих a і b (рис. 4.3а), що перетинаються під гострим кутом, дугою заданого радіуса, спочатку визначають центр спряження O . Для цього на відстані R проводять прямі,

паралельні сторонам кута, до перетину в точці O . З центра O проводять перпендикуляри на сторони кута й одержують точки спряження A і B .

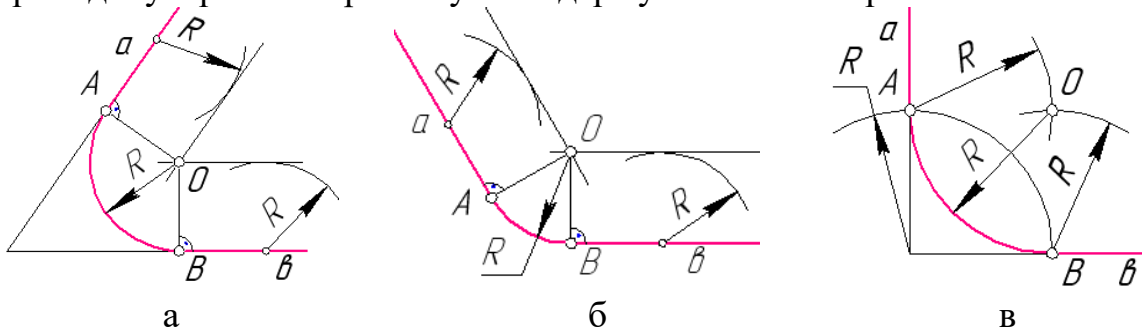


Рис. 4.3. Спряження сторін кутів

4.2.2. Спряження сторін тупого кута.

Як і в попередньому випадку, для визначення центра спряження проводять на відстані R прямі, паралельні сторонам кута, до перетину в точці O (рис. 4.3б). Одержують точки спряження A і B аналогічно п 4.2.1. З центра спряження O описують дугу радіусом R , яка й буде дугою спряження.

4.2.3. Спряження сторін прямого кута.

Щоб побудувати спряження двох взаємно перпендикулярних прямих a і b дугою кола заданого радіуса R , описують з вершини кута дугу радіусом R до перетину з цими прямими в точках A і B (рис. 4.3в). З цих точок перетину, як із центрів, тим самим радіусом проводять дуги до взаємного перетину в точці O . З точки O радіусом R проводять дугу спряження. Точки A і B будуть точками спряження.

4.3. Спряження прямої з колом

Розрізняють зовнішнє та внутрішнє спряження прямої лінії з дугою кола.

4.3.1. Внутрішнє спряження прямої лінії з дугою кола радіуса R_1 , якщо задано радіус дуги спряження R .

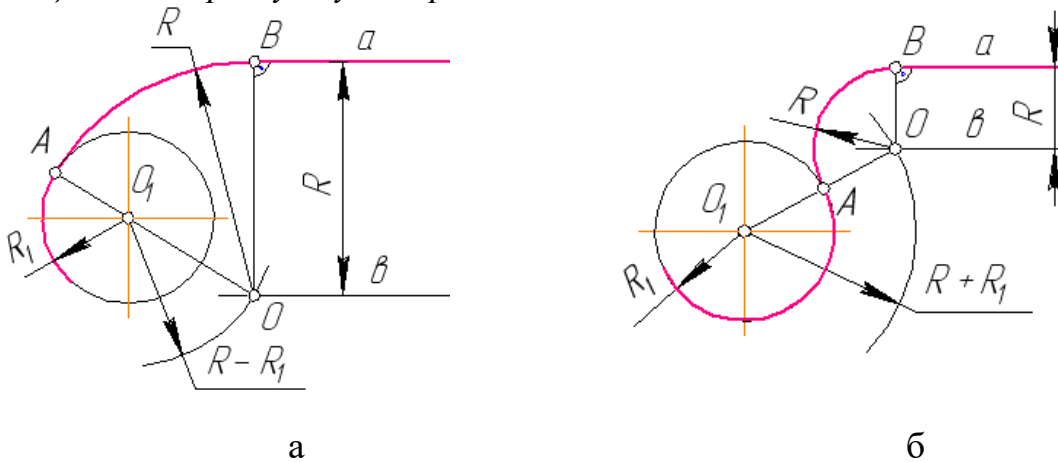


Рис. 4.4. Спряження прямої лінії з дугою кола:
а – внутрішнє спряження, б – зовнішнє спряження

На рисунку 4.4а показано побудову внутрішнього спряження прямої лінії a з дугою кола радіуса R_1 . Для визначення центру спряження спочатку на відстані радіусу R проводять пряму b паралельно до заданої прямої a . Потім з центра кола O_1 проводять дугу радіусом $R-R_1$ до перетину з прямою b . Одержану точку O - центр спряження з'єднують з центром заданого кола O_1 і в перетині з колом одержують точку спряження A . Точку спряження B на прямій a визначають як основу перпендикуляру, який проводять з центру спряження O на пряму a .

4.3.2. Зовнішнє спряження прямої лінії з дугою кола радіуса R_1 , якщо задано радіус дуги спряження R .

Для побудови зовнішнього спряження (рис. 4.4б) діють за тією ж послідовністю, тільки центр спряження O знаходять в точці перетину прямої b і дуги радіусом $R+R_1$.

4.4. Спряження двох кіл

Розрізняють внутрішнє, зовнішнє та змішане спряження двох кіл між собою.

4.4.1. Зовнішнє спряження двох кіл радіусів R_1 і R_2 дугою заданого радіуса R .

З центра O_1 радіусом $R+R_1$, а з центра O_2 радіусом $R+R_2$ проводять дуги до перетину в точці O (рис. 4.5а). Точки спряження A і B лежать на лініях, що з'єднують точку O з центрами дуг O_1 та O_2 . З точки O , як із центра, проводять дугу спряження радіусом R .

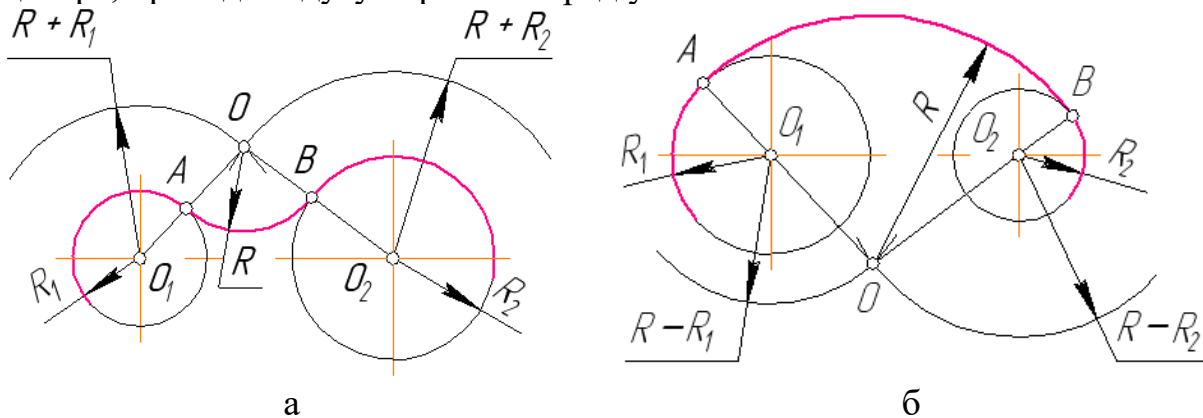


Рис. 4.5. Спряження двох кіл :

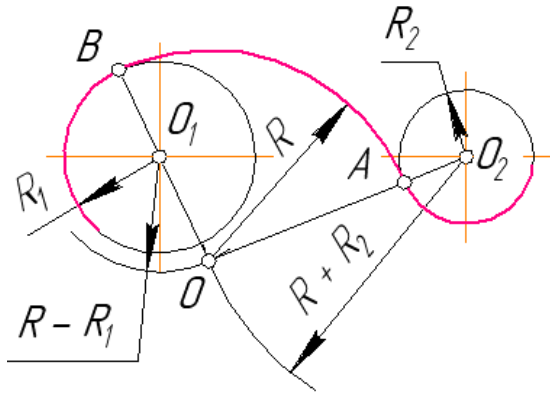
а - зовнішнє спряження, б - внутрішнє спряження

4.4.2. Внутрішнє спряження двох кіл радіусів R_1 і R_2 дугою заданого радіуса R .

Для внутрішнього спряження двох кіл (рис. 4.5б) центр O спряження визначають як точку перетину допоміжних дуг, проведених відповідно з центрів O_1 і O_2 заданих кіл радіусами $R-R_1$ та $R-R_2$. Точки A і B спряження визначають як точки перетину дуг кіл з прямими лініями OO_1 та OO_2 , що з'єднують центр спряження з центрами заданих кіл.

4.4.3. Змішане спряження двох кіл радіусів R_1 і R_2 дугою заданого радіуса R .

З центра O_1 радіусом $R-R_1$, а з центра O_2 радіусом $R+R_2$ проводять дуги до перетину в точці O (рис. 4.6). Точки спряження A і B лежать на



лініях, що з'єднують точку O з центрами кіл O_1 та O_2 . З точки O , як із центра спряження, проводять дугу спряження радіусом R . Дуга спряження має з дугою кола радіуса R_1 внутрішнє спряження, а з дугою кола радіуса R_2 – зовнішнє.

Рис. 4.6. Змішане спряження двох кіл

5. Побудова циркульних і лекальних кривих

Криві лінії, які створені спряженням дуг кіл, звуться *циркульними* (коробовими) кривими.

До циркульних кривих відносяться овали, овоїди, завитки тощо.

Овал – замкнена крива лінія, яка має дві осі симетрії. Будувати овал можна за однією великою віссю, або за двома осями – великою і малою.

Овал, що має одну вісь симетрії, називається *овоїдом*.

5.1. Побудова овалів

5.1.1. Побудова овалу за заданою великою віссю AB .

Довжину великої осі овалу, відрізок AB , ділять на чотири однакових частини (рис. 5.1а). Точки O_1 і O_2 приймають за центри спряження. З середини O відрізка AB проводять дугу радіусу OA до перетину з напрямом малої осі в точках O_3 і O_4 , які створюють другу пару центрів спряження. З центрів O_1 та O_2 проводять дуги радіусом $R_1 = O_1A = O_2B$ до

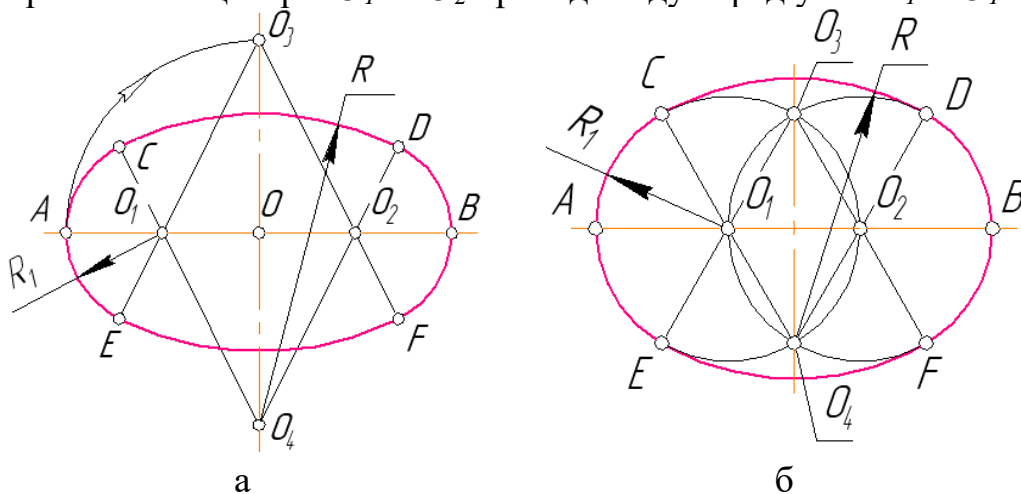


Рис. 5.1. Побудова овалу за заданою великою віссю AB

перетину в точках C, E, D, F з прямими, проведеними через точки O_4 і O_1, O_3 і O_1, O_4 і O_2, O_3 і O_2 . Точки C, E, D, F є точками спряження. Дуги з центрів O_3 і O_4 описують радіусом $R = O_4D = O_4C = O_3E = O_3F$.

За іншим способом побудови овалу (рис. 5.1б) ділять велику вісь AB на три однакові частини. З центрів O_1 і O_2 описують два кола радіусом $R_1 = O_1A = O_2B$, в перетині яких одержують точки O_3 і O_4 . Точки спряження C, E, D, F знаходять, провівши прямі через центри спряження до перетину з описаними колами. З центрів O_3 і O_4 дугами радіусом $R = O_3F = O_4D$ замикають криву.

5.1.2. Побудова овалу за двома заданими осями AB і CD .

На гіпотенузі AC трикутника AOC (рис. 5.2) від точки C відкладають різницю CA_2 довжин півосей AO і OC . Для цього з центра O радіусом OA проводять дугу до перетину з малою віссю й одержують точку A_1 . З точки C , як із центра, радіусом CA_1 проводять дугу до перетину з гіпотенузою AC у точці A_2 . До відрізка AA_2 проводять медіатрису (серединний перпендикуляр), яка перетинає велику AO і малу OD півосі у точках O_1 і O_4 . Центри O_2 і O_3 лежать симетрично на лініях великої і малої осей відносно центра овалу O . Подальша побудова точок спряження і радіусів сполучення зрозуміло з кресленика.

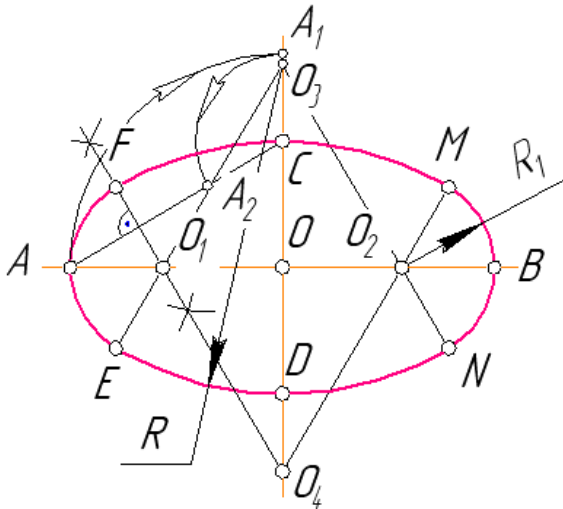


Рис. 5.2. Побудова овалу за двома заданими осями AB і CD

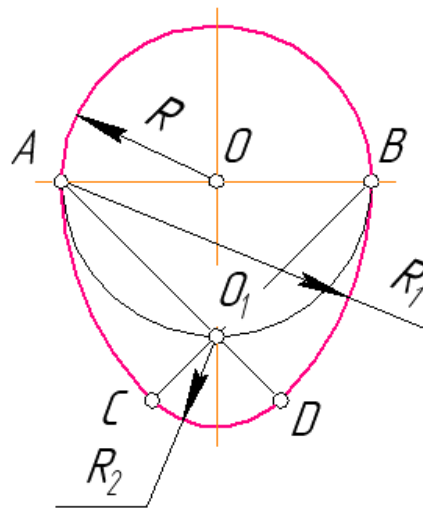


Рис. 5.3. Побудова овоїду за заданим радіусом R

5.1.3. Побудова овоїду за заданим радіусом R .

З центра O описують коло радіусом R (рис. 5.3). Одержують точки A і B , які належать овоїду. Будують медіатрису до відрізка AB і одержують центр спряження O_1 у точці перетину кола з медіатрисою. Точки A і B з'єднують з центром O_1 . З точки A радіусом $R_1 = AB$ проводять дугу до перетину з лінією AO_1 , а з точки B – дугу до перетину з лінією BO_1 . Точки A, B, C, D є точками спряження. Радіусом R_2 з точки O_1 описують дугу CD . В результаті одержують шуканий овоїд.

5.2. Побудова лекальних кривих

Лекальними називаються криві, які креслять за допомогою лекал за попередньо знайденими окремими точками.

До лекальних належать лінії другого порядку – еліпс, парабола, гіпербола, а також інші закономірні і довільні лінії.

5.2.1. Побудова еліпса за двома його осями

Еліпс, який задається великою та малою осями, є геометричним місцем вершин прямих кутів прямокутних трикутників, гіпотенузи яких по довжині дорівнюють різниці радіусів двох концентричних кіл, побудованих на цих осях як на діаметрах, а катети відповідно паралельні цим осям.

Задано осі еліпса – велику AB і малу CD . З центра еліпса (рис. 5.4) описують два кола, діаметри яких дорівнюють великій і малій осям еліпса. Коло більшого діаметру ділять на однакову кількість рівних частин, наприклад на дванадцять. З'єднують точки поділу з центром O , розділивши таким чином коло меншого діаметру на таку ж кількість частин.

З точок поділу кола більшого діаметру (за винятком точок 3, 6, 9, 12) проводять прямі, паралельні малій осі еліпса CD , а з точок поділу кола меншого діаметру (за винятком точок C і D) – паралельні великій осі AB . Перетин відповідних пар цих прямих визначає ряд точок, з'єднавши які плавною кривою, одержують шуканий еліпс.

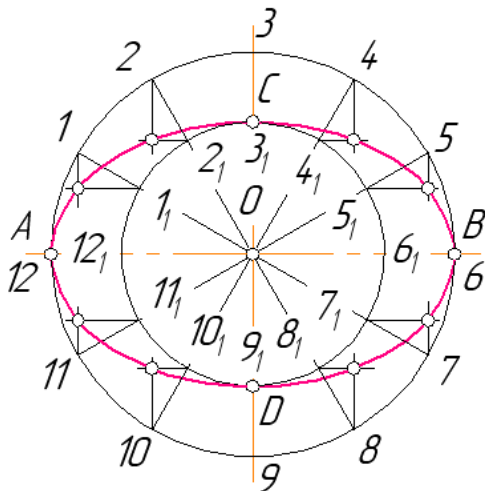


Рис. 5.4. Побудова еліпсу

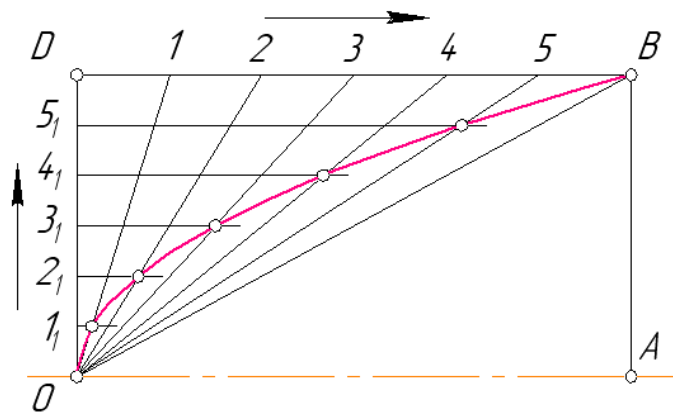


Рис. 5.5. Побудова параболи

5.2.2. Побудова параболи за вершиною O , віссю OA і довільною точкою B , що лежить на обрисі параболи.

Будують прямокутник $ODBA$, вершинами якого є задані точки O і B (рис. 5.5). Відрізки OD і DB ділять на однакову кількість рівних частин, наприклад на шість. Точки поділу нумерують у напрямках, показаних стрілками. Вершину O сполучають з точками 1, 2, 3, 4, 5, а через точки 1_1 , 2_1 , 3_1 , 4_1 , 5_1 проводять прямі, паралельні осі симетрії OA . Перетин однойменних прямих дає точки, які належать параболі.

5.2.3. Побудова гіперболи за заданою вершиною A і точкою P , що лежить на обрисі гіперболи.

З точки P (рис. 5.6) проводять перпендикуляр до дійсної осі гіперболи AB і будують прямокутник $ABPN$. Сторони прямокутника PN і PB ділять на однакову кількість рівних частин, наприклад на чотири. Відкладають відрізок $OA=AB$. Проводять два пучка променів: з точки A до точок поділу $1, 2, 3$ і з точки O до точок поділу $1_1, 2_1, 3_1$. На взаємних перетинах цих променів отримують шукані точки A_1, A_2, A_3 та з'єднують їх за допомогою лекала.

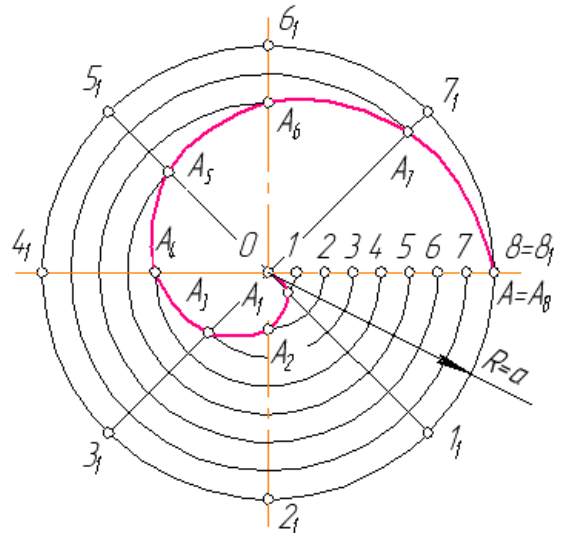
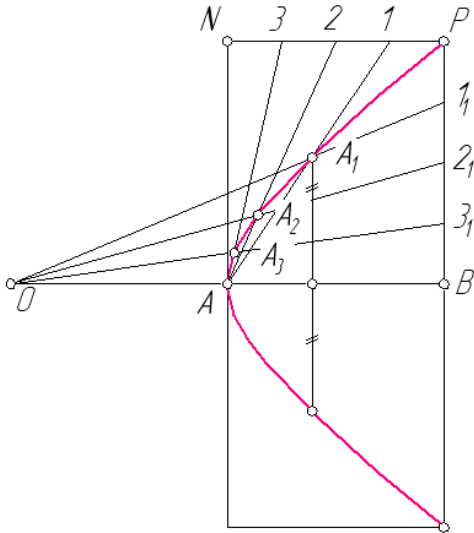


Рис. 5.6. Побудова гіперболи

Рис. 5.7. Побудова спіралі Архімеда

5.2.4. Побудова спіралі Архімеда за заданим центром O і кроком спіралі a .

З центра O (рис. 5.7) описують коло радіусом $R=a$. Відрізок OA та коло ділять на однакову кількість рівних частин, наприклад на вісім. Точки шуканої спіралі Архімеда дістають в перетинах концентричних кіл, проведених із центра O радіусами $OI, OI_2, OI_3, OI_4, \dots$ з променями OI_1, OI_2, OI_3, \dots , проведеними через відповідні точки поділу кола. Одержані точки спіралі A_1, A_2, A_3, \dots сполучають під лекало.

5.2.5. Побудова синусоїди.

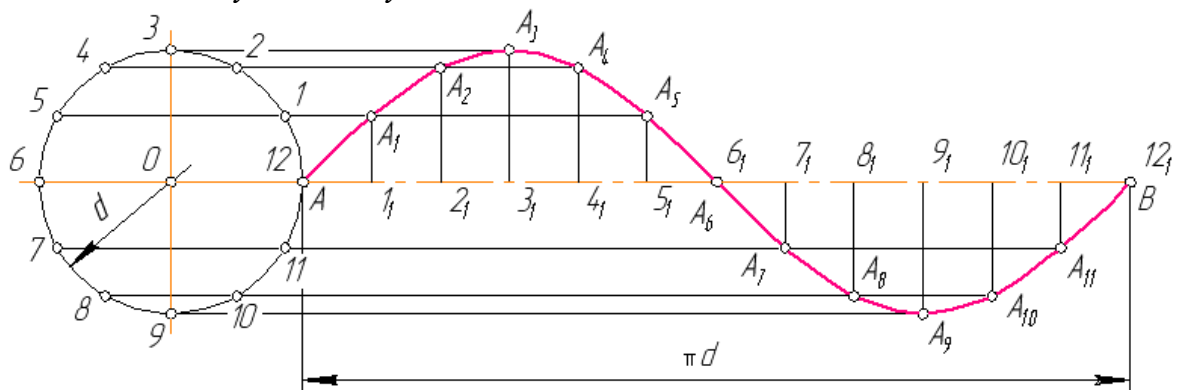


Рис. 5.8. Побудова синусоїди

Коло діаметром d та відрізок AB , довжина якого дорівнює довжині кола πd , ділять на однакову кількість рівних частин, у даному разі – на дванадцять (рис. 5.8). Після цього через точки поділу кола проводять прямі, паралельні відрізку AB , до перетину їх з відповідними прямими, проведеними з точок $I_1 \dots I_{11}$ перпендикулярно відрізку AB . Одержані точки синусоїди $A_1 \dots A_{11}$ сполучають під лекало.

5.2.6. Побудова циклоїди за заданим діаметром твірного кола.

На горизонтальній прямій OO_8 (рис. 5.9), яка проходить через центр O твірного кола, відкладають його довжину, розраховану за формулою $L = \pi d$, де d – діаметр кола. Цей відрізок і твірне коло ділять на однакову кількість рівних частин, наприклад на вісім. Із точок $1, 2, 3, \dots$ поділу кола проводять горизонтальні прямі. З точок O_1, O_2, O_3, \dots , як із центрів,

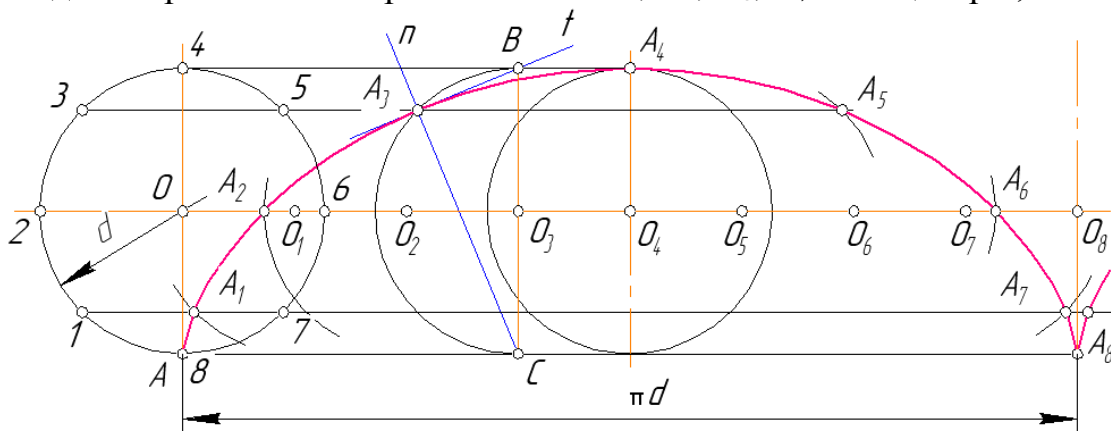


Рис. 5.9. Побудова циклоїди

проводять дуги радіусом $d/2$ до перетину з відповідною горизонтальною лінією і дістають точки A_1, A_2, A_3, \dots , що належать циклоїді. Ці точки спочатку сполучають від руки на око плавною лінією, а потім за допомогою лекала.

Нормаль і дотичну до циклоїди в точці A_3 будують так. Визначають положення твірного кола, за яким точка A прийде в точку A_3 . Через центр кола O_3 проводять вертикальний діаметр BC . Пряма CA_3 буде нормаллю n , а BA_3 – дотичною t до циклоїди в точці A_3 .

Список рекомендованої літератури

1. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 3321:2003 – [Чинний від 2004-10-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 55 с.
2. ДСТУ ISO 5455:2005 Кресленики технічні. Масштаби (ISO 5455:1979, IDT) [Чинний від 2006-07-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 7 с.
3. ДСТУ ISO 5457:2006. Документація технічна на виробі. Кресленики. Розміри та формати (ISO 5457:1999, IDT) [Чинний від 2008-01-01] – 12 с.

4. ДСТУ ГОСТ 2.307:2013 Єдина система конструкторської документації. Нанесення розмірів і граничних відхилів (ГОСТ 2.307-2011, IDT) [Чинний від 2014-01-01] – 42 с.

5. ДСТУ ISO 3098-0:2006 Документація технічна на виробі. Шрифти. Частина 0. Загальні вимоги (ISO 3098-0:1997, IDT) [Чинний від 2008-01-01].

6. ДСТУ ISO 3098-6:2007 Документація технічна на виробі. Шрифти. Частина 6. Кирилична абетка (ISO 3098-6:2000, IDT) [Чинний від 2009-07-01] – 10 с.

7. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ГОСТ 2.104:2006, IDT) [Чинний від 2007-07-01] – 23 с.

8. Ванін В.В. Оформлення конструкторської документації / Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. – К.: Каравела, 2008. – 160 с.

9. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка: Підручник. / За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2008.–272 с.

10. Інженерна та комп'ютерна графіка. За ред. проф. Б.Д. Коваленка/Б.Д. Коваленко, Р.А. Ткачук, В.Г. Серпученко. Навч. посіб. – К.:Каравела, 2008. - 512 с.

11. Інженерна графіка: Довідник/ В.М. Богданов, А.П. Верхола, Б.Д. Коваленко та ін.; За ред. А.П. Верхоли. - К.: Техніка, 2001. - 268с.: іл.

12. Архитектурное черчение. Справочник /Д.И. Ткач, Н.Л. Русскевич, П.Р. Ниринберг, М.Н. Ткач. К.: Будівельник, 1991. - 272с.

13. Учебно-методичний посібник до виконання графічних завдань за темою «Геометричне креслення» учбової дисципліни «Інженерна графіка» студентами спеціальності 6.020200 «Дизайн» по напрямку 0202 «Мистецтво». / Укл.: Ткач Д.І. - Дніпропетровськ: ДФ ВМУРоЛ «Україна», 2002. – 60 с.