

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Карпюк Л. В., Лорія М. Г.

**КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА
В ПРОЄКЦІЙНОМУ КРЕСЛЕННІ**

Навчальний посібник

Київ 2024

УДК 004.92[621:744]

К 21

*Рекомендовано до друку
вченою радою Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
(протокол № 3 від 29.11.2024 року)*

Рецензенти:

С.В. Павлов – д.т.н. проф., проректор з наукової роботи Вінницького національного технічного університету

С.В. Бойченко – завідувач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор **Карпюк Л. В.**

Карпюк Л. В.

К 21 **Комп'ютерна графіка в проєкційному кресленні:** навч. посібник / Л. В. Карпюк, М. Г. Лорія. – Київ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2024. – 228 с., 216 іл., 4 табл., 24 посил.

ISBN 978-617-11-0257-6

У даному навчальному посібнику наведено теоретичні основи побудови креслеників геометричних фігур (елементи нарисної геометрії), а також практичні прийоми виконання та оформлення креслеників виробів відповідно до вимог ЄСКД. Матеріал посібника викладений в розширеному обсязі й охоплює інформацію по утворенню проєкцій, виконанню проєкцій точок, прямих, площин, поверхонь та їх взаємного розташування, – як елементів-визначників технічного виробу. Посібник містить графічні завдання з основних тем курсу інженерної графіки - проєкційного креслення. Завдання щодо креслення дозволяють вивчити основні відомості із загальних правил виконання та оформлення креслеників, передбачених стандартами. У розділі, присвяченому комп'ютерній графіці, детально розглянуто принципи виконання та редагування креслеників у системі AutoCAD. Надано необхідні рекомендації з організації самостійної роботи студентів при підготовці до практичного заняття та графічні практикуми з кожної теми. У посібнику висвітлено найважливіші питання використання графічного редактора популярної системи AutoCAD для поглибленого вивчення плоского креслення. Наводяться покрокові вправи, об'єднані в практичні завдання. Викладено вимоги до оформлення креслеників і наведені приклади для виконання робіт.

Посібник рекомендується в якості доповнення до існуючих підручників для студентів технічних спеціальностей при вивченні дисциплін: «Інженерна графіка», «Комп'ютерна та інженерна графіка».

УДК 004.92[621:744]

ISBN 978-617-11-0257-6

© Карпюк Л.В., Лорія М. Г., 2024

© Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2024

З М І С Т

ВСТУП.....	5
ПРИЙНЯТІ ПОЗНАЧЕННЯ	6
Розділ 1. ОРТОГОНАЛЬНЕ (ПРЯМОКУТНЕ) ПРОЄКЦІЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР	7
1.1. Властивості ортогонального проєкціювання.....	7
1.2. Комплексні кресленики геометричних фігур.....	9
1.2.1. Точка. Проєкції точки на дві та три площини проєкцій.....	9
1.2.2. Лінії.....	11
1.2.2.1. Пряма лінія. Приналежність точки прямій лінії. Прямі особливого положення	11
1.2.2.2. Крива лінія	15
1.2.3. Поверхні.....	16
1.2.3.1. Площина. Завдання на кресленику. Приналежність точки та прямої лінії площині	16
1.2.3.2. Гранні поверхні. Багатогранники.....	20
1.2.3.3. Поверхні обертання.....	22
1.3. Побудова зображень предмета як поєднання простих геометричних фігур. Види. Вибір головного виду.....	28
Розділ 2. ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР. ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ СПІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ПОЗИЦІЙНІ ЗАДАЧІ)30	
2.1. Взаємне положення прямих	30
2.2. Визначення спільних елементів геометричних фігур за умов приналежності.....	32
2.3. Перетин поверхонь з проєкціуючою площиною, і з прямою лінією	33
2.3.1. Перетин багатогранника з проєкціуючою площиною.....	33
2.3.2. Перетин поверхні обертання з проєкціуючою площиною.....	35
2.3.3. Перетин поверхонь із прямою лінією	39
2.3.4. Перетини та перерізи.....	42
2.4. Побудова лінії перетину поверхонь	43
2.4.1. Спосіб допоміжних площин	44
2.4.2. Побудова лінії перетину багатогранної та кривої поверхонь.....	44
2.4.3. Побудова лінії перетину двох багатогранних поверхонь	47
2.4.4. Побудова ліній перетину кривих поверхонь.....	49
2.4.4.1. Загальний випадок.....	49
2.4.4.2. Перетин співвісних поверхонь обертання.....	50
2.4.4.3. Спосіб допоміжних сфер	52
2.4.5. Особливі випадки перетину поверхонь другого порядку	54
Розділ 3. КРЕСЛЕНИКИ ПРЕДМЕТІВ	57
3.1. Ескізування	57
3.2. Побудова третього виду предмета за двома заданими	61
3.3. Побудова справжнього виду похилого перетину предмета способом заміни площин проєкцій.....	63
3.4. Зображення предмета в аксонометричних проєкціях.....	68
3.4.1. Основні поняття та визначення	68
3.4.2. Види аксонометрії.....	69
3.4.3. Прямокутна ізометрія.....	70
3.4.4. Прямокутна диметрія	73
3.4.5. Побудова аксонометричних проєкцій кривих ліній	75
3.4.6. Послідовність побудови аксонометричних проєкцій предмета.....	76
3.4.7. Умовності при виконанні аксонометричних проєкцій.....	79

Розділ 4. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ КУРСА (РОЗДІЛИ 1÷3).	
КОНТРОЛЬНІ ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ.....	81
4.1. Виконання та оформлення графічних завдань	81
4.1.1. Завдання 1. Перетин поверхонь	81
4.1.2. Завдання 2. Ескізування моделей.....	82
4.1.3. Завдання 3. Кресленик деталі	84
4.2. Підготовка до захисту завдань. Самоконтроль засвоєння навчального матеріалу.....	88
4.2.1. Питання до захисту завдання 1	88
4.2.2. Відповіді на питання до завдання 1	88
4.2.3. Питання до захисту завдань 2 і 3	90
4.2.4. Відповіді на питання до завдань 2 і 3	91
Розділ 5. ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА В	
КРЕСЛЕННІ.....	93
5.1. Завантаження AutoCAD	93
5.2. Поняття шаблону	95
5.3. Виклик довідкової системи	95
5.4. Користувальницький інтерфейс («Рисование и аннотации»).....	95
5.5. Користувальницький інтерфейс (Класичний AutoCAD).....	100
5.6. Призначення керуючих клавіш.....	102
5.7. Панелі інструментів	102
5.8. Властивості об'єктів.....	103
5.9. Робота з екраном	104
5.10. Завершення роботи і збереження кресленика	105
5.11. Графічні примітиви креслення і команди їх створення	105
5.12. Редагування графічних елементів креслення	122
5.13. Штрихування.....	137
5.14. Нанесення розмірів	139
5.15. Розподіл кресленика (рисунка) за шарами	144
5.16. Блок	146
5.17. Зовнішні посилання	150
5.18. Одержання твердої копії кресленика	150
5.19. Простір моделі і простір листа	151
5.20. Видові екрани.....	152
5.21. Створення і використання шаблонів.....	152
5.22. Розробка креслеників у середовищі AUTOCAD.....	155
5.23. Загальні поняття тривимірного моделювання.....	156
5.23.1. Переваги тривимірного моделювання	156
5.23.2. Типи тривимірних моделей	157
5.23.3. Методи завдання тривимірних координат	158
5.23.4. Завдання положення точок в 3D–просторі.....	158
5.23.5. Розфарбовування 3D об'єктів.....	159
Розділ 6. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ДО ГРАФІЧНОГО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ	161
6.1. Вимоги стандартів до оформлення креслеників	161
6.1.1. Формати і основні написи.....	161
6.1.2. Масштаби	164
6.1.3. Лінії.....	165
6.2. Вимоги стандартів до виконання зображень на креслениках.....	166
6.3. Нанесення розмірів	167
Розділ 7. КОМП'ЮТЕРНИЙ ГРАФІЧНИЙ ПРАКТИКУМ.....	171
7.1. Мета і задачі практикуму	171
7.2. Постановка завдань та їх виконання	171
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	226

ВСТУП

Важливе місце в підготовці фахівців з технічною освітою займає комп'ютерна та інженерна графіка. Уміння читати й виконувати кресленик – необхідна умова успішної роботи на виробництві. Тому метою вивчення цієї дисципліни є опанування знаннями, навичками та вміннями читати кресленики, використовуючи знання та вміння в подальшому навчанні та майбутній фаховій діяльності.

Вивчаючи предмет, студенти ознайомлюються з правилами оформлення кресленика згідно ЄСКД, з видами конструкторської документації. Кресленик є графічним засобом висловлювання задумів конструктора чи проєктувальника, і навіть основним виробничим документом, з якого здійснюється виготовлення машин, механізмів та його складових частин, і навіть проєктування різних схем. Теоретичні знання та практичні навички для виконання та читання креслеників виробів дає навчальна дисципліна «Інженерна графіка». Вона сприяє розвитку просторової уяви, дуже необхідної інженеру у творчій діяльності.

Кресленик предмета складається з сукупності двох і більше взаємозалежних зображень, виконаних за правилами прямокутного проєктування, а також з дотриманням правил та умовностей, викладених у стандартах ЄСКД та інших спеціальних стандартах. Кресленик має бути по можливості наочним, оборотним, тобто давати можливість точно відтворювати форму і розміри предмета, мати простоту побудови.

«Інженерна графіка» - навчальна дисципліна, що входить до циклу загальнонаукових та загальнопрофесійних дисциплін підготовки фахівців з вищою освітою з технічних спеціальностей і є об'єднаним курсом, відповідно до освітніх стандартів, що передбачає поглиблене вивчення наступних розділів: «Нарисна геометрія», «Проекційне креслення», «Машинобудівне креслення», «Інженерна та комп'ютерна графіка». Вона несе основне навантаження у графічній підготовці інженера, будучи важливим компонентом його загальнопрофесійної підготовки.

Нарисна геометрія як основний розділ навчальної дисципліни «Інженерна графіка» вивчається спочатку. Предметом нарисної геометрії є наукова розробка та обґрунтування, теоретичне та практичне вивчення способів побудови зображень просторових форм на площині та графічних способів вирішення позиційних та метричних завдань.

Способи побудови зображень предметів методом проєктування (метод Г. Монжа), що вивчаються в нарисній геометрії, дозволяють за креслеником створювати просторові образи предметів, визначати їх взаємне розташування та розміри, досліджувати та моделювати різні технічні форми та конструкції. Нарисна геометрія розвиває просторове мислення геометричними образами, необхідне для професійної діяльності інженера під час вирішення різних технічних завдань, виконанні та читанні креслеників. Особливого значення нарисна геометрія набуває при переході на комп'ютерне моделювання та автоматизоване виконання креслеників, оскільки програмне забезпечення засноване на теоретичних положеннях, поняттях та способах вирішення різних завдань, що вивчаються виключно в нарисній геометрії.

Наступні розділи «Проекційне креслення», «Машинобудівне креслення», «Інженерна та комп'ютерна графіка» вивчаються послідовно, як правило, пізніше, але можуть вивчатися і паралельно з нарисною геометрією. Проекційне креслення, якому присвячено цей навчальний посібник, є логічним продовженням курсу нарисної геометрії, оскільки в ньому даються конкретні практичні навички побудови проєкційних зображень у масштабі.

На сьогоднішній день в усьому світі великого поширення набула комп'ютерна графіка (КГ), яка дає змогу виконувати кресленики за допомогою графічних редакторів на персональних комп'ютерах. У зв'язку з цим у посібнику наведено основні поняття та положення КГ.

Цей посібник призначений в основному для студентів технічних спеціальностей, але також може бути корисним для широкого кола користувачів: студентів вищих навчальних закладів усіх форм навчання, інженерів, що хочуть оволодіти і використовувати сучасні комп'ютерні технології в креслениках.

ПРИЙНЯТІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Площини** позначають прописними буквами грецького алфавіту, наприклад: $\Delta, \Sigma, \Pi, \Lambda, \Psi, \Phi, \Omega$ – площини (поверхні).
Щоб підкреслити спосіб задання площини, вказують геометричні елементи, які визначають площину, наприклад: $\Delta (a\|b)$ – площина Δ задана прямими a і b , які паралельні між собою.
Основні площини проєкцій позначають:
 Π_1 – горизонтальна площина проєкцій;
 Π_2 – фронтальна площина проєкцій;
 Π_3 – профільна площина проєкцій.
 Π_4, Π_5, \dots – додаткові площини проєкцій
- Лінії** (прямі і криві) довільно розташовані відносно площин проєкцій, позначають строчними «маленькими» буквами латинського алфавіту, наприклад:
 a, b, c, \dots – лінії в просторі.
Лінії рівня позначають: h – горизонтальна, f – фронтальна, p – профільна пряма.
- Точки** позначають прописними «великими» буквами латинського алфавіту, або арабськими цифрами, наприклад:
 $A, B, C, \dots, 1, 2, 3, \dots$ – точки в просторі.
Проєкції точок позначають тими самими буквами або цифрами, що й оригінали, тільки з індексами, які відповідають індексам площин проєкцій, відповідно:
– горизонтальні проєкції $A_1, B_1, C_1, D_1, \dots$ або $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, \dots$;
– фронтальні проєкції $A_2, B_2, C_2, D_2, \dots$ або $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, \dots$;
– профільні проєкції $A_3, B_3, C_3, D_3, \dots$ або $1_3, 2_3, 3_3, 4_3, \dots$
- Кути** нахилу прямих чи площин позначають строчними буквами грецького алфавіту, прийняті кути нахилу:
 α – до горизонтальної площини проєкції,
 β – до фронтальної площини проєкції,
 γ – до профільної площини проєкції,
 ϕ – кут між двома прямими чи площинами.

СИМВОЛІКА

- (AB) – пряма, яка проходить через точки A і B
- $[AB]$ – відрізок прямої
- $|AB|$ – відстань між точками A і B
- \parallel – паралельність
- \perp – перпендикулярність
- \div – схрещування
- $=$ – рівність, результат
- \equiv – тотожність
- \in – приналежність
- \subset – включення
- \cap – перетинання
- \rightarrow – відображає
- \cong – конгруентність

РОЗДІЛ 1

ОРТОГОНАЛЬНЕ (ПРЯМОКУТНЕ) ПРОЄКЦІЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР

Для побудови зображень (проекцій) предметів на поверхні застосовують метод проєкціювання. Кресленики, що отримуються при цьому, називаються проєкційними. Під час виконання креслеників технічних форм використовують ортогональне проєкціювання. Сутність способу ортогонального проєкціювання полягає в тому, що через кожну точку геометричної фігури проводиться проєкціююча пряма, яка перпендикулярна площині проєкцій, і точка перетину її з цією площиною приймається за ортогональну проєкцію точки. (рис. 1).

1.1. Властивості ортогонального проєкціювання

Властивості геометричних фігур, які не змінюються в процесі проєкціювання, називаються незалежними або інваріантними щодо обраного способу проєкціювання.

1. Проєкція точки є точка (рис. 1)

$$M \rightarrow M_1$$

2. Проєкція прямої в загальному випадку — пряма (рис. 1)

$$l \rightarrow l_1$$

Якщо пряма перпендикулярна до площини проєкцій, то її проєкція вироджується в точку (рис. 2)

$$l(MN) \perp \Pi_1 \Rightarrow l(MN) \rightarrow l_1 = M_1 = N_1$$

3. Якщо точка належить лінії, то проєкція точки належить проєкції лінії (рис. 1)

$$C \in l \Rightarrow C_1 \in l_1$$

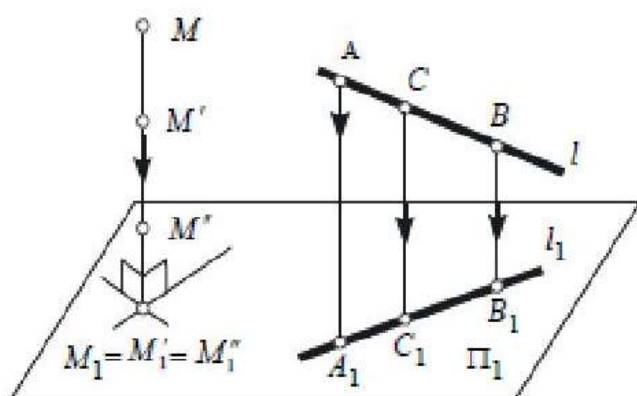


Рис. 1. Проєкція точки і прямої

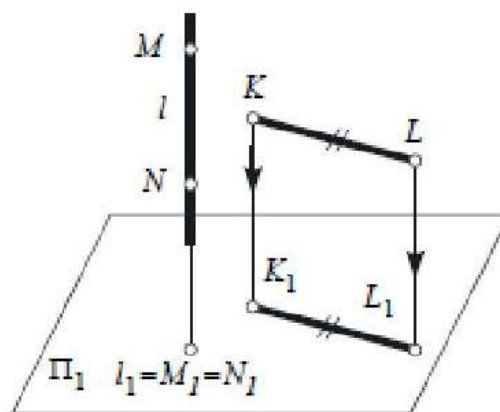


Рис. 2. Однопроекційне креслення

Отже, зважаючи на пункти 2 і 3, можна зробити висновок: для побудови проєкції прямої достатньо побудувати проєкції двох точок, що їй належать (рис. 1)

$$l(A \in l \wedge B \in l) \Rightarrow l_1(A_1 \in l_1 \wedge B_1 \in l_1)$$

4. Проєкції паралельних прямих паралельні (рис. 3)

$$l \parallel l' \Rightarrow l_1 \parallel l'_1$$

5. Якщо плоска геометрична фігура паралельна площині проєкцій, то проєкція цієї фігури на площину проєкцій конгруентна самій фігурі

$$\Phi \parallel \Pi_1 \Rightarrow \Phi_1 \cong \Phi$$

Наприклад, якщо відрізок $[KL]$ паралельний площині проєкцій, то його проєкція на цю площину проєкцій конгруентна самому відрізку (рис. 2)

$$[KL] \parallel \Pi_1 \Rightarrow [K_1L_1] \cong [KL]$$

6. Точка перетину ліній проєцюється в точку перетину їх проєкцій (рис. 4)

$$(K = a \cap b) \rightarrow (K_1 = a_1 \cap b_1)$$

7. Проєкція геометричної фігури не змінюється при паралельному перенесенні площин проєкцій (рис. 5).

Розглянутий спосіб проєціювання на одну площину проєкцій дає можливість однозначно вирішити пряме завдання: маючи предмет, побудувати його проєкцію. Це завдання завжди визначене. Дійсно, кожна точка предмета має тільки одну проєкцію, тому що проєкціююча пряма перетинається з площиною проєкцій в одній точці (рис. 2).

У практичній діяльності необхідно вміння не тільки створювати кресленики, а й читати їх, тобто однозначно судити за креслеником про форму предмета. Уявлення форми предмета за його проєкцією є зворотним завданням, яке не завжди визначене: якщо задана одна проєкція точки (див. рис. 2), то вона не визначає її положення в просторі, так як є проєкцією безлічі точок, що належать проєкціюючій прямій. Тому однопроєкційне креслення предмета необоротне. Для отримання оборотного креслення предмет проєктують не на одну, а на дві, три та більшу кількість площин залежно від складності форми предмета.

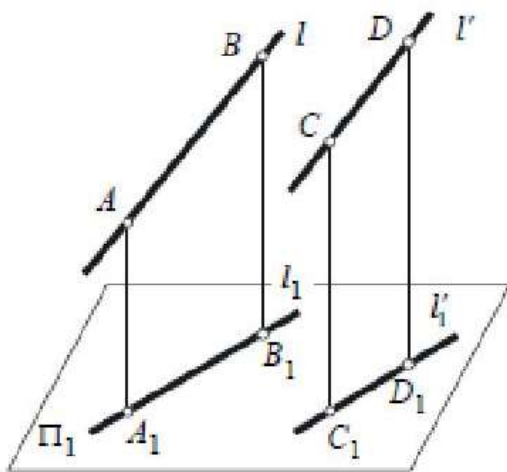


Рис. 3. Проєкції паралельних прямих

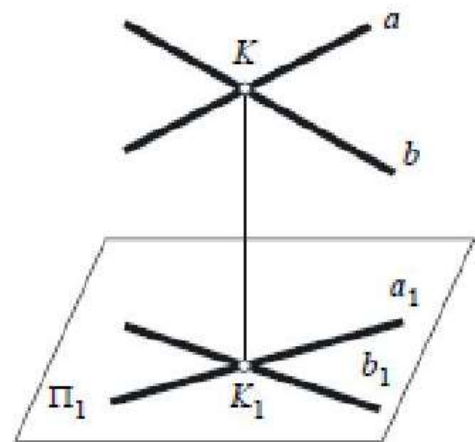


Рис. 4. Проєкція точки перетину ліній

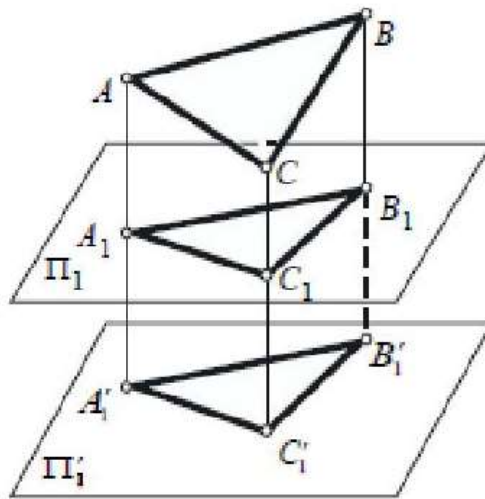


Рис. 5. Проекція геометричної фігури не змінюється при паралельному перенесенні площин проєкцій

1.2. Комплексні кресленики геометричних фігур

З позиції теорії множин геометрична фігура визначається як будь-яка множина точок. Найпростішими геометричними фігурами є точка, пряма, площина.

1.2.1. Точка. Проекції точки на дві та три площини проєкцій

Прийнято систему трьох взаємно перпендикулярних площин проєкцій (рис. 6):

Π_1 — горизонтальна площина проєкцій;

Π_2 — фронтальна площина проєкцій (розташована перед спостерігачем);

Π_3 — профільна площина проєкцій.

Лінії їх перетинання x_{12} , y_{13} , z_{23} — осі проєкцій.

Побудуємо ортогональні проєкції точки A простору на площині Π_1 , Π_2 і Π_3 . Відстань $|AA_1|$ від точки A до площини Π_1 називається висотою точки A , відстань $|AA_2|$ до площини Π_2 — глибиною точки A , відстань $|AA_3|$ — широтою точки A .

Якщо прийняти площини проєкцій Π_1 , Π_2 і Π_3 за координатні площини декартової системи координат, то відстані від точки до площини проєкцій є в деякому масштабі координати точки A : x , y , z . За координатами точки завжди можна побудувати її проєкції, а за заданими проєкціями — визначити її координати (рис. 6 та рис. 7). Очевидно, що будь-які дві проєкції точки A визначають її положення у просторі (рис. 6). У багатьох випадках для виявлення форми та розмірів предмета необхідно будувати його зображення на три площині. Тому розглянемо утворення трипроєкційного кресленника.

Просторова модель площин проєкцій незручна для практичного використання, оскільки на площинах Π_1 і Π_3 спотворюються форма та розміри проєкцій геометричних фігур. Тому на практиці використовується площинна модель. Для переходу від просторової моделі площин проєкцій до плоскої необхідно площини Π_1 і Π_3 поєднати з нерухомою площиною Π_2 обертанням довкола осей x_{12} і z_{23} . Утворення плоскої моделі точки A показано на рис. 6 та рис. 7.

Сукупність двох і більше взаємопов'язаних ортогональних проєкцій геометричної фігури, розташованих на одній площині, називається комплексним креслеником, тобто складається з декількох проєкцій. Умови зв'язку між проєкціями точки на комплексному кресленику:

- 1) горизонтальна та фронтальна проєкції точки належать одній вертикальній лінії зв'язку;
- 2) фронтальна та профільна проєкції точки належать одній горизонтальній лінії зв'язку;
- 3) горизонтальна та профільна проєкції точки належать ламаній лінії зв'язку, вершина якої належить постійній прямій k кресленика (пряма k є бісектрисою прямого кута, утвореного ламаною лінією зв'язку) (рис. 7, а).

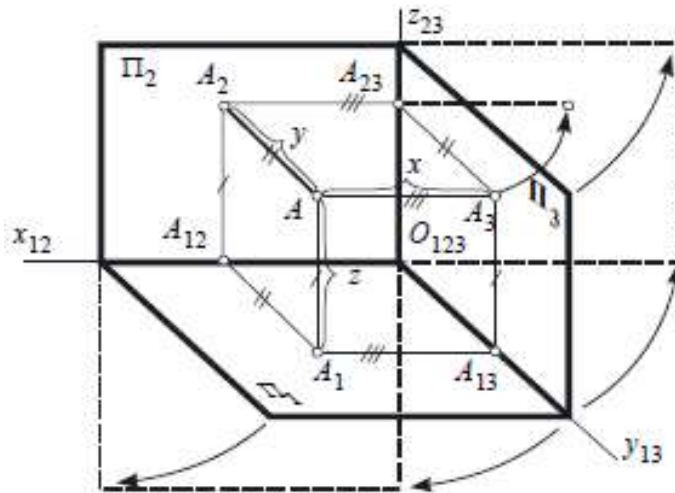


Рис. 6. Положення точки в системі трьох взаємно перпендикулярних площин проєкцій

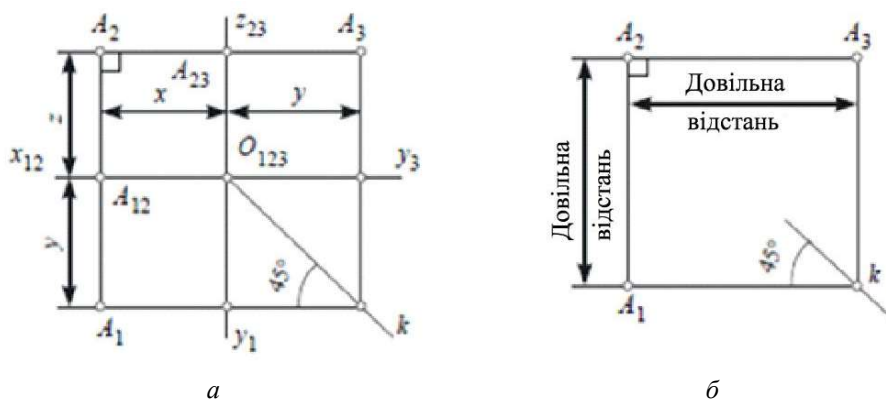


Рис. 7. Утворення плоскої моделі точки:
a – утворення моделі з віссю, *б* – безвісний спосіб виконання

У техніці прийнятий безвісний спосіб виконання креслеників. В цьому випадку площини проєкцій не фіксуються в просторі, вісь проєкцій стає невизначеною і на кресленику не наноситься (рис. 7, б).

В основі цього способу лежить властивість ортогонального проєктування (проєкція геометричної фігури не змінюється при паралельному перенесенні площини проєкцій). На комплексному безвісному кресленику умови зв'язку між проєкціями точки зберігаються.

З а д а ч а . Задано систему взаємопов'язаних точок $A (A_1, A_2)$ і $B (B_1, B_2)$ (рис. 8). Побудувати проєкції A_3 і B_3 заданих точок.

Приймаючи точку A за базу, профільну проєкцію A_3 , задаємо на горизонтальній лінії зв'язку довільно. Будуємо лінію переломлення k , а потім профільну проєкцію B_3 , виходячи з умови зв'язку між проєкціями точки на комплексному кресленику (рис. 8, а).

При безвісному способі зображення координати x, y, z точок стають невизначеними. На кресленику (рис. 8, а) відзначені різниці координат точок A і B , які не залежать від положення площин проєкцій і можуть бути використані для побудови проєкцій.

При розв'язанні даної задачі можна скористатися різницею координат $|y_A - y_B|$ для побудови профільної проєкції точки (рис. 8, б). Профільну проєкцію базової точки A задаємо довільно на горизонтальній лінії зв'язку. Потім проводимо горизонтальну лінію зв'язку з точки B_2 і відкладаємо на ній ліворуч від точки A_3 різниця $y_A - y_B$, виміряну на горизонтальній площині проєкцій.

На практиці при побудові третьої проєкції предмета за базу відліку відстаней приймають осі та площини симетрії, а також інші базові площини предмета (рис. 9).

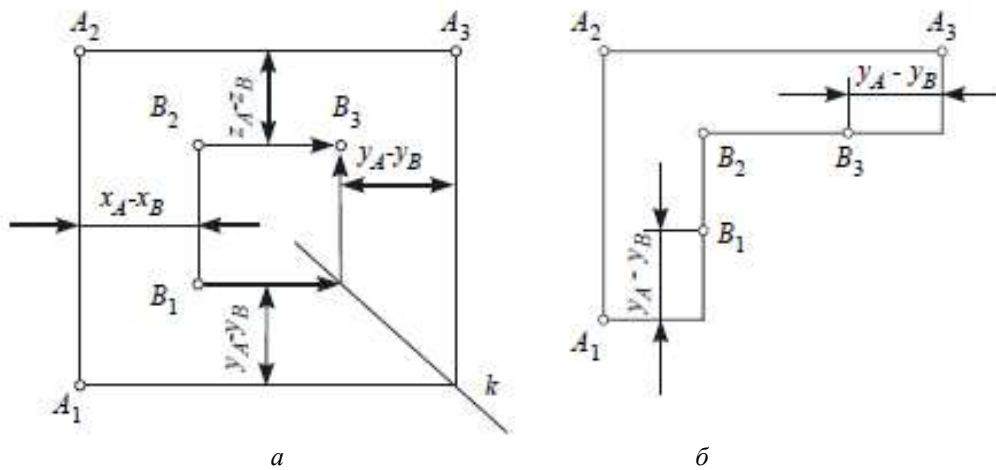


Рис. 8. Система взаємопов'язаних точок $A (A_1, A_2)$ і $B (B_1, B_2)$:
 a – комплексний кресленик точки, b – безвісний спосіб виконання

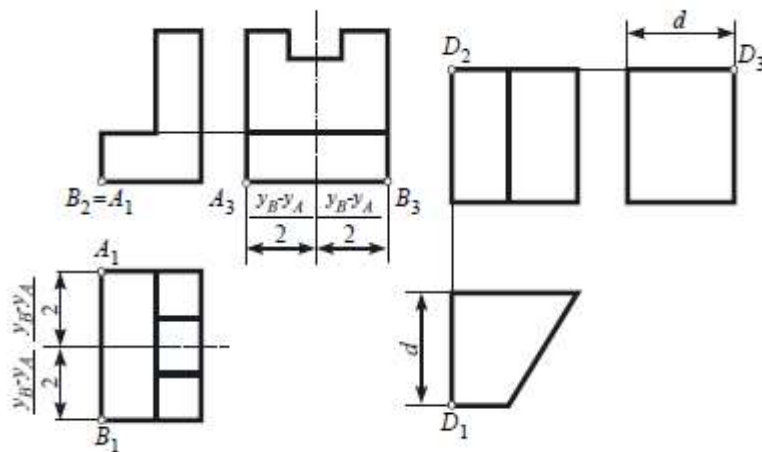


Рис. 9. Побудова третьої проєкції предмета

1.2.2. Лінії

Лінії розглядають як слід точки, що безперервно рухається в просторі, як межу поверхні, як результат перетину двох поверхонь. За допомогою ліній можна висловити функціональну залежність між параметрами будь-якого явища чи процесу у вигляді графіків, побудувати зображення предметів на кресленіку. Залежно від форми лінії можна поділити на прямі, ламані та криві.

1.2.2.1. Пряма лінія. Приналежність точки прямій лінії. Прямі особливого положення

Відомо, що у випадку проєкція прямої лінії є пряма, для побудови якої достатньо побудувати проєкції двох її точок.

Прямою загального положення називається пряма, не паралельна і не перпендикулярна жодній з площин проєкцій. Дві проєкції прямої загального положення визначають її положення в просторі, так як кожна точка прямої має дві проєкції (рис. 10).

Точка може належати прямій і знаходитися поза нею. Якщо точка належить лінії, проєкції точки належать відповідним проєкціям лінії. На рис. 11 точка C належить прямій $C \in l \Rightarrow C_1 \in l_1 \wedge C_2 \in l_2$, а точки A, B і D не належать прямій l : точка D розташована над прямою, а точка B — перед прямою.

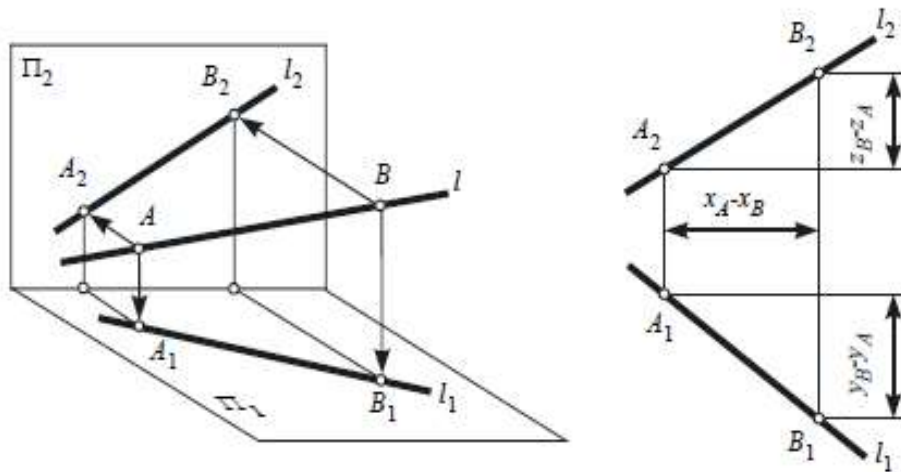


Рис. 10. Визначення загального положення прямої в просторі

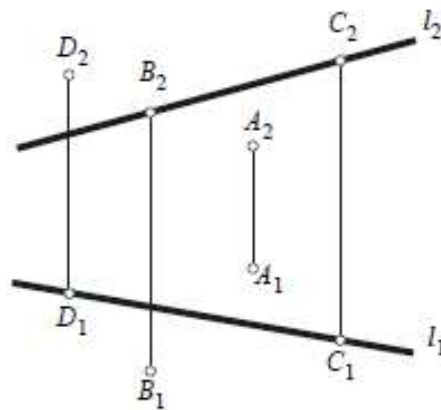


Рис. 11. Розташування і приналежність точок прямій

Прямі особливого положення.

1. **Прямі рівня.** Прямою рівня називається пряма, яка паралельна до однієї з площин проєкцій.

Горизонталь $h \parallel \Pi_1, z_A - z_B = 0$ (рис. 12, а);

$$h \parallel \Pi_1 \Rightarrow [A_1 B_1] = |AB|$$

Кути α і β нахилу горизонталі до площин Π_2 і Π_3 проєкціюються на Π_1 в дійсну величину.

Фронталь $f \parallel \Pi_2, y_A - y_B = 0$ (рис. 12, б);

$$f \parallel \Pi_2 \Rightarrow [A_2 B_2] = |AB|$$

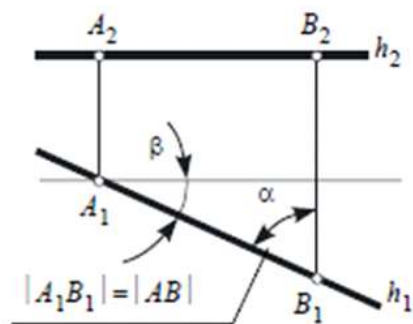
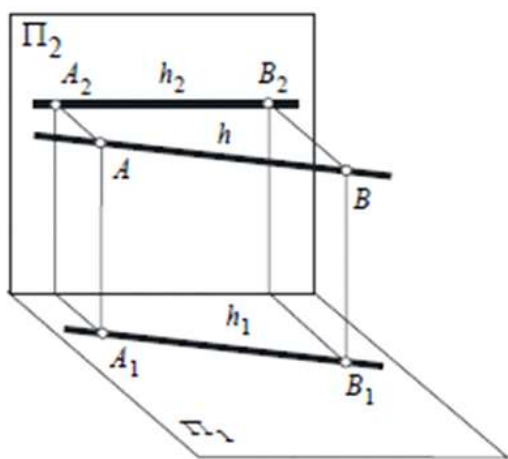
Кути α і γ нахилу фронталі до площин Π_1 і Π_3 проєкціюються на Π_2 в дійсну величину.

Профільна пряма $p \parallel \Pi_3, x_A - x_B = 0$ (рис. 12, в);

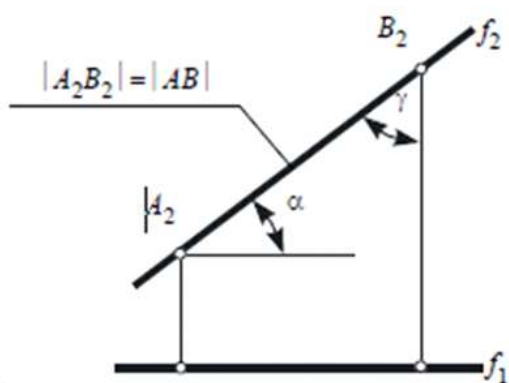
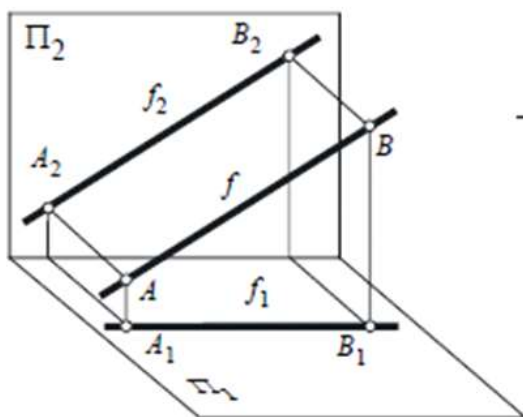
$$p \parallel \Pi_3 \Rightarrow [A_3 B_3] = |AB|$$

Кути α і β нахилу профільної прямої до площин Π_1 і Π_2 проєкціюються на Π_3 в дійсну величину.

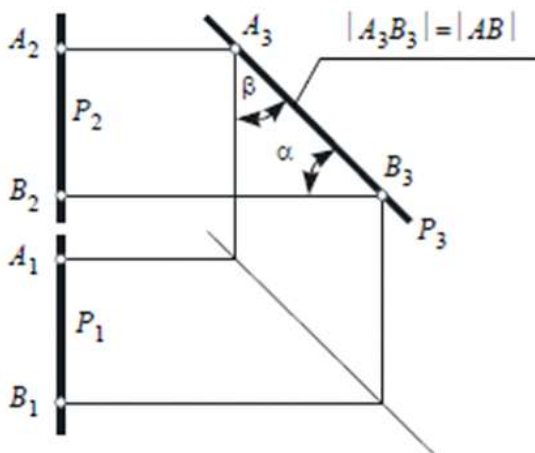
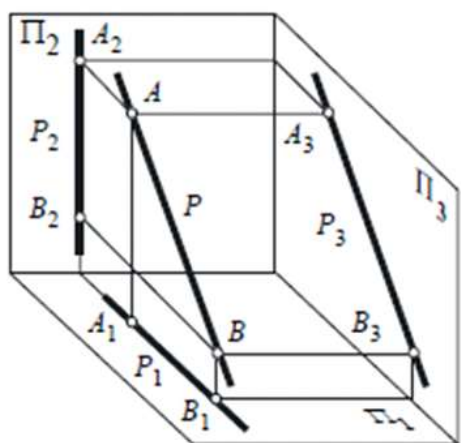
2. **Проекціюючі прямі.** Проекціючою прямою називається пряма, яка перпендикулярна до однієї з площин проєкцій.



a



б

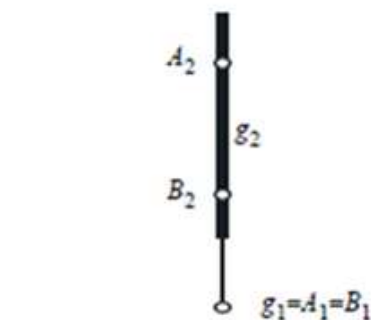
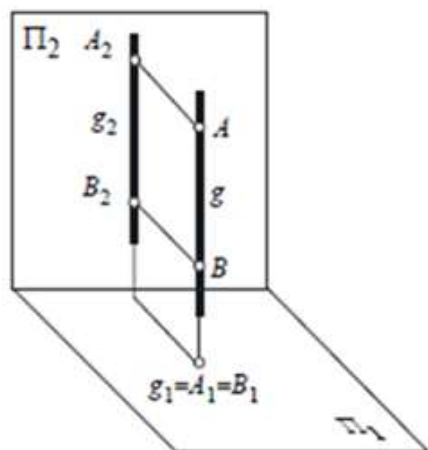


в

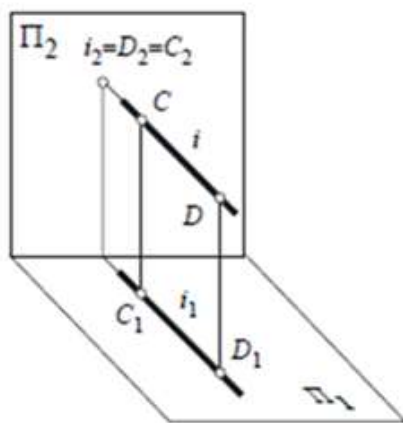
Рис. 12. Прямі рівня:
a – горизонтальна, *б* – фронтальна, *в* – профільна

Горизонтально-проекуюча пряма $g \perp \Pi_1$ (рис. 13, *a*). Горизонтальна проекція цієї прямої вироджується в точку, а фронтальна та профільна проекції паралельні вертикальним лініям зв'язку.

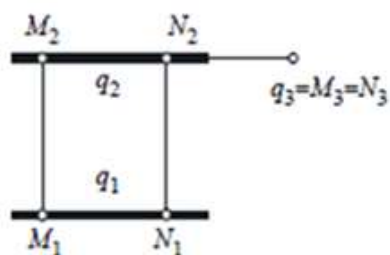
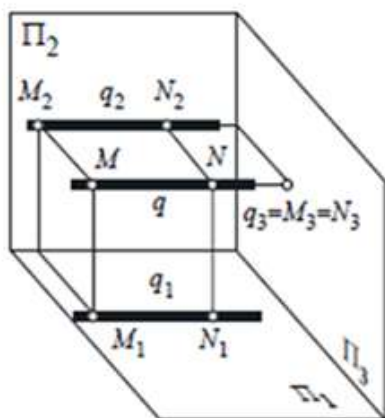
Фронтально-проекуюча пряма $i \perp \Pi_2$ (рис. 13, б). Фронтальна проекція цієї прямої вироджується в точку, а горизонтальна та профільна проекції відповідно паралельні вертикальній та горизонтальній лініям зв'язку.



а



б



в

Рис. 13. Проекціючі прямі:
а – горизонтальна, б – фронтальна, в – профільна

Профільно-проекціююча пряма $q \perp \Pi_3$ (рис. 13, в). Профільна проекція цієї прямої вироджується в точку, а фронтальна та горизонтальна проекції паралельні горизонтальним лініям зв'язку.

Точки, що належать до однієї проекціюючої прямої, називаються конкуруючими відносно тієї площини проєкцій, до якої перпендикулярна пряма. Наприклад, точки A і B — конкуруючі відносно Π_1 , точки C і D — відносно Π_2 , точки M і N — відносно Π_3 (рис. 13), називаються відповідно горизонтально конкуруючими, фронтально конкуруючими та профільно конкуруючими.

1.2.2.2. Крива лінія

Криві лінії поділяються на два види:

- 1) плоскі криві, тобто такі, всі точки яких належать одній площині;
- 2) просторові криві, тобто такі, точки яких не належать одній площині.

Проекції кривої лінії в загальному випадку також є кривими лініями. Побудова проєкцій кривої лінії зводиться до побудови проєкцій низки її точок.

Криві другого порядку — еліпс, коло, парабола і гіпербола — можуть бути отримані при перетині конуса площиною, тому називаються конічними перетинами.

Окружність — плоска крива другого порядку, ортогональна проєкція якої може бути колом, прямою та еліпсом (рис. 14). На рис. 14, б фронтальна проєкція кола — еліпс — визначається малою віссю еліпса $A_2B_2 = d \cos \beta$ і великою віссю еліпса C_2D_2

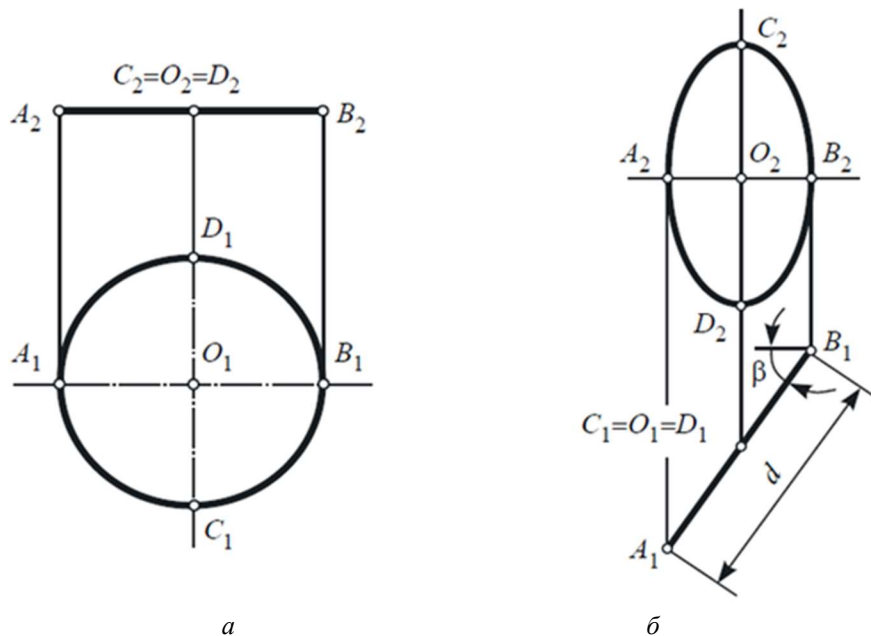


Рис. 14. Проєкції кола:
 a — горизонтальна та фронтальна, $б$ — фронтальна проєкція кола — еліпс

Із закономірних просторових кривих найбільше практичне застосування має циліндрична гвинтова лінія — лінія, яка утворюється в результаті рівномірного гвинтового руху точки — обертання навколо осі та поступального руху паралельно до цієї осі.

Величину p переміщення точки у напрямку осі, що відповідає одному її обороту навколо осі, називають кроком гвинтової лінії. Якщо вісь обертання і перпендикулярна до однієї з площин проєкцій, то на цю площину гвинтова лінія проєкується в коло, а на площину, паралельну до осі обертання, — у синусоїду (рис. 15).

Розгорткою циліндричної гвинтової лінії є пряма. Кут α називають кутом підйому гвинтової лінії. В основі роботи гвинтових пар (гвинт - гайка) лежить властивість зсуву гвинтової лінії, яка полягає в тому, що кожен відрізок лінії може зрушуватися вздовж неї без зміни форми.

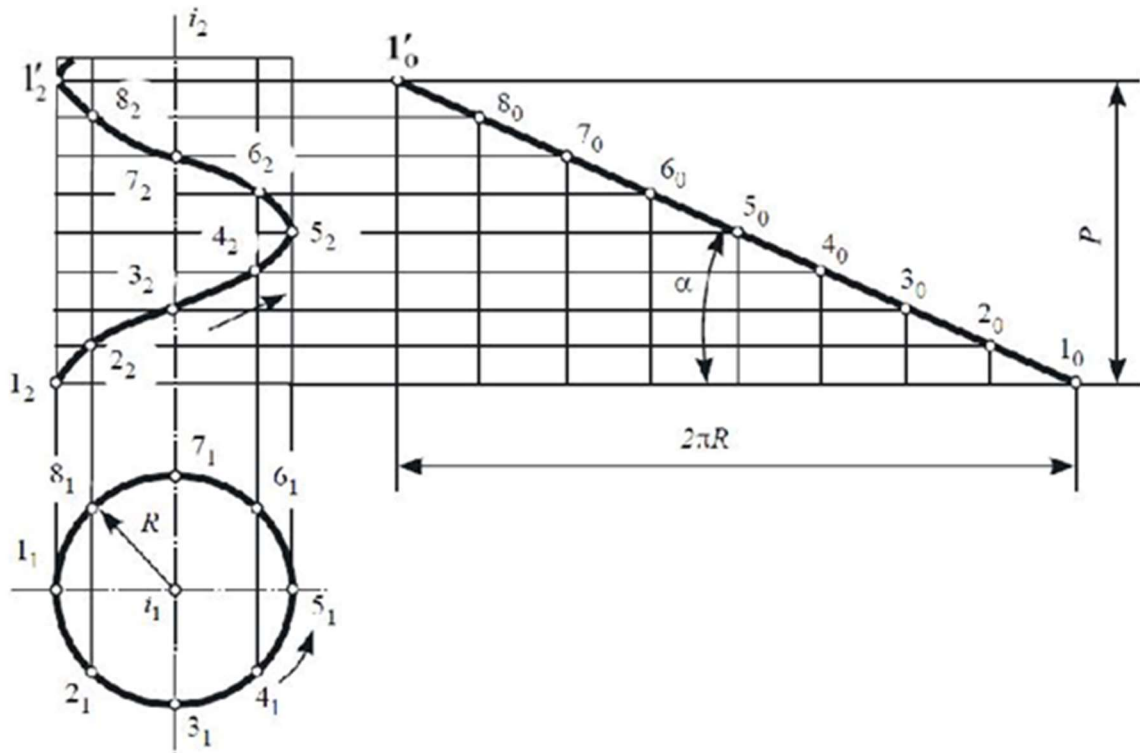


Рис. 15. Проекції циліндричної гвинтової лінії

1.2.3. Поверхні

Поверхні, що обмежують різні технічні форми, поділяються на плоскі (площини), багатогранні та криві. Найчастіше деталі машин утворені поєднаннями найпростіших геометричних фігур — призм, пірамід, циліндрів, конусів, сфер, торів.

1.2.3.1. Площина. Завдання на кресленнику. Приналежність точки та прямої лінії площині

Площина є найпростішою поверхнею. Залежно від положення, яке займає площина по відношенню до площин проекцій, розрізняють:

- 1) площина загального положення — не перпендикулярна і не паралельна площинам проекцій (рис. 16);
- 2) площина проєкціююча — перпендикулярна до однієї з площин проекцій (рис. 17);
- 3) площина рівня — паралельна до однієї з площин проекцій (рис. 18).

На кресленнику площина задається проєкціями геометричних фігур, що визначають її положення у просторі:

- трьох точок, що не належать одній прямій (рис. 19, а);
- прямою і точкою, що не належить цій прямій (рис. 19, б),
- двох прямих, що перетинаються (рис. 19, в);
- двох паралельних прямих (рис. 19, г);
- плоскої фігури (рис. 19, д).

Побудова проєкцій точки та прямої, що належать даній площині, виконується на підставі наступних аксіом:

- 1) через будь-які дві різні точки проходить одна і лише одна пряма;
- 2) пряма, що проходить через дві різні точки площини, належить цій площині.

На рис. 16, б точка K належить площині $\Gamma(ABC)$, тому що вона належить одній з прямих $[AB]$, що задають площину, при цьому $K_2 \in A_2 B_2 \wedge K_1 \in A_1 B_1$

Для побудови прямої l , що належить площині $\Gamma(ABC)$, достатньо провести її через дві якісь точки, що належать цій площині, наприклад, точки A і l . Точку M , що належить площині $\Gamma(ABC)$, можна взяти на побудованій прямій:

$$M \in \Gamma(ABC) \Leftrightarrow M \subset l \wedge l \subset \Gamma(ABC).$$

На рис. 17 і 18 дано кресленики площин особливого положення — проєкціюючих та площин рівня.

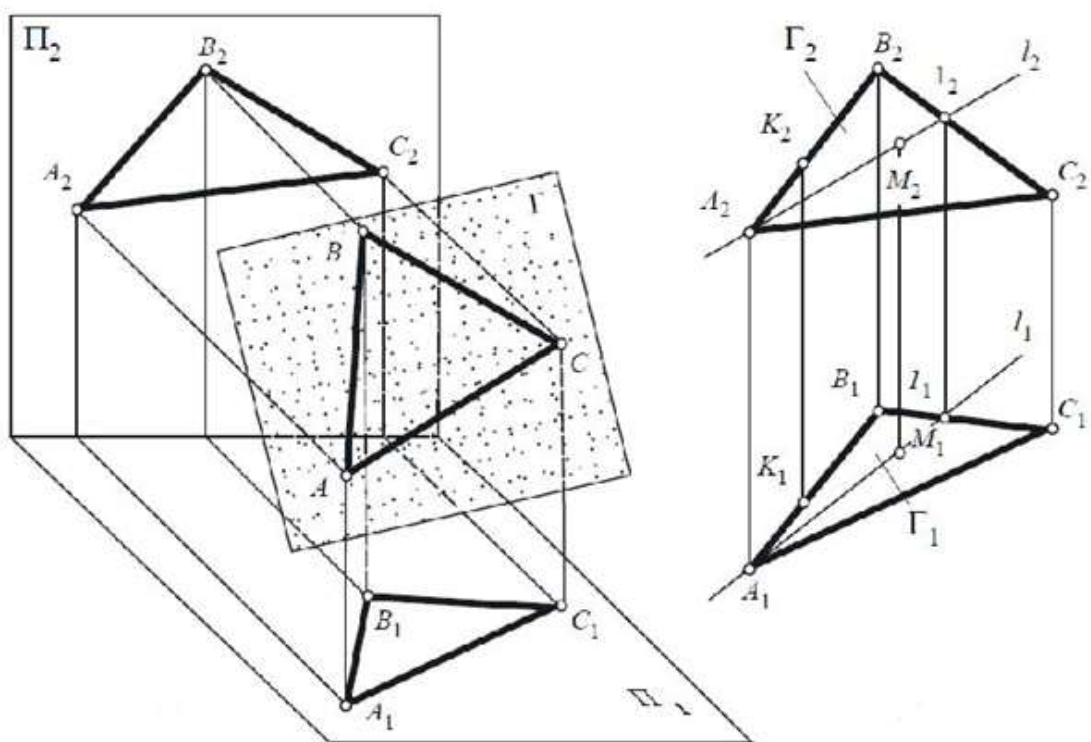


Рис. 16. Проєкції площини загального положення

Залежно від того, до якої площини проєкцій перпендикулярна проєкціююча площина, її називають горизонтально-проєкціюючою (рис. 17, а), фронтально-проєкціюючою (рис. 17, б), профільно-проєкціюючою (рис. 17, в).

На комплексному кресленку проєкції геометричних фігур, що задають проєкціюючу площину (і тих, що їй належать), будуть:

- вироджуватись у пряму лінію на площину проєкцій (Π_l на рис. 17, а, Π_2 на рис. 17, б, Π_3 на рис. 17, в), перпендикулярну до проєкціюючої площини;
- являти собою безліч точок, що збігаються з безліччю точок площини на інших площинах проєкцій (рис. 17).

Залежно від того, якій площині проєкцій паралельна площина рівня, її називають: горизонтальною площиною рівня (рис. 18, а), фронтальною площиною рівня (рис. 18, б), профільною площиною рівня (рис. 18, в).

На комплексному кресленку проєкції геометричних фігур, що задають площину рівня (а також тих, що їй належать), будуть:

- конгруентні їхній справжній величині на площині проєкцій, паралельній площині рівня (наприклад, на рис. 18, а)

$$\Gamma \parallel \Pi_l \wedge \Delta ABC \subset \Gamma \Rightarrow \Delta A_1 B_1 C_1 \cong \Delta ABC$$

– вироджуватись у пряму лінію на площинах проєкцій, перпендикулярних до площини рівня (рис. 18).

Якщо фігура займає профільне положення (рис. 18, в), то кресленик, що складається з горизонтальної та фронтальної її проєкцій, незворотний. Для того, щоб уявити форму заданої фігури, необхідно мати її профільну проєкцію або побудувати цю проєкцію, якщо на кресленку позначені горизонтальні та фронтальні проєкції вершин фігури.

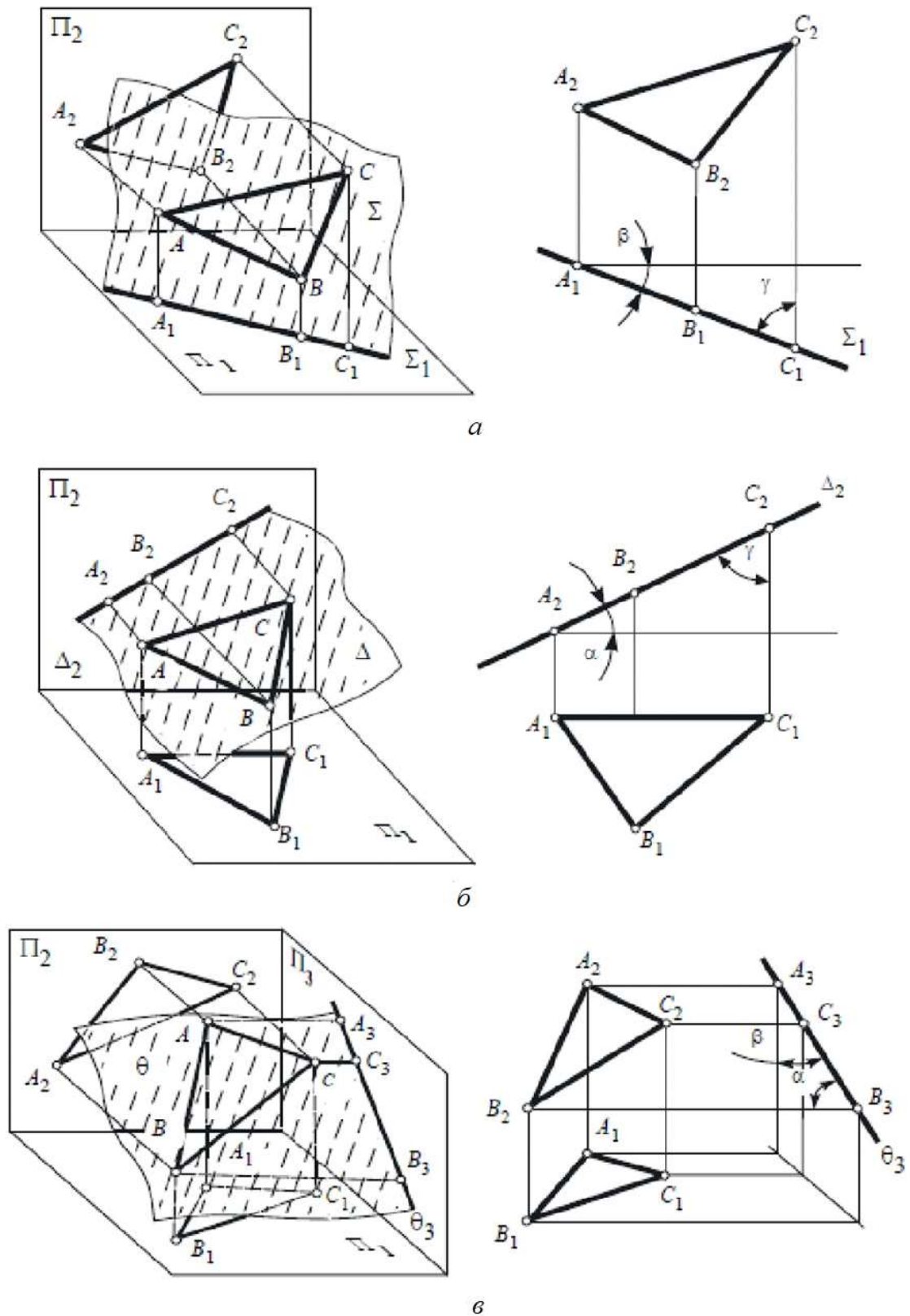
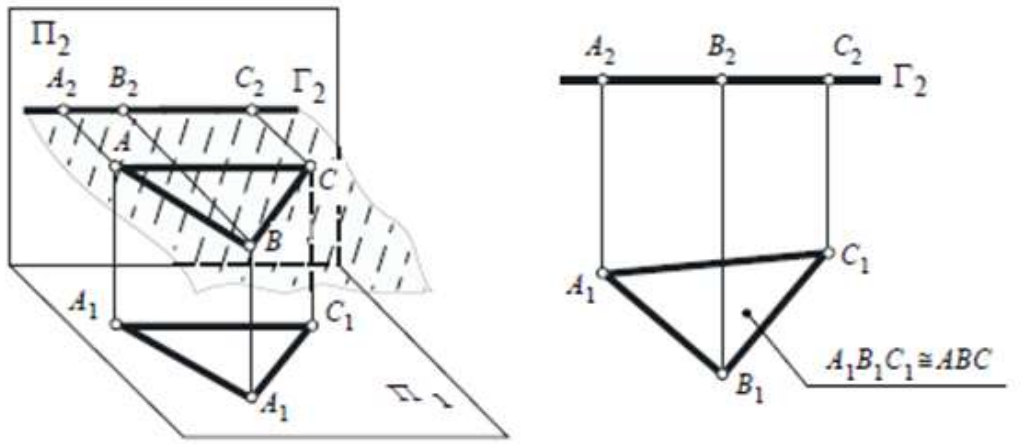
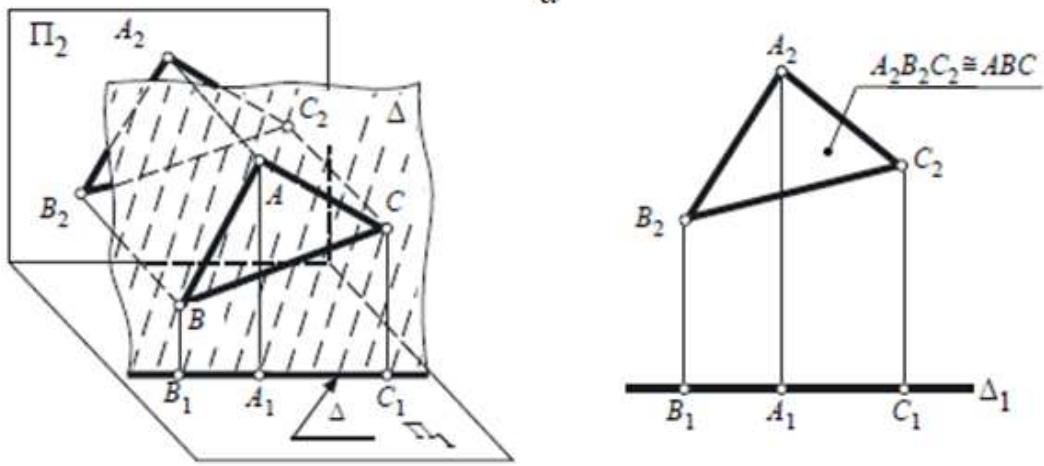


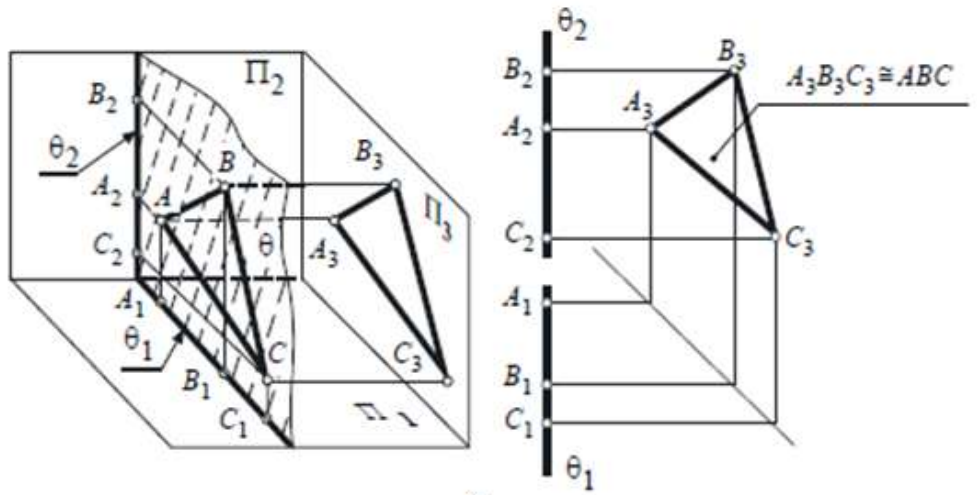
Рис. 17. Проекції площини проєкціюючої:
a – горизонтальна, *б* – фронтальна, *в* – профільна



a



б



в

Рис. 18. Прекції площини рівня:
 а – горизонтальна, б – фронтальна, в – профільна

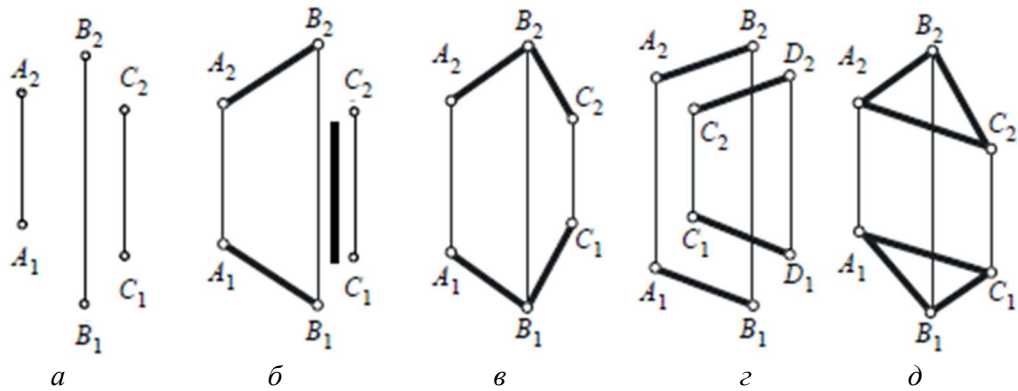


Рис. 19. Способи завдання площини:

a – трьома точками, що не належать одній прямій, *б* – прямою і точкою, що не належить цій прямій, *в* – двома прямими, що перетинаються, *г* – двома паралельними прямими, *д* – плоскою фігурою

1.2.3.2. Гранні поверхні. Багатогранники

Гранні поверхні утворюються переміщенням прямолінійної утворюючої l за ламаною напрямною m . При цьому якщо одна точка S утворюючої нерухома, створюється пірамідальна поверхня (рис. 20, *a*). Якщо утворююча при цьому переміщенні паралельна заданому напрямку S , то створюється призматична поверхня (рис. 20, *б*).

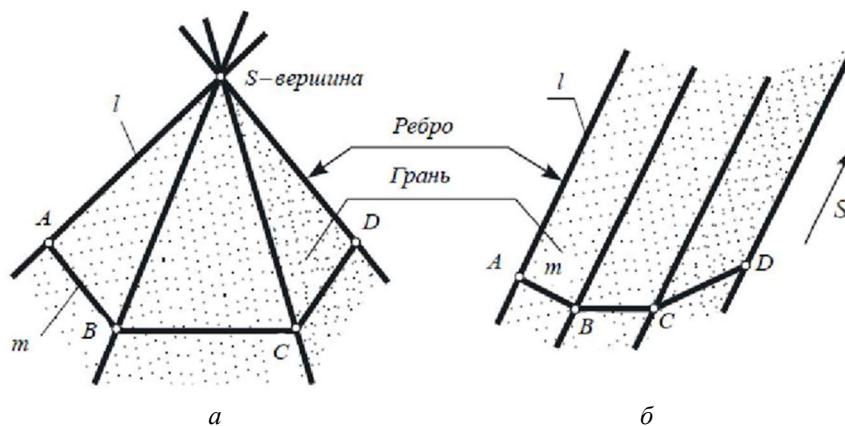


Рис. 20. Створення призматичної поверхні:
a – пірамідальна, *б* – призматична

Багатогранники — це замкнуті геометричні фігури, обмежені плоскими багатокутниками. Побудова проєкцій багатогранників на кресленнику зводиться до зображення їх ребер і вершин, тобто прямих і точок. Кресленики найпростіших багатогранників - піраміди та призми – дано на рис. 21 та 22. Кількість проєкцій багатогранника має бути такою, щоб забезпечувалася оборотність кресленика. Кресленик називається оборотним, якщо з однієї проєкції точки, що належить площині, можна побудувати її другу проєкцію. У загальному випадку двопроекційний кресленик багатогранника, що складається з горизонтальної та фронтальної проєкцій, є оборотним, якщо на ньому немає ребер, що збігаються, і жодне ребро не є профільною прямою (рис. 21 і 22). Якщо цих умов не дотримуються, то для надання кресленнику властивості оборотності необхідно побудувати третю проєкцію багатогранника чи позначити всі його вершини. Для куба та прямокутного паралелепіпеда оборотним є трипроекційний кресленик. (рис. 23).

Замкнуті ламані (рис. 21) і $A_1B_1V_1'C_1'A_1'$ (рис. 22) є нарисами горизонтальної проєкції багатогранників, а замкнені ламані (рис. 21) і $A_2C_2C_2'A_2'$ (рис. 22) – нарисами фронтальної проєкції багатогранників. Нарис проєкції завжди видимий.

На кресленіку (рис. 22) горизонтальна проєкція призми збігається з проєкцією її основи, тому що ребра – горизонтально-проєкціюючі прямі, а основи призми – конгруентні фігури площин рівня. Поверхня прямої призми відносно площини Π_1 є проєкціюючою. Грані є горизонтально-проєкціюючі площини, тому горизонтальні проєкції точок F , T і T' збігаються з проєкціями граней. У правильній чотирикутній піраміді, зображеній на рис. 21, основа є горизонтальною площиною рівня. Передня та задня грані – профільно-проєкціюючі площини (вони проходять через передню та задню сторони основи, які є профільно-проєкціюючими прямими), а дві бічні грані піраміді – фронтально-проєкціюючі площини. Побудова точок, що належать ребру або грані призми та піраміді, аналогічно до побудови точок, що належать прямій лінії або площині, що розглянуто в п.п. 2.2.1 і 2.3.1. Точки та лінії, що належать видимим проєкціям граней на кресленіку, видимі (точки L_2 на рис. 21; N_1 і N_2 на рис. 21; M_1 на рис. 22). Якщо проєкція грані невидима, то невидима і відповідна проєкція точки, що належить цій грані (точки L_1 на рис. 21; M_2 на рис. 22; T_2' на рис. 22).

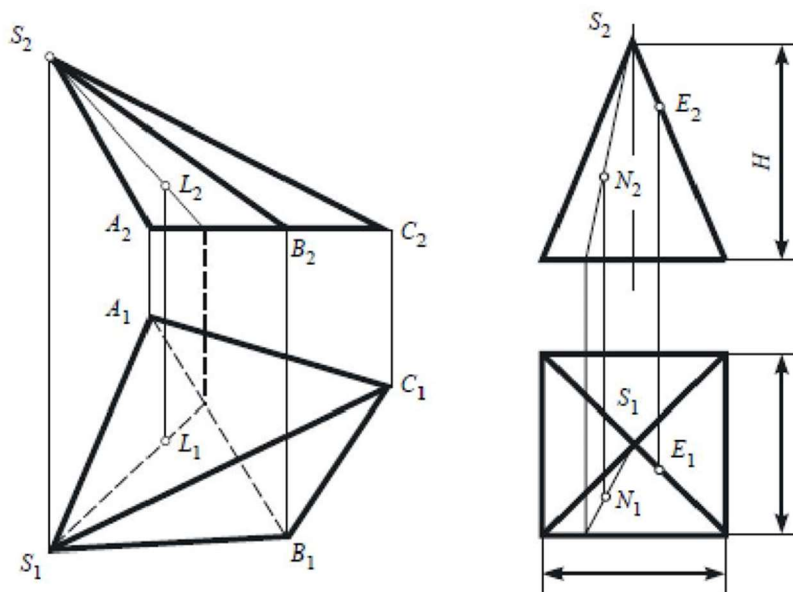


Рис. 21. Кресленік піраміді

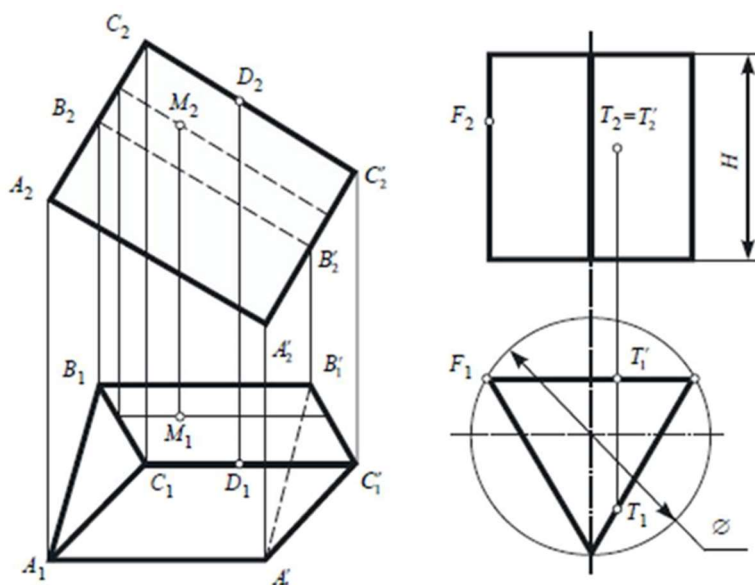


Рис. 22. Кресленік призми

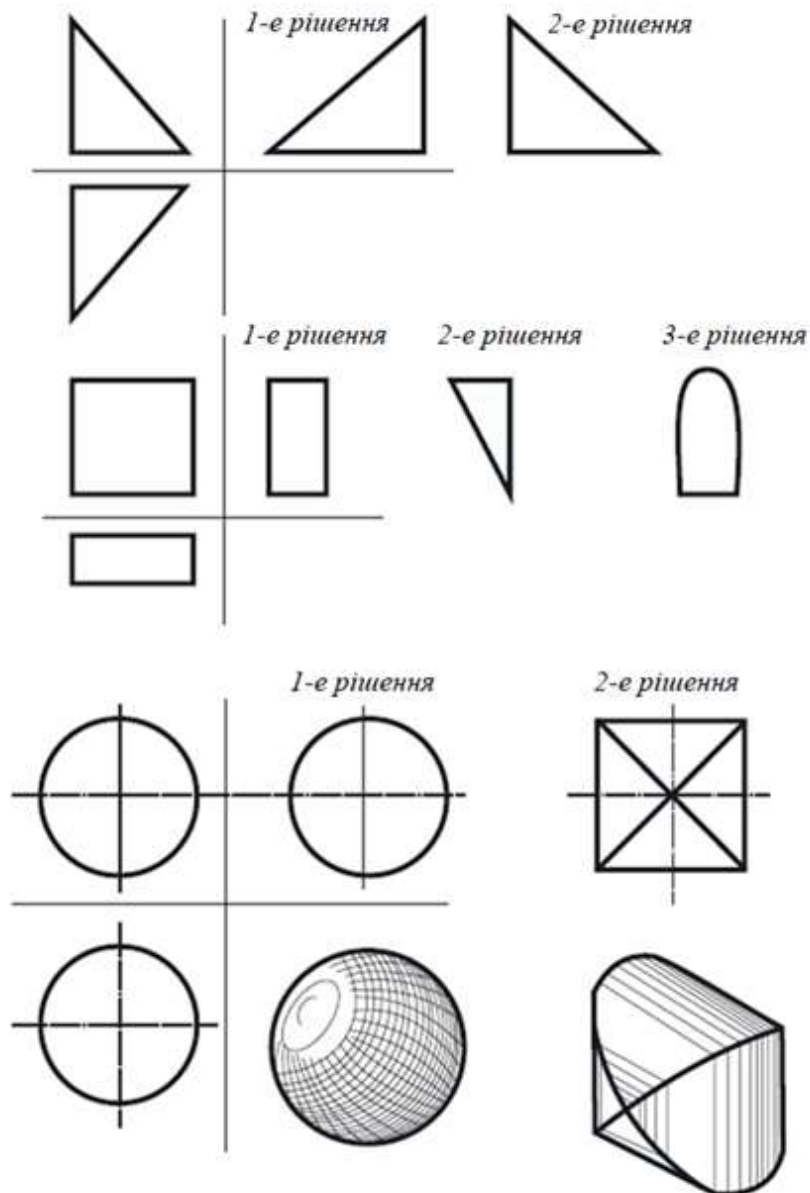


Рис. 23. Побудова третьої проєкції багатогранника

Для визначення форми правильної піраміди та прямої призми на кресленнику достатньо задати висоту та розміри основи.

1.2.3.3. Поверхні обертання

Поверхня обертання утворюється обертанням будь-якої лінії (утворюючої) навколо нерухомої осі. Залежно від виду утворюючої (пряма або крива лінія) поверхні обертання можуть бути лінійчастими (циліндр, конус) та нелінійчастими (сфера, тор).

Кожна точка утворювальної описує коло, площина якого перпендикулярна до осі обертання (рис. 24). Ці кола називаються *паралелями*. Отже, площини, перпендикулярні до осі, перетинають поверхню обертання по паралелях. Найбільшу та найменшу паралелі називають відповідно екватором та горлом. Площини, що проходять через вісь поверхні обертання, називають осьовими, а лінії, по яким вони перетинають поверхню, — меридіанами. Фронтальний меридіан називають головним меридіаном, що визначає фронтальний нарис поверхні обертання. Профільний меридіан визначає профільний нарис поверхні обертання. Усі меридіани поверхні обертання конгруентні.

При проєкціюванні поверхні на площину проєкцій проєкціюючі промені торкаються цієї поверхні в точках, що утворюють на ній деяку лінію, яка називається лінією видимого контуру (рис. 25).

Лінія видимого контуру поверхні поділяє її на дві частини: видиму, звернену до спостерігача, і невидиму. Для наочності на кресленіку поверхні будують нариси її проєкцій, які є проєкціями відповідних ліній видимого контуру.

На рис. 26, *a* зображений прямий круговий циліндр, який утворений обертанням прямої навколо осі, паралельної утворюючій. Так як вісь циліндра - горизонтально-проєкціювальна пряма, то поверхня є проєкціюючею відносно площини Π_1 , і горизонтальна проєкція поверхні - коло. Горизонтальна проєкція будь-якої точки, що належить поверхні циліндра (на кресленіку точки A , A' і B), належить цьому колу.

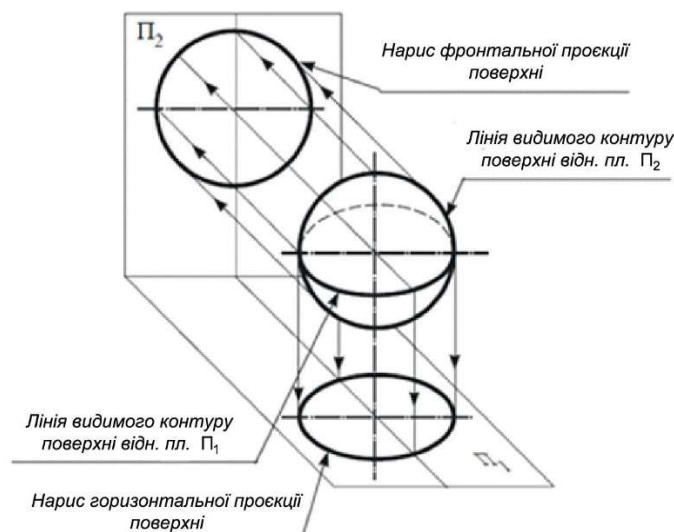


Рис. 24. Поверхні обертання

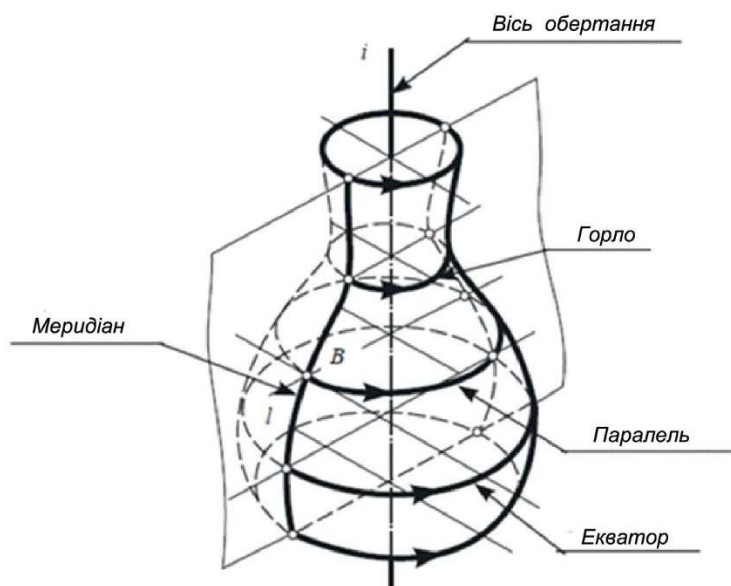


Рис. 25. Поверхні обертання

Для побудови проєкцій точок, що належать непроєкціюючим поверхням, використовують таке правило: точка належить поверхні, якщо вона належить будь-якій лінії цієї поверхні.

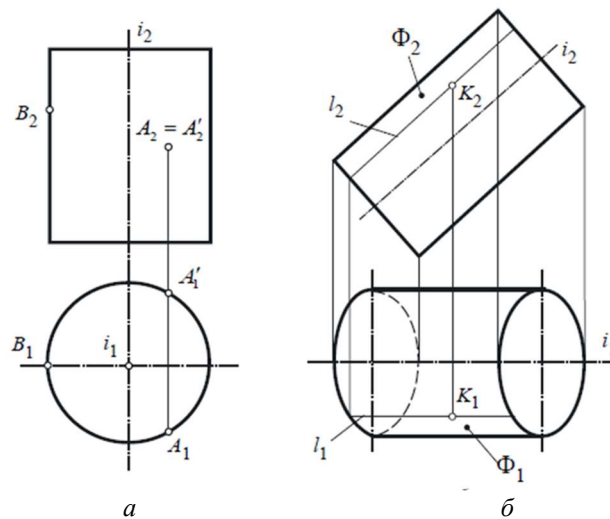


Рис. 26 – Кресленик циліндра:
a – горизонтальний і фронтальний види, *б* – ось циліндра — фронталь

На рис. 26, *б* ось циліндра — фронталь. Точка *K*, що належить циліндричній поверхні Φ , будується за належністю її утворюючій *l*:

$$K \in \Phi \Leftrightarrow K \in l \wedge l \subset \Phi$$

Проекції точок, що належать видимій на кресленику частині поверхні циліндра (точка A_2 на рис. 26, *a*; точки K_1 і K_2 на рис. 26, *б*), видимі.

На рис. 27 зображений прямий круговий конус, утворений обертанням прямої утворюючої навколо осі, що перетинається з цією утворюючою. Вісь конуса - горизонтально-проекціююча пряма. Лінія видимого контуру поверхні конуса щодо площини Π_2 (фронтальна її проекція – трикутник, горизонтальна проекція збігається з горизонтальною віссю) поділяє конічну поверхню на видиму, розташовану ближче до спостерігача, і невидиму. Горизонтальна проекція поверхні конуса є видимою. Проекції точок, заданих на поверхні конуса, будуються за приналежністю утворюючим або колам. На рис. 27 горизонтальні проекції C_1, D_1 і F точок C, D і F видимі, фронтальні проекції C_2 і D_2 видимі, F_2 невидима.

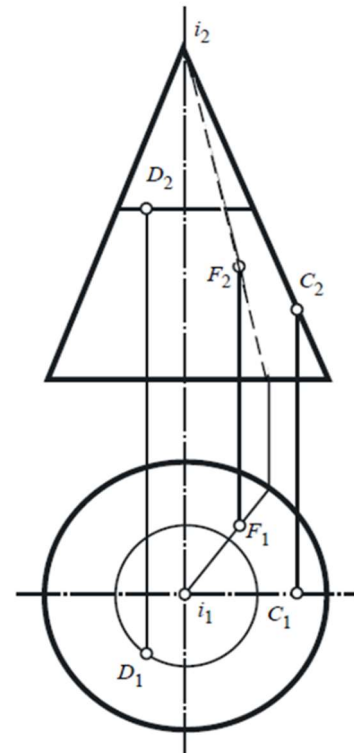


Рис. 27. Кресленик прямого кругового конуса

Сфера утворюється обертанням кола навколо одного з її діаметрів. Нарисом фронтальної проекції сфери є проекція Π_2 головного меридіана n ; нарисом горизонтальної проекції сфери — проекція m_1 екватора m (рис. 28). Межами видимості на сфері відносно площин проекцій є відповідні лінії видимого контуру (рис. 24).

На фронтальній площині проекцій видима передня частина поверхні сфери; на горизонтальній проекції – верхня частина поверхні (рис. 28). На кресленику побудова проекцій точок, що належать поверхні сфери, виконується за допомогою паралелей, яким належать точки. На рис. 28 всі проекції точки K видимі. Фронтальна і горизонтальна проекції точки M , а також горизонтальна проекція точки N видимі, а проекції N_2, N_3 і M_3 точок M і N невидимі.

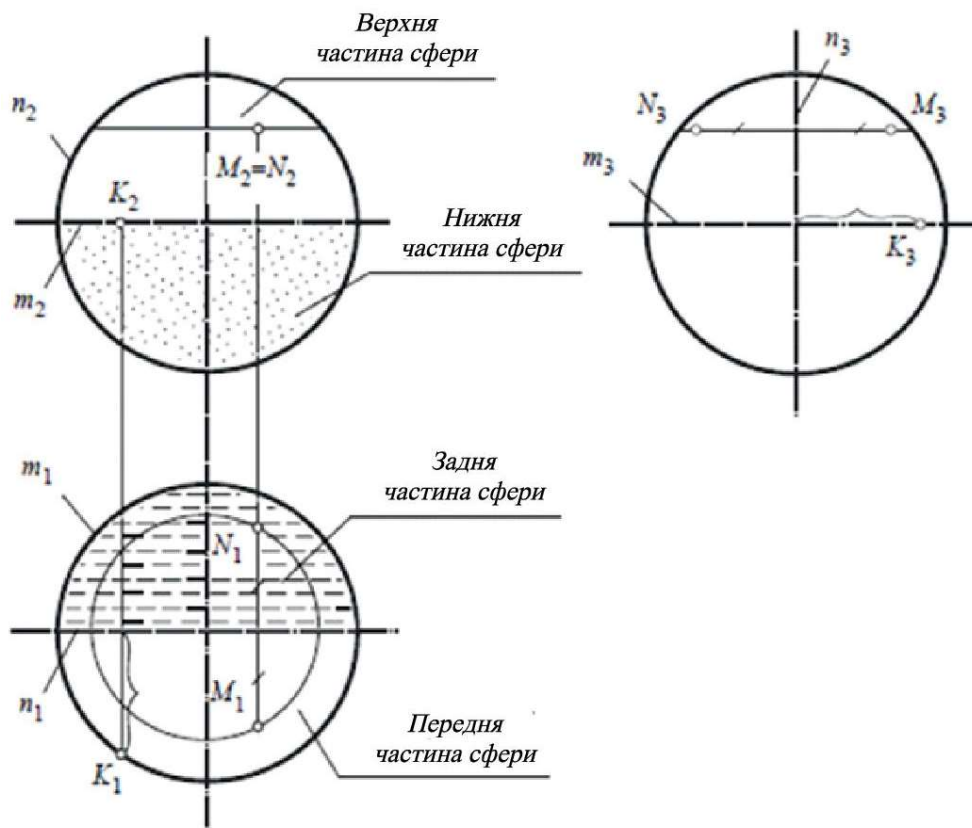


Рис. 28. Кресленик сфери

Усі розглянуті вище поверхні обертання: циліндр, конус, сфера є поверхнями другого порядку.

Тор утворюється обертанням кола навколо осі, що лежить у площині кола, але не проходить через її центр.

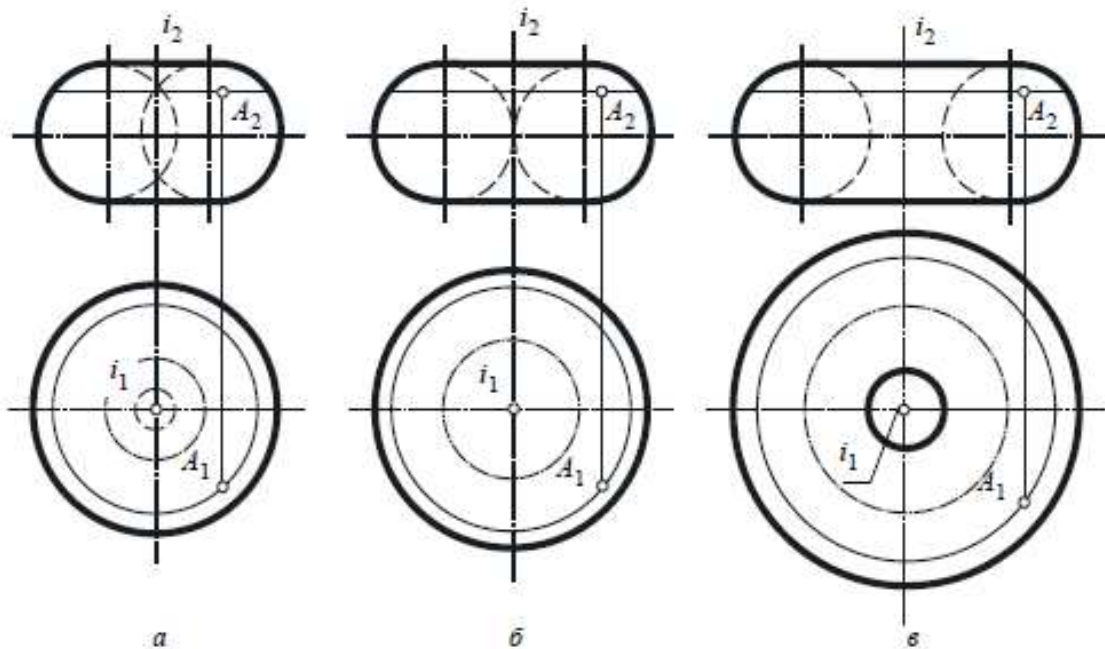


Рис. 29. Кресленики тора:

а – вісь обертання тора перетинає коло, *б* – вісь обертання тора торкається кола,
в – вісь обертання тора розташовується поза кола

Вісь обертання тора може перетинати коло (рис. 29, *a*), торкатися його (рис. 29, *б*) і розташовуватися поза кола (рис. 29, *в*). У перших двох випадках тор називається закритим, в останньому – відкритим або кільцем. Тор – поверхня четвертого порядку.

Для циліндра (див. рис. 26), конуса (див. рис. 27) та тора (див. рис. 29) оборотним є кресленик, що містить дві проєкції (одну з них обов'язково на площину, перпендикулярну до осі обертання). Форми сфери дві проєкції не визначають. На рис. 23 дано два варіанти третіх проєкцій (можливі й інші рішення). Оборотним є трипроєкційне креслення сфери. При вживанні умовних знаків та написів кількість проєкцій може бути зменшена: знак діаметра \varnothing говорить про те, що зображений предмет є тілом обертання; знак « \circ » перед позначенням R або \varnothing — про те, що поверхня сферична (рис. 30). Прямий круговий циліндр і прямий круговий конус задаються діаметром основи та висотою (рис. 30, *a*, *б*); сфера — діаметром або радіусом R утворюючої кола, а тор — діаметрами утворюючої кола та найбільшої паралелі (рис. 30, *в*, *г*).

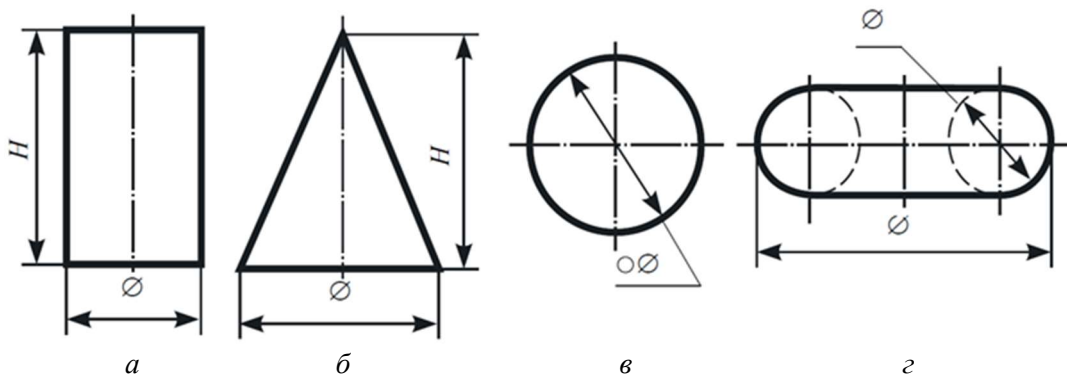


Рис. 30. Розміри для завдання поверхні:
a – циліндр, *б* – конус, *в* – сфера, *г* – тор

З а д а ч а . Побудувати відсутні проєкції точок A, B, C, D , що належать комбінованій поверхні. Задані проєкції A_1, D_1, B_2, C_2 точок видимі (рис. 31, *a*).

План рішення:

- 1) визначити, які поверхні утворюють цей предмет;
- 2) вибрати графічно просту лінію поверхні (коло або пряму), що проходить через задану точку;
- 3) побудувати проєкції цієї лінії;
- 4) побудувати проєкції заданої точки, які потрібно знайти.

Рішення. Задана комбінована поверхня є поєднанням усіченого конуса і частини сфери.

Точки A і B належать конічній поверхні. Побудова проєкцій A_2 і A_3 точки A виконаємо за належністю цієї точки прямолінійній утворюючій конуса. Для побудови проєкцій B_1 і B_3 через точку B потрібно провести паралель конуса.

Точки C і D належать поверхні сфери. Проєкції C_1 і C_3 побудуємо за належністю точки C головному меридіану сфери. Для побудови проєкцій D_2 і D_3 потрібно провести паралель сфери, що проходить через точку D і паралельну фронтальній площині проєкцій.

Побудови на кресленику (рис. 31, *б*) виконуємо відповідно до п.п. 3 і 4 плану.

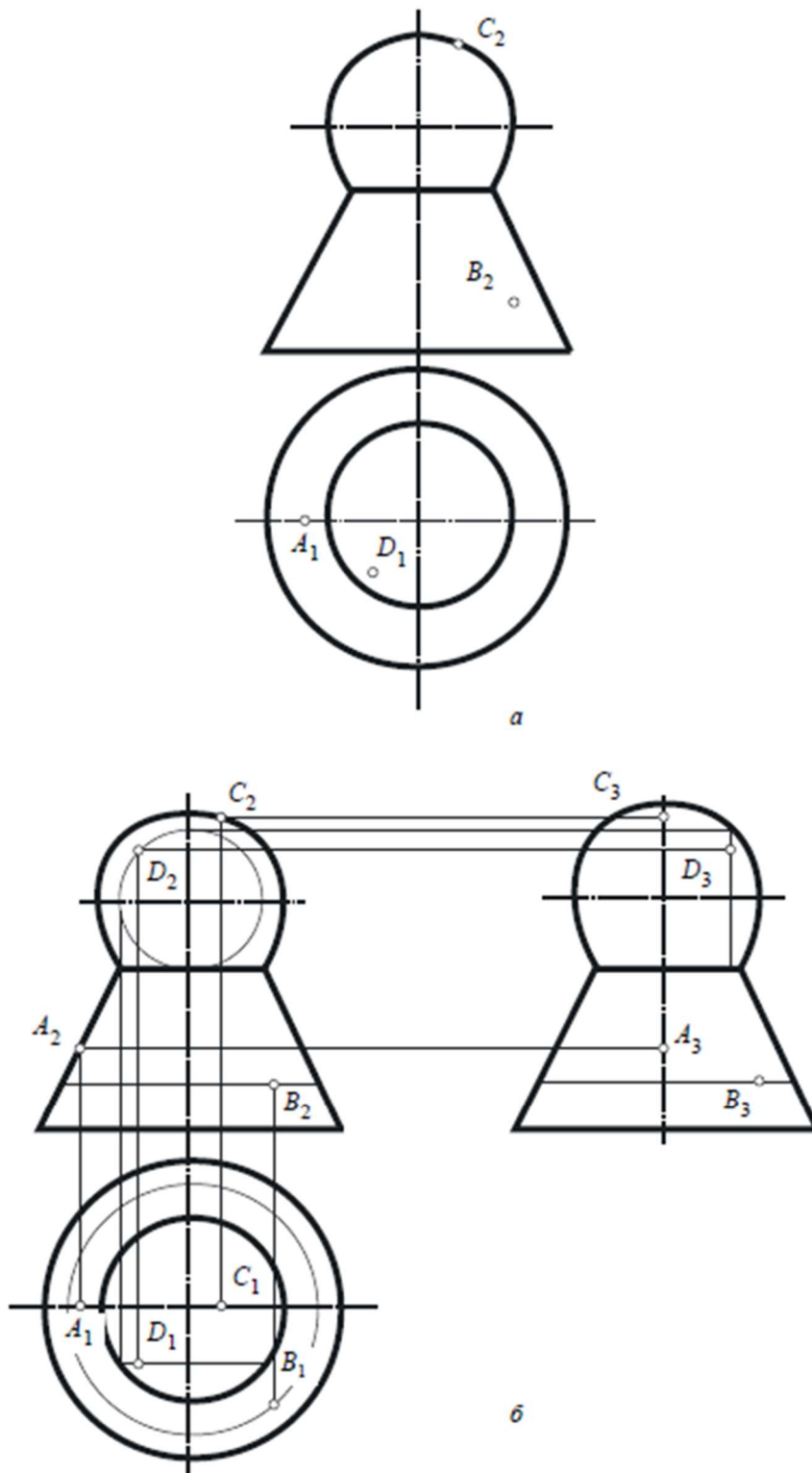


Рис. 31. Завдання і вирішення задачі побудови відсутніх проєкцій точок:
a – задані проєкції A_1, D_1, B_2, C_2 точок видимі, *б* – проєкції точок A, B, C, D на трьох площинах

1.3. Побудова зображень предмета як поєднання простих геометричних фігур. Види. Вибір головного виду

Для того щоб при виконанні креслеників уявити форму предмета, рекомендується подумки розчленувати його на прості геометричні фігури. Наприклад, предмет, що представлений на рис. 32, *a* складається з призми I (основи), циліндра II, півсфери III, призми IV і V (ребра).

Щоб виконати кресленик цього предмета, необхідно зобразити кожен фігуру, що складає даний предмет у трьох проєкціях, враховуючи при цьому проєкційний зв'язок (рис. 32, *б*).

Залежно від змісту зображення поділяються на види, перерізи, перетини. Вид — зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. Стандарт встановлює наступні назви видів: вид спереду — 1 (головний вид); вид зверху — 2; вид зліва — 3; вид праворуч — 4; вид знизу — 5; вид ззаду — 6 (рис. 33).

Головний вид слід вибирати так, щоб він давав найбільш повне уявлення про форму і розміри предмета, тобто кресленик має бути оборотним. Головний вид відповідає такому положенню предмета, при якому максимальна кількість геометричних фігур, що утворюють предмет, має осі обертання, паралельні фронтальній площині проєкції, а площина основи предмета паралельна горизонтальній площині проєкції.

Кресленик (рис. 32, *б*) предмета, представленого на рис. 32, *a*, складений з трьох зображень: головного виду, виду зверху і виду зліва. Головний вид обраний за стрілкою *A*, оскільки він дає найповніше уявлення про форму предмета.

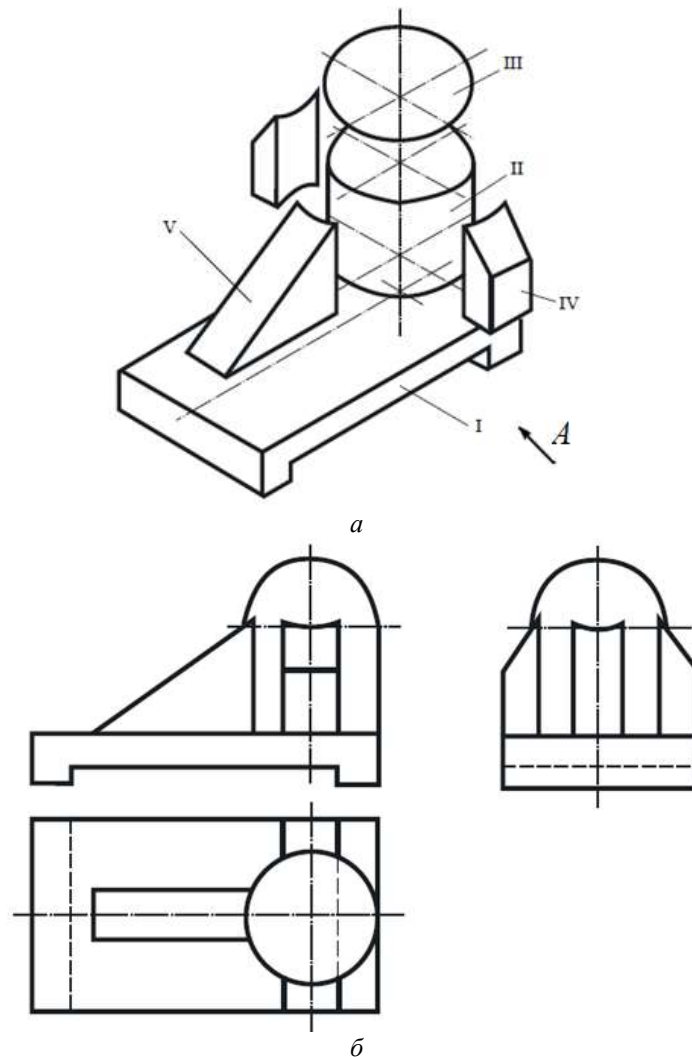


Рис. 32. Побудова зображень предмета як поєднання простих геометричних фігур:
а – складанні частини предмета, б – три види кресленика предмета

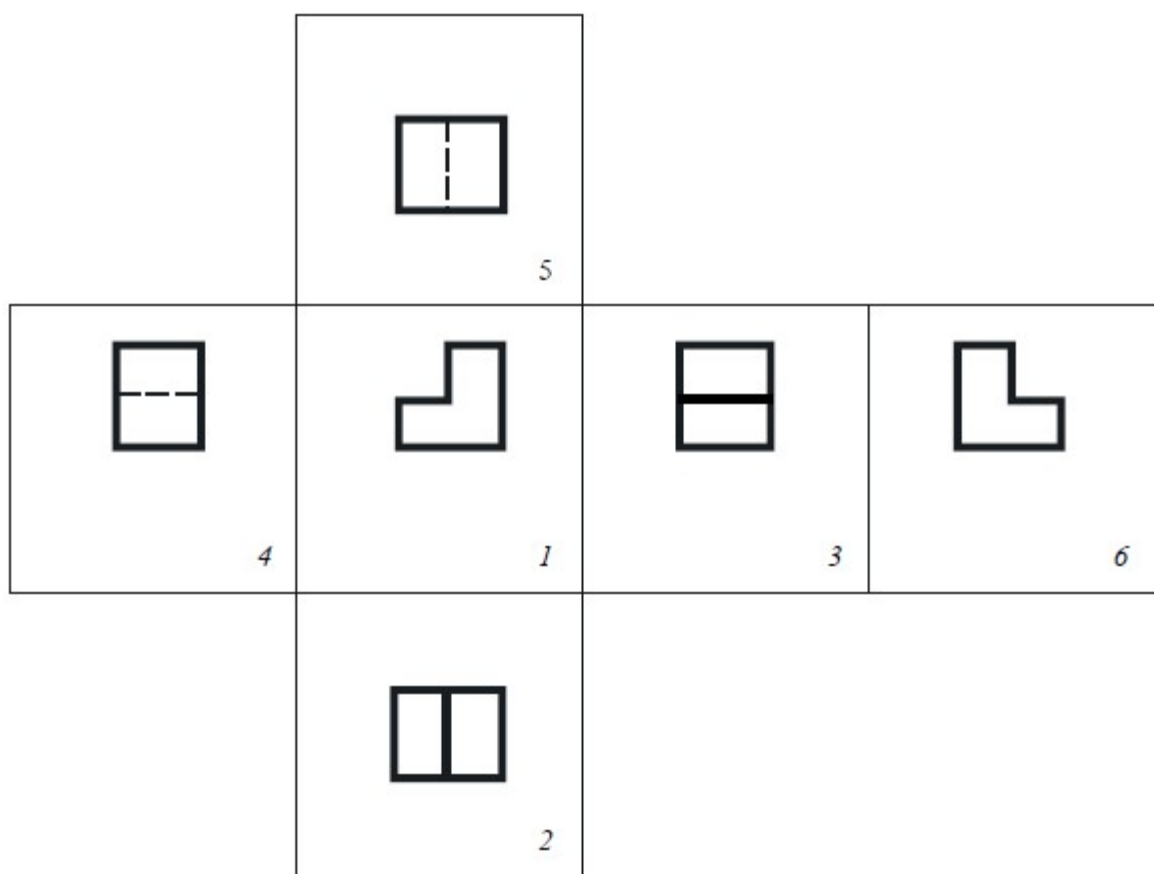
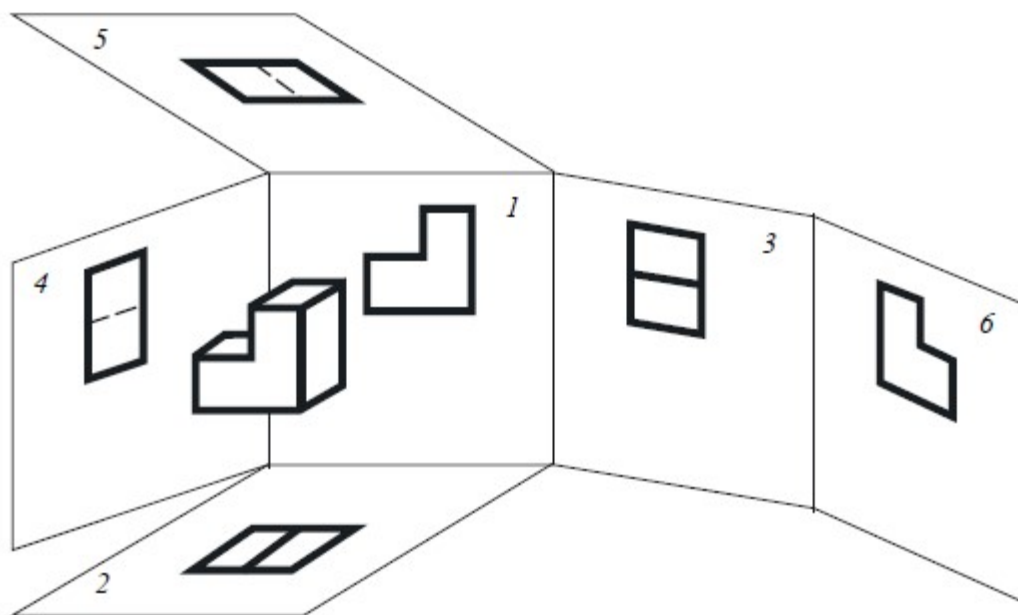


Рис. 33. Основні види

РОЗДІЛ 2

ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФІГУР. ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ СПІЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ПОЗИЦІЙНІ ЗАДАЧІ)

Задачі, в яких визначається взаємне положення або спільні елементи геометричних фігур, називаються **позиційними**. До позиційних відносяться також розглянуті задачі на приналежність точки лінії, точки і лінії поверхні.

2.1. Взаємне положення прямих

Дві прями у просторі можуть бути паралельними, такими, що перетинаються та такими, що схрещуються.

1. *Прямі паралельні*. Правило для побудови комплексного кресленника паралельних прямих випливає із четвертої властивості ортогонального проєкціювання: проєкції паралельних прямих паралельні.

Якщо прямі в просторі паралельні, то на кресленнику їх однойменні проєкції паралельні (рис. 34, а).

$$a \parallel b \Rightarrow a_1 \parallel b_1 \wedge a_2 \parallel b_2$$

Для прямих загального положення справедливе і зворотне твердження:

$$a_1 \parallel b_1 \wedge a_2 \parallel b_2 \Rightarrow a \parallel b$$

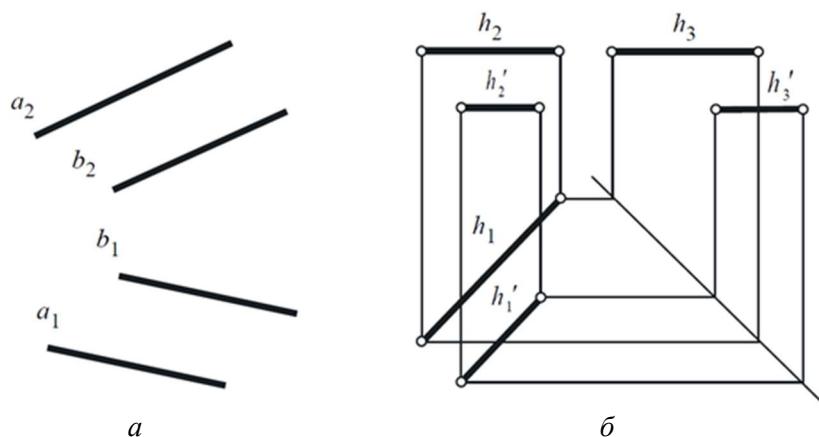


Рис. 34. Паралельні прямі:
а – проєкції паралельних прямих, б – горизонталі

Таким чином, для того, щоб судити по кресленнику про паралельність двох прямих загального положення, достатньо мати будь-яку пару проєкцій кожної з них. Лінії рівня паралельні, якщо їх проєкції на паралельну їм площину проєкцій паралельні. Наприклад, горизонталі h і h' (рис. 34, б) паралельні, так як паралельні їх проєкції h_1 і h'_1 ; відрізки профільних прямих $[AB]$ і $[CD]$ (рис. 35) паралельні, так як $[A_3B_3] \parallel [C_3D_3]$; відрізок $[EF]$ непаралельний $[KL]$, так як відрізок $[E'F_3]$ непаралельний відрізку $[K_3L_3]$ (рис. 35).

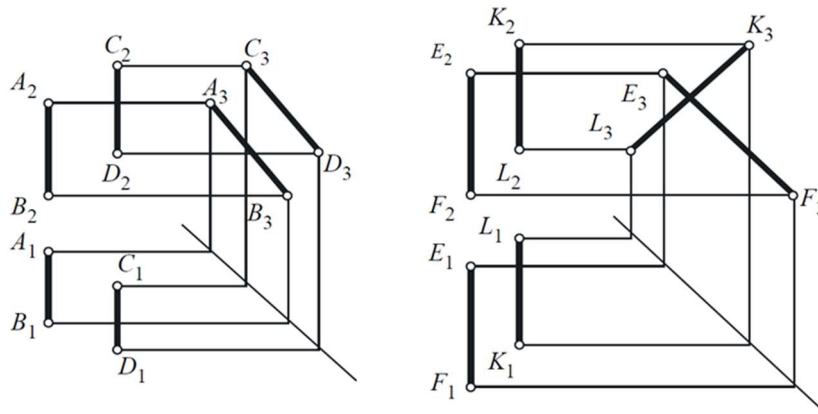


Рис. 35. Паралельні прямі

2. *Прямі що перетинаються.* Правило для побудови комплексного кресленника прямих, що перетинаються, випливає з шостої властивості ортогонального проєціювання: точка перетину ліній проєціюється в точку перетину їх проєкцій. (рис. 36):

$$c \cap d = K \Rightarrow c_1 \cap d_1 = K_1 \wedge c_2 \cap d_2 = K_2,$$

причому точки K_1 і K_2 належать одній лінії зв'язку.

3. *Прямі, що схрещуються.* Прямі непаралельні і непересічні називаються прямими, що схрещуються. Один із можливих варіантів прямих, що схрещуються, наведено на рис. 37, де $l \nparallel m$, так як l непаралельна і не перетинає m .

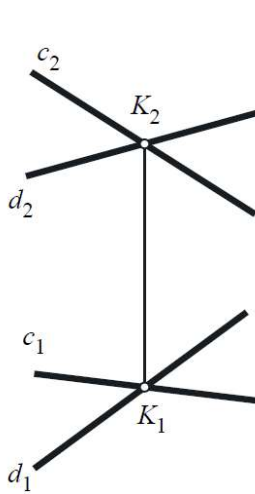


Рис. 36. Прямі що перетинаються

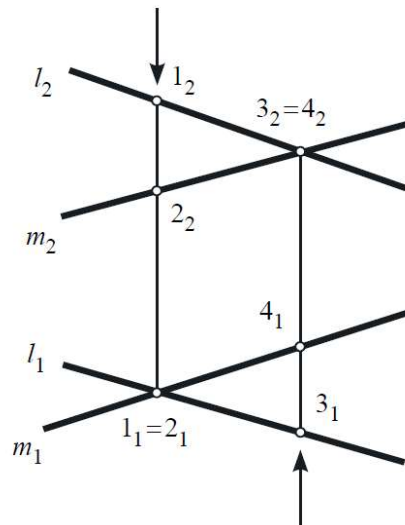


Рис. 37. Прямі, що схрещуються

Точка перетину горизонтальних проєкцій прямих, що схрещуються є горизонтальною проєкцією двох точок 1 і 2, що горизонтально конкуруються, відповідно приналежних прямим l і m . Точка перетину фронтальних проєкцій прямих, що схрещуються, є фронтальною проєкцією двох конкуруючих точок 3 і 4. По горизонтально конкуруючим точкам 1 і 2 визначається положення прямих l і m відносно Π_1 . Фронтальна проєкція 1_2 точки 1, що належить прямій l , розташована вище, ніж фронтальна проєкція 2_2 точки 2, що належить прямій m (проєкція напрямку погляду показана стрілкою), отже, точка 1 вище за точку 2, і тому пряма l розташована над прямою m . По фронтально конкуруючим точкам 3 і 4 визначається положення прямих l і m відносно площини Π_2 .

Горизонтальна проєкція 3_1 точки 3, що належить прямій l , розташована нижче, ніж горизонтальна проєкція 4_1 точки 4, що належить прямій m (проєкція напрямку погляду показана стрілкою), отже, точка 3 розташована перед точкою 4, тому пряма l розташована перед прямою m .

2.2. Визначення спільних елементів геометричних фігур за умов приналежності

З а д а ч а . Побудувати точку перетину прямої лінії з проєкціуючою площиною.

Дано горизонтально-проєкціуюча площина Γ і пряма m загального положення (рис. 38). Точка K перетину прямої m з площиною Γ належить одночасно і прямій m , і площині Γ , отже, $K_1 \in \Gamma_1 \wedge K_1 \in m_1$, т. е. $K_1 = \Gamma_1 \cap m_1$; точка K_2 знаходиться на лінії зв'язку за умови, що $K_2 \in m_2$.

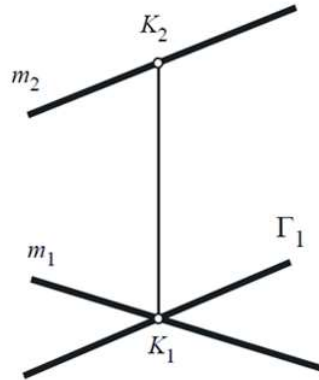


Рис. 38. Перетин прямої лінії з проєкціуючою площиною

З а д а ч а . Побудувати лінію перетину площини загального положення з проєкціуючою площиною.

Дано площина $\Gamma(ABC)$ загального положення і фронтально-проєкціуюча площина Δ (рис. 39). Лінія k , яку треба знайти, перетину двох площин Γ і Δ є прямою, отже, визначається двома точками. Для побудови лінії $k = \Gamma \cap \Delta$ знаходимо точки: $1 = AC \cap \Delta$, $2 = BC \cap \Delta$.
 $1_2 = A_2C_2 \cap \Delta_2$; $1_1 \in A_1C_1$; $2_2 = B_2C_2 \cap \Delta_2$; $2_1 \in B_1C_1$.
 $k_1(1_1-2_1)$; $k_2(1_2-2_2) = \Delta_2$.

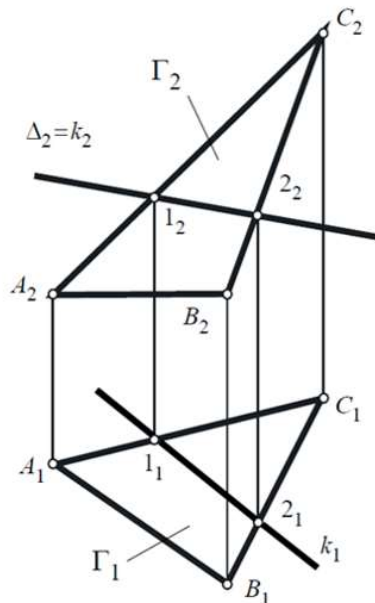


Рис. 39. Перетин площини загального положення з проєкціуючою площиною

З а д а ч а . Побудувати лінію перетину двох проєкціюючих площин.

Дано дві фронтально-проєкціюючі площини: Δ і Γ (рис. 40). Лінія їх перетину — фронтально-проєкціююча пряма k .

$k_2 = \Delta_2 \cap \Gamma_2$, а k_1 співпадає з лінією зв'язку.

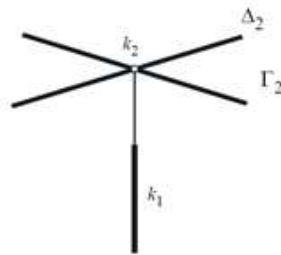


Рис. 40. Перетин двох проєкціюючих площин

З а д а ч а . Побудувати точку перетину проєкціюючої лінії з площиною загального положення.

Дано площина $\theta(KLM)$ загального положення і горизонтально-проєкціююча пряма g (рис. 41). Точка G їх перетину одночасно належить площині θ і лінії g , отже, належить будь-якій прямій l , проведеної у площині θ і перетинає лінію g . На рис. 41 $l \subset \theta \wedge l \cap g$. Так як $g \perp \Pi_1$, то $G_1 = g_1$, а $G_2 = l_2 \cap g_2$.

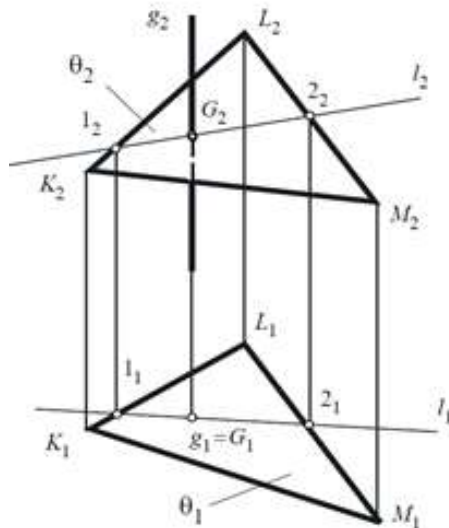


Рис. 41. Перетин проєкціюючої лінії з площиною загального положення

2.3. Перетин поверхонь з проєкціюючою площиною, і з прямою лінією

Лінія перетину поверхні з площиною є плоскою замкнутою лінією. При проєкціюючій січній площині одна проєкція лінії перетину співпадає з проєкцією площини, а друга проєкція будується по точках. При цьому спочатку будують опорні точки, а також точки на ребрах, а потім, якщо потрібно, проміжні точки. Знайдені точки з'єднують з урахуванням видимості та характеру лінії перетину.

2.3.1. Перетин багатогранника з проєкціюючою площиною

Лінія перетину багатогранника з площиною є плоскою ламаною лінією, вершини якої – точки перетину ребер, а сторони – лінії перетину граней багатогранника з площиною.

На рис. 42 показано побудову лінії перетину прямої шестигранної призми з проєкціуючою площиною Σ . Фронтальні проєкції $1_2, 2_2, 3_2 \dots$ точок перетину ребер призми з площиною знаходяться у точках перетину фронтальних проєкцій ребер та фронтальної проєкції площини. Горизонтальні проєкції $1_1, 2_1, 3_1 \dots$ точок збігаються з горизонтальними проєкціями ребер. Таким чином, фронтальна проєкція потрібної лінії — відрізок $1_2 4_2$, а горизонтальна проєкція — шестикутник $1_1 2_1 3_1 4_1 5_1 6_1$. Профільні проєкції точок знаходяться по лініях зв'язку на профільних проєкціях ребер.

На рис. 43 показана задача на побудову лінії перетину піраміди з горизонтально- проєкціуючою площиною.

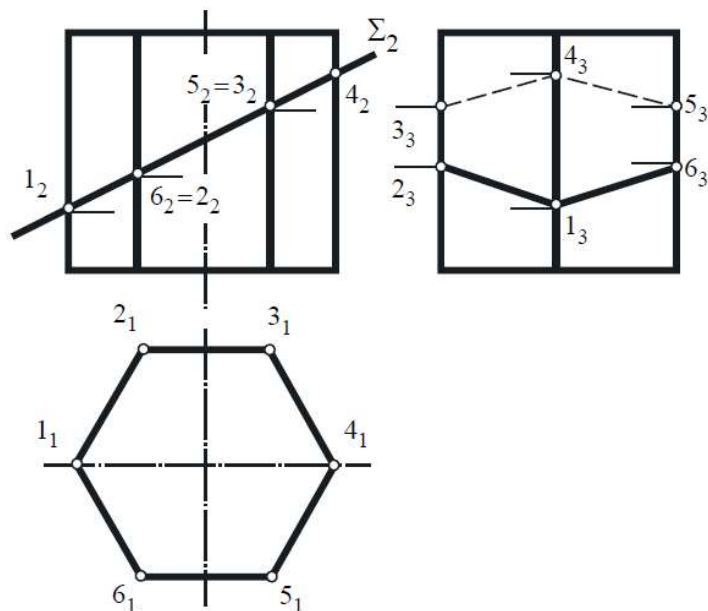


Рис. 42. Перетин прямої шестигранної призми з проєкціуючою площиною Σ

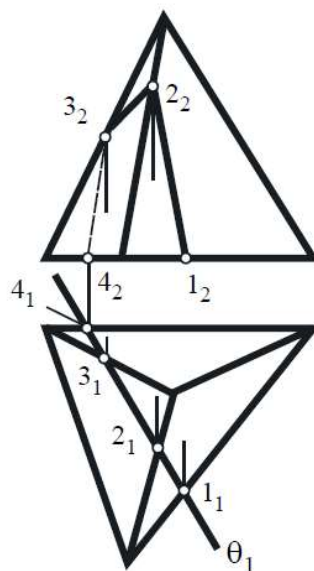


Рис. 43. Перетин піраміди з горизонтально- проєкціуючою площиною

2.3.2. Перетин поверхні обертання з проєкціуючою площиною

Лінія перетину кривої поверхні з площиною є плоскою кривою.

Для побудови цієї кривої визначають точки перетину ряду утворюючих поверхні з січною площиною. До опорних точок лінії відносяться: екстремальні точки (вища та нижча відносно Π_1 , ближня та дальня відносно Π_2), а також нарисові (проєкції яких належать нарисам горизонтальної та фронтальної проєкцій фігур), у розглянутих завданнях вони одночасно є точками зміни видимості (рис. 44).

Розглянемо перетин циліндра обертання з площиною. Якщо січна площина перетинає всі утворюючі поверхні і неперпендикулярна до осі обертання (рис. 45, а), то лінія перетину — еліпс. На кресленику (рис. 45) площина Γ непаралельна осі i і перетинає циліндр по еліпсу. На площину Π_2 еліпс проєкціюється у відрізок $A_2B_2 = \Gamma_2$; на площину Π_1 — в коло, яке співпадає з проєкцією циліндричної поверхні; на площину Π_3 — в еліпс. Профільні проєкції точок, що належать еліпсу, будуються за двома заданими (горизонтальною та фронтальною). В першу чергу визначають профільні проєкції вищої та нижчої точок (A і B), нарисових відносно Π_3 (C і D), а потім - проміжних, наприклад, 1 і 2. З'єднавши отримані точки плавної кривої з урахуванням видимості, отримуємо еліпс, який є профільною проєкцією фігури перетину.

Якщо січна площина перпендикулярна до осі обертання (рис. 45, б), то лінія перетину — коло. На кресленику (рис. 45) площина Δ перпендикулярна до осі i , отже, перетинає циліндр по колу. На площині Π_2 і Π_3 коло проєкціюється у відрізки прямої, що співпадають з відповідною проєкцією січної площини. На Π_1 проєкція кола перетину співпадає з проєкцією циліндричної поверхні.

Якщо січна площина паралельна до утворюючої поверхні (рис. 45, в), то в перетині виходять прямі лінії — утворюючі. На кресленику (рис. 45) площина Σ паралельна осі обертання. Проєкції утворюючих на площину Π_2 співпадають з проєкцією площини, а на площину Π_1 проєкціюються в точки, що належать колу, що є проєкцією циліндричної поверхні. За двома проєкціями (горизонтальною та фронтальною) побудовано третю проєкцію утворюючих.

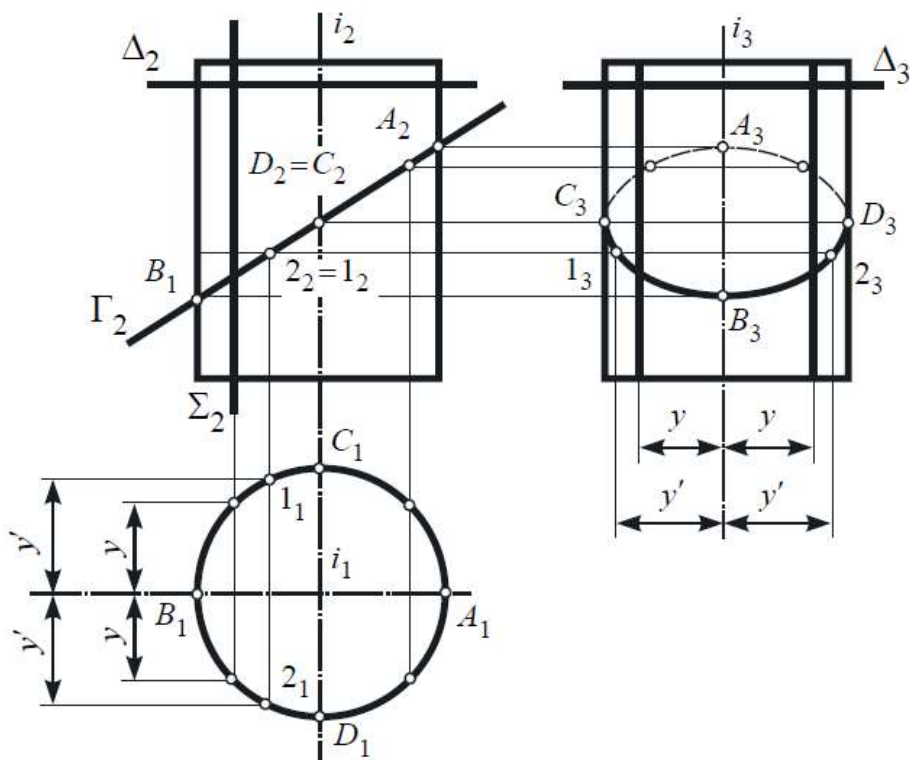


Рис. 44. Перетин циліндра обертання з площиною

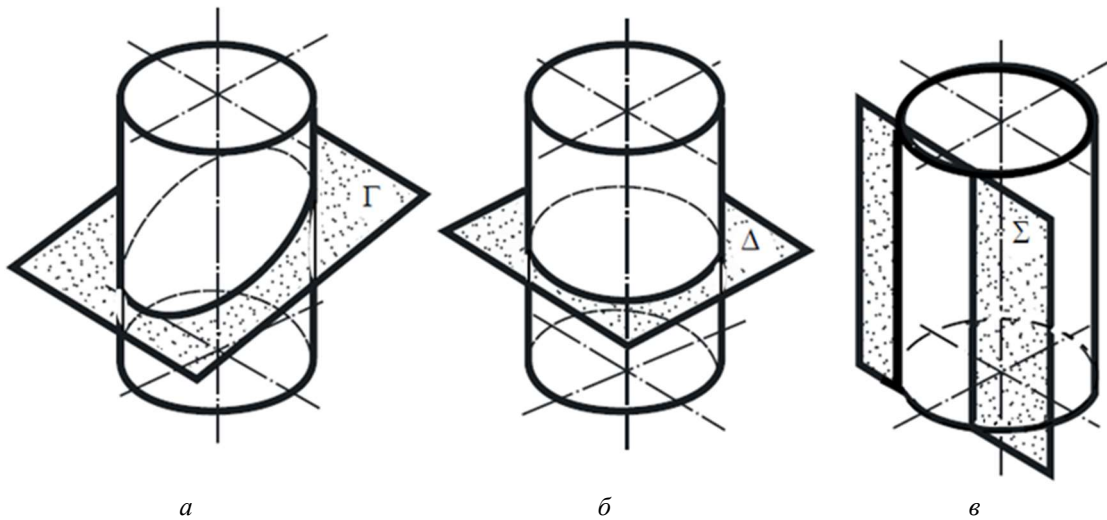


Рис. 45. Перетин циліндра обертання з площиною:
 a – лінія перетину – еліпс, b – лінія перетину – коло, v – лінія перетину – прямі лінії

Якщо площина Σ (рис. 46, a) перетинає всі утворюючі конуса, то в перетині виходить еліпс. В окремому випадку, коли площина займе положення Σ' , перпендикулярне осі конуса обертання, виходить коло.

Якщо площина Σ паралельна одній утворюючій l конуса (рис. 46, b), то в перетині виходить парабола.

Якщо площина Σ паралельна двом утворюючим l і l' конуса (рис. 46, v), то в перетині виходить гіпербола. В окремому випадку, коли площина Σ , переміщуючись паралельно до самої себе, займе положення Σ' (пройде через вершину конуса), гіпербола вироджується в пару прямих, що перетинаються (рис. 46, v).

Фронтальні проєкції еліпса (рис. 46, a), параболи (рис. 46, b) і гіперболи (рис. 46, v) на поперітні конуса співпадають з фронтальними проєкціями січних площин. Побудова горизонтальних проєкцій точок, що належать еліпсу, параболі та гіперболі, виконані за допомогою утворюючих або паралелей.

Сферу площина перетинає по колу. Залежно від положення січної площини відносно площин проєкцій коло може проєкціюватися в пряму, коло (рис. 47) або еліпс (рис. 48).

На рис. 48 показано побудову лінії перетину сфери з фронтально-проєкціуючою площиною Φ . Окружність перетину проєкціюється на Π_2 у вигляді відрізка прямої $A_2B_2 = \Phi_2$, а на Π_1 – у вигляді еліпса, що будується за точками. Точки A і B є екстремальними відносно Π_1 : B – вища точка, A – нижча. Фронтальні їхні проєкції A_2 і B_2 співпадають з точками перетину фронтальної проєкції площини з нарисом фронтальної проєкції сфери (проєкції головного меридіана). Їхні горизонтальні проєкції знаходимо по лініях зв'язку на горизонтальній проєкції головного меридіана. Фронтальні проєкції M_2 і N_2 точок M і N (точок зміни видимості відносно Π_1) на перетині Φ_2 з фронтальною проєкцією екватора сфери. Їхні горизонтальні проєкції знаходимо по лінії зв'язку на нарисі горизонтальної проєкції сфери (горизонтальна проєкція екватора). Екстремальні відносно Π_2 точки C і D (найближча і найдалша) визначаються за допомогою загальної площини симетрії Γ , яка проводиться через центр сфери перпендикулярно площині Φ . Відзначаємо фронтальні проєкції $C_2 = D_2$ точок C і D , які співпадають з точкою перетину Γ_2 і Φ_2 . Для знаходження горизонтальних проєкцій C_1 і D_1 точок C і D скористаємося паралеллю m (m_1, m_2), що проходить через точки C і D . Аналогічним чином знаходимо проєкції проміжних точок. Наприклад, проєкції точок 1 і 2 будемо за допомогою паралелі n (n_1, n_2). На Π_2 ця паралель проєктується в горизонтальну пряму, що перетинає фронтальну проєкцію лінії перетину в точці $1_2 = 2_2$. Будемо горизонтальну проєкцію паралелі – коло радіусом R . У точках перетину цього кола з вертикальними лініями зв'язку відзначаємо проєкції 1_1 і 2_1 точок 1 і 2.

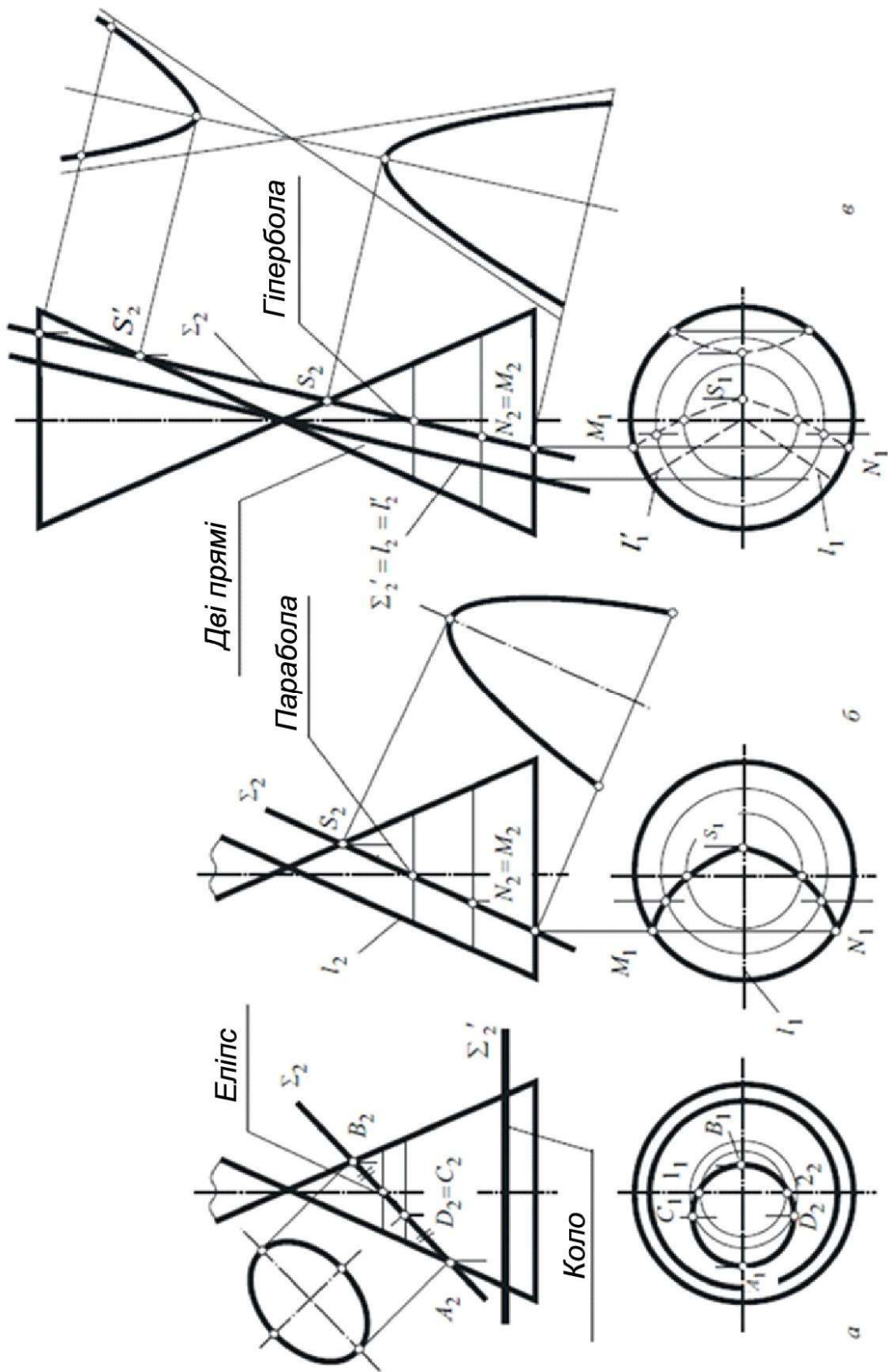


Рис. 46. Перетин конуса з площиною:

a – в перетині еліпс, b – в перетині парабола, ϵ – в перетині гіпербола

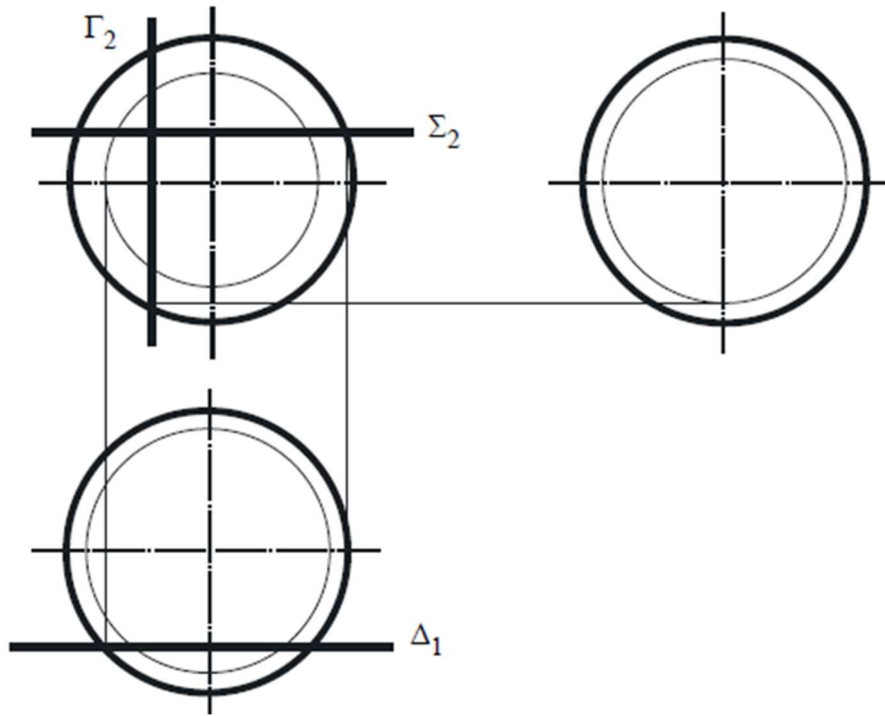


Рис. 47. Перетин сфери з площиною

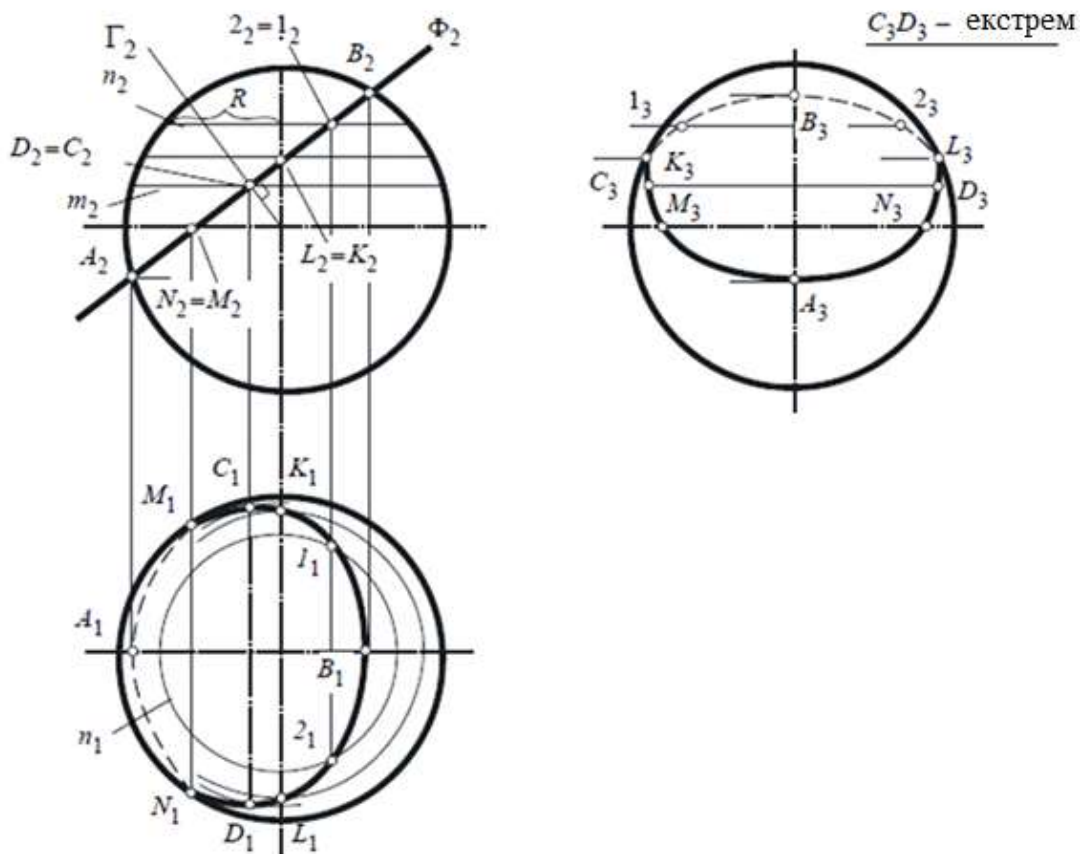


Рис. 48. Перетин сфери з фронтально-проекціуючою площиною

2.3.3. Перетин поверхонь із прямою лінією

Можлива кількість точок перетину поверхні з прямою лінією відповідає порядку поверхні. Наприклад, сферу, конус, циліндр — поверхні другого порядку — пряма лінія може перетинати у двох точках; тор - поверхня четвертого порядку - у чотирьох. Побудову точок перетину поверхонь (незалежно від їх виду) з прямою лінією виконують за наступною схемою (рис. 49, а):

- 1) через пряму l проводять допоміжну січну площину Δ ;
- 2) будують лінію m перетину цієї площини Δ із заданою поверхнею Φ ;
- 3) відзначають точки A і B перетину даної прямої l з побудованою лінією перетину m , які

потрібно знайти.

У символічному записі схема має такий вигляд:

- 1) $\Delta \subset l$,
- 2) $m = \Delta \cap \Phi$,
- 3) $A = (l \cap m) \wedge B = (l \cap m)$.

Як правило, допоміжні січні площини особливого положення дають найбільш просте рішення. При розв'язанні задач на перетин прямої лінії з кривою поверхнею допоміжну площину слід проводити так, щоб у перерізі вийшли лінії, проєкції яких були б прямими або колами. Видимість проєкцій прямої знаходять по видимості поверхні або конкуруючим точкам.

З а д а ч а . Побудувати точки перетину прямої загального положення з пірамідою (рис. 49, а).

На підставі загальної схеми складається алгоритм вирішення. Алгоритм — сукупність однозначних послідовних операцій, які потрібно виконати для вирішення цієї задачі. Схема перетворюється на алгоритм, якщо точно вказати положення допоміжної площини. Як допоміжну площину виберемо горизонтально-проєкціуючу площину Δ (можна вибрати $\Delta \perp l$).

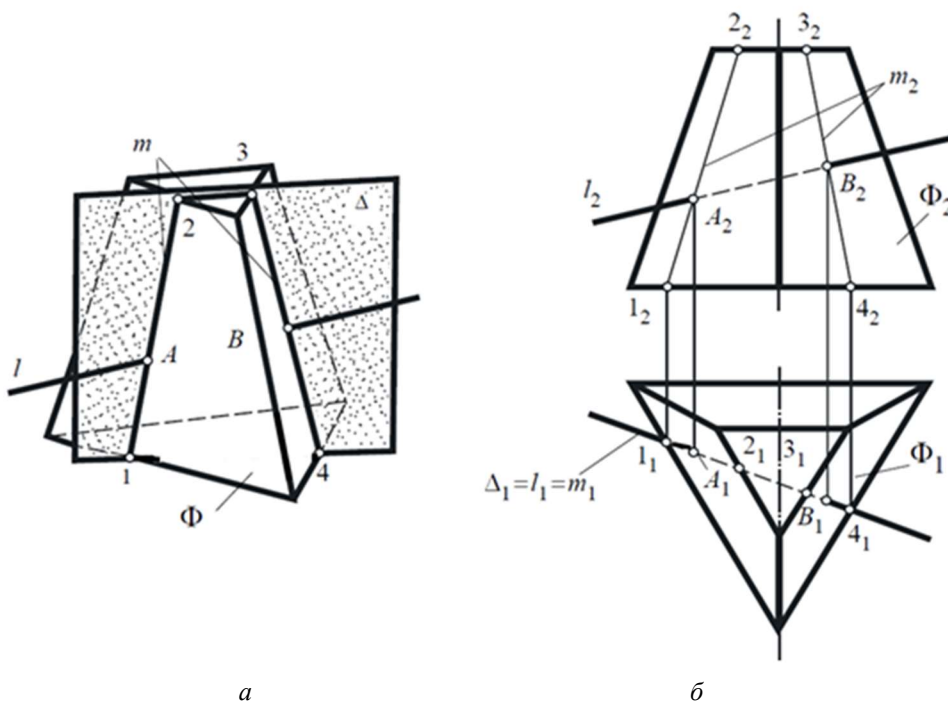


Рис. 49. Перетин поверхонь із прямою лінією:

а – перетин прямої загального положення з пірамідою, б – графічна реалізація алгоритму

Алгоритм:

- 1) $\Delta \supset l$, $\Delta \perp \Pi_1$, тобто через пряму l проводимо горизонтально-проєкціуючу площину Δ ;
- 2) $1-2-3-4-1 = \Phi \cap \Delta$, тобто визначаємо ланки ламаної лінії перетину поверхні піраміди Φ з площиною Δ ;
- 3) $A = (1-2) \cap l$, $B = (3-4) \cap l$, тобто помічаємо точки A і B перетину ланок $(1-2)$ і l , $(3-4)$ і l , які треба знайти.

Графічна реалізація алгоритму дана на рис. 49, б.

З а д а ч а . Побудувати точки перетину фронталі зі сферою (рис. 50).

У цій задачі як допоміжну доцільно застосувати фронтальну площину рівня $\Sigma \supset f$, так як коло m перерізу сфери θ цією площиною спроектується на Π_2 в коло.

Алгоритм:

- 1) $\Sigma \supset f, \Sigma \parallel \Pi_2$,
- 2) $m = \theta \cap \Sigma$,
- 3) $1 = m \cap f \wedge 2 = m \cap f$.

Виконавши побудови на кресленику (рис. 50), визначимо видимість точок перетину та ділянок проєкцій прямої. Точка 1 належить передній нижній частині сфери (видимій на Π_2 і невидимій на Π_1), тому фронтальна проєкція 1_2 точки видима, а горизонтальна 1_1 невидима. Точка 2 належить передній верхній частині сфери (видимій і на Π_2 , і на Π_1), тому фронтальна 2_2 і горизонтальна 2_1 проєкції точки 2 на кресленику видимі.

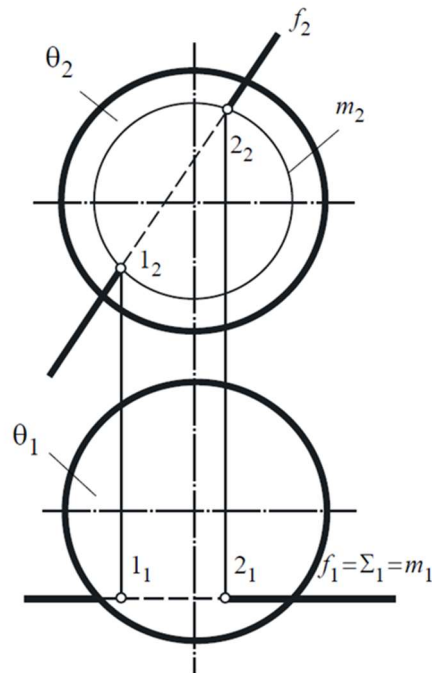


Рис. 50. Перетин фронталі зі сферою

З а д а ч а . Побудувати точки перетину проєкціюючих прямих k і d з поверхнею конуса (рис. 51).

Якщо задана пряма проєкціююча, то при розв'язанні задачі на перетин її з поверхнею допоміжні площини, як правило, не проводять. У цьому випадку побудова проєкцій точок, які треба знайти, виконують на основі принципу приналежності точки поверхні.

На рис. 51 побудова проєкцій точок 1 і 2 перетину прямої з конусом виконано за допомогою паралелі m конуса, якій належать точки, які треба знайти. Проєкції точки 3 перетину прямої d з поверхнею побудовані за приналежністю утворюючої l конуса.

На рис. 52 а, б показано побудову точок перетину прямої лінії з проєкціюючими поверхнями циліндра та призми. Точки перетину, які потрібно знайти, визначені без додаткових побудов.

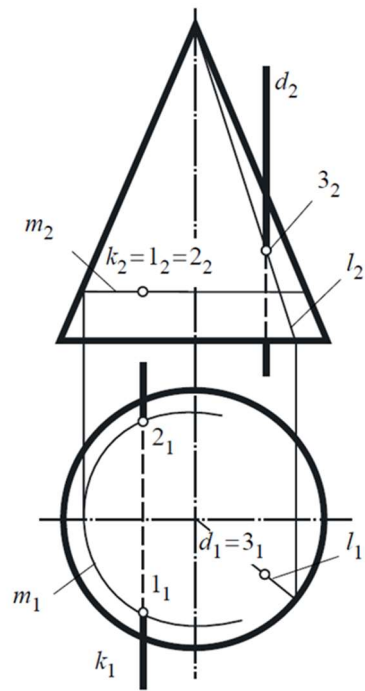


Рис. 51. Перетин проєкціюючих прямих k і d з поверхнею конуса

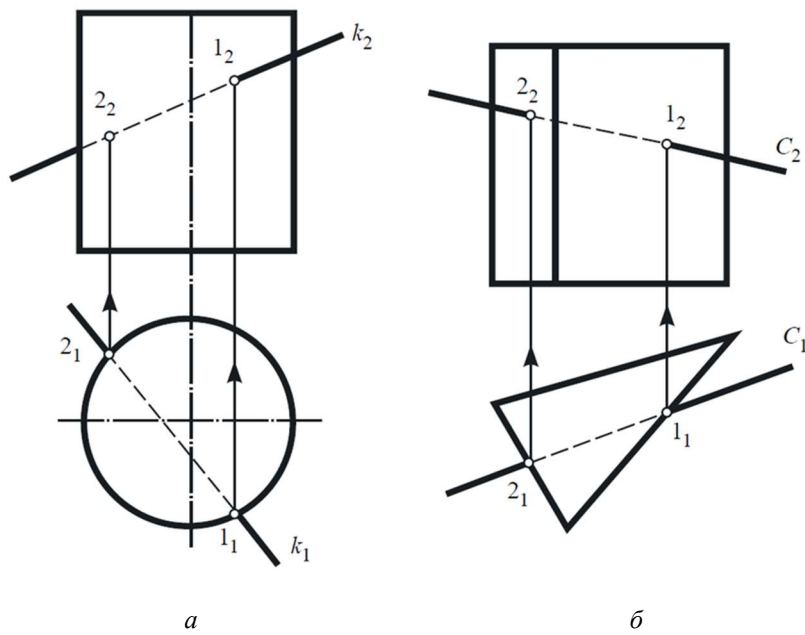


Рис. 52. Перетин прямої лінії з проєкціюючими поверхнями циліндра та призми:
 a – циліндр, b – призма

2.3.4. Перетини та перерізи

На креслениках різного призначення для виявлення внутрішньої форми предмета виконуються перерізи та перетини.

Перетин – зображення фігури, що отримується при уявному розсіченні предмета однією або декількома площинами.

Перетини поділяються на ті, що входять до складу перерізу (рис. 53) і ті, що не входять до складу перерізу. Останні, у свою чергу, бувають накладені та винесені.

При виконанні перерізу предмет подумки розсікають площиною; частину предмета, розташовану між оком спостерігача і січною площиною, подумки видаляють, а частину, що залишилася, проєктують на площину, паралельну січній. Таким чином, переріз є зображенням частини предмета, що залишилася після уявного видалення іншої частини, розташованої між спостерігачем і січною площиною.

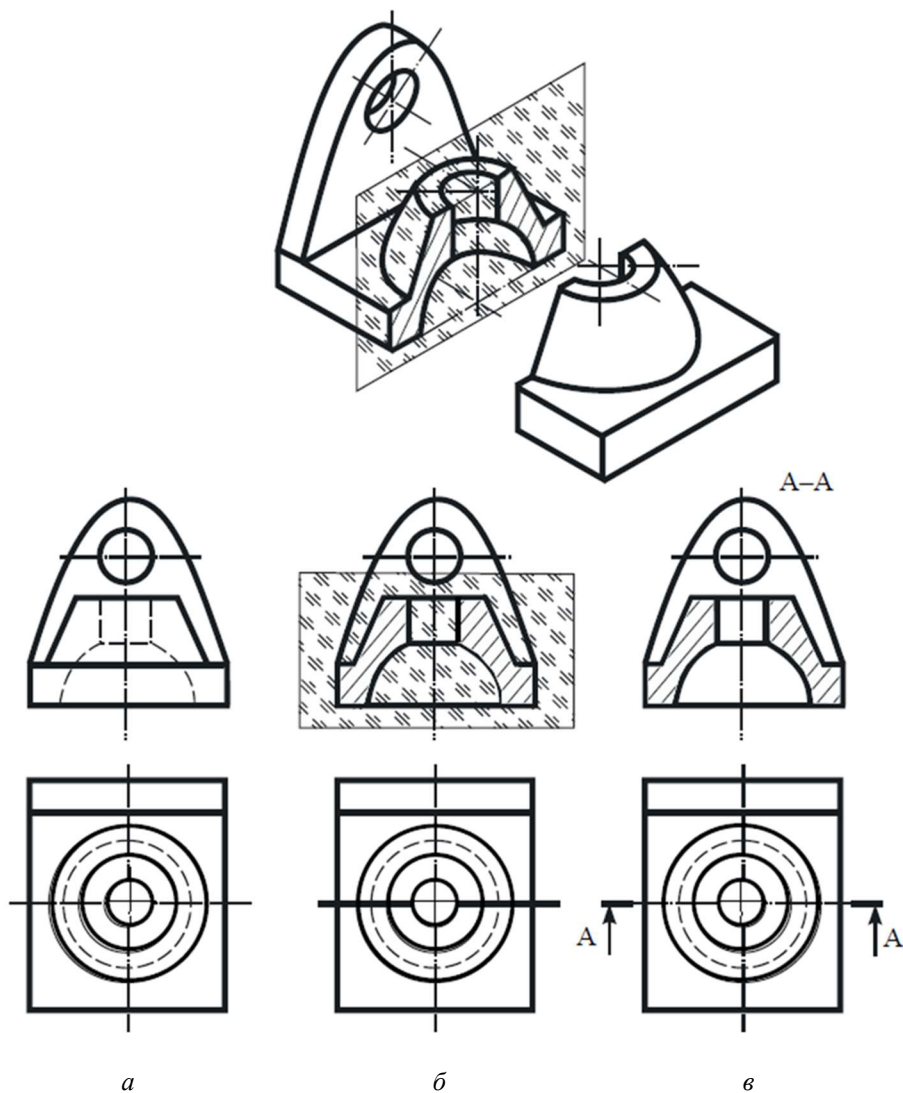


Рис. 53. Фронтальний переріз:

a – горизонтальна і фронтальна проєкції, *б* – січна фронтальна площина, *в* – фронтальний переріз

Переріз є складовим зображенням, що включає в себе:

а) перетин (зображення плоскої фігури, що отримується при розсіченні предмета січною площиною);

б) вид (зображення частини предмета, що розташована за січною площиною).

З а д а ч а . Дано предмет (рис. 53, а), що складається з призматичної основи, конічної бобишки з наскрізним циліндричним отвором, що переходить в півсферу, і вушка з циліндричним отвором. Виконати фронтальний переріз.

Січна фронтальна площина проходить через вісь поверхонь обертання, що утворюють бобишку (рис. 53, б). Подумки «відкинемо» ту частину предмета, яка розташована перед січною площиною.

Фігура перетину складається з двох симетрично розташованих відносно осі плоских фігур. Кожна з фігур обмежена дугою кола, одержаного в результаті перетину січної площини з внутрішньою півсферою, і ламаною з шести ланок. Ланки ламаної — це відрізки прямих ліній, по яким січна площина перетинає призматичну основу, зрізаний конус бобишки і циліндричний отвір у ній.

Зображення частини предмета, розташованої за січною площиною, включає зображення частин внутрішньої півсфери і циліндричної поверхні, що залишилися, а також частин нижньої і верхньої граней призматичної основи, що залишилися, верхньої основи усіченого конуса бобишки і вушка.

Креслимо фронтальну проєкцію фігури перетину та виду за нею, виконуємо штрихування — отримуємо фронтальний переріз (рис. 53, в).

2.4. Побудова лінії перетину поверхонь

В інженерній практиці досить часто доводиться виконувати кресленики різних виробів, формують поверхні яких (багатогранні та криві) взаємно перетинаються.

Щоб побудувати проєкції ліній їхнього перетину, необхідно вміти аналізувати можливі випадки перетину поверхонь і знати способи побудови цих ліній.

Загальна лінія двох поверхонь називається лінією їхнього перетину (рис. 54). Залежно від виду та взаємного положення поверхонь ця лінія може бути плоскою або просторовою ламаною, плоскою або просторовою кривою.

Перетин може бути повним (проникнення) та частковим (врізання). При повному перетині (проникненні) всі утворюючі (або ребра) однієї поверхні перетинаються з другою поверхнею. У цьому випадку лінія перетину розпадається на дві замкнуті самостійні криві або ламані. При частковому перетині частина утворюючих (або ребер) однієї поверхні перетинається частиною утворюючих (або ребер) іншої. У цьому випадку лінія взаємного перетину є замкнутою просторовою кривою або ламаною лінією. Лінію перетину на кресленику будують за окремими точками - опорним і проміжним, що одночасно належать даним поверхням.

Для знаходження точок лінії перетину застосовують принцип приналежності або використовують допоміжні поверхні: площину або сферу. При вирішенні багатьох задач ці способи застосовують спільно.

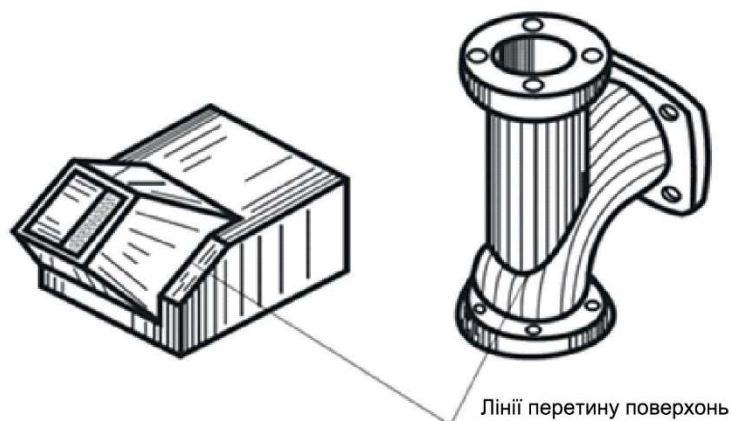


Рис. 54. Лінії перетину поверхонь

2.4.1. Спосіб допоміжних площин

Сутність способу допоміжних площин полягає в наступному (рис. 55):

- 1) проводять допоміжну площину Σ , що перетинає задані поверхні Φ і Ψ ;
- 2) визначають лінії m і n перетину допоміжної площини Σ з кожною із заданих поверхонь;
- 3) відзначають точки 1 і 2 перетину побудованих ліній m і n , які потрібно знайти, оскільки одночасно належать заданим поверхням.

У символічному вигляді сутність способу може бути виражена так:

- 1) $\Sigma \cap \Phi \wedge \Sigma \cap \Psi$,
- 2) $m = \Sigma \cap \Phi$, $n = \Sigma \cap \Psi$,
- 3) $1 = m \cap n$, $2 = m \cap n$.

Багаторазове застосування зазначеного способу дозволяє визначити достатню кількість точок (опорних та проміжних), що належать лінії перетину заданих поверхонь.

При розв'язанні задач на побудову лінії перетину поверхонь допоміжні січні площини слід вибирати так, щоб вони перетинали кожен задану поверхню по лініях, проєкції яких були б прямими або колами.

Якщо одна із заданих поверхонь є проєкціуючою відносно будь-якої площини проєкцій, то відповідна проєкція лінії перетину співпадає з проєкцією цієї поверхні. У цьому випадку інші проєкції перетину лінії можуть бути визначені на основі принципу приналежності.

Незалежно від того, як знаходяться точки лінії перетину (за умовами належності або за допомогою допоміжних поверхонь), загальний порядок вирішення задач на перетин поверхонь рекомендується наступним:

- 1) з'ясовують вигляд та розташування заданих поверхонь щодо один одного та площин проєкцій;
- 2) визначають характер ліній перетину (крива або ламана лінія, просторова або плоска тощо);
- 3) визначають опорні точки (точки на ребрах, екстремальні та нарисові точки);
- 4) визначають проміжні точки;
- 5) визначають видимість проєкцій ліній перетину та нарисів поверхонь.

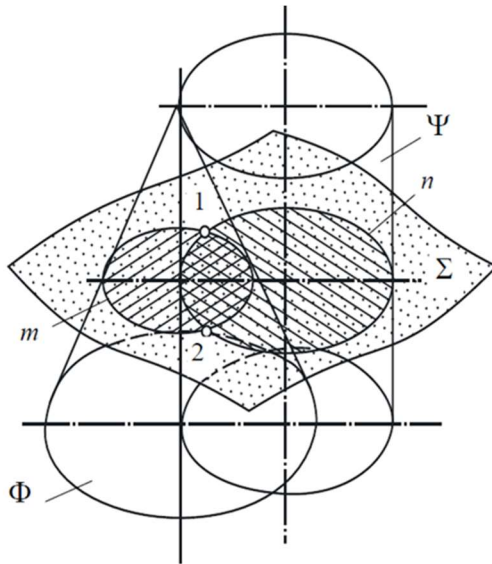


Рис. 55. Спосіб допоміжних площин

2.4.2. Побудова лінії перетину багатогранної та кривої поверхонь

Лінія перетину багатогранної та кривої поверхонь є сукупністю декількох плоских кривих, кожна з яких — результат перетину кривої поверхні з однією з граней багатогранника. Ці плоскі криві попарно перетинаються у точках перетину ребер багатогранника з кривою поверхнею. У разі проникнення ця сукупність кривих плоских розпадається на дві або більше частини. Окремі ділянки лінії, отримані при перетині, представляють собою криві: еліпс, гіперболу, параболу, коло та інші.

Опорні точки — це точки перетину ребер багатогранника з кривою поверхнею, екстремальні і точки зміни видимості.

З а д а ч а . Побудувати лінію перетину прямої трикутної призми з циліндром (рис. 56).

Розв'язання задачі потрібно виконувати у рекомендованому порядку (див. п. 2.4.1).

1. Бічні грані призми є горизонтально-проекціюючими площинами, а вісь циліндра перпендикулярна до площини. Π_3 , тобто циліндрична поверхня профільно-проекціююча.

2. По горизонтальній проекції видно, що поверхня циліндра перетинається з двома бічними гранями призми, які нахилені до осі, тому лінії перетину представляють собою частини еліпсів. Перетин поверхонь частковий (врізання).

На горизонтальну площину проєкції лінія перетину проєкціюється у вигляді двох відрізків, що співпадають з проєкцією бічних граней призми, а на профільну — у вигляді дуги кола, що співпадає з проєкцією бічної поверхні циліндра. Тому горизонтальну та профільну проєкції лінії перетину будувати не треба: вони на кресленнику вже є. Фронтальна проєкція лінії перетину є частинами еліпсів, які будуються по точках (опорним і проміжним).

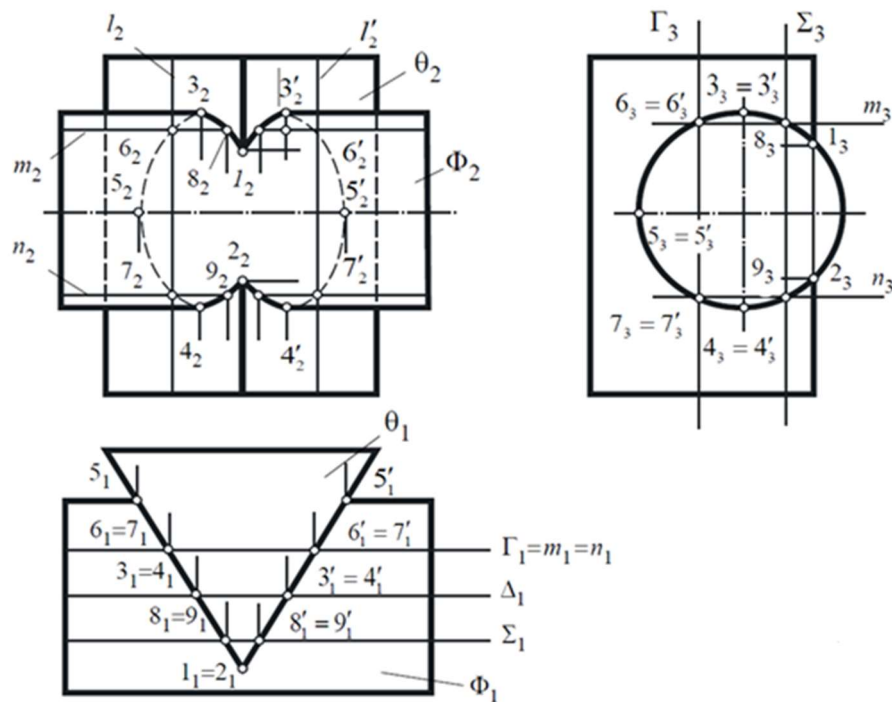


Рис. 56. Перетин прямої трикутної призми з циліндром

3. Визначення опорних точок. Переднє ребро призми перетинає циліндр у точках 1 і 2, фронтальні проєкції яких визначають з умови приналежності точок цьому ребру. Для побудови вищих та нижчих точок вводиться допоміжна фронтальна площина рівня Δ , що перетинає циліндр по лініях видимого контуру відносно Π_2 , а призму — по прямим лініям. У перетині отриманих ліній позначаються точки 3 і 3', 4 і 4', які одночасно є точками зміни видимості лінії перетину відносно фронтальної площини проєкцій. Екстремальні точки 5 і 5' відносно Π_2 будуються за приналежністю цих точок утворюючих циліндра, найбільш близькою до Π_2 .

4. Для більш точної побудови лінії перетину на кресленнику необхідно знайти проміжні точки. Алгоритм для знаходження точок 6 і 7, 6' і 7' складається на підставі загальної схеми (див. п. 4.1):

- 1) $\Gamma \parallel \Pi_2$,
- 2) $\Gamma \cap \Phi = m \wedge n$; $\Gamma \cap \theta = l \wedge l'$;
- 3) $6 = m \cap l \wedge 7 = n \cap l$;
 $6' = m \cap l' \wedge 7' = n \cap l'$

Після складання алгоритму виконують побудови на кресленику (рис. 56).

5. Фронтальні проєкції знайдених опорних і проміжних точок з'єднують двома плавними кривими з урахуванням видимості. Видимими на Π_2 є ділянки $3_2 - 1_2 - 3_2'$ і $4_2 - 2_2 - 4_2'$, так як вони належать одночасно передній частині поверхні циліндра і бічним граням призми, видимим на Π_2 .

На рис. 57 та 58 побудовані зображення циліндра та конуса з наскрізними призматичними отворами; на рис. 59 – зображення кулі із призматичним вирізом.

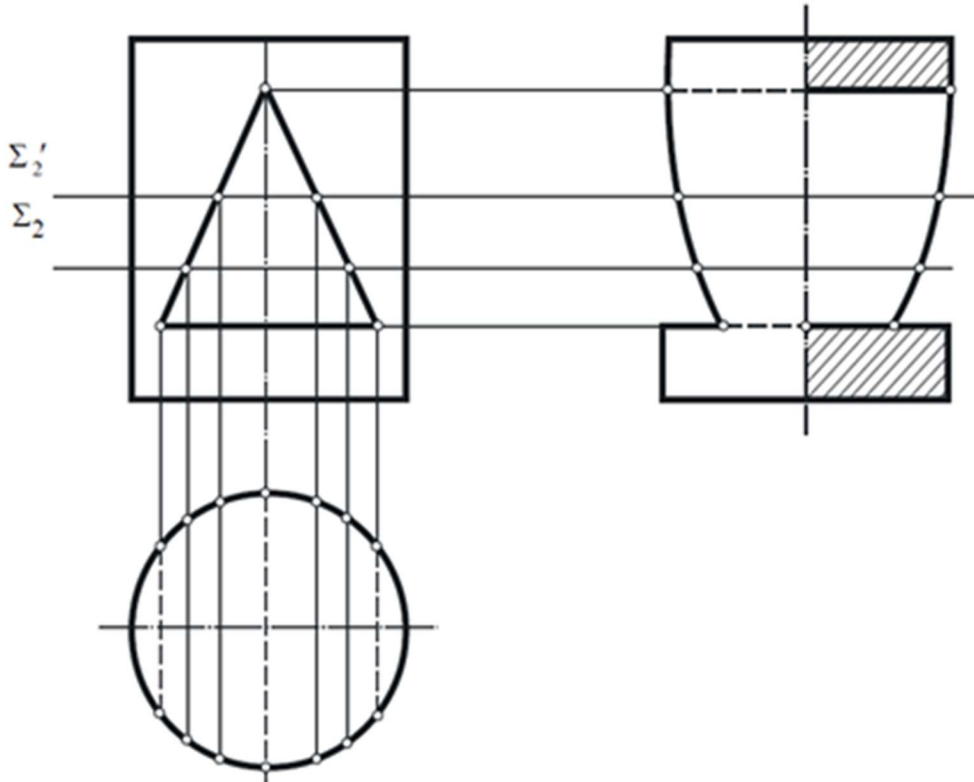


Рис. 57. Зображення циліндра з наскрізним призматичним отвором

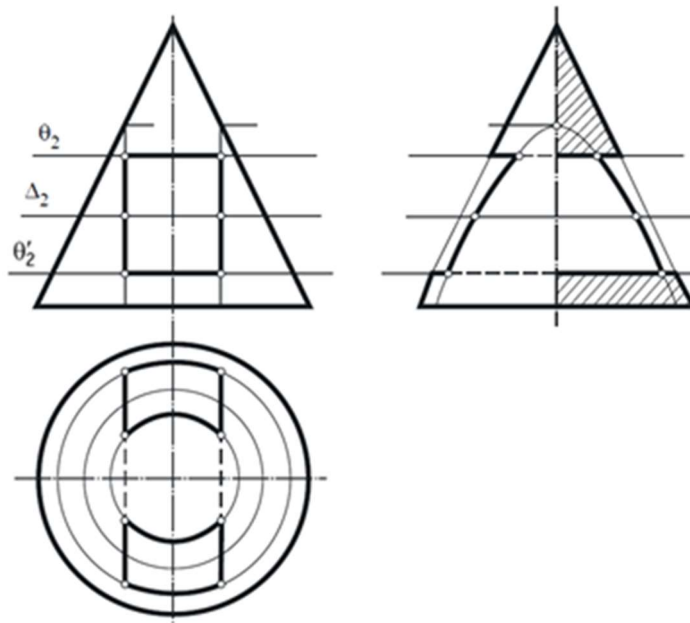


Рис. 58. Зображення конуса з наскрізним призматичним отвором

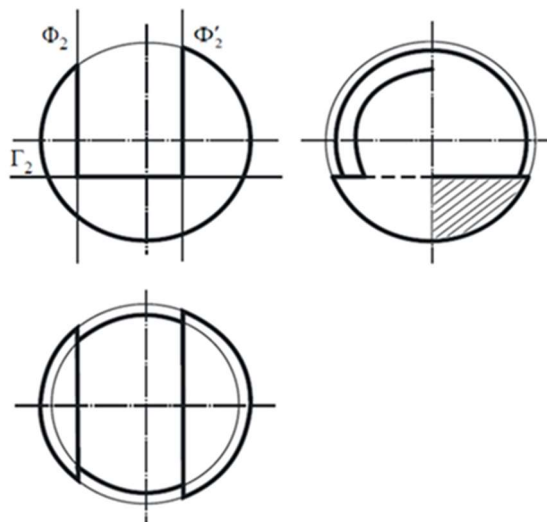


Рис. 59. Зображення кулі із призматичним вирізом

2.4.3. Побудова лінії перетину двох багатогранних поверхонь

Дві багатогранні поверхні перетинаються по замкнутій просторовій ламаній лінії (випадок врізання), яка може розпадатися на дві замкнуті ламані (випадок проникнення). У всіх випадках вершинами ламаної будуть точки перетину ребер першого багатогранника з гранями другого і ребер другого багатогранника з гранями першого, а сторонами - відрізки прямих, по яких перетинаються грані обох багатогранників (рис. 60).

Таким чином, задача зводиться до багаторазової побудови точки перетину прямої (ребра) з площиною (гранню). Після визначення вершин ламаної, які є опорними точками, з урахуванням видимості з'єднують відрізками прямих ті пари вершин, які належать одній і тій же грані першого багатогранника і одночасно одній і тій же грані другого.

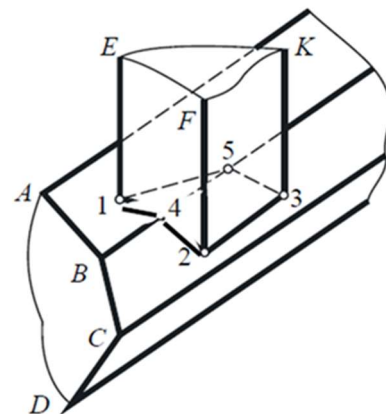


Рис. 60. Перетин двох багатогранних поверхонь

З а д а ч а . Побудувати лінію перетину двох прямих призм (рис. 61).

Лінія перетину призм є просторовою ламаною, оскільки вид перетину – врізання. Поверхня вертикальної призми є горизонтально-проєкціуючою, а поверхня горизонтально розташованої призми – профільно-проєкціуючою. Тому горизонтальна та профільна проєкції лінії перетину співпадають з відповідними проєкціями вертикальної та горизонтальної призм у зонах накладання їх проєкцій.

Опорні точки – точки перетину ребер вертикальної призми з горизонтальними гранями (5, 6, 7, 8, 9, 10) і точки перетину ребер горизонтальної призми з гранями вертикальної (1, 2, 3, 4). Відзначаємо їх горизонтальні та профільні проєкції, а фронтальні проєкції будуюмо за умовою належності точок відповідним ребрам обох призм.

У встановленому порядку з'єднуємо знайдені точки відрізками прямих ліній. Видимі щодо фронтальної площини проєкції ланки 5—1—2—6 та 7—3—4—8, оскільки вони є результатом перетину видимих відносно L_2 граней заданих призм.

На рис. 62 представлено зображення трикутної піраміди з призматичним наскрізним отвором. Вид перетину - проникнення, при якому лінія перетину розпадається на плоску замкнуту ламану (2-6-10-5-2) і просторову (1-7-8-9-4-3-1). При вирішенні задачі застосований спосіб допоміжних січних площин.

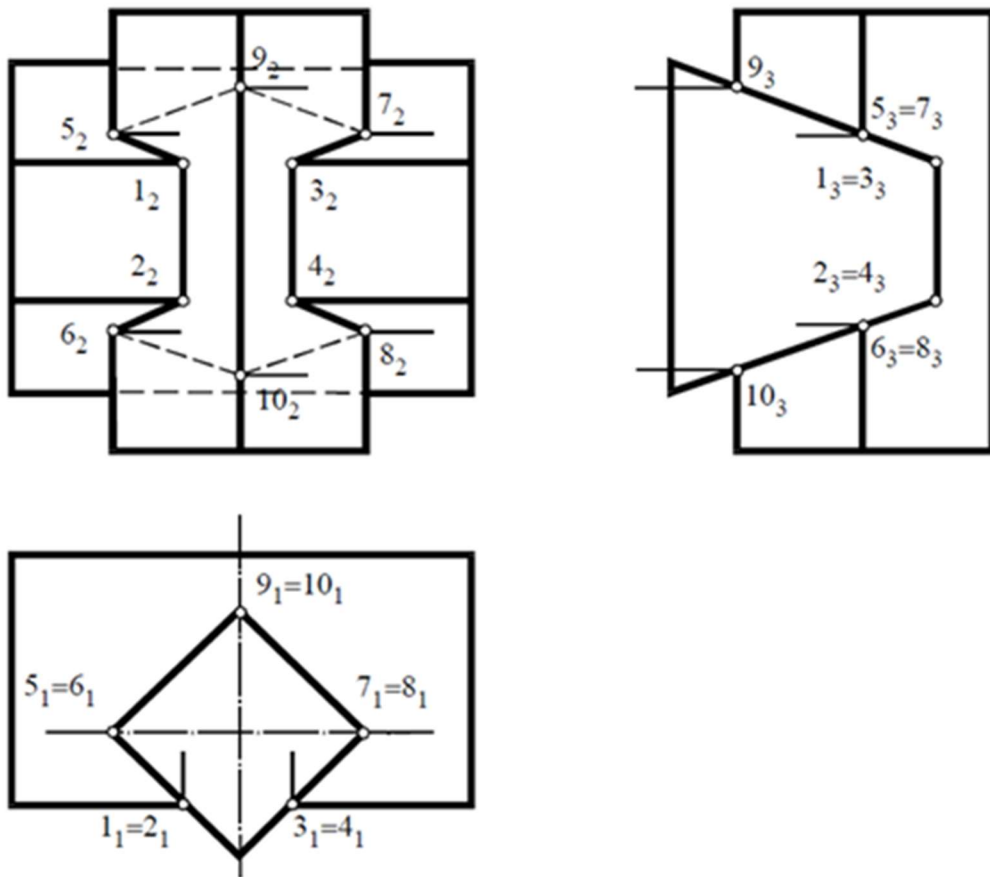


Рис. 61. Перетин двох прямих призм

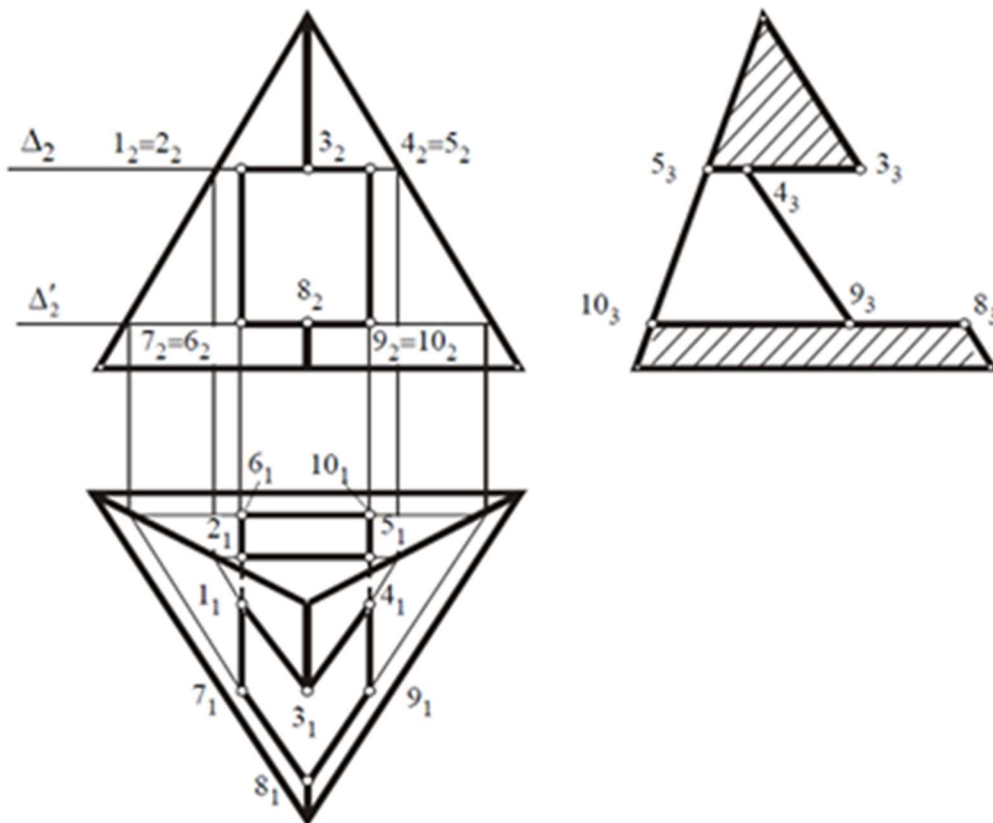


Рис. 62. Зображення трикутної піраміди з призматичним наскрізним отвором

2.4.4. Побудова ліній перетину кривих поверхонь

2.4.4.1. Загальний випадок

Лінія перетину двох кривих поверхонь у разі часткового перетину (врізання) є просторовою кривою, яка при повному перетині (проникненні) може розпадатися на дві або більше частини. Опорні та проміжні точки цієї лінії визначають способом допоміжних січних площин, способом сфер або з умови належності точок поверхні.

При виконанні машинобудівних креслеників найчастіше трапляється випадок перетину двох циліндричних поверхонь, осі яких перетинаються під кутом. 90° .

З а д а ч а . Побудувати лінію перетину двох прямих кругових циліндрів, осі яких перпендикулярні до площин проєкцій. (рис. 63).

З кресленика (рис. 63) видно, що має місце випадок проникнення (дві симетрично розташовані замкнуті лінії перетину). Поверхні заданих циліндрів займають проєкціуюче положення. В цьому випадку дві проєкції лінії перетину будувати не треба, оскільки профільна проєкція збігається з проєкцією бічної поверхні малого циліндра, а горизонтальна проєкція – з проєкцією бічної поверхні великого циліндра. Таким чином, залишається побудувати фронтальну проєкцію лінії перетину.

Опорні точки — вищі A, A' та нижчі B, B' , крайні ліви C, C' та крайні праві D, D' – визначаємо на підставі принципу приналежності цих точок утворюючим вертикального або горизонтального циліндрів. Фронтальні проєкції проміжних точок $1_2, 2_2, 3_2, 4_2$ і $1'_2, 2'_2, 3'_2, 4'_2$ можна побудувати за приналежністю їх відповідним утворюючим.

З'єднавши послідовно фронтальні проєкції знайдених точок плавною кривою, отримаємо фронтальну проєкцію перетину лінії. Проєкція видимої частини лінії, що розташована на передній частині циліндра, співпадає з невидимою проєкцією.

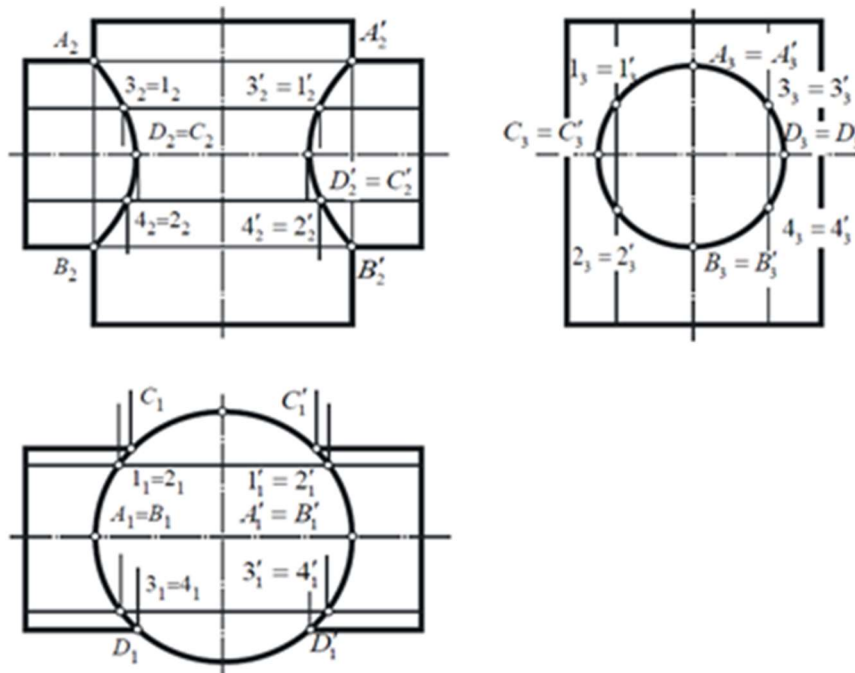


Рис. 63. Перетин двох прямих кругових циліндрів

З а д а ч а . Побудувати лінію перетину конуса та циліндра (рис. 64).

За заданим розташуванням поверхонь на комплексному кресленику встановили, що має місце випадок врізання. Так як циліндрична поверхня фронтально-проєкціуюча, то фронтальна проєкція лінії перетину співпадає з фронтальною проєкцією циліндра.

Для побудови горизонтальної проєкції лінії перетину використовуємо допоміжні горизонтальні площини рівня G . Такі площини розтинають конус по колам, а циліндр – по прямолінійних утворюючих. Точки перетину цих ліній проєкціюються в точках перетину проєкцій цих ліній.

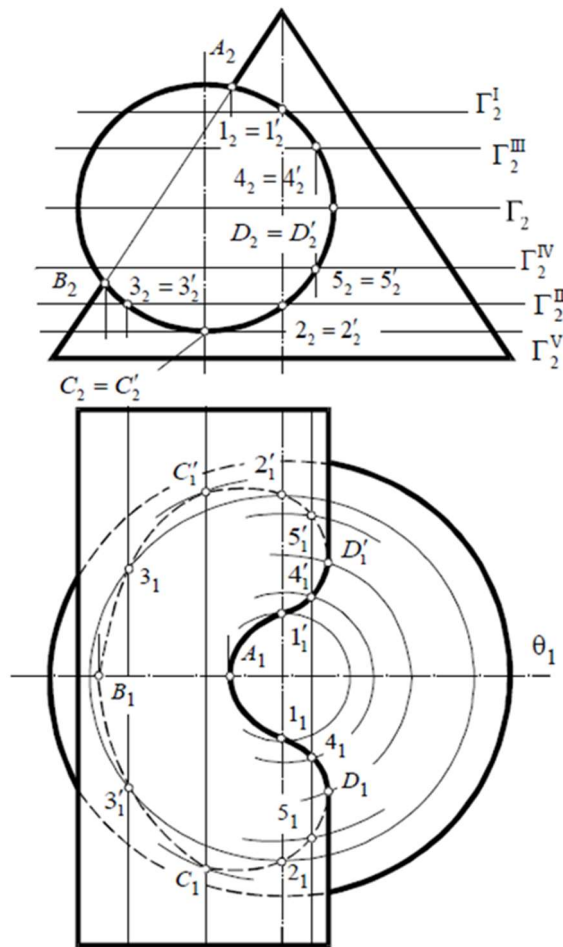


Рис. 64. Перетин конуса та циліндра

При вирішенні насамперед визначаємо опорні точки: A і B на лівій утворюючій конуса (використовуємо принцип належності точки поверхні), C і C' – екстремальні точки (нижчі), D і D' – точки на правій утворюючій циліндра (точки зміни видимості відносно горизонтальної площини проєкції).

Проміжні точки, що належать лінії перетину, будуюмо, проводячи допоміжні площини рівня симетрично по відношенню до осі циліндра.

З'єднуємо отримані точки плавною кривою враховуючи видимість.

2.4.4.2. Перетин співвісних поверхонь обертання

Поверхні обертання, що мають спільну вісь, називаються співвісними (рис. 65). Меридіани m і n співвісних поверхонь обертання, що розташовані в одній осьовій площині Σ , перетинаються в деяких точках 1 та 2 (рис. 65, *a*). Точки 1 і 2 при обертанні меридіанів m і n описують кола, що одночасно належать кожній з утворених поверхонь обертання. Таким чином, співвісні поверхні обертання перетинаються по колам. Кількість кіл дорівнює кількості точок перетину, що описують поверхні меридіанів, розташованих в одній осьовій площині і по один бік від осі обертання (рис. 65). Наприклад, співвісні поверхні обертання, зображені на рис. 65, *a*, перетинаються по двох колах, так як їх меридіани m і n мають дві загальні точки: 1 і 2. На рис. 65, *b* показаний випадок взаємного перетину співвісних сфер, загальна вісь яких $f(f_1, f_2)$ є фронтально. У цьому випадку коло перетину сфер належить фронтально-проєкціуючій площині і на Π_1 спроекціюється в еліпс, а на Π_2 в пряму лінію.

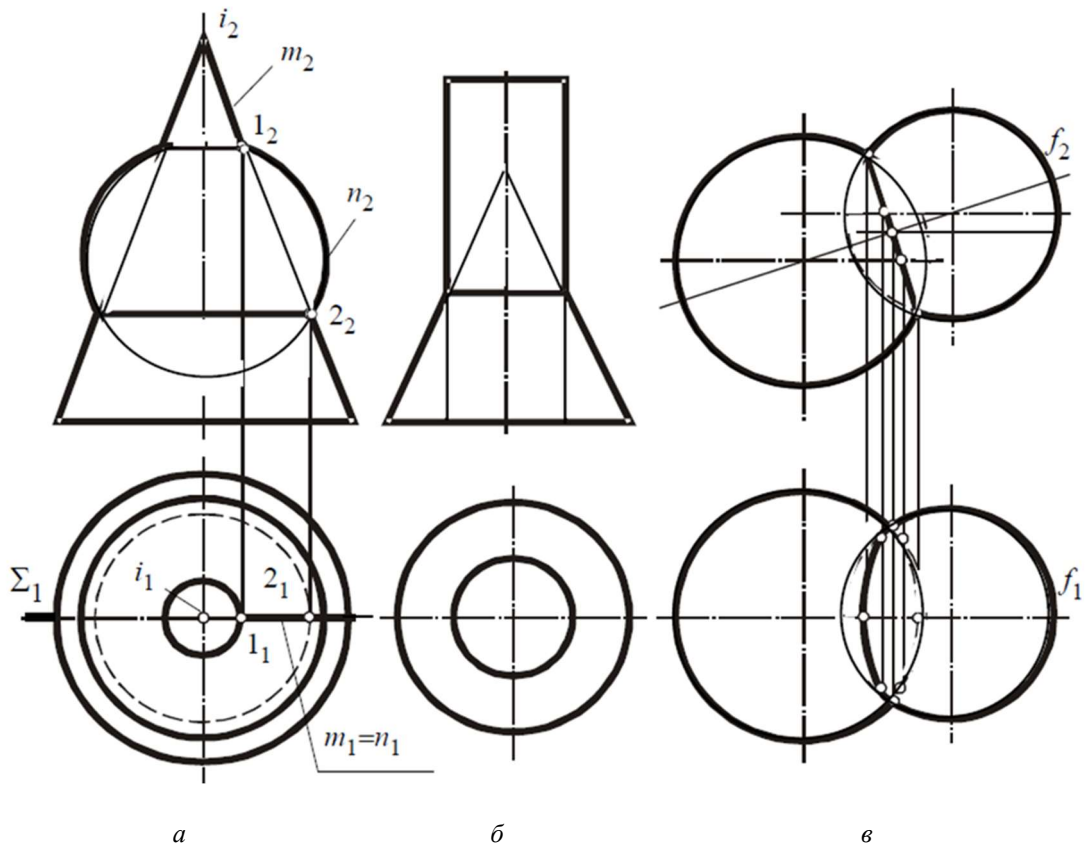


Рис. 65. Перетин співвісних поверхонь обертання:
 а – перетинаються по двох колах, б – по колу, в – взаємний перетин співвісних сфер

На рис. 66 зображено глухий свердлений отвір з конічною фаскою. Поверхні, що утворюють отвір, є співвісними поверхнями обертання (усічений конус 1, циліндр 2, конус 3), які перетинаються по колам. Проекції цих кіл на фронтальну площину є відрізки прямих ліній.

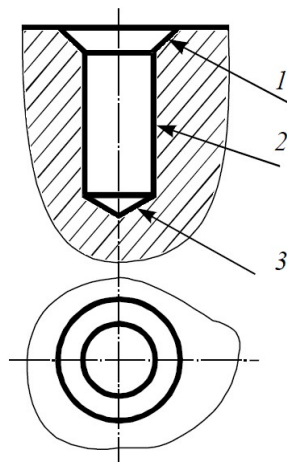


Рис. 66. Глухий свердлений отвір з конічною фаскою

2.4.4.3. Спосіб допоміжних сфер

Застосування допоміжних сфер при побудові ліній перетину кривих поверхонь ґрунтується на властивості співвісних поверхонь обертання перетинатися по колах. Сфера з центром у точці O перетину осей двох поверхонь обертання буде співвісна з кожною з цих поверхонь і перетне їх по колам l і m (рис. 67, б). Точки 1 і 2 перетину цих кіл є спільними для обох поверхонь, тобто належать лінії їх перетину. Побудова цих точок показана на рисунку (рис. 67, а). Площина симетрії Σ даних поверхонь паралельна фронтальній площині проєкцій, і кола l і m спроекціються на Π_2 у вигляді прямолінійних відрізків l_2 і m_2 . Точки $1_2=2_2$ їх перетинання є фронтальною проєкцією точок 1 та 2.

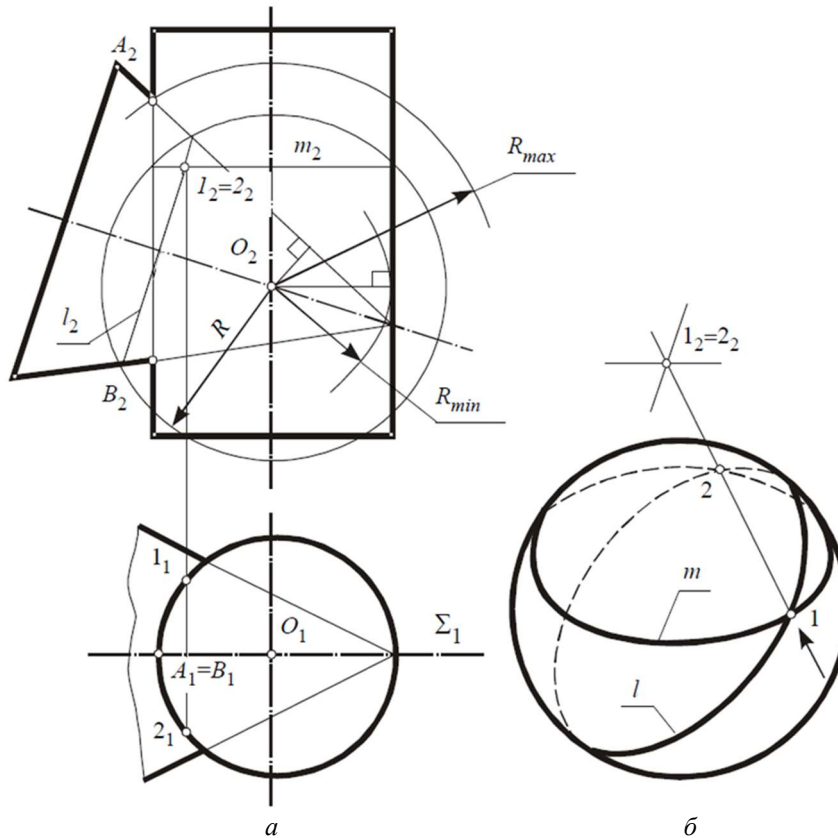


Рис. 67. Спосіб допоміжних сфер:
а – побудова точок перетину кіл, б – сфера

Цей спосіб побудови лінії перетину поверхонь називається способом концентричних сфер. Для його застосування необхідна наявність наступних умов у розв'язуваній задачі:

- 1) перетин поверхонь обертання;
- 2) осі поверхонь – прямі, що перетинаються – паралельні одній з площин проєкцій, тобто є загальна площина симетрії;
- 3) неможливість використання способу допоміжних січних площин, тому що вони не дають графічно простих ліній на поверхнях.

Для знаходження ряду точок лінії перетину використовують сфери з різними радіусами, центр яких — у точці перетину осей даних $|R_{min}|$ дорівнює радіусу найбільшої із сфер, вписаних у ці поверхні, а максимальна $|R_{max}|$ – довжині відрізка, що виражає відстань від проєкції центру сфери до найбільш віддаленої точки перетину нарисових утворюючих (рис. 67, а).

Побудова лінії перетину поверхонь тора та конуса обертання способом концентричних сфер показано на рис. 68.

Нарисові відносно Π_2 точки A і B (вони внизу) визначені з допомогою загальної площини симетрії $\Delta \parallel \Pi_2$. Застосування допоміжних площин для побудови інших точок не дає графічно простого розв'язання. Так як осі заданих поверхонь обертання перетинаються і паралельні Π_2 (належать до

загальної площини симетрії Δ), в якості допоміжних поверхонь можуть бути вибрані сфери із загальним центром у точці перетину осей заданих поверхонь. Вищі точки C і D (вони ж - найближча і найвіддаленіша відносно Π_2) визначені за допомогою сфери мінімального радіуса, вписаного у тор. Проміжні точки 1 і 2 – за допомогою сфери з радіусом R , меншим $|R_{max}|$ і більшим $|R_{min}|$.

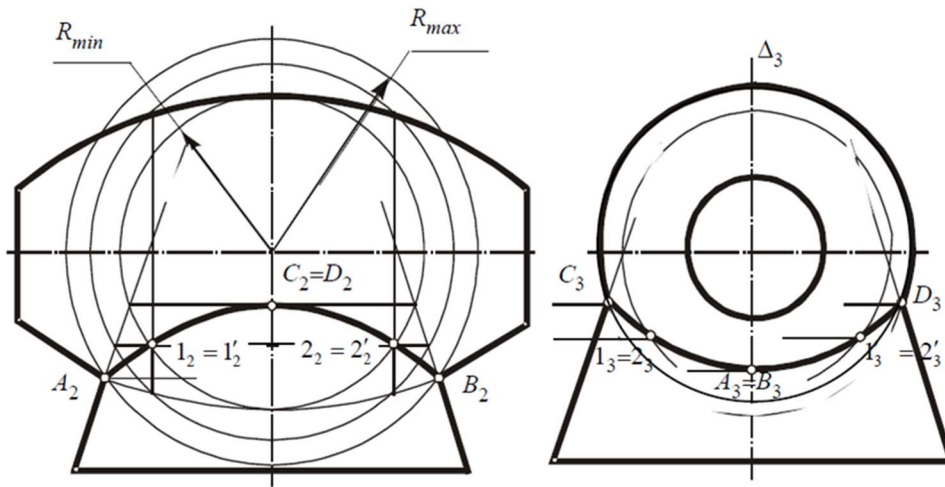


Рис. 68. Перетин поверхонь тора та конуса обертання способом концентричних сфер

Коли осі поверхонь, що перетинаються, схрещуються, а не перетинаються, то спосіб концентричних сфер застосувати не можна. Якщо при цьому:

- 1) кожна з поверхонь має кругові перетини;
- 2) якщо є загальна площина симетрії, паралельна одній з площин проєкцій, можна застосувати спосіб ексцентричних сфер.

На рис. 69 показані поверхні тора та конуса, що мають сімейство кругових перетинів. Кожен із перетинів може бути отриманий як результат перетину зі сферою. Тор перетинається площинами Γ, Γ', \dots , такими, що проходять через вісь обертання i , по колам l, l', \dots . Геометричним місцем центрів сфер, що дають кругові перетини тора, є перпендикуляр із центру цього кола до її площини. (рис. 69, а). Конус обертання перетинається площинами Λ, Λ', \dots , паралельними основі, по колам m, m', \dots . Геометричним місцем центрів сфер, що дають ці кругові перетини, є вісь обертання конуса (рис. 69, б).

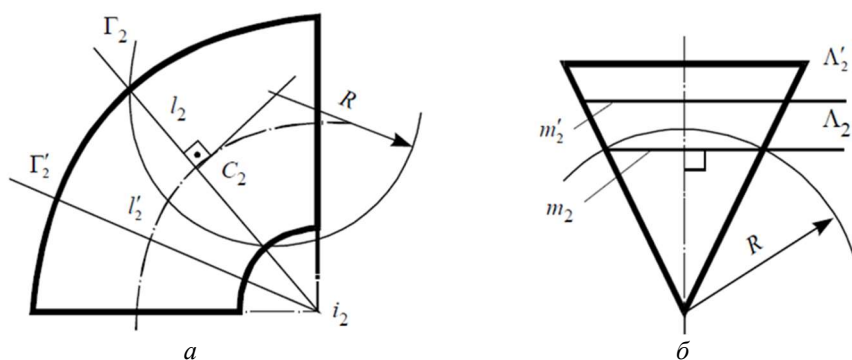


Рис. 69. Поверхні тора та конуса:
а – тор, б – конус

Для побудови лінії перетину поверхонь тора та конуса (рис. 70) можна використовувати ексцентричні сфери. Центр кожної сфери, що перетинає одночасно тор і конус по колам, знаходиться в точці O перетину перпендикуляра, відновленого з центру C кола до площини кругового перетину l , з віссю конуса.

Проведемо сферу з центром у точці O такого радіуса R , щоб вона перетнула тор по вже побудованому колу l . Ця сфера перетне конус по колу m . Точки 1 і 2 перетину кіл l і m належать одночасно обом поверхням. Аналогічно можна знайти інші центри O', O', \dots та побудувати достатню кількість точок, що належать лінії перетину. Побудова екстремальних точок K і L лінії перетину нарисових відносно Π_2 , а також точок M та N видно з кресленника.

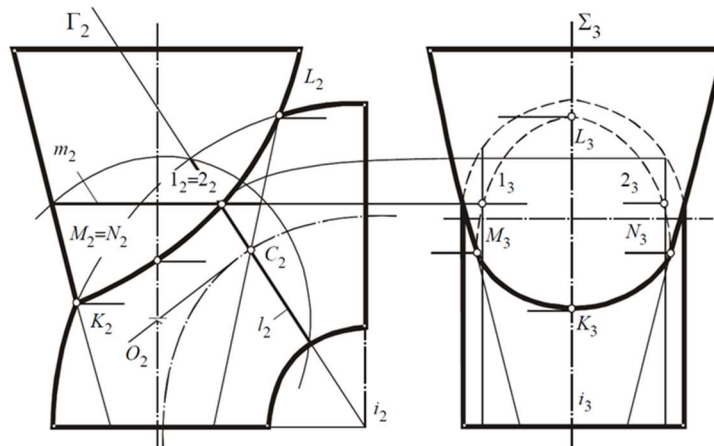


Рис. 70. Перетин поверхонь тора та конуса

2.4.5. Особливі випадки перетину поверхонь другого порядку

Лінія перетину двох поверхонь другого порядку в загальному випадку представляє собою алгебраїчну криву четвертого порядку. В окремих випадках вона може розпадатися на лінії нижчих порядків, сума порядків яких дорівнює чотирьом. Особливий інтерес становлять випадки її розпаду на пару кривих другого порядку. Існує кілька теорем, що визначають умови такого розпаду. Розглянемо одну з них — теорему Монжа.

Якщо дві поверхні другого порядку описані близько третьої або вписані в неї, то лінія їх перетину розпадається на дві криві другого порядку, площини яких проходять через пряму, яка з'єднує точки перетину ліній торкання.

На рис. 71 циліндр і конус описані біля однієї і тієї ж сферичної поверхні. Відповідно до теореми Монжа лінія їх перетину розпадається на дві плоскі криві — два еліпси, площини яких проходять через пряму KL , що з'єднує точки K і L перетину кіл дотику 1—2 та 3—4, а також через точки A, B, C та D — точки перетину нарисових утворюючих. На площину Π_2 еліпси проєкціюються в прямі лінії, оскільки пряма $KL \perp \Pi_2$, а на площину Π_1 — в еліпси, точки яких будують за принципом приналежності їх поверхні конуса.

На рис. 72 показано перетин циліндрів однакового діаметра (див. теорему Монжа).

З а д а ч а . Побудувати проєкції ліній перетину поверхонь, що утворюють заданий предмет. Виконати перерізи. Даний предмет (рис. 73) утворюють циліндр з вертикальною віссю і два прилеглі до нього конуси з горизонтальними осями; всередині є вертикальний циліндричний отвір і горизонтальний напівциліндр однакового діаметрів, а також два наскрізні горизонтальні циліндричні отвори в прилеглих конусах.

Задача складається з сукупності чотирьох простих задач на побудову ліній перетину поверхонь.

Виконуємо побудови ліній перетину:

- 1) вертикального зовнішнього циліндра з прилеглим конусом, що має горизонтальну вісь (лінія 1—5—3—6—2—6'—4—5'—1);
- 2) горизонтального напівциліндра із зовнішньою циліндричною поверхнею (лінія 7—9—8);
- 3) горизонтального напівциліндра з внутрішнім вертикальним циліндричним отвором однакового діаметрів (лінія 12—13);

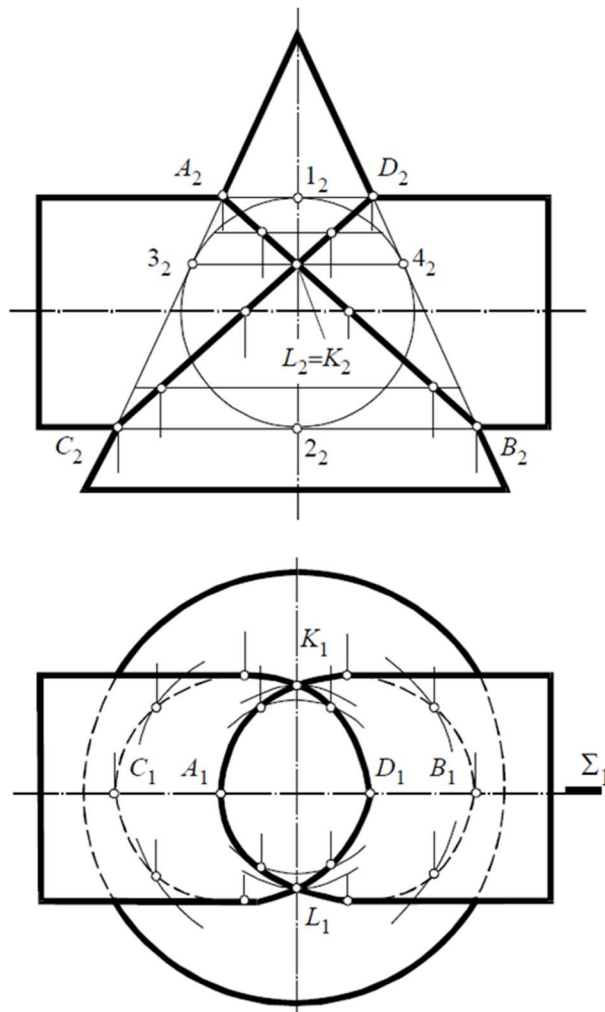


Рис. 71. Перетин циліндра і конуса

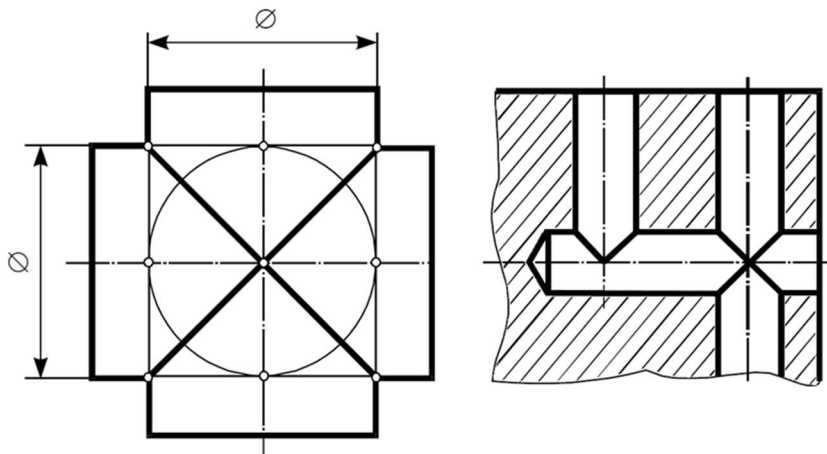


Рис. 72. Перетин циліндрів однакового діаметра

4) горизонтальних циліндричних отворів у конусах із внутрішнім вертикальним циліндричним отвором (лінія 10—11—10'—11').

Кожна із задач вирішується на основі викладеної теорії побудови лінії перетину поверхонь у рекомендованому порядку (див. п. 2.4.1).

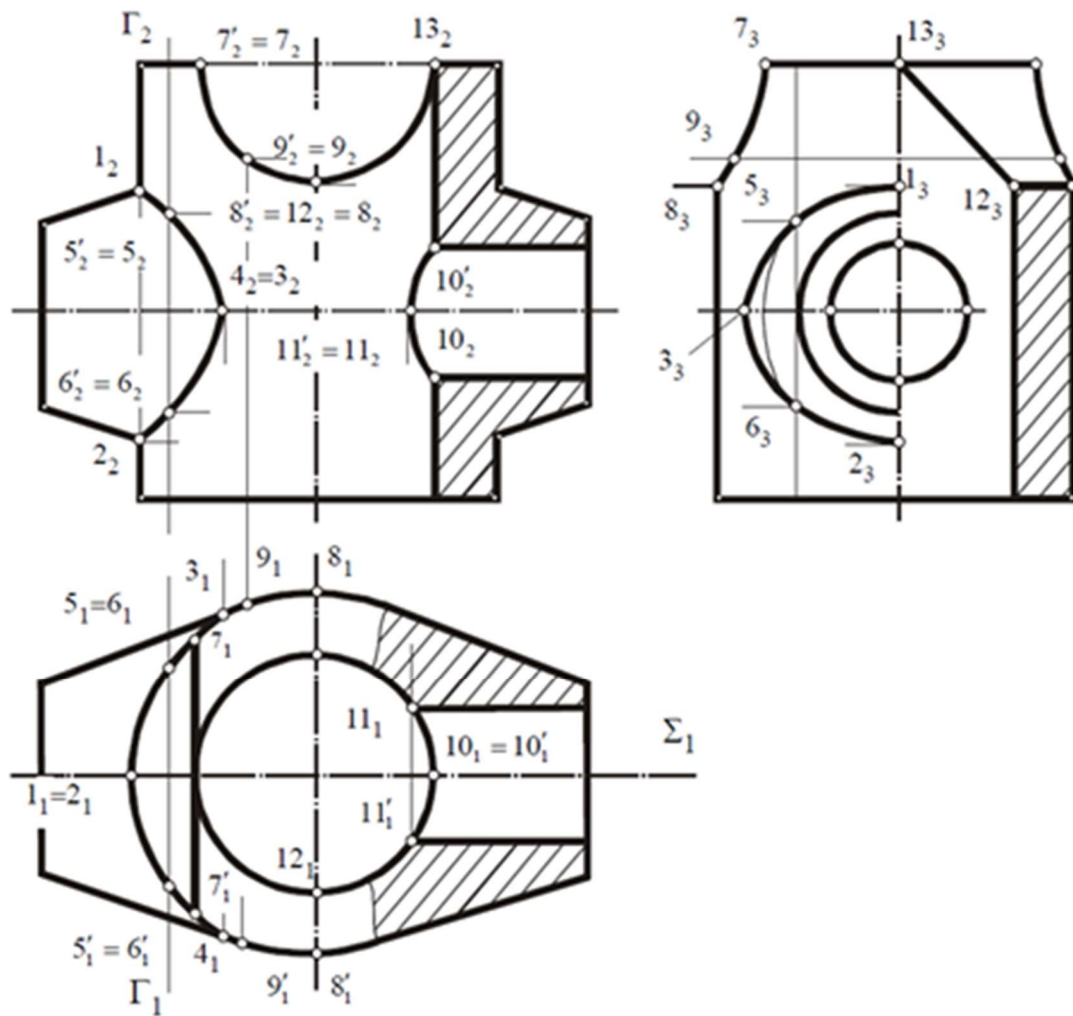


Рис. 73. Перетин циліндра з вертикальною віссю і двох конусів з горизонтальними осями

РОЗДІЛ 3

КРЕСЛЕНИКИ ПРЕДМЕТІВ

3.1. Ескізування

В умовах виробництва та при конструюванні нових виробів іноді виникає необхідність у кресленнях тимчасового характеру – ескізах. Ескіз – креслення, виконаний без допомоги креслярських інструментів (від руки), без дотримання масштабу, але зі збереженням пропорційності елементів деталі і містить зображення деталі та інші дані, необхідні для її виготовлення та контролю (розміри, допуски, позначення шорсткості поверхонь, вказівки про матеріал тощо).

Ескіз моделі (деталі) повинен містити:

1) три зображення - сукупність трьох видів із зазначеними перерізами. (Три зображення незалежно від форми моделі виконуються у навчальних цілях). При виконанні ескізу деталі кількість зображень вибирають залежно від її форми, забезпечуючи оборотність креслення (див. Розділ 1, п. 1.1);

2) розміри, необхідні для виготовлення моделі (деталі) та контролю;

3) основний напис.

Рекомендується наступна послідовність виконання ескізів моделей (деталей).

1. Підготувати аркуш паперу формату А3, викреслити внутрішню рамку і в нижньому правому кутку — основний напис.

2. Уважно оглянувши модель (деталь), проаналізувати її форму шляхом уявного розчленування на найпростіші геометричні фігури чи їх частини (див. Розділ 1, п.1.3).

3. Вибрати положення моделі (деталі) для побудови її головного зображення (див. Розділ 1, п.1.3).

4. Визначити співвідношення габаритних розмірів моделі (деталі) і суцільними тонкими лініями нанести габаритні прямокутники, що відповідають зображенням моделі (деталі), з метою рівномірного заповнення поля формату. Провести осьові лінії (осі поверхонь обертання, осі симетрії зображень).

5. Побудувати три види моделі в тонких лініях, дотримуючись проєкційного зв'язку. Штриховими лініями показати внутрішній контур моделі (якщо є достатня навичка виконання креслень, то штрихові лінії можна не креслити).

6. Виконати задані перерізи тонкими лініями.

7. Нанести штрихування перерізів.

8. Нанести виносні та розмірні лінії, стрілки, проставити знаки діаметрів, радіусів, ухилів та конусності.

При виконанні завдань з інженерної графіки використовується спрощений геометричний принцип завдання розмірів на кресленні:

а) задають розміри, що визначають кожну із найпростіших геометричних форм, що утворюють деталь - розміри форми;

б) задають розміри положення - це розміри, що характеризують відносне положення геометричних форм, що утворюють деталь.

Відстані між крайніми точками деталі по довжині, висоті та ширині називають габаритними розмірами.

Габаритні розміри є сумою розмірів форми або збігаються з ними.

9. Позначити розрізи, якщо це потрібно.

10. Перевірити правильність виконаних зображень, забрати зайві лінії.
11. Обміряти деталь та записати розмірні числа.
12. Обвести ескіз лініями необхідної товщини.
13. Заповнити основний напис.
14. Вдруге перевірити правильність виконаного ескізу.

З а д а ч а . Виконати ескіз деталі, представленої на рис. 74.

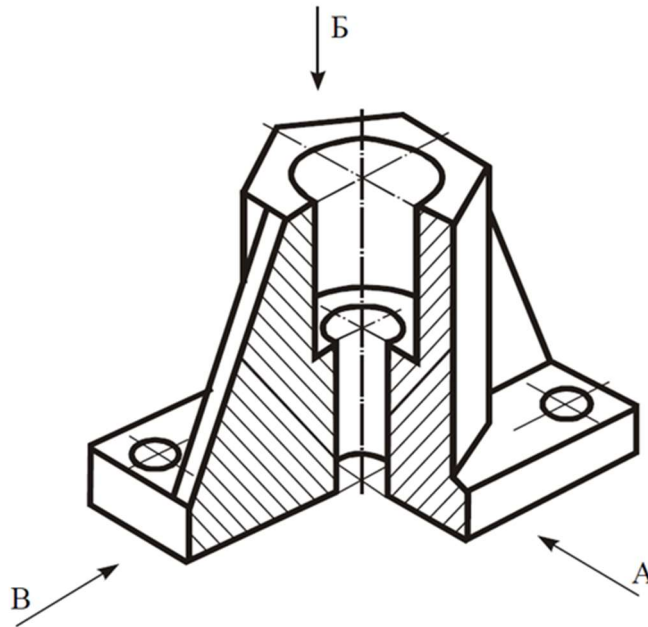


Рис. 74. Деталь

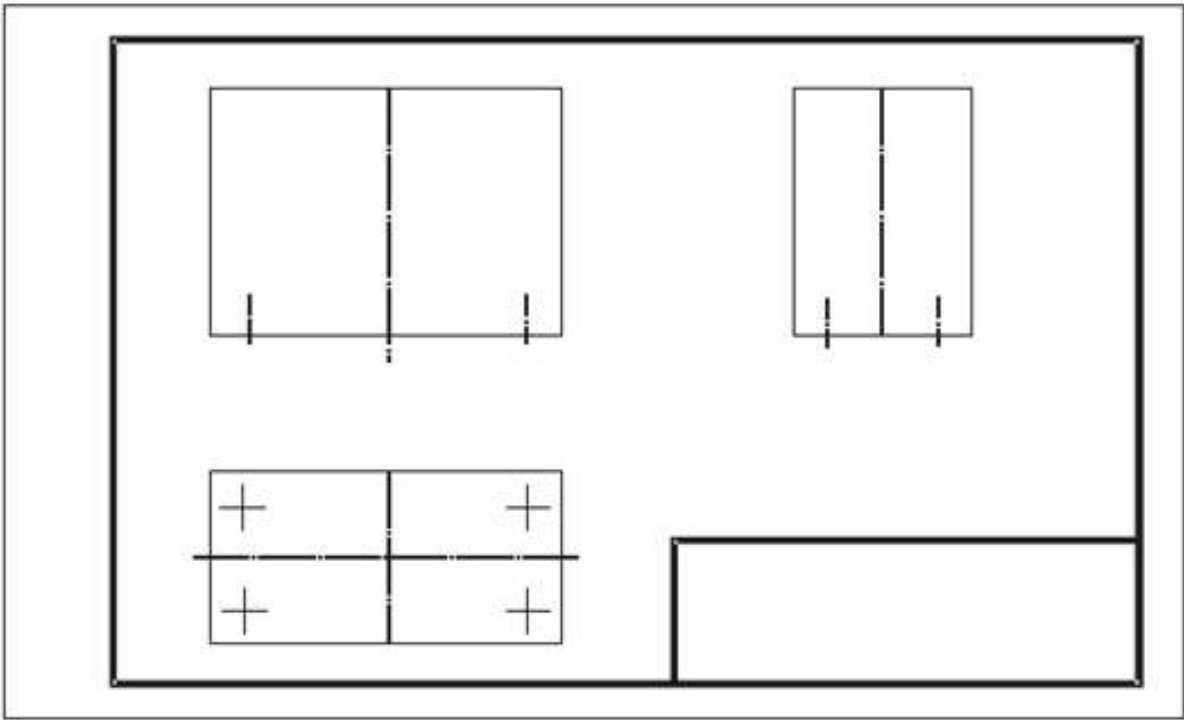
Аналізуємо форму деталі. Її утворюють: основа — паралелепіпед із чотирма циліндричними отворами, шестикутна призма і прилеглі до неї дві трикутні призми (ребра жорсткості). Усередині деталі є два співвісні циліндричні отвори. Вибираємо головне зображення.

Найбільш повне уявлення про зовнішню форму деталі дає вигляд за стрілкою А (рис. 74). На підготовлений формат наносимо габаритні прямокутники кожного з трьох видів (рис. 75, а). Проводимо осьові лінії. Будуємо три види деталі у проєкційному зв'язку тонкими лініями. Штриховими лініями показуємо внутрішній контур деталі (рис. 75, б).

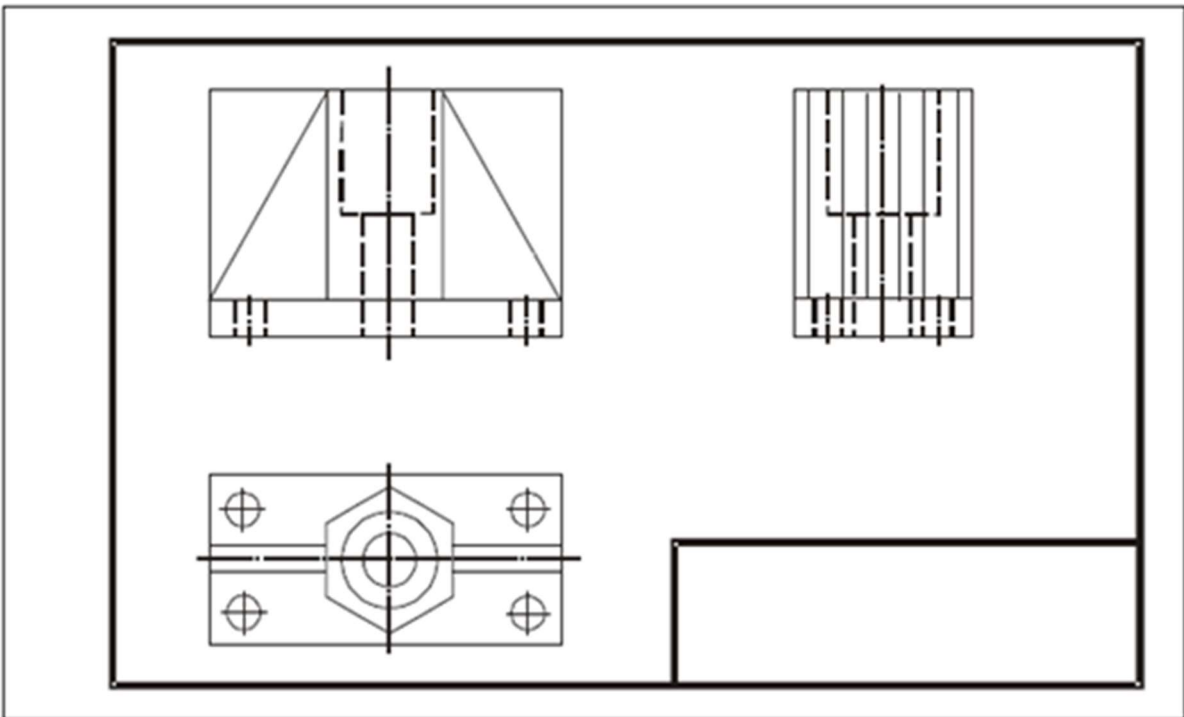
Для виявлення внутрішньої форми достатньо виконати передній переріз площиною, що збігається з площиною симетрії деталі. Вигляд за стрілкою А і фронтальний переріз є симетричними зображеннями, але суміщення половини виду з половиною перерізу виконати не можна, оскільки з віссю симетрії збігається проєкція ребра зовнішньої поверхні шестикутної призми. Тому основне зображення повинне складатися зі з'єднання частини виду (більше половини) та частини фронтального перерізу (менше половини). Кордоном між частиною виду і частиною перерізу є тонка хвиляста лінія (рис. 75, в).

Вигляд ліворуч та профільний переріз є симетричними зображеннями, тому можна виконати з'єднання половини виду ліворуч з половиною профільного перерізу. Кордоном між ними є вісь симетрії (рис. 75, в). Частина перерізу на головному зображенні та половина перерізу на вигляді зліва розташовується праворуч від осі. Виконуємо штрихування перерізів. Перерізи не позначаються, оскільки січні площини співпадають з площинами симетрії моделі. Для виявлення глибини отворів в основі деталі необхідно виконати місцевий переріз (рис. 75, в).

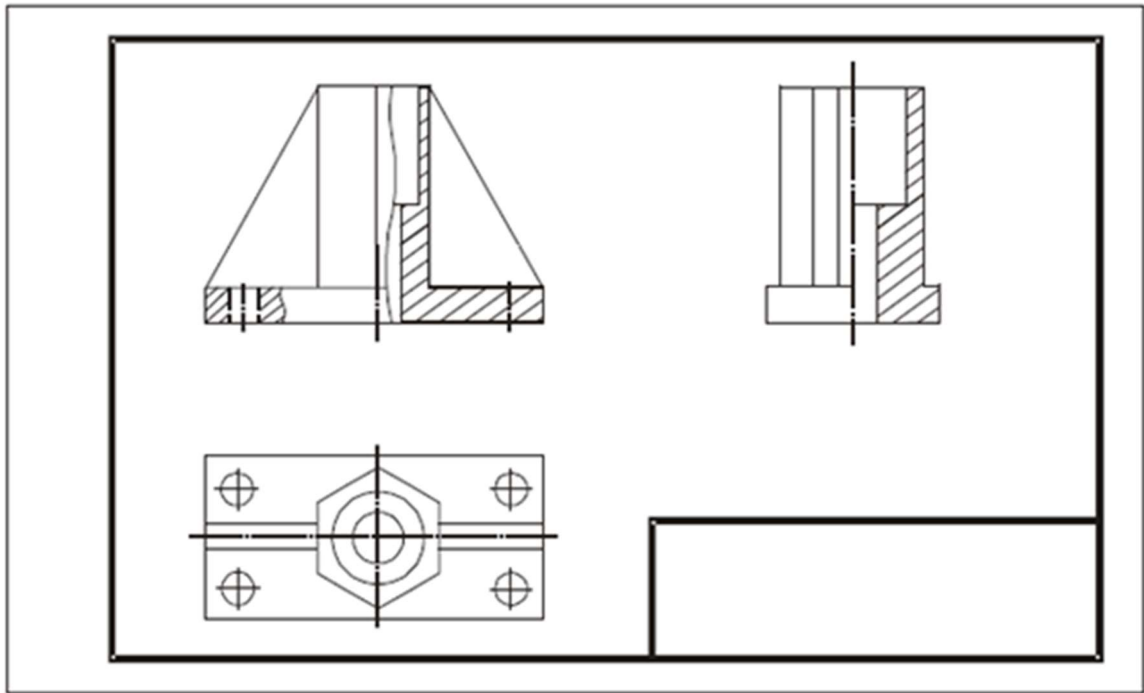
Подальші побудови проводимо у зазначеній раніше послідовності (рис. 75, з).



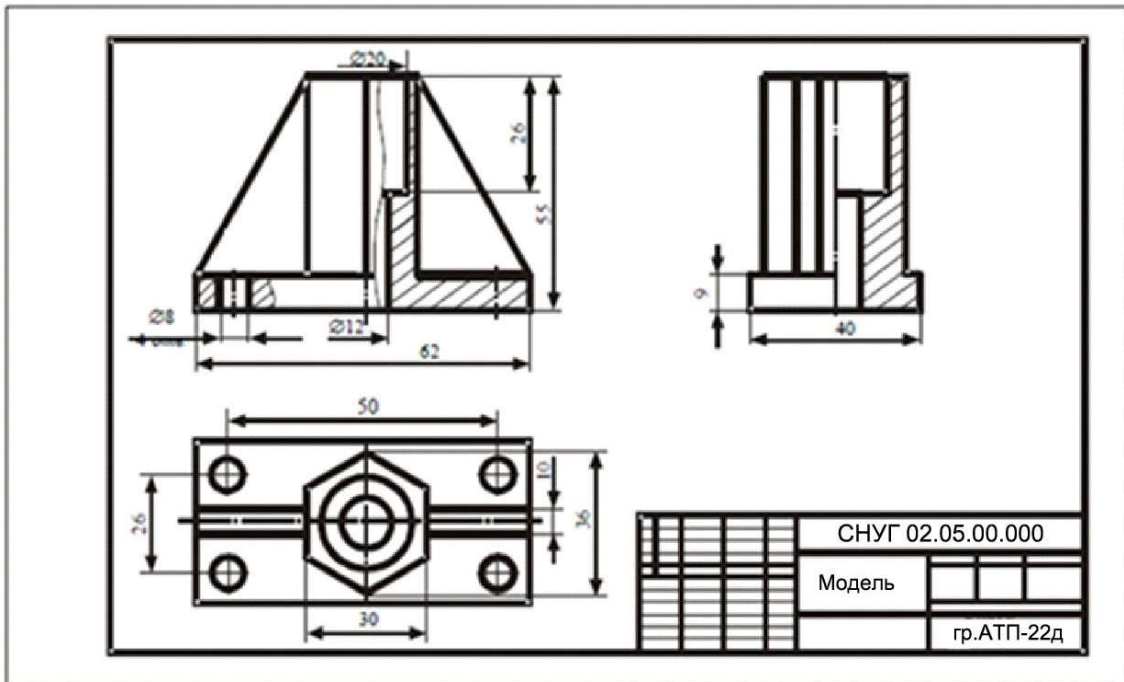
a



b



б



з

Рис. 75. Послідовність виконання проєкційного кресленника деталі:
a – габаритні прямокутники кожного з трьох видів, *б* – внутрішній контур деталі,
в – частина виду і частина перерізу, *з* – проєкційний кресленник деталі

3.2. Побудова третього виду предмета за двома заданими

Побудова третього виду предмета (зазвичай виду ліворуч) за двома заданими виконується в такому порядку.

I етап — підготовчий.

1. Прочитати кресленик, тобто подумки розділити предмет на окремі прості геометричні фігури і поверхні, що його утворюють.

2. Подумки уявити, як зображуються на третьому виді геометричні фігури, що складають предмет, а потім весь предмет повністю.

3. Визначити, які обмежувальні предмети поверхні перетинаються між собою, які лінії виходять у їхньому перетині і як вони будуть зображатися на третьому виді.

4. Визначити, які перерізи та перетини необхідно виконати для виявлення внутрішніх форм предмета (зазвичай у завдання на побудову третього виду за двома заданими включається побудова перерізів та перетину).

5. Визначити, які лінії та поверхні доцільно прийняти за базові для проставлення розмірів при побудові зображень. У більшості випадків це осьові, центрові лінії та площини основ.

II етап — графічний.

1. На полі формату листа виділити (намітити у вигляді прямокутників) місця кожного з трьох зображень, враховуючи їх проєкційний зв'язок; заповнення поля кресленика має бути рівномірним. Провести базові та осьові лінії кожного зображення.

2. Побудувати задані два види (тонкими лініями).

3. Поступово викреслити тонкими лініями третій вид: для цього необхідно знайти проєкції найпростіших геометричних фігур, що утворюють предмет, та їх елементів (граней, ребер, вершин тощо) на заданих проєкціях, а потім приступити до побудови їх профільних проєкцій, зберігаючи проєкційний зв'язок та переходячи поетапно від одного елемента до іншого.

4. Виконати необхідні перерізи на всіх зображеннях.

5. Нанести штрихування перерізів і перетинів.

6. Позначити перерізи, якщо це потрібно.

7. Перевірити правильність зображень, прибрати зайві лінії.

8. Обвести кресленик лініями необхідної товщини.

9. Вдруге перевірити правильність кресленика.

З а д а ч а . Побудувати вид ліворуч предмета, заданого на рис. 76, а, та виконати необхідні перерізи.

I етап (рис. 76, а, б).

1. Заданий предмет складається з циліндра I та чотирикутної призми III. У середині предмета є вертикальний призматичний отвір V і циліндричний отвір IV. У верхній частині предмета є наскрізний горизонтальний циліндричний отвір II.

2. Кожна з цих геометричних фігур на виді ліворуч буде зображатись відповідним чотирикутником.

3. Горизонтальний циліндричний отвір II буде перетинатися із зовнішньою поверхнею циліндра I по кривій лінії *m*, з внутрішнім циліндричним отвором – по кривим *n*.

4. Для виявлення внутрішніх форм предмета достатньо виконати два прості розрізи: фронтальною та профільною площинами, що збігаються з площинами симетрії предмета. На головному зображенні та на виді зліва слід викреслити з'єднання частини виду (менше половини) з частиною відповідного перерізу (більше половини), оскільки з осьовими лініями зображень збігаються проєкції ребер внутрішнього призматичного отвору V.

5. За базові лінії відліку розмірів доцільно прийняти площини основ предмета та вертикальну осьову лінію.

II етап (рис. 76, в).

1. На полі формату листа відзначаємо місця (прямокутники) для кожного з трьох зображень (на рис. 76, вони не показані). Проводимо осьові лінії кожного зображення.

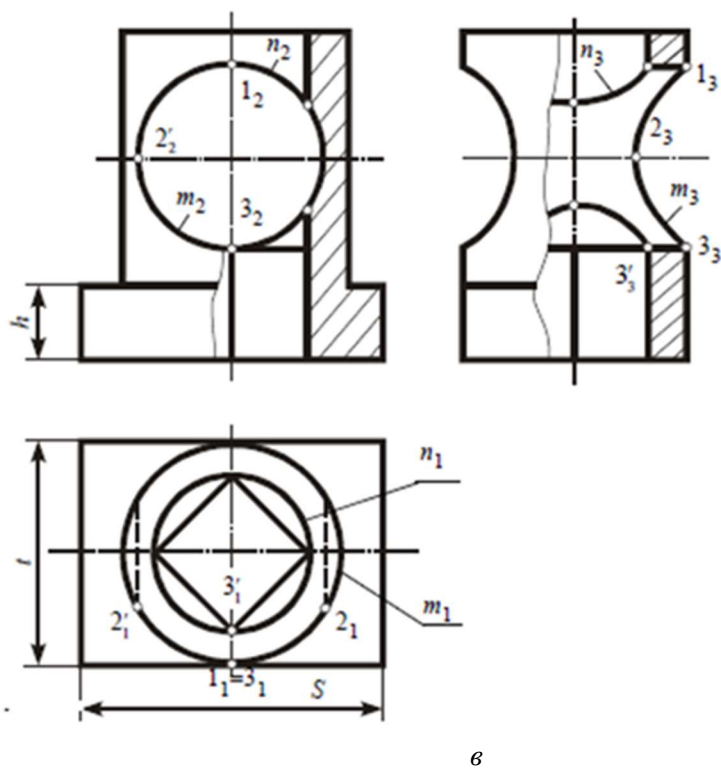
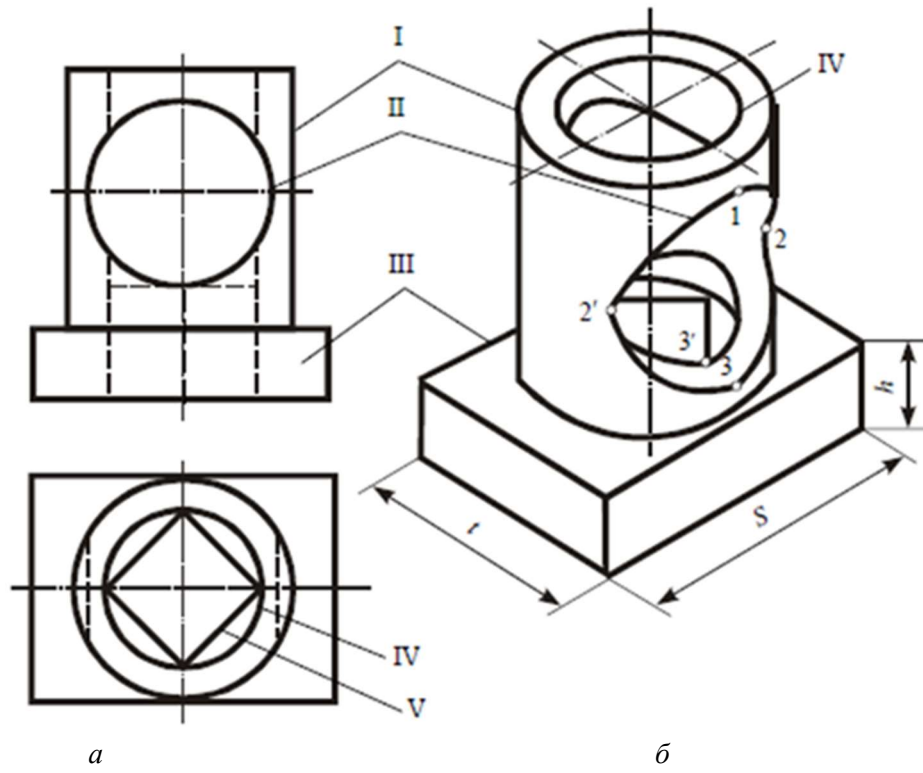


Рис. 76. Побудова третього виду предмета за двома заданими і виконання необхідних перерізів:
a, б – I етап, *в* – II етап

2. Креслимо задані види: вид спереду та зверху (тонкими лініями).

3. Послідовно будуюмо вид зліва: спочатку зображення циліндра I, потім призми III і горизонтального циліндричного отвору II, після цього – призматичного отвору V і циліндричного отвору IV. Лінію перетину m горизонтального циліндричного отвору II із зовнішньою поверхнею циліндра I будуюмо, використовуючи точки 1, 2, 3.

4. У правій частині головного зображення виконуємо переріз фронтальною площиною, яка збігається з площиною симетрії предмета. У правій частині виду зліва – переріз профільною площиною, що збігається з площиною симетрії предмета. Будуюмо проєкції ліній перетину горизонтального отвору II з вертикальним циліндричним отвором IV – лінія n . Кордоном між перерізом і видом на головному зображенні і ліворуч є тонка хвиляста лінія, оскільки з осьовими лініями збігається зображення ребер призматичного отвору V.

5. Виконуємо штрихування перерізів.

6. Видаляємо зайві лінії зображень та обводимо кресленик лініями необхідної товщини.

7. Перевіряємо правильність виконаного кресленика.

3.3. Побудова справжнього виду похилого перетину предмета способом заміни площин проєкцій

Похилий переріз виходить в результаті перетину предмета площиною, що становить з основними площинами проєкцій кут, відмінний від прямого. Справжній вид похилого перерізу визначають способом заміни площин проєкцій, який полягає в тому, що геометричну фігуру, не змінюючи її положення у просторі, проєктують на нову площину, яка замінює одну з основних. Положення додаткової площини проєкцій вибирають в залежності від поставленого завдання (паралельно геометричній фігурі). Додаткова площина обов'язково повинна бути перпендикулярна до іншої площини проєкцій, що не замінюється.

Сутність способу заміни площин проєкцій розглянемо на прикладі визначення довжини відрізка $[AB]$ прямої загального положення (рис. 77). Відомо, що відрізок прямої проєктуються на площину проєкцій у рівний йому відрізок, якщо він паралельний. Тому для визначення довжини відрізка необхідно додаткову площину розташувати паралельно відрізку $[AB]$. Замінімо площину Π_2 площиною Π_4 , перпендикулярною до площини Π_1 і паралельною відрізку $[AB]$. Відстань від площини Π_4 до відрізка $[AB]$ довільна (рис. 77). Площини проєкцій Π_1 і Π_4 утворюють нову систему площин проєкцій та перетинаються по прямій x_{14} – новій осі проєкцій, яка в даному випадку паралельна горизонтальній проєкції відрізка, тобто $x_{14} \parallel [A_1B_1]$. При цьому $|A_{12}A_2| = |A_{14}A_4|$ і $|B_{12}B_2| = |B_{14}B_4|$, A_4B_4 — ортогональна проєкція відрізка $[AB]$ на площину Π_4 .

$$[AB] \parallel \Pi_4 \Rightarrow |A_4B_4| = |AB|$$

Щоб збудувати проєкцію A_4B_4 відрізка $[AB]$ на кресленику, потрібно виконати такі дії. Проводять нову вісь x_{14} паралельно горизонтальній проєкції відрізка $[A_1B_1]$ на довільній відстані від неї. Через горизонтальні проєкції кінців відрізка (точка A_1 і B_1) проводять лінії зв'язку, перпендикулярні до осі x_{14} . На цих лініях зв'язку від осі x_{14} відкладають відрізки $|A_{14}A_4| = |A_{12}A_2|$ і $|B_{14}B_4| = |B_{12}B_2|$. З'єднавши прямою точки A_4 і B_4 , отримують проєкцію A_4B_4 відрізка $[AB]$ на площину Π_4 (рис. 77).

Завдання на визначення справжньої довжини відрізка прямої загального положення може бути вирішене також за допомогою додаткової площини проєкцій, взятої замість площини Π_1 , перпендикулярної до площини Π_2 та паралельного відрізка (рис. 78).

Плоска геометрична фігура проєкціюється на площину проєкцій в конгруентну фігуру, якщо вона розташована паралельно цій площині. Тому для визначення істинної величини плоскої геометричної фігури потрібно нову додаткову площину розташувати паралельно фігурі.

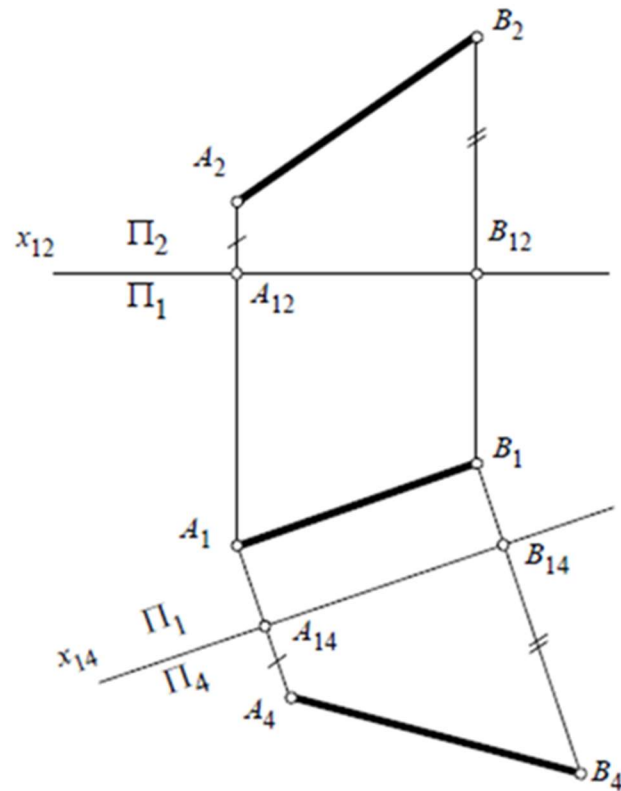
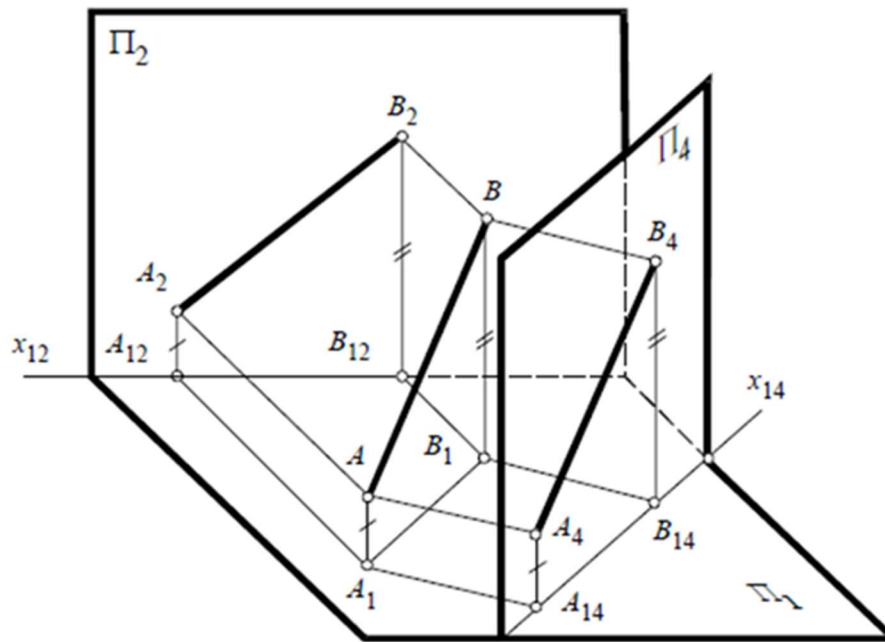


Рис. 77. Побудова справжнього виду похилого перетину предмета способом заміни площин проєкцій

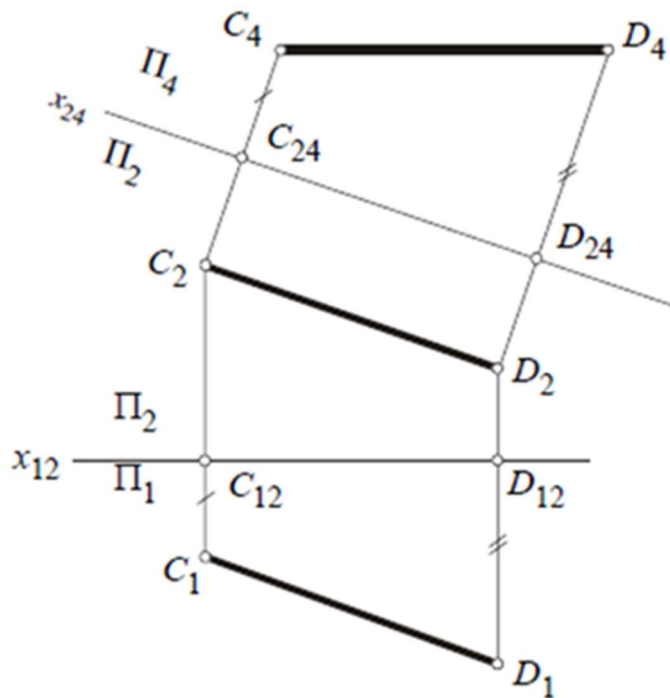
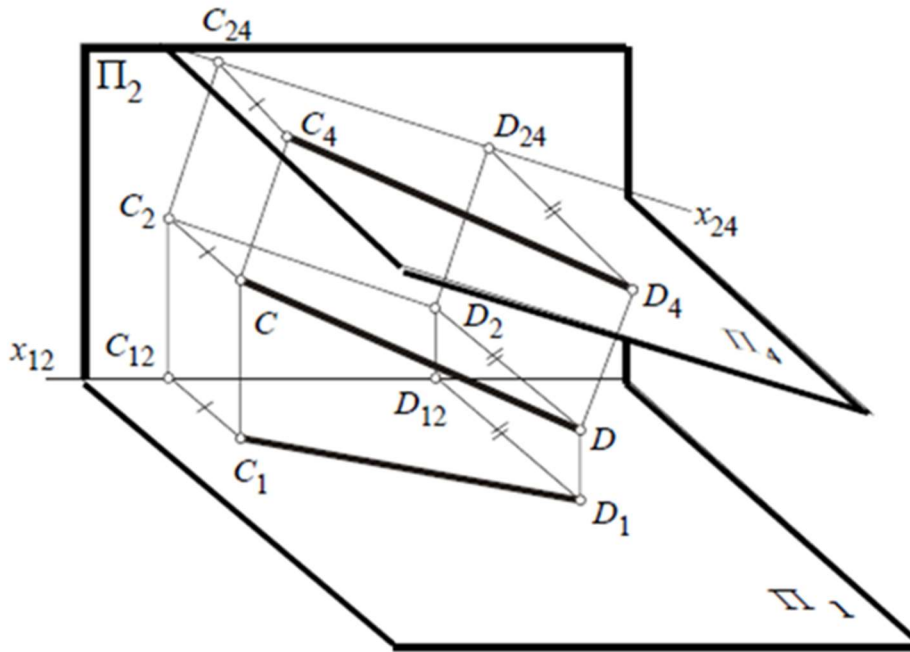


Рис. 78. Визначення справжньої довжини відрізка прямої загального положення за допомогою додаткової площини проєкцій

З а д а ч а . Визначити справжню величину трикутника $ABC \perp P_2$ (рис. 79).

Скористаємося додатковою площиною P_4 , яку розташуємо паралельно площині трикутника і перпендикулярно до площини P_2 .

Нову вісь проєкцій x_{24} проведемо паралельно фронтальній проєкції трикутника ABC . Нові проєкції A_4, B_4 і C_4 вершин A, B і C отримаємо, відкладаючи на лініях зв'язку від осі x_{24} відрізки, рівні відстані від точок A_1, B_1 і C_1 до вісі x_{12} .

Нова проєкція $A_4B_4C_4$, що отримана, є справжньою величиною трикутника ABC .

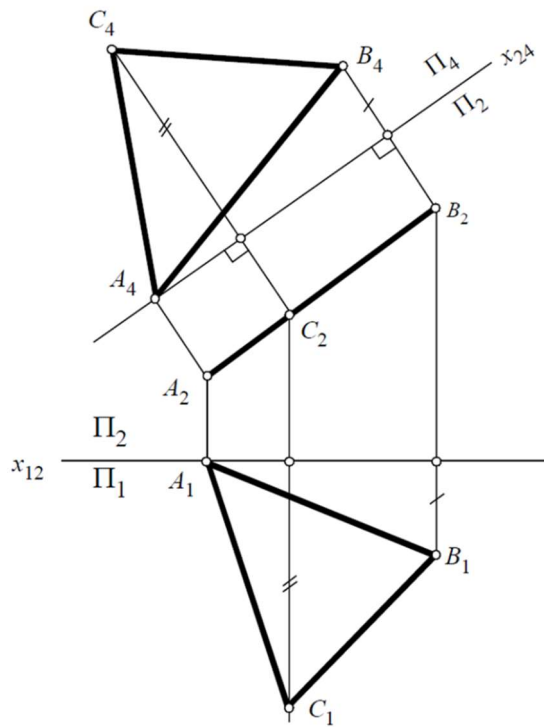


Рис. 79. Визначення справжньої величини трикутника

З а д а ч а. Побудувати справжній вид перетину комбінованої геометричної фігури фронтально-проекціуючою площиною $A-A$ (рис. 80).

Подумки розчленовуємо предмет на окремі складові його найпростіші геометричні фігури: усічений конус, частина кулі та дві призми. Всередині наскрізний циліндричний отвір. Співвісні конічна та сферична поверхні перетинаються по колу. Лінії перетину призматичних поверхонь зі сферою – сукупність частин кіл.

Фронтально-проекціуюча площина $A-A$ перетинає усічений конус у частині еліпса, сферу — за двома дугами кола, а призму — за ламаною. Внутрішній циліндричний отвір перетинається площиною по еліпсу. Всі ці лінії разом обмежують фігуру перетину $A-A$, справжній вид якої можна отримати, замінивши горизонтальну площину проєкцій Π_1 на додаткову Π_4 , розташовану паралельно січній площині.

Виконуємо побудови на кресленику (рис. 80, а).

1. На фронтальній площині проєкцій позначаємо проєкції опорних точок ліній перетину — точок, у яких лінія перетину $A-A$ перетинає нариси проєкцій зовнішніх та внутрішніх поверхонь предмета (точки $1_2, 2_2, 4_2, 5_2, 7_2$), а також осьову лінію зображення, (точки $3_2 = 3_2' = 3_2'' = 3_2'''$). В точках 4_2 і 6_2 , зазначених на проєкціях ліній перетину поверхонь, що утворюють предмет, змінюється характер лінії, що обмежує фігуру перетину.

Відзначаємо проєкцію O_2 центра O кола перетину сфери із заданою площиною $A-A$. Радіус R цього кола визначається побудовою, якщо провести лінію нарису фронтальної проєкції сфери до перетину з лінією $A-A$.

2. Горизонтальні проєкції зазначених опорних точок будуємо за належністю їх відповідним поверхням.

3. Проводимо вісь проєкцій x_{12} через вісь симетрії фігури (для зручності побудов).

4. На вільному місці поля кресленика проводимо нову вісь проєкцій x_{24} паралельно лінії $A-A$.

5. Нові лінії зв'язку в системі площин Π_2 / Π_1 проводимо перпендикулярно до осі x_{24} .

6. На побудованих лініях зв'язку знаходимо положення кожної зазначеної точки лінії перетину (зовнішнього та внутрішнього контуру), відкладаючи з обох боків від осі симетрії перетину відрізки, взяті з горизонтальної проєкції.

Наприклад, $2_1'2_1 = 2_4'2_4$ і $2_1'2_1'' = 2_4'2_4''$.

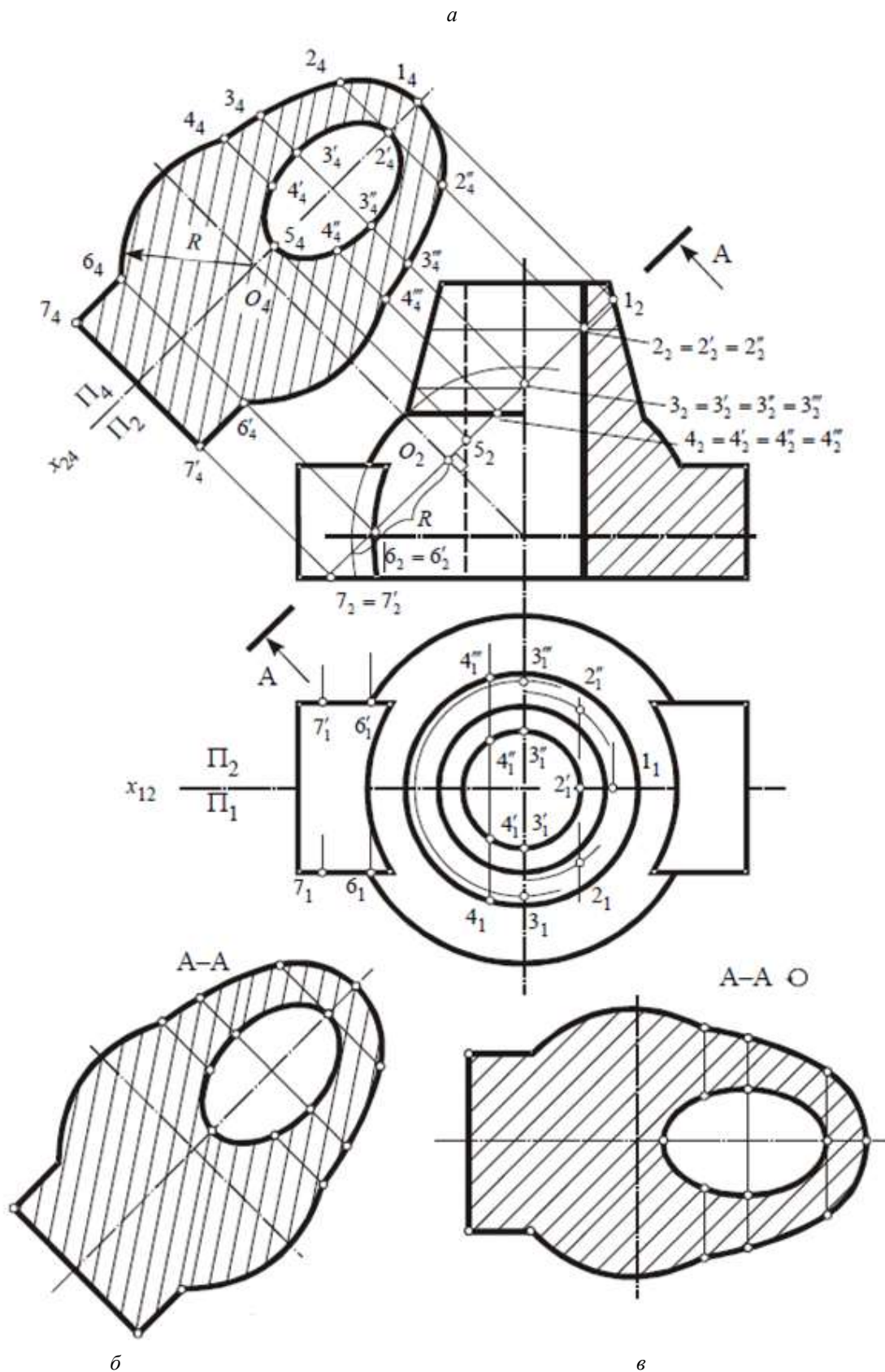


Рис. 80. Побудова справжнього виду перетину комбінованої геометричної фігури фронтально-проекціуючою площиною *A-A*:
a – побудови на креслинику, *б* – переріз, *в* – переріз із поворотом

7. З'єднуємо побудовані точки, що належать як внутрішньому, так і зовнішньому контуру лінії перетину, з урахуванням форми цієї лінії.

8. Виконуємо штрихування перетину.

9. Обводимо переріз лініями товщини. На машинобудівних креслениках, що містять перерізи предмета похилою площиною, осі проєкцій і лінії зв'язку не проводять, проєкції точок ліній перерізу не позначають, а фігуру перерізу можна розташувати на будь-якому місці поля кресленика. Вісь перерізу проводиться паралельно лінії перерізу, а відстані між точками 1-7 та їхнє взаємне положення залишаються незмінними. Переріз позначається А-А (рис. 80, б). Допускається розташовувати переріз із поворотом. У цьому випадку до напису додають знак « \odot » (рис. 80, в).

3.4. Зображення предмета в аксонометричних проєкціях

3.4.1. Основні поняття та визначення

Аксонометрична проєкція – зображення геометричної фігури, що виходить шляхом паралельного проєктування її на деяку площину Π' разом із декартовою системою прямокутних координат $Oxyz$, до якої вона віднесена у просторі.

Оборотність аксонометричного зображення обумовлена тим, що на аксонометричну площину проєкцій проєктується не тільки геометрична фігура разом з декартовою системою прямокутних координат, але і одна з її ортогональних проєкцій на координатні площини.

На рис. 81 показаний приклад побудови аксонометрії точки A , що віднесена до декартової системи координат $Oxyz$. Напрямок проєкціонування S вибирається так, щоб воно не було паралельним жодній з координатних осей. Довільна площина Π' , на яку здійснюється проєкціонування, називається площиною аксонометричних проєкцій. Осі x', y', z' – проєкції координатних осей x, y, z – називаються аксонометричними осями. Точка A_1' – аксонометрична проєкція точки A , а точка A' – її вторинна проєкція. Проєкції A' і A_1' забезпечують оборотність аксонометричного кресленика.

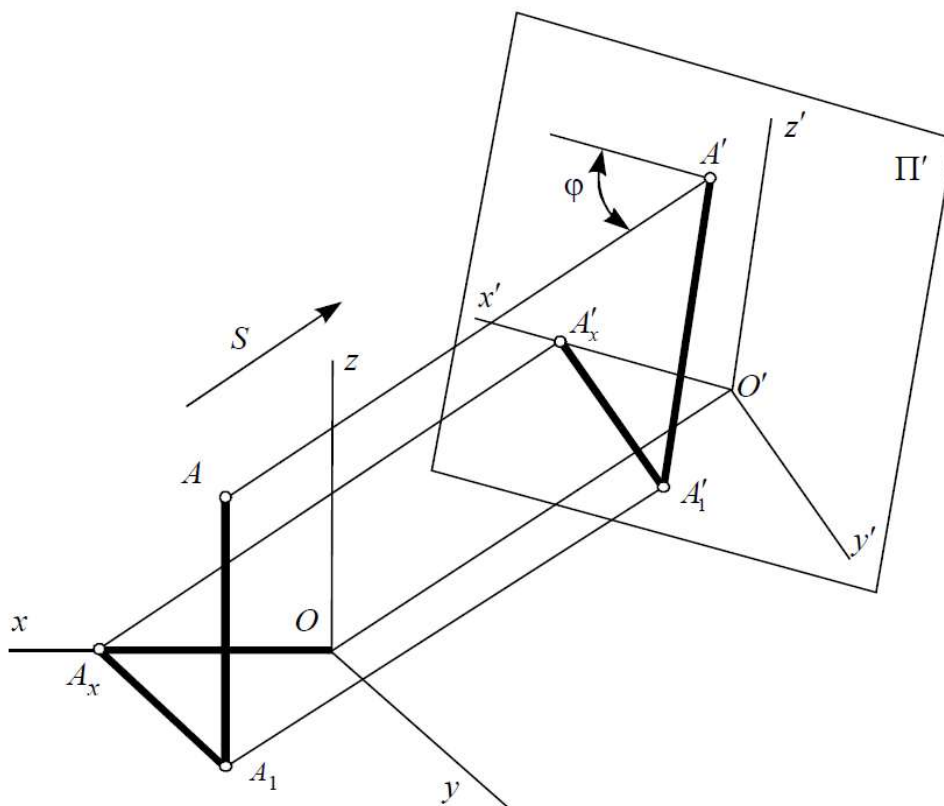


Рис. 81. Приклад побудови аксонометрії точки

Так як площина Π' у загальному випадку не паралельна жодній з координатних осей x, y, z , то очевидно, відрізки осей або відрізки, їм паралельні, проєктуються на площину Π' зі спотворенням. Відношення довжини аксонометричної проєкції відрізка координатної осі або відрізка, паралельного цій осі, до довжини самого відрізка називають коефіцієнтом спотворення по осях і позначають:

$$\text{по осі } x \text{ — } u = \frac{O'A'_x}{OA_x}$$

$$\text{по осі } y \text{ — } v = \frac{A'_x A'_1}{A_x A_1}$$

$$\text{по осі } z \text{ — } w = \frac{A'_1 A'}{A_1 A}$$

3.4.2. Види аксонометрії

Залежно від напрямку проєктування аксонометричні проєкції поділяються на прямокутні - напрям проєктування перпендикулярно до площини Π' , і косокутні - напрям проєктування не перпендикулярно до площини Π' .

Залежно від порівняльної величини коефіцієнтів спотворення по осях розрізняють три види аксонометрії:

1) ізометрія, коли всі три коефіцієнти спотворення рівні між собою: $u = v = w$;

2) диметрія, коли два коефіцієнти спотворення рівні між собою, а третій їм не дорівнює, наприклад, $u = w \neq v$;

3) триметрія, коли всі три коефіцієнти спотворення не рівні між собою: $u \neq v \neq w$.

Основну пропозицію аксонометрії сформульовано німецьким геометром К. Польке, а пізніше узагальнено Г. Шварцем:

Будь-які три відрізки, що виходять з однієї точки на площині, можуть бути прийняті за паралельні проєкції трьох рівних та взаємно перпендикулярних відрізків у просторі.

Відповідно до цієї теореми будь-які три прямі в площині, що виходять з однієї точки і не збігаються між собою, можна прийняти за аксонометричні осі. Будь-які довільні довжини відрізки на цих прямих, відкладені від точки їх перетину, можна прийняти за аксонометричні масштаби. Коефіцієнти спотворення при цьому пов'язані таким співвідношенням:

$$u^2 + v^2 + w^2 = 2 + ctg\phi,$$

де ϕ – кут між напрямком проєкціонування та площиною аксонометричних проєкцій. Для прямокутної аксонометрії, коли $\angle\phi = 90^\circ$, це співвідношення приймає вигляд

$$u^2 + v^2 + w^2 = 2, \tag{1}$$

тобто сума квадратів коефіцієнтів спотворення дорівнює двом.

Існують такі види аксонометричних проєкцій, що застосовуються на креслениках усіх галузей промисловості та будівництва:

1) прямокутні – ізометричну та диметричну проєкції;

2) косокутні – фронтальну та горизонтальну ізометричні проєкції, фронтальну диметричну проєкцію.

3.4.3. Прямокутна ізометрія

Положення аксонометричних осей наведено на рис. 82. Зі співвідношення (1) для прямокутної ізометрії отримуємо

$$3u^2 = 2 \text{ або } u = v = w = \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,82,$$

тобто відрізок координатної осі довжиною 100 мм у прямокутній ізометрії зобразиться відрізком аксонометричної осі завдовжки 82 мм.

На практиці з метою спрощення ізометричної проєкції, як правило, виконують без спотворення по осях x , y , z , тобто прийнявши $u = v = w = 1$. Побудоване таким чином зображення буде більшим за сам предмет у 1,22 рази, тобто масштаб зображення у прямокутній ізометрії буде $M 1,22:1$.

Кільця, що належать площинам проєкцій або площинам, їм паралельним, проєкціюються на аксонометричну площину проєкцій в еліпси. Якщо ізометричну проєкцію виконують з коефіцієнтом спотворення $u = v = w = 0,82$, то велика вісь еліпсів дорівнює діаметру кола, а мала вісь - 0,58 діаметра кола. Якщо $u = v = w = 1$, то велика вісь еліпсів дорівнює 1,22, а мала вісь - 0,71 діаметра кола. Розташування великої та малої осей еліпсів показано на рис. 82. Замість еліпсів, як правило, будують овали. Така заміна не впливає на наочність зображення.

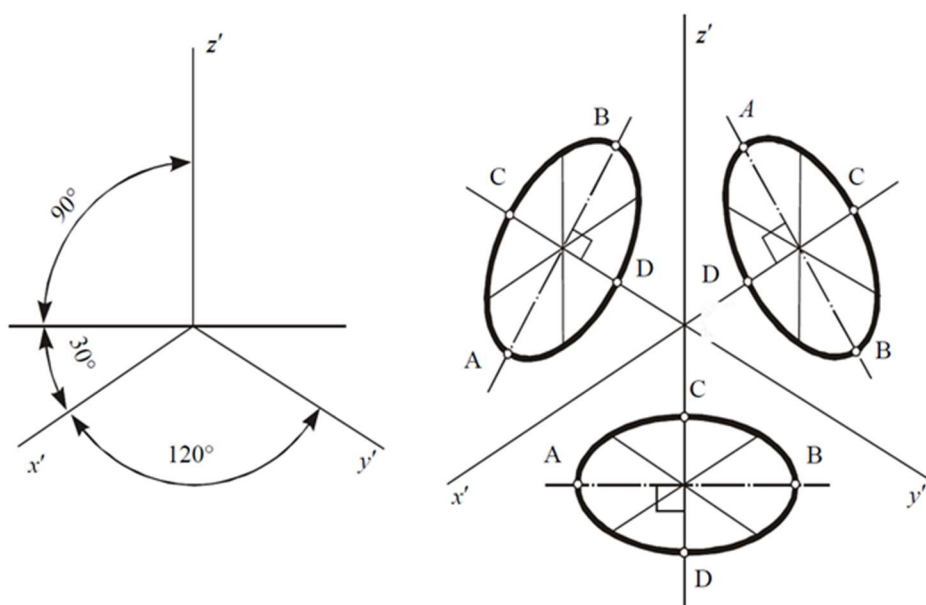


Рис. 82. Положення аксонометричних осей

На рис. 83 та рис.84 показано способи побудови чотирицентрового овалу, що замінює еліпс у прямокутній ізометрії.

На рис. 85 зображено в ізометрії шестикутник, розташований паралельно фронтальній (а), горизонтальній (б) та профільній (в) площинам проєкцій.

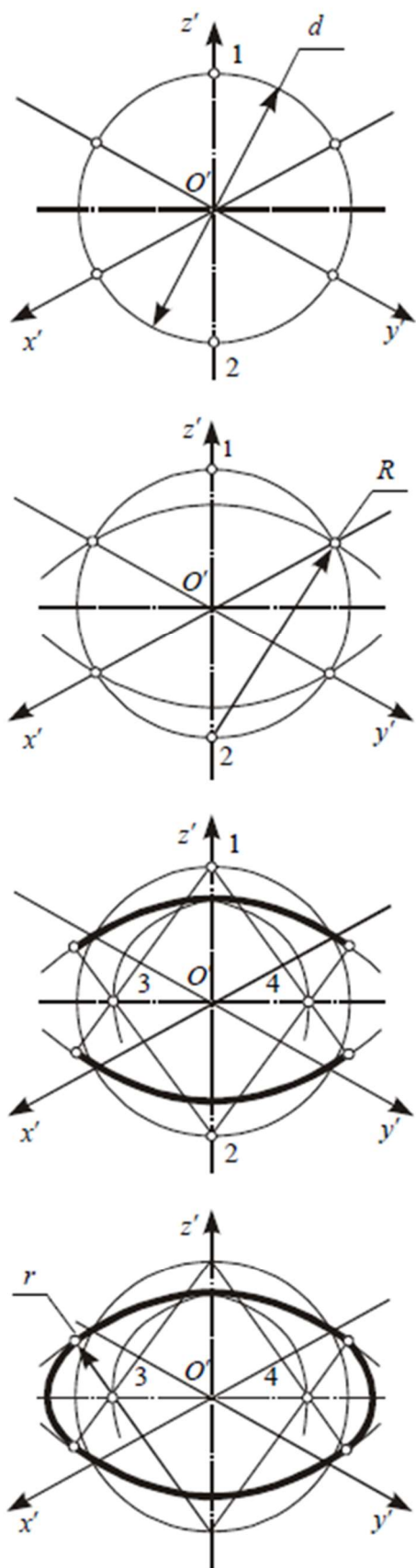


Рис. 83. Побудови чотирицентрового овалу

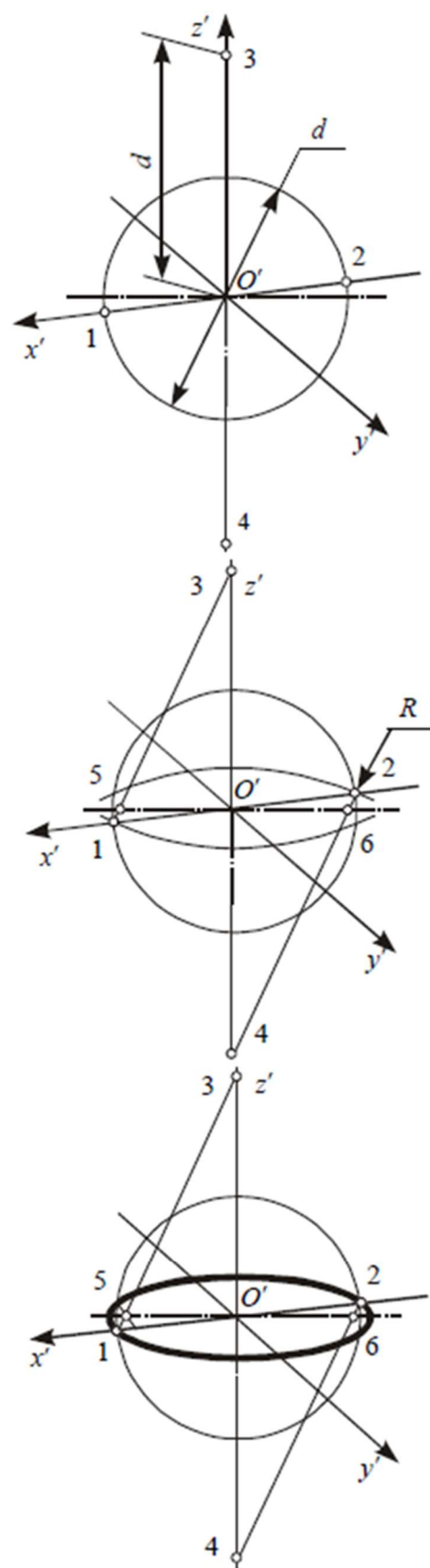
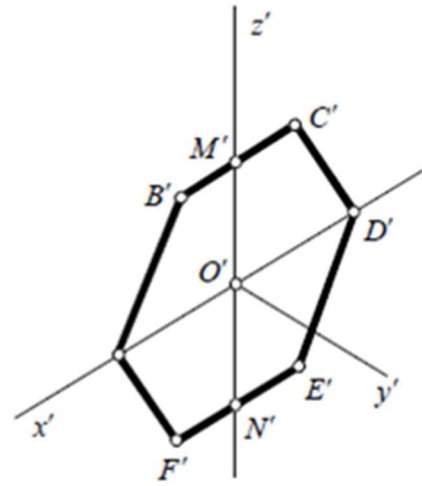
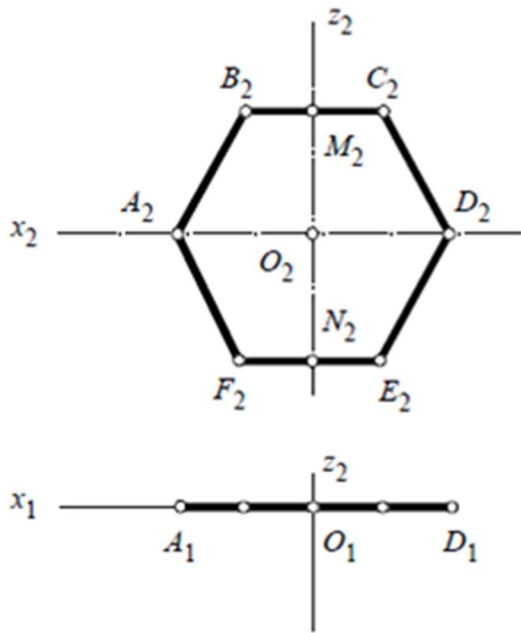
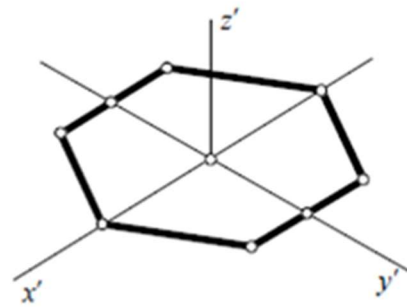
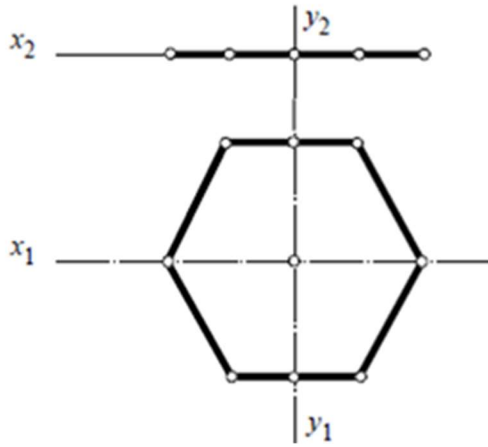


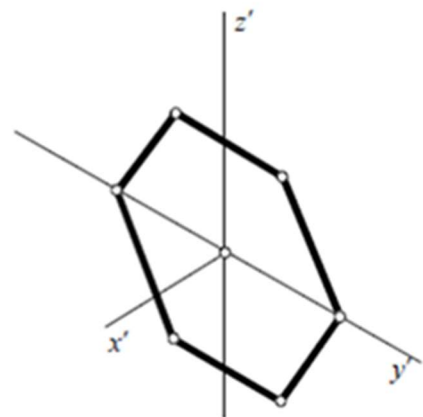
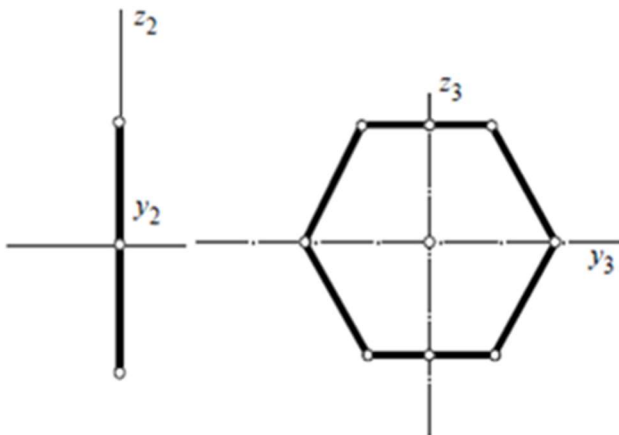
Рис. 84. Спосіб побудови овалу



a



б



в

Рис. 85. Шестикутник в ізометрії:
a – розташований паралельно фронтальній площині проєкцій,
б – горизонтальний, *в* – профільний

3.4.4. Прямокутна диметрія

Положення аксонометричних осей наведено на рис. 86. Зі співвідношення (1) для прямокутної диметрії $u = w = 0,94$ і $v = 0,47$,

Насправді, зазвичай, диметричну проєкцію виконують без спотворення по осях x і z , і з коефіцієнтом спотворення 0,5 по осі y . Масштаб зображення у прямокутній диметрії буде 1,06:1.

Кільця, що належать площинам проєкцій або площинам, їм паралельним, проєкціюються на аксонометричну площину проєкцій в еліпси. Якщо диметрична проєкція виконується з коефіцієнтами спотворення $u = w = 1$ і $v = 0,5$, то велика вісь еліпсів 1, 2, 3 (рис. 86, б) дорівнює 1,06 діаметра кола; мала вісь еліпса 1 – 0,95 d , еліпсів 2 і 3 – 0,35 діаметра кола. Якщо диметрична проєкція виконується з коефіцієнтом спотворення $u = w = 0,94$ і $v = 0,47$, то велика вісь еліпсів 1, 2, 3 дорівнює діаметру кола, а мала вісь еліпса 1 – 0,9 d , еліпсів 2 і 3 – 0,33 d .

Розташування великої та малої осей еліпсів 1, 2 та 3 показано на рис. 86.

З метою спрощення побудов замість еліпсів будують овали. На рис. 84 показаний спосіб побудови овалу, якщо $AB = 1,06d$ і $CD = 0,35d$ (овали 2 і 3 див. на рис. 86). Побудова овалу з великою віссю $AB = 1,06d$, малою віссю $CD = 0,94d$ (овал 1 див. на рис. 86) показано на рис. 87.

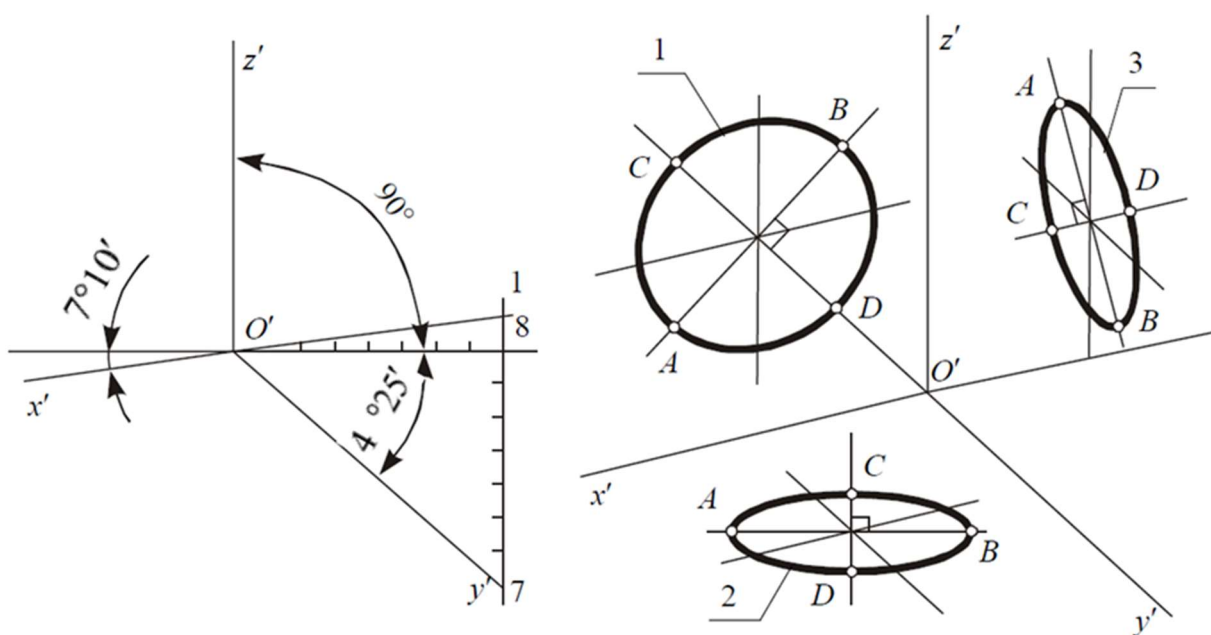


Рис. 86. Положення аксонометричних осей в прямокутній диметрії

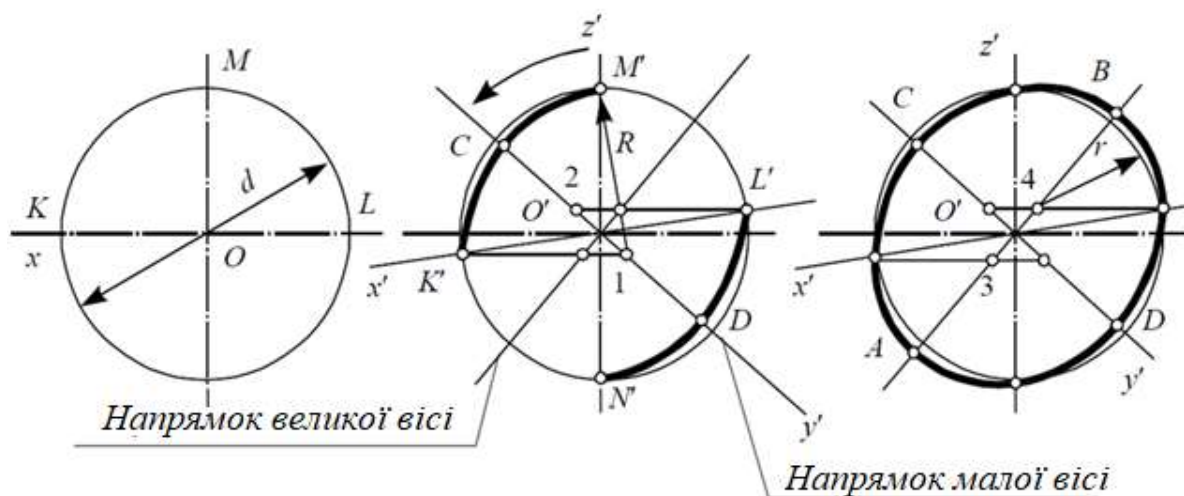


Рис. 87. Побудова овалу

На рис. 88 зображений у диметрії п'ятикутник, розташований паралельно горизонтальній (а), фронтальній (б) та профільній (в) площинам проєкцій.

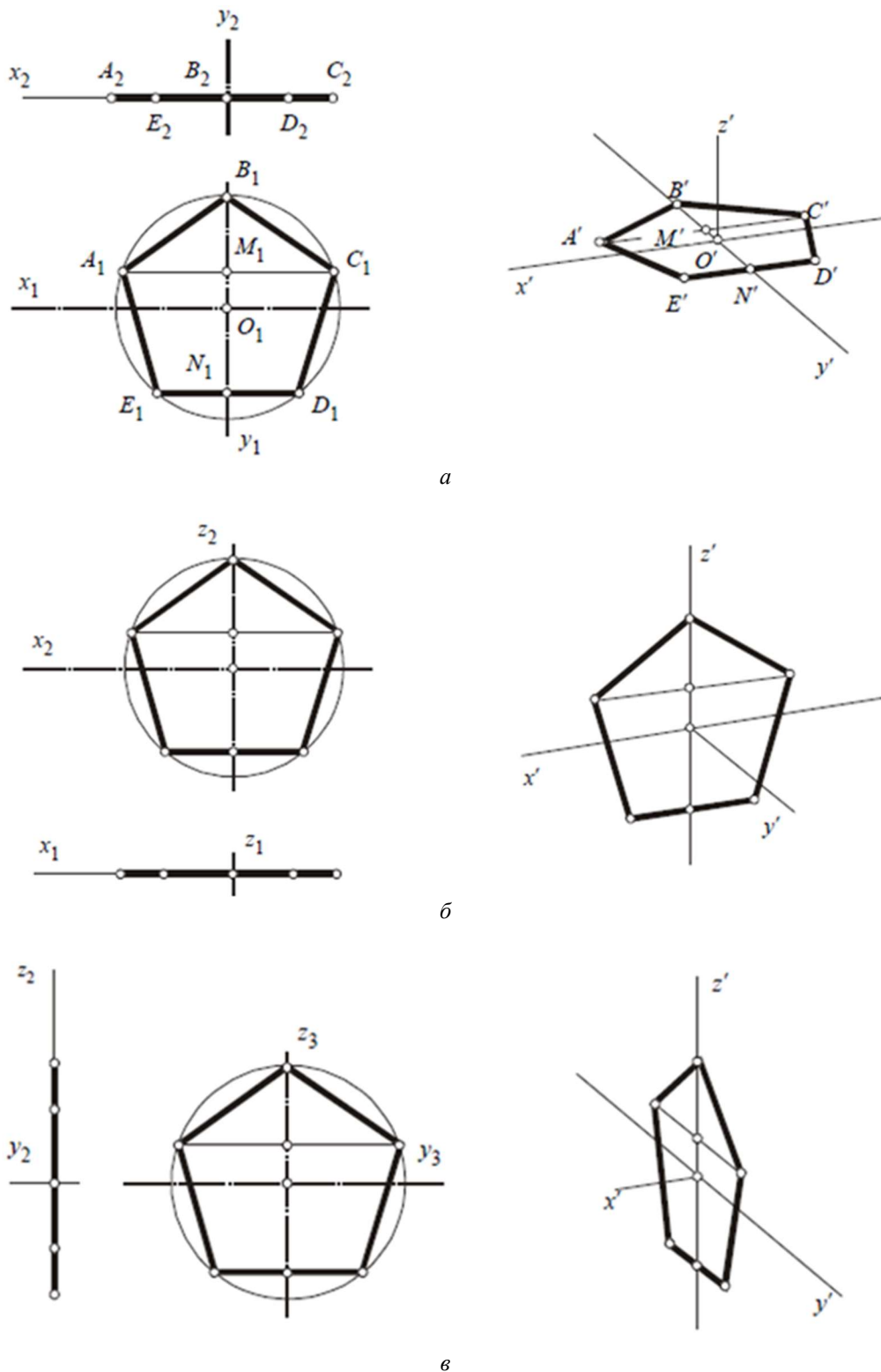


Рис. 88. Побудова п'ятикутника у диметрії:
 а – паралельно горизонтальній площині проєкцій, б – фронтальній, в – профільній

3.4.5. Побудова аксонометричних проєкцій кривих ліній

Побудову аксонометричної проєкції кривої лінії треба виконувати у такому порядку (рис. 89):

I етап:

- 1) віднести цю лінію до декартової системи координат (рис. 89, *a*);
- 2) відзначити на кривій точки 1, 2, 3, ... та визначити їх координати (див. рис. 89, *a*);

II етап:

- 3) за координатами точок 1, 2, 3,... побудувати їх вторинні проєкції $1_1, 2_1, 3_1, \dots$ (рис. 89, *b*);
- 4) через вторинні проєкції точок провести прямі, паралельні осі z' , та відкласти на них аплікати точок;
- 5) з'єднати знайдені аксонометричні проєкції 1, 2, 3, ..., n' точок плавною кривою лінією l' , яка є аксонометричною проєкцією кривої лінії l .

Побудова аксонометричної проєкції лінії перетину двох поверхонь виконується таким же чином (рис. 90).

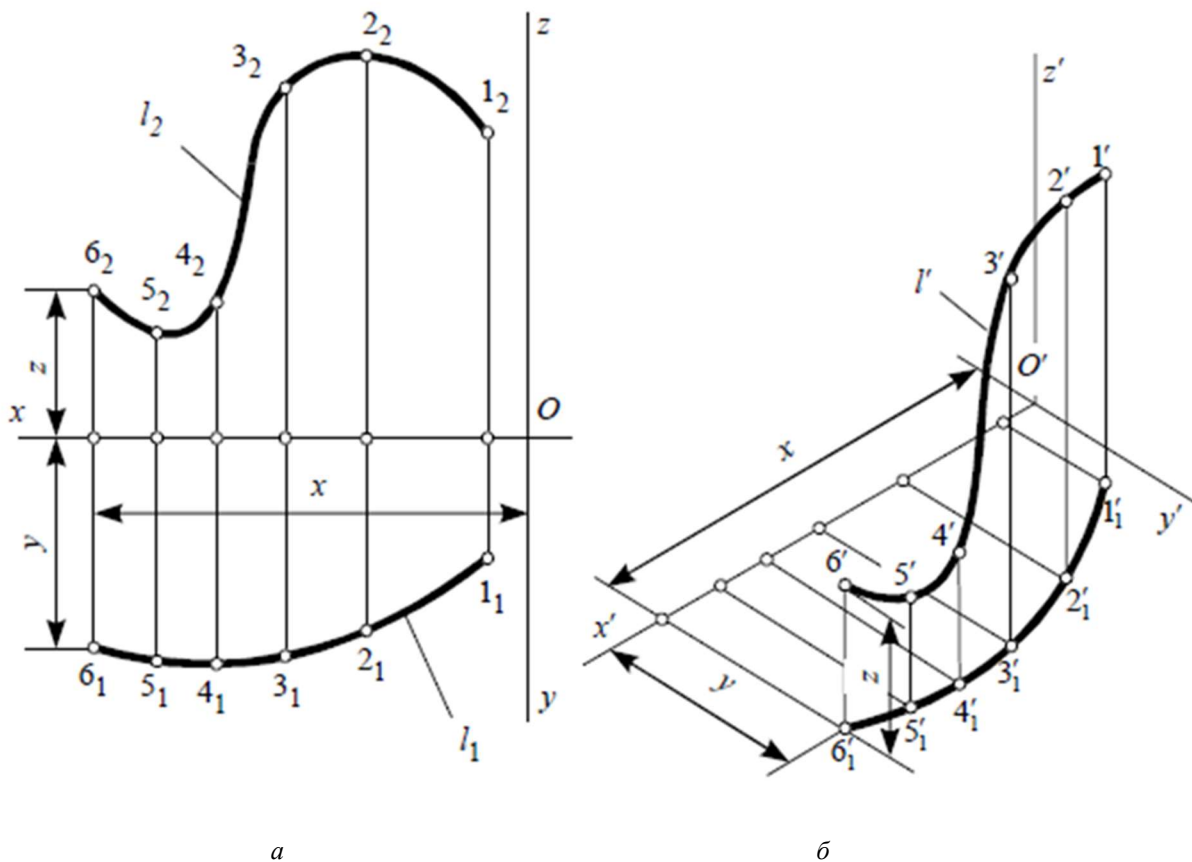


Рис. 89. Побудова аксонометричних проєкцій кривих ліній
a – I етап, *b* – II етап

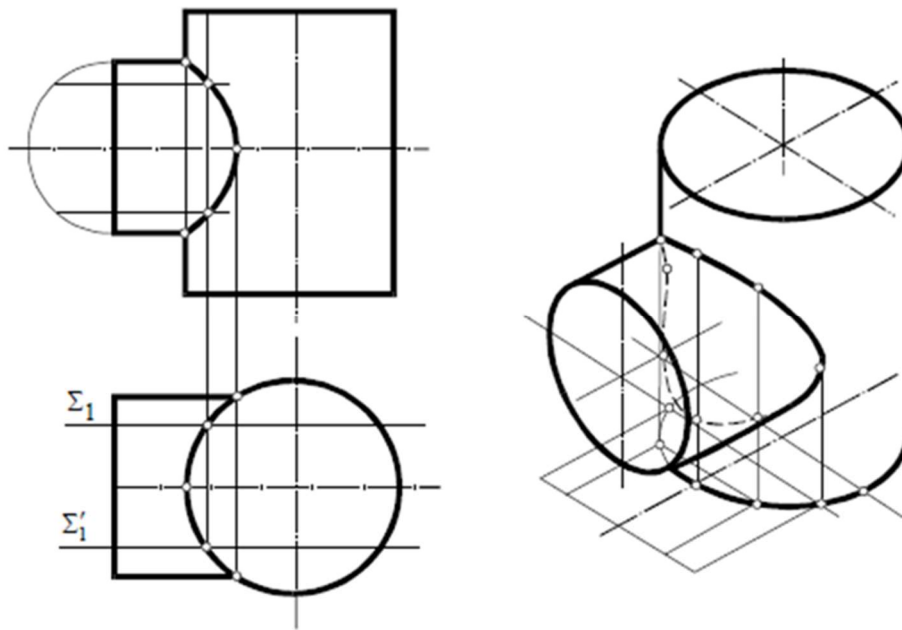


Рис. 90. Побудова аксонометричної проєкції лінії перетину двох поверхонь

3.4.6. Послідовність побудови аксонометричних проєкцій предмета

Можна рекомендувати два варіанти послідовності побудови аксонометричних проєкцій об'єктів:

1) побудова фігур перерізу предмета площинами, паралельними координатним площинам, з подальшим доповненням до повного аксонометричного зображення предмета (рис. 91);

2) побудова аксонометрії всього предмета з подальшим виконанням розрізів площинами, паралельними координатним площинам. (рис. 92).

Перший спосіб більш раціональний, тому що звільняє кресленик від зайвих ліній.

У будь-якому випадку процес побудови доцільно розбити на два етапи.

I етап - підготовчий:

1) прочитати заданий кресленик;

2) вибрати вид аксонометричної проєкції;

3) визначити, які розрізи необхідно виконати, щоб виявити внутрішню будову предмета (січні площини повинні бути паралельні координатним площинам $x'O'z'$ і $y'O'z'$);

4) визначити черговість побудови зображень поверхонь, що обмежують предмет.

II етап - графічний (рис. 91):

1) віднести цей предмет до декартової системи координат з нанесенням на комплексному кресленку деталі проєкцій координатних осей (рис. 91, а);

2) побудувати аксонометричні осі та аксонометричні проєкції перерізів координатними площинами $x'O'z'$ і $y'O'z'$, одночасно нанести аксонометричні проєкції центрів усіх кіл (рис. 91, б);

3) побудувати еліпси, які є проєкціями кіл основ, циліндрів і конусів, що обмежують окремі частини деталі (рис. 91, в);

4) побудувати прямолінійні ділянки та обвести лінії видимого контуру деталі (рис. 91, г);

5) видалити допоміжні лінії побудови, виконати штрихування та остаточно обвести кресленик.

Графічна реалізація другого способу побудови аксонометрії деталі надана на рис. 92.

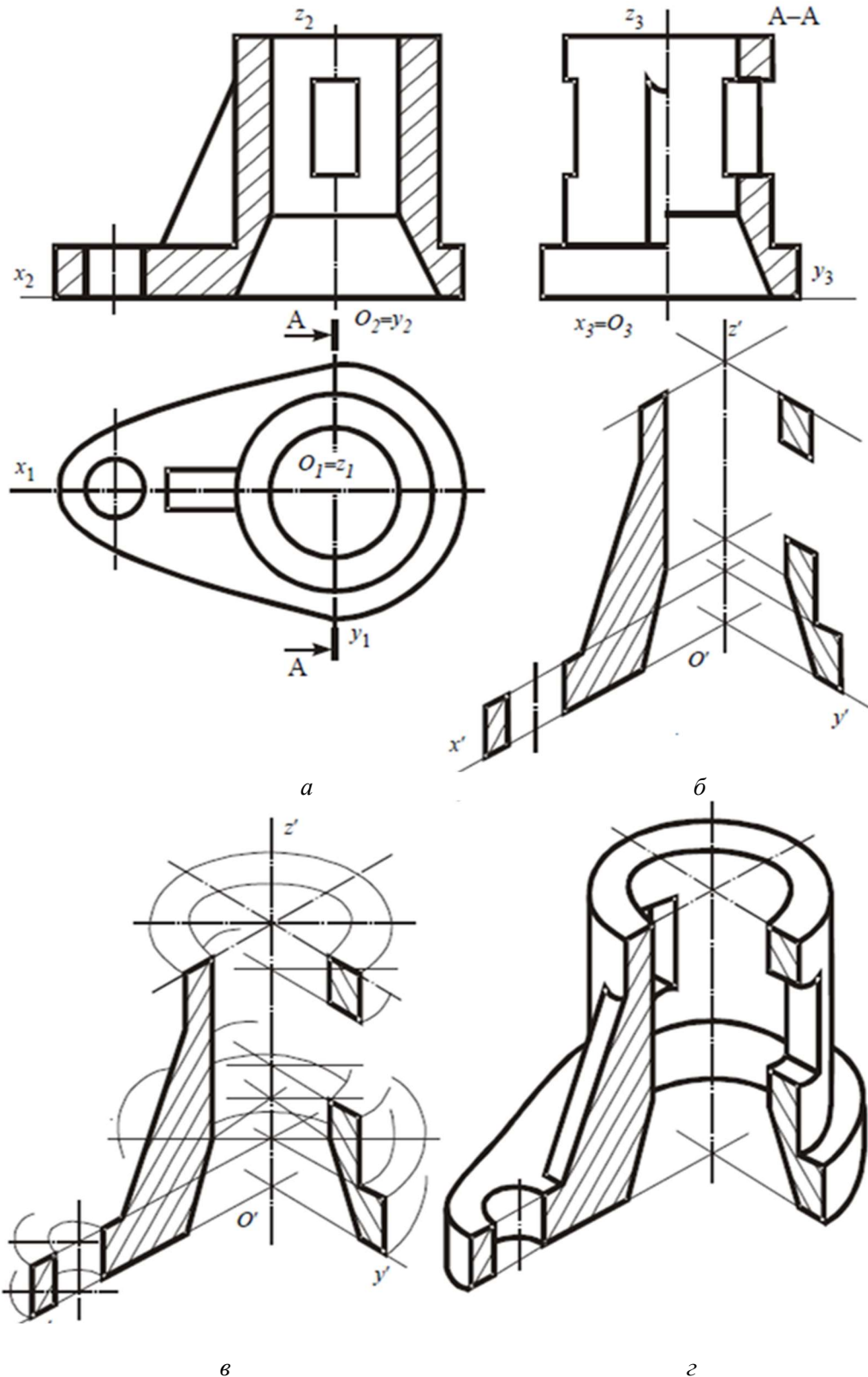


Рис. 91. Побудова фігур перерізу предмета площинами, паралельними координатним площинам, з подальшим доповненням до повного аксонометричного зображення предмета:
a – комплексний кресленик деталі, *б* – аксонометричні проєкції перерізів,
в – побудова еліпсів, які є проєкціями кіл основ, *г* – побудова ліній видимого контуру деталі

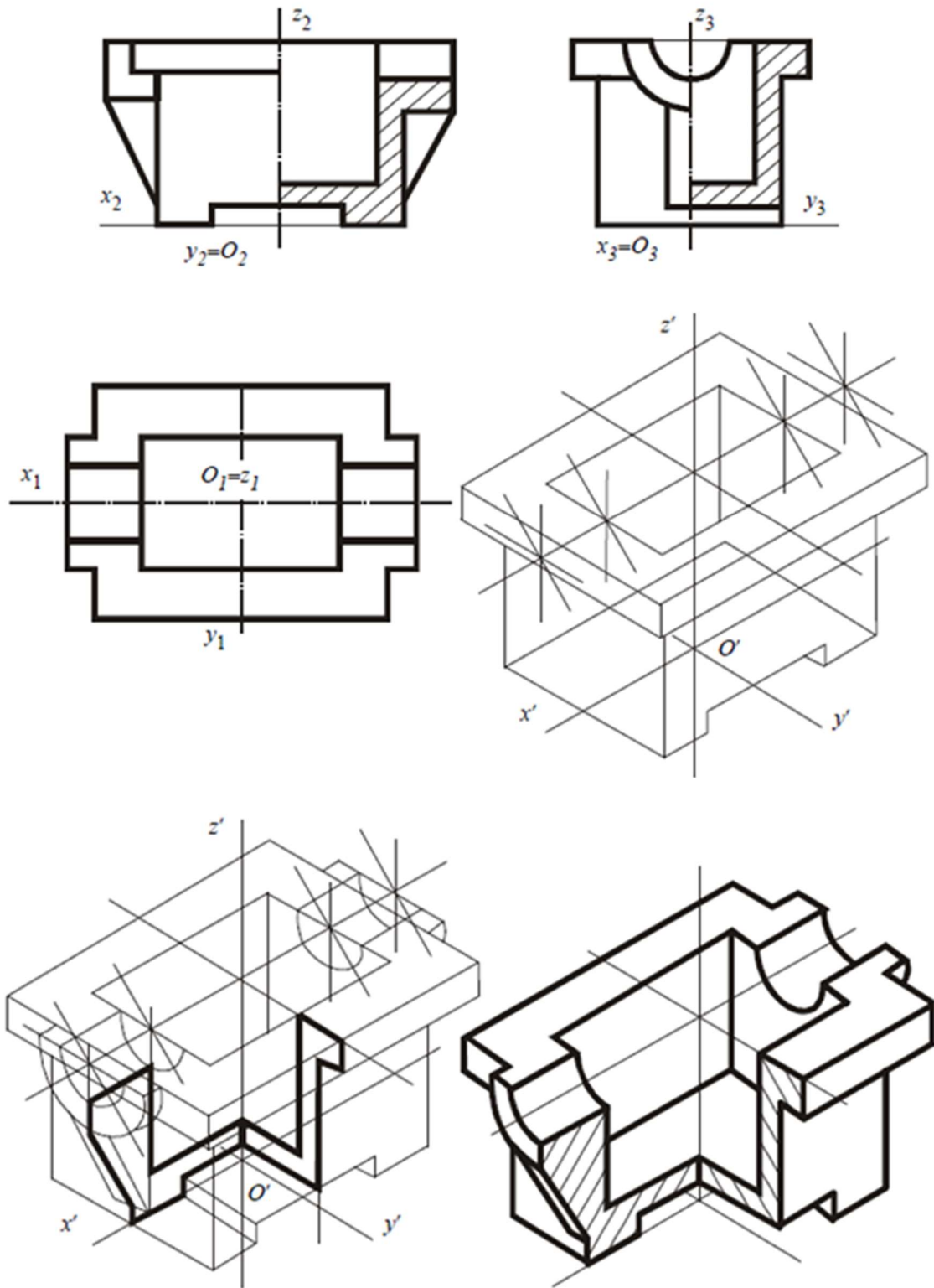


Рис. 92. Побудова аксонометрії всього предмета з подальшим виконанням розрізів площинами, паралельними координатним площинам (графічна реалізація побудови аксонометрії)

3.4.7. Умовності при виконанні аксонометричних проєкцій

Лінії штрихування перерізів наносять паралельно до однієї з діагоналей проєкцій квадратів, що належать відповідним координатним площинам, сторони яких паралельні аксонометричним осям: у прямокутній диметрії — рис. 93 *a*, у прямокутній ізометрії — рис. 93, *б*.

На перерізах в аксонометричних проєкціях ребра жорсткості, спиці маховиків та шківів та подібні елементи штрихують (див. рис. 92).

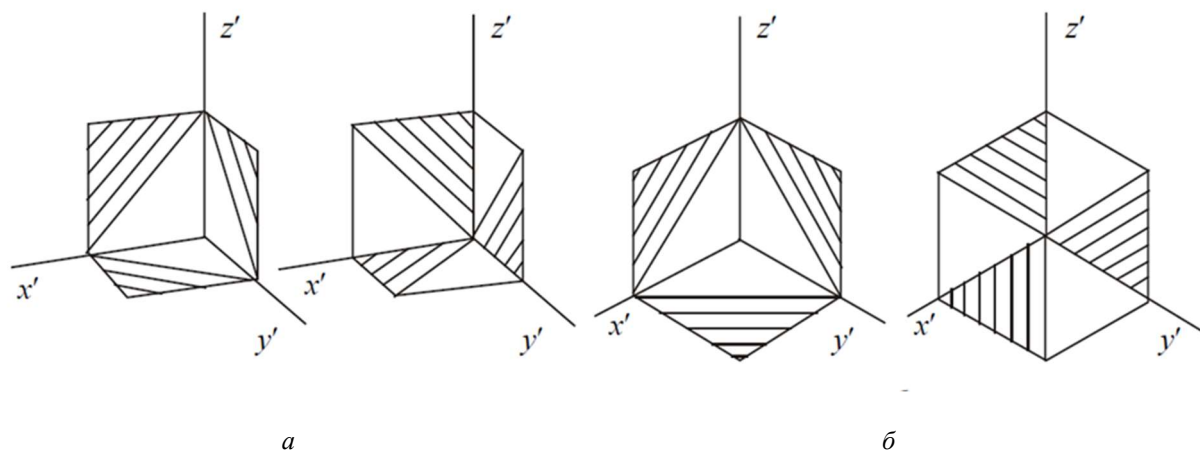


Рис. 93. Лінії штрихування перерізів:
a – у прямокутній диметрії, *б* – у прямокутній ізометрії

У навчальній практиці іноді необхідно побудувати аксонометрію плоскої фігури. На рис. 94 побудована прямокутна диметрія плоскої фігури $\Gamma(\Gamma_1, \Gamma_2)$ (рис. 94, *б*) і прямокутна ізометрія фігури $\theta(\theta_2, \theta_3)$ (рис. 94, *в*).

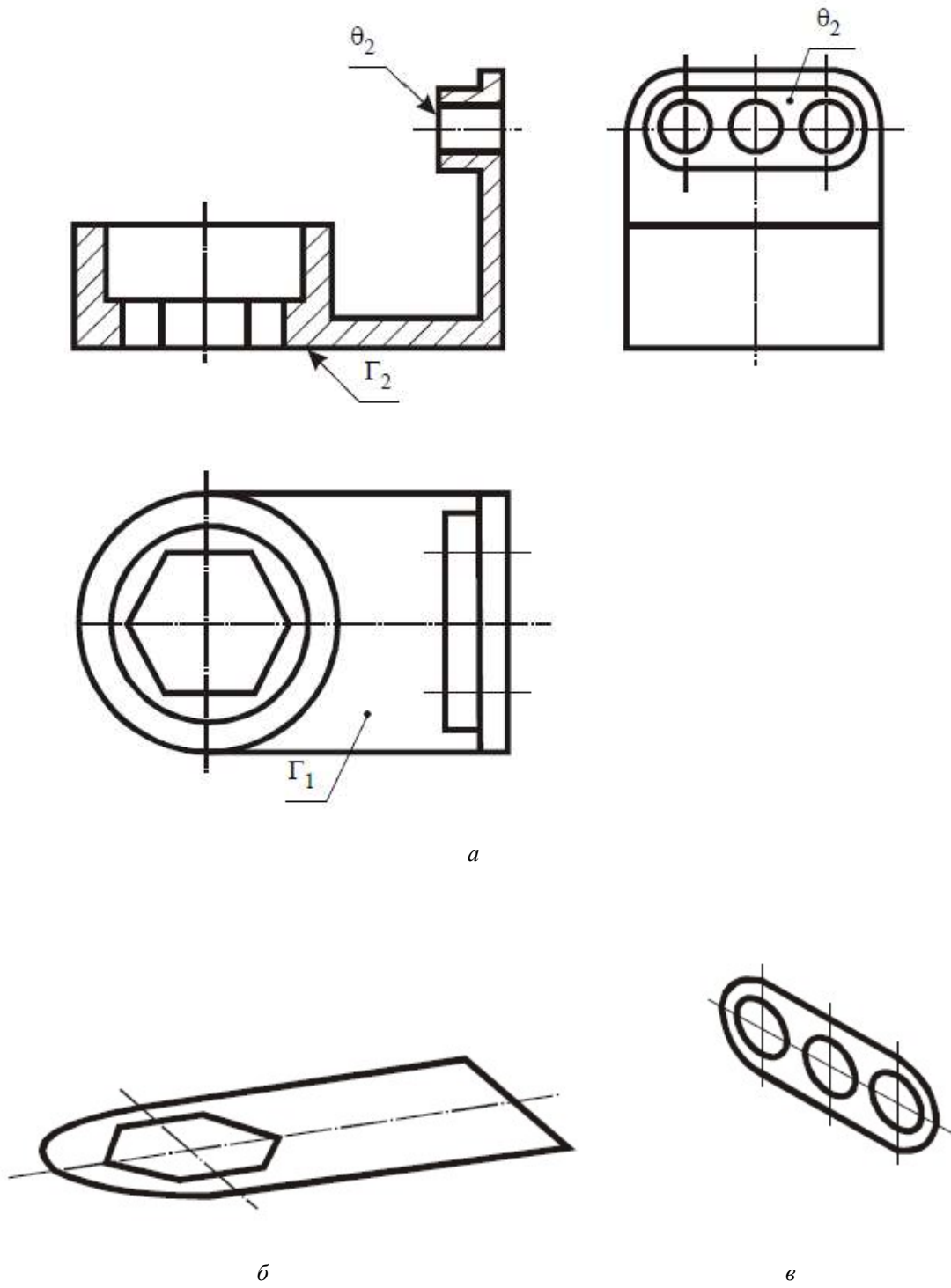


Рис. 94. Прямокутна диметрія плоскої фігури:
a – комплексний кресленик предмета, *б* – прямокутна диметрія плоскої фігури,
в – прямокутна ізометрія фігури

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ КУРСА (РОЗДІЛИ 1÷3). КОНТРОЛЬНІ ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ

Програма курсу інженерної графіки складається з лекцій, практичних та лабораторних занять, самостійного вивчення курсу за підручниками, вирішення завдань у робочих зошитах та виконання контрольних графічних завдань.

Пристаючи до вивчення курсу інженерної графіки, слід повторити стереометрію, звернувши особливу увагу на розділи про прямі, площини і властивості геометричних фігур.

Основою інженерної графіки є нарисна геометрія, яка як наука має свої суворі теоретичні обґрунтування. У нарисній геометрії для вирішення загальногеометричних завдань використовується геометричний спосіб, при якому властивості фігур вивчаються безпосередньо по кресленнику, в той час як в інших частинах геометрії кресленник є лише допоміжним засобом. Теоретичний матеріал на лекціях розглядається у певній логічній послідовності, використовується принцип «від простого до складного». Коло питань, що розглядаються, розширюється і поглиблюється, і незрозуміле або пропущене на початковій стадії вивчення курсу перешкоджає засвоєнню наступного матеріалу. Тому лише при вивченні теоретичного матеріалу, закріпленні його шляхом вирішення завдань на практичних заняттях під керівництвом викладача та самостійно, при виконанні у строк контрольних графічних завдань можна успішно освоїти курс.

Всі графічні побудови при вирішенні завдань повинні виконуватися за допомогою креслярських інструментів та із застосуванням кольорових олівців. Використання кольорових олівців значною мірою полегшує читання кресленника. Всі точки, лінії, площини, задані та отримані в процесі побудови, повинні бути позначені.

4.1. Виконання та оформлення графічних завдань

Виконані завдання здаються викладачеві для перевірки в терміни, встановлені навчальним графіком. Кожне завдання студентом захищається. Терміни захисту оголошуються під час занять. Оцінюючи завдання на захисті враховується правильність розв'язання завдань, які входять у контрольне графічне завдання, якість їх графічного виконання, ступінь засвоєння основних теоретичних положень курсу і рівень просторового мислення студента.

4.1.1. Завдання 1. Перетин поверхонь

Задано дві проєкції геометричної фігури, що складається із поєднання найпростіших геометричних фігур.

Потрібно побудувати третю проєкцію фігури та лінії перетину поверхонь.

Робота включає сукупність трьох-чотирьох найпростіших завдань на взаємне перетинання поверхонь. Перш ніж приступити до вирішення завдань, необхідно вивчити теоретичний матеріал за темами: «Перетин багатогранних і кривих поверхонь проєкціуючою площиною», «Побудова лінії перетину багатогранних і кривих поверхонь» (Розділ 2, п.2.3 та 2.4).

Методичні вказівки щодо оформлення завдання 1

1. Робота виконується на листі креслярського паперу формату А3 (297×420).
2. Вихідний комплексний кресленик виконується в масштабі 1:1 за розмірами, які дані в додатку. Розміри на комплексному кресленнику не проставляються.
3. Графічне виконання контрольного завдання має відповідати правилам виконання та оформлення креслеників згідно ДСТУ.
4. Під час виконання завдання слід приділяти велику увагу компоюванню графічних зображень на полі формату. Проекції геометричних образів, побудови та написи повинні бути рівномірно та раціонально розміщені на полі формату.
5. Всі геометричні образи завдань (точки, лінії, площини), задані та отримані в результаті графічних побудов, повинні бути забезпечені буквеними або цифровими позначеннями. Позначення та написи на кресленнику виконуються стандартним шрифтом. Рекомендується застосовувати шрифти розміром 5 і 3,5.
6. На кресленнику необхідно зберегти всі лінії побудови та лінії зв'язку. Лінії невидимого контуру викреслюють штриховими.
7. Проекції заданих геометричних образів і всі побудови виконуються простим олівцем, елементи, які потрібно знайти, — кольоровим.
8. Обов'язково мають бути визначені опорні точки ліній взаємного перетину поверхонь: екстремальні, нарисові та точки зміни видимості, точки на ребрах (для багатогранників).
9. Приклад оформлення та виконання завдання дано на рис. 95.

Послідовність роботи над кресленником

1. Викреслити умову завдання у тонких лініях.
2. Проаналізувати, із яких простих геометричних фігур (призм, пірамід, циліндрів, конусів, сфер) складається задана фігура.
3. Побудувати профільну проекцію у тонких лініях.
4. Визначити, із сукупності яких завдань на взаємній перетин поверхонь складається пропонувана робота.
5. Приступити до поетапного вирішення цих завдань у тонких лініях, застосувавши способи допоміжних січних площин або сферичних поверхонь, а також принцип належності точки поверхні.
6. Визначити видимість ліній перетину та відзначити на кресленнику.
7. Обвести кресленик лініями необхідної товщини, а проекції ліній перетину поверхонь – кольоровим олівцем.

4.1.2. Завдання 2. Ескізування моделей

Робота включає виконання ескізів двох-трьох моделей, що представляють собою поєднання простих геометричних фігур – призм, пірамід, циліндрів, конусів, сфер.

Основна мета роботи: розвинути вміння вирішувати пряму задачу інженерної графіки – маючи предмет, побудувати його зображення з урахуванням проекційного зв'язку у безвісному кресленнику, а також осмислити зв'язок між проекціями предмета та його зображеннями, виконаними за умовностями, встановленими стандартом.

Правила оформлення завдання 2

1. Ескізи моделей виконуються безпосередньо з моделі на листі у клітинку формату А3 (297×420).
 2. Графічне виконання завдання має відповідати правилам виконання та оформлення креслеників, які містяться у ДСТУ.
- Приклад виконання та оформлення завдання 2 представлений на рис. 75, з.

4.1.3. Завдання 3. Кресленик деталі

Це завдання складається з трьох робіт. Кожна робота виконується на листі ватману формату А3 (297×420).

Робота 1. За одним із основних видів сконструювати деталь з урахуванням заданих габаритних розмірів. Виконати кресленик деталі, що складається з трьох зображень, що містять основні види і необхідні розрізи, нанести розміри. Побудувати аксонометричні проєкції з розрізом площинами XOY та YOZ (прямокутну ізометричну та диметричну проєкції).

Слід звернути увагу до компонування листа. Прямокутні проєкції деталі потрібно розмістити так, щоб у нижній правій частині формату помістилося аксонометричне зображення деталі з вирізом.

Приклад виконання та оформлення завдання представлений на рис. 96.

Роботи 2 і 3. За двома даними видами виконати кресленик деталі, що складається з трьох зображень, розташованих на місці основних видів, побудувати зазначений складний переріз (у роботі 2 — ламаний, у роботі 3 — ступінчастий), а також інші необхідні для розкриття форми перерізи, перетини, місцеві та додаткові види, нанести розміри. Побудувати істинний вид зазначеного похилого перетину.

Приклади виконання та оформлення робіт 2 і 3 представлені на рис. 97 та 98.

Методичні вказівки щодо оформлення завдання 3

1. Сукупність зображень (видів, перерізів, перетинів), з яких складається кресленик, повинні повністю виявляти форму деталі.

2. У варіантах індивідуальних завдань на креслениках-заготівлях у ряді випадків розміри нанесені недоцільно через відсутність третього зображення та перерізів. У креслениках, що виконуються, розмірну сітку слід нанести на трьох зображеннях деталі. Розміри, що відносяться до зовнішньої форми предмета, слід нанести з боку виду, а розміри, що відносяться до внутрішніх поверхонь, — з боку перерізу. Розміри, що відносяться до одного і того ж конструктивного елемента (пазу, виступу, отвору і т. п.), рекомендується групувати в одному місці, розташовуючи їх на зображенні, на якому геометрична форма даного елемента показана повністю.

3. Композиція кресленика має бути раціональною. Композиція полягає у визначеному, що відповідає поставленому завданню розташуванню на листі формату всіх елементів кресленика: основних, місцевих, додаткових видів, перерізів, написів тощо. Ясна читаність кресленика, зорова рівновага всіх його елементів на листі формату та доцільне використання поля цього формату — необхідні вимоги до кресленика будь-якого призначення.

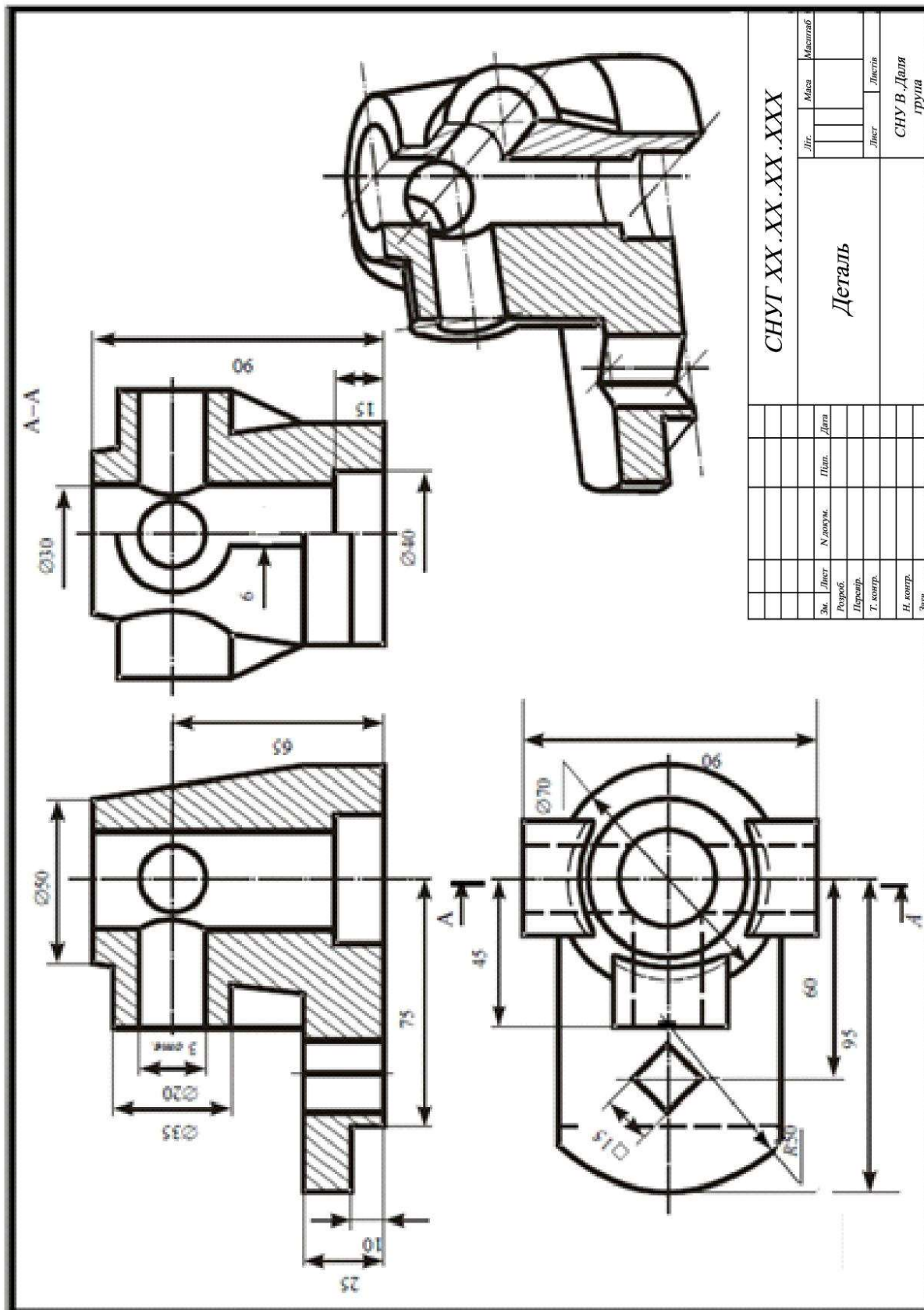
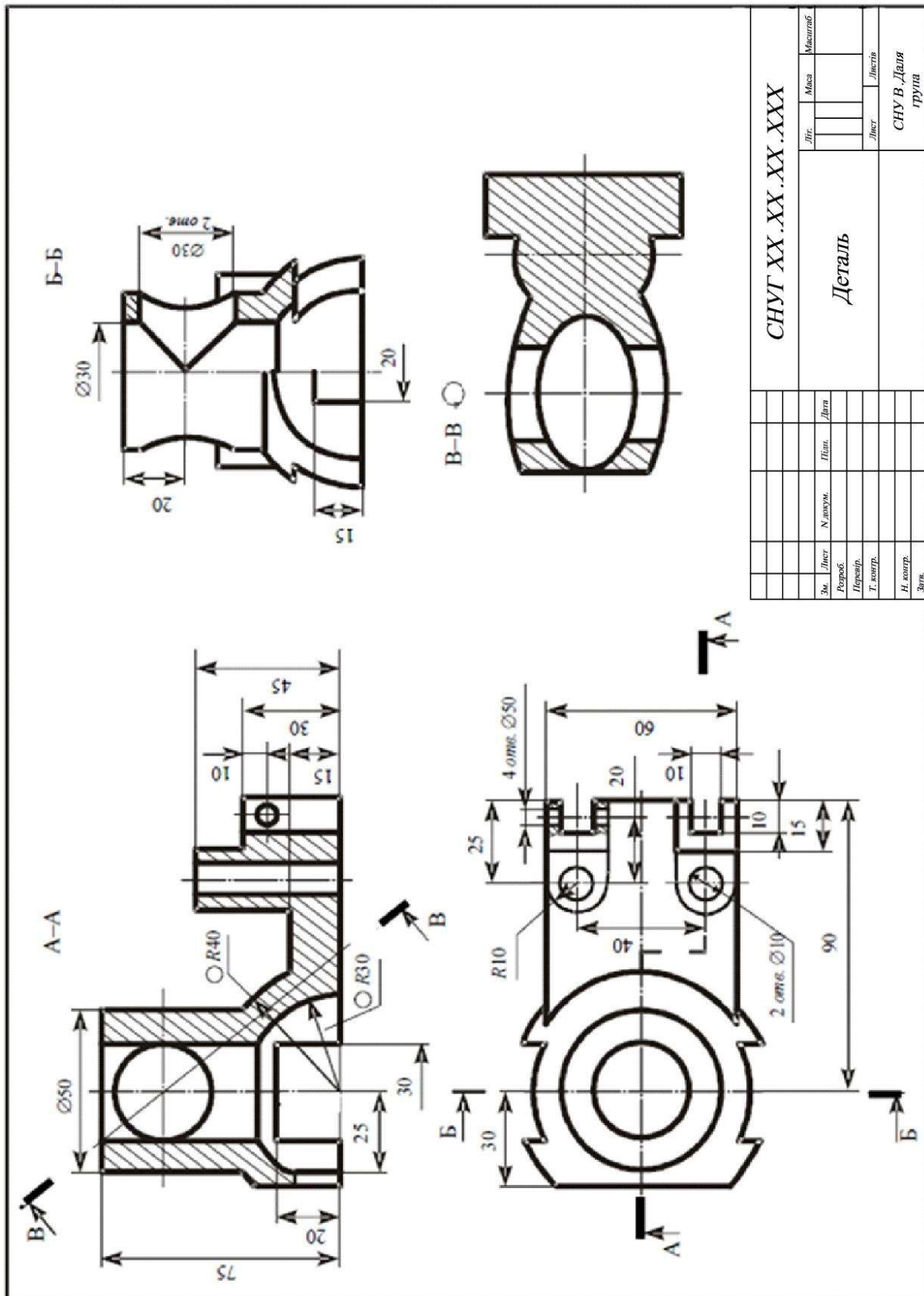


Рис. 96. Приклад виконання та оформлення завдання 3



СНУГ XX.XX.XX.XXX		Літ.	Маса	Макс. габ.
Деталь		Лист	Листів	СНУ В. Дія
		Лист	Листів	група
№	Лист	Н. викон.	План	Дата
Розроб.	Перевір.	Т. констр.		
Н. констр.	Зам.			

Рис. 98. Приклад виконання та оформлення роботи 3

4.2. Підготовка до захисту завдань. Самоконтроль засвоєння навчального матеріалу

4.2.1. Питання до захисту завдання 1

1. Що таке кресленик? Значення кресленика у практичній діяльності. Вимоги, що пред'являються до кресленика.
2. Навіщо Ви вивчаєте інженерну графіку?
3. Які геометричні фігури задані на Вашому кресленнику?
4. Що таке лінія перетину двох поверхонь?
5. Яка послідовність розв'язання задач на перетин поверхонь?
6. У чому полягає суть методу допоміжних січних площин?
7. Запишіть символічний вираз суті методу допоміжних січних площин.
8. Дайте визначення повного перетину (проникнення) та часткового (врізання) двох поверхонь.
9. Як вибираються допоміжні січні площини при розв'язанні задачі на перетин площин?
10. Які методи використовуються для визначення опорних та проміжних точок лінії перетину двох поверхонь?
11. Що представляє собою лінія перетину багатогранної та кривої поверхонь?
12. Які точки відзначаються як опорні при перетині багатогранної та кривої поверхонь?
13. Який характер лінії перетину двох кривих поверхонь?
14. Які точки відзначаються як опорні при перетині кривих поверхонь?
15. Який характер лінії перетину багатогранних поверхонь?
16. Які опорні точки лінії перетину багатогранників?
17. Яким чином визначається видимість проєкцій лінії перетину поверхонь на кресленнику?
18. Що таке співвісні поверхні обертання?
19. Що представляє собою лінія перетину співвісних поверхонь обертання?
20. На якій властивості співвісних поверхонь обертання базується застосування способу допоміжних сфер при розв'язанні задач на перетин?
21. За яких умов, вирішуючи завдання на перетин, можна застосувати спосіб концентричних сфер?
22. За яких умов застосовується спосіб ексцентричних сфер?
23. На які лінії може розпадатися в окремому випадку лінія перетину двох поверхонь другого порядку?
24. Сформулюйте теореми, що визначають умови розпаду кривої четвертого порядку на дві криві другого порядку.

4.2.2. Відповіді на питання до завдання 1

1. Сукупність двох і більше взаємозалежних зображень предмета називається креслеником. Кресленик має винятково велике значення у практичній діяльності людини. Він є засобом вираження задумів вченого та конструктора, а також основним виробничим документом, за яким здійснюється будівництво будівель та інженерних споруд, виготовлення машин, механізмів та їх складових частин. Не всякий кресленик може служити цим цілям, а такий, який має оборотність, зручність, наочність, геометричну рівноцінність оригіналу, простоту побудови, точність графічних рішень.
«Кресленик є мовою техніки», – говорив один із творців нарисної геометрії – Гаспар Монж.
2. Інженер у своїй практичній діяльності не може обійтися без знання цієї науки. Знання та навички, придбані щодо інженерної графіки, послужать надалі основою для вирішення технічних завдань в інженерній практиці. Вивчення нарисної геометрії та інженерної графіки розвиває просторове та логічне мислення, необхідне в будь-якій галузі інженерної діяльності, і особливо для конструктора та проєктувальника.
3. На кресленнику задані дві геометричні фігури... (наприклад: прямий круговий конус та циліндр; або сфера, тор, призма, усічена піраміда).
4. Загальна лінія двох поверхонь називається лінією їх перетину.

5. Загальний порядок вирішення завдань на перетин поверхонь рекомендується наступним:
- з'ясувати вид та розташування заданих поверхонь відносно один одного та площин проєкцій;
 - визначити характер лінії перетину (крива чи ламана, просторова чи плоска тощо)
 - визначити опорні точки (точки на ребрах багатогранників, екстремальні та нарисові точки);
 - визначити проміжні точки;
 - визначити видимість проєкцій ліній перетину та нарисів поверхонь.
6. Суть способу допоміжних площин полягає в наступному:
- проводять допоміжну площину Σ , що перетинає задані поверхні Φ і Ψ ;
 - визначають лінії m і n перетину допоміжної площини Σ з кожною із заданих поверхонь;
 - відзначають точки 1 і 2 перетину побудованих ліній m і n , які треба знайти, оскільки одночасно належать заданим поверхням.
7. У символічному вигляді суть способу може бути виражена так:
- $\Sigma \wedge \Phi, \Sigma \wedge \Psi$;
 - $m = \Sigma \wedge \Phi, n = \Sigma \wedge \Psi$;
 - $1 = m \wedge n ; 2 = m \wedge n$.
8. Перетин може бути повним (проникнення) та частковим (врізання). При повному перетині всі утворюючі (або ребра) однієї поверхні перетинаються з другою поверхнею. В цьому випадку лінія перетину розпадається на дві замкнуті самостійні криві або ламані. При частковому перетині частина утворюючих (або ребер) однієї поверхні перетинається частиною утворюючих (або ребер) іншої. У цьому випадку лінія взаємного перетину є замкнутою просторовою кривою або ламаною лінією.
9. При розв'язанні завдань на побудову лінії перетину поверхонь допоміжні січні площини слід вибирати так, щоб вони перетинали кожен задану поверхню по лініях, проєкції яких були б прямими або колами.
10. Для знаходження точок перетину застосовують принцип приналежності або використовують допоміжні поверхні: площину або сферу. При вирішенні багатьох завдань ці методи застосовують разом.
11. Лінія перетину багатогранної та кривої поверхонь є сукупністю декількох плоских кривих, кожна з яких результат перетину кривої поверхні з однією з граней багатогранника. Ці плоскі криві попарно перетинаються у точках перетину ребер багатогранника з кривою поверхнею. Окремі ділянки лінії, які з'являються під час перетину, представляють собою криві: еліпс, гіперболу, параболу, коло та інше.
12. Опорні точки при перетині багатогранних і кривих поверхонь – це точки перетину ребер багатогранника з кривою поверхнею, екстремальні точки зміни видимості.
13. Лінія перетину двох поверхонь другого порядку в загальному випадку (часткове перетинання) являє собою алгебраїчну криву четвертого порядку, яка при повному перетині може розпадатися на дві або більше частини.
14. Опорні точки лінії перетину двох кривих поверхонь такі: екстремальні точки (вища і нижча відносно $П_1$, ближня та дальня відносно $П_2$); нарисові точки (проєкції яких належать нарисам горизонтальної, фронтальної та профільної проєкцій заданих фігур, що перетинаються) і точки зміни видимості (точки, в яких проєкції лінії перетину на кресленику змінюють видимість).
15. Дві багатогранні поверхні перетинаються по замкнутій просторовій лінії (випадок врізання), яка може розпадатися на дві замкнуті ламані (випадок проникнення).
16. Опорні точки загальної лінії двох багатогранників – це точки перетину ребер першого багатогранника з гранями другого та ребер другого багатогранника з гранями першого.
17. Видимість проєкцій лінії перетину на кресленику визначається за допомогою точок зміни видимості щодо горизонтальної, фронтальної та профільної площин проєкцій. Проєкції точок та ліній, що належать видимій частині поверхні, на кресленику видимі.
18. Поверхні обертання, що мають спільну вісь, називаються співвісними.
19. Співвісні поверхні обертання перетинаються колами.
20. Застосування допоміжних сфер при побудові лінії перетину кривих поверхонь засноване на властивості співвісних поверхонь обертання перетинатися по колам.
21. Для застосування способу концентричних сфер необхідно виконання наступних умов:
- перетин поверхонь обертання;

б) осі поверхонь - прями, що перетинаються, паралельні одній з площин проєкцій, тобто є загальна площина симетрії;

в) не можна використовувати спосіб допоміжних площин, тому що вони не дають графічно простих ліній на поверхнях.

22. Коли осі поверхонь, що перетинаються, схрещуються, а не перетинаються, то спосіб концентричних сфер застосувати не можна. Спосіб ексцентричних сфер можна застосувати у тому випадку, якщо:

а) кожна з поверхонь має кругові перерізи;

б) є загальна площина симетрії, паралельна до однієї з площин проєкцій.

23. В окремому випадку лінія перетину двох поверхонь другого порядку може розпадатися на лінії нижчих порядків, сума порядків яких дорівнює 4:

а) на чотири прямих – $1+1+1+1$;

б) на дві прями та криву другого порядку – $1+1+2$;

в) на пряму та криву третього порядку – $1+3$;

г) на дві криві другого порядку – $2+2$.

24. Теорема 1. Якщо дві поверхні другого порядку перетинаються по одній плоскій кривій, то вони перетинаються ще по одній кривій, яка теж буде плоскою.

Теорема 2. Якщо дві поверхні другого порядку мають торкання у двох точках, то лінія їх перетину розпадається на дві криві другого порядку, площини яких проходять через пряму, що з'єднує точки торкання.

Теорема 3 (Монжа). Якщо дві поверхні другого порядку описані близько третьої або вписані в неї, то лінія їхнього перетину розпадається на дві криві другого порядку, площини яких проходять через пряму, що з'єднує точки перетину ліній торкання.

4.2.3. Питання до захисту завдань 2 і 3

1. Що є єдиним комплексом стандартів? Коли його розроблено?
2. Які стандарти вивчаються під час виконання завдань із проєкційного креслення?
3. Які інструменти та пристосування слід застосовувати під час виконання графічних завдань?
4. Розповісти про стандарт на формати.
5. Назвіть масштаби зменшення та збільшення, встановлені стандартом.
6. Розкажіть про типи ліній, встановлених стандартом, про їхнє призначення при виконанні креслеників.
7. Розкажіть про основний напис, встановлений для оформлення креслеників.
8. Перерахуйте основні види у проєкційному кресленні.
9. Дайте визначення виду.
10. Що таке місцевий вид?
11. Що таке додатковий вид?
12. Дайте визначення перетину.
13. Дайте визначення перерізу.
14. Як класифікуються перерізи в залежності від числа січних площин?
15. Що називається місцевим перерізом?
16. Як поділяються складні перерізи?
17. У чому основна відмінність між винесеним та накладеним перетинами?
18. Які лінії використовуються для зображення винесеного та накладеного перетину?
19. Для чого використовуються перерізи та перетини?
20. У якому разі не позначається положення січної площини під час зображення перерізу?
21. Як класифікуються перерізи залежно від положення січної площини?
22. У чому полягає геометричний принцип завдання розмірів на кресленнику предмета?
23. Дайте визначення розмірів форми, розмірів положення (координатних), габаритних розмірів.
24. Яким ДСТУ встановлюються правила нанесення розмірів на креслениках?
25. Що являє собою аксонометрична проєкція геометричної фігури, предмета?
26. Що таке коефіцієнт спотворення по осях?

27. Назвіть три типи аксонометрії залежно від коефіцієнта спотворення по осях.
28. У чому різниця між косокутною та прямокутною аксонометричними проєкціями?
29. Розкажіть про встановлене правило штрихування перерізів в аксонометричній проєкції?
30. Розкажіть про способи побудови чотирицентрових овалів, які замінюють еліпс в ізометрії та в диметрії, в аксонометричних площинах XOY і XOZ .

4.2.4. Відповіді на питання до завдань 2 і 3

1. Перші стандарти оформлення креслеників було затверджено 1928 р. Потім вони доповнювалися і змінювалися. У 1965—1967 рр. було розроблено комплекс стандартів — Єдина система конструкторської документації (ЄСКД). Цей комплекс, що включає більше ста ГОСТів, вводить єдині правила оформлення конструкторської документації, встановлює єдину термінологію, що використовується при проєктуванні.

2. При виконанні завдань з проєкційного креслення вивчаються стандарти на оформлення креслеників, такі як «Формати», «Масштаби», «Лінії», «Шрифти креслярські», «Зображення — види, розрізи, перерізи», «Позначення графічних матеріалів та правила їх нанесення на креслениках», «Нанесення розмірів та граничних відхилень», а також «Аксонометричні проєкції».

3. При виконанні графічних завдань по кресленню застосовуються олівці різної твердості, лінійки, косинці, циркулі, гумки, пристрої для заточування олівців, а також листи ватманського паперу різного формату.

4. Усі кресленики мають виконуватися на аркушах певних розмірів. Використання стандартних форматів заощаджує папір і створює зручність зберігання креслеників. Стандарт встановлює п'ять основних форматів для креслеників, а саме: А4 (297×210), А3 (297×420), А2 (594×420), А0 (1189×841). Допускається застосування додаткових форматів, що утворюються збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам.

5. ДСТУ 2.302-68 встановлює масштаби зменшення: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:10*n* і масштаби збільшення: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10*n*:1.

6. При виконанні завдань застосовуються шість основних типів ліній, накреслення і призначення яких визначає ДСТУ 2.303-68. Ці лінії такі: суцільна товста основна - для ліній видимого контуру; суцільна тонка - для розмірних і виносних ліній, контуру накладеного перерізу, ліній штрихування; суцільна хвиляста - для ліній обриву, розмежування вигляду та розрізу; штрихова - для ліній невидимого контуру; штрих-пунктирна - для осьових і центрових ліній; розімкнута - для позначення ліній перерізу.

7. ДСТУ 2.304-81 установлює габаритні розміри основних написів, а також обсяг необхідної інформації, що міститься в них. Основний напис розташовується в нижньому правому куті кресленика. На форматі А4 - тільки вздовж короткого боку.

8. ДСТУ 2.305-68 встановлює шість основних видів, які отримують на основних площинах проєкцій: спереду (головний вид), зверху, ліворуч, праворуч, знизу, ззаду.

9. Вид – зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета.

10. Зображення окремого, обмеженого місця поверхні предмета називається місцевим видом.

11. Додатковий вид виходить на площинах, непаралельних основним площинам проєкцій.

12. Перетин – зображення фігури, що виходить при уявному розтині предмета однією або декількома площинами.

13. Переріз – зображення предмета, подумки розсіченого однією або кількома площинами. На розрізі показується те, що виходить у січній площині, і що розташоване за нею.

14. Залежно від числа січних площин розрізи поділяють на прості та складні.

15. Переріз, що слугує для з'ясування будови предмета лише в окремому, обмеженому місці, називається місцевим.

16. Складні перерізи бувають ступінчастими, якщо січні площини паралельні, і ламаними, якщо січні площини перетинаються.

17. Винесений перетин зображують поза контуром виду предмета, деталі або в розриві. Накладений перетин викреслюють безпосередньо на зображенні предмета, деталі, при цьому контур зображення не переривають.

18. Контур винесеного перетину, а також перетину, що входить до складу перерізу, зображують суцільними основними лініями, а контур накладеного перетину – суцільними тонкими лініями.

19. Перерізи та перетини використовуються для виявлення внутрішньої форми предмета.

20. Положення січної площини під час зображення перерізу не позначається, якщо січна площина збігається з площиною симетрії предмета.

21. Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій перерізи поділяють на:

- а) горизонтальні – січна площина паралельна горизонтальній площині проєкцій;
- б) вертикальні – січна площина перпендикулярна горизонтальній площині проєкцій;
- в) похилі – січна площина становить із горизонтальною площиною проєкцій кут, відмінний від прямого.

Вертикальні перерізи називаються:

- а) фронтальними, якщо січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій;
- б) профільними, якщо січна площина паралельна профільній площині проєкцій.

22. Під час виконання завдань із розділу «Проєкційне креслення» використовується геометричний принцип завдання розмірів на кресленнику: задають розміри форми, розміри положення, габаритні розміри.

23. Розміри форми визначають кожну з найпростіших геометричних форм, що утворюють деталь.

Розміри положення характеризують відносне положення формотворчих поверхонь відносно одна одної, відносно осей і площин базових або симетрії.

Відстані між крайніми точками деталі за довжиною, висотою і шириною називають габаритними розмірами.

24. ДСТУ 2.307:2013 встановлює правила нанесення розмірів і граничних відхилень на кресленнях та інших технічних документах на виробі всіх галузей промисловості та будівництва.

25. Аксонометрична проєкція – зображення геометричної фігури, що отримується шляхом паралельного проєкціювання її на деяку площину P' разом із декартовою системою прямокутних координат $Oxyz$, до якої її віднесено в просторі.

26. Відношення довжини аксонометричної проєкції відрізка координатної осі або відрізка, паралельного цій осі, до довжини самого відрізка називають коефіцієнтом спотворення за осями.

27. Залежно від порівняльної величини коефіцієнтів спотворення по осях розрізняють три види аксонометрії:

- а) ізометрія, коли всі три коефіцієнти спотворення рівні між собою $u = v = w$;
- б) диметрія, коли два коефіцієнти спотворення рівні між собою, а третій їм не дорівнює, наприклад, $u = w \neq v$;
- в) триметрія, коли всі три коефіцієнти спотворення не дорівнюють між собою $u \neq v \neq w$.

28. Залежно від напрямку проєкціювання аксонометричні проєкції поділяють на прямокутні, у яких напрямок проєкціювання перпендикулярний до аксонометричної площини, та косокутні, у яких напрямок проєкціювання не перпендикулярний до аксонометричної площини.

29. Лінії штрихування перетинів в аксонометричних площинах наносять паралельно до однієї з діагоналей проєкцій квадратів, які належать відповідним координатним площинам, сторони яких паралельні аксонометричним.

РОЗДІЛ 5

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ГРАФІЧНОГО РЕДАКТОРА В КРЕСЛЕННІ

Сучасний рівень техніки зумовлює необхідність знання основ системи автоматизованого проектування (САПР) на персональних комп'ютерах. Першою САПР для персональних комп'ютерів стала програма AutoCAD (фірми Autodesk), перша версія якої вийшла в грудні 1982 року.

В даний час існує безліч графічних редакторів і програм геометричного моделювання. Але компанія Autodesk — один з провідних виробників систем автоматизованого проектування і програмного забезпечення для конструкторів, дизайнерів, архітекторів.

Система AutoCAD, розроблена цією компанією, є провідною в світі платформою програмного забезпечення систем автоматизованого проектування, призначеною для професіоналів, яким потрібно втілювати свої творчі задуми в реальні динамічні проекти.

AutoCAD є базовим середовищем проектування, що розвивається, кожна нова версія яко-го успадковує все краще від попередніх і спрямована на вирішення таких основних задач:

- підвищення продуктивності й ефективності роботи користувачів;
- забезпечення багаторазового використання наявних напрацювань;
- безперешкодне співробітництво користувачів при проектуванні;
- адаптація AutoCAD до індивідуальних потреб розробників об'єктно орієнтованих задач.

Програма AutoCAD являє собою систему автоматичного проектування, що належить до класу так званих CAD-систем. Система CAD призначена насамперед для двовимірного креслення і випуску за її допомогою проектної документації різного виду і призначення. Однак програма також дає змогу виконувати складні тривимірні побудови ліній, поверхонь і тіл. За допомогою засобів тонування і візуалізації є можливість створювати і контролювати тіні, кольори, освітлення і текстуру поверхонь для отримання реалістичних тривимірних зображень.

Великою перевагою системи AutoCAD є можливість подальшого формування електронного архіву креслеників та підшивок листів. Кожен із створених файлів креслеників легко редагується, що дозволяє швидко отримувати аналоги за креслениками-прототипами.

Спілкування з графічною системою не відрізняється за своєю ідеологією від операційної системи Windows і ведеться за допомогою різних меню (головного, падаючого, екранного, контекстного), діалогових і текстових вікон і панелей інструментів.

Кресленики, що створюються в AutoCAD, зберігаються у спеціальних файлах, що мають розширення .dwg. Остаточні варіанти документів можна публікувати і передавати в нередатованих форматах DWF, DWFx або PDF.

Запорука успіху Autodesk — світове визнання AutoCAD як стандарту де факто для розробки продуктів і комплектуючих, а також для документації.

Завдяки випуску AutoCAD компанія Autodesk пропонує архітекторам, інженерам і проєктувальникам новий інструмент для ще більш повного втілення їх ідей в реальність.

5.1. Завантаження AutoCAD

Як і для безлічі інших програм, створених для роботи в середовищі операційної системи Windows, завантаження AutoCAD здійснюється наступними способами:

- на Панелі задач виберіть із меню Пуск → Autodesk → AutoCAD;
- на Робочому столі Windows двічі клацніть на піктограмі AutoCAD.

При запуску AutoCAD створюється новий рисунок без імені. Можна або почати працювати в ньому, або завантажити з диска існуючий файл.

При відкритті раніше підготовленого рисунка всім системним перемінним присвоюються значення, які вони мали в ході останнього сеансу роботи з ним. Це відбувається завдяки тому, що перемінні зберігаються в файлі разом з рисунком.

Після старту з'являється вікно початку роботи (якщо це зазначено в налаштуванні додатка), оформлене у вигляді постійної вкладки з назвою «Начало» (Start) (Рис. 99).

На рис. 99 показаний варіант вікна початку роботи в режимі СОЗДАНИЕ (CREATE). Цей режим є головним, в якому починається робота з графічним документом.

У стовпчику «Начало работы» (Get Started) необхідно вибрати один з основних варіантів:

- «Начало построения» (Start Drawing);
- «Шаблоны» (Templates);
- «Открыть файлы» (Open Files).

У цьому ж стовпчику знаходяться ще три додаткових варіанти початку роботи:

• варіант «Открыть подшивку» (Open a Sheet Set)) дозволяє відкрити підшивку (набір листів креслеників проекту);

• варіант «Доступ к шаблонам в Интернете» (Get More Templates Online) переадресує на сайт з додатковими шаблонами креслеників;

• варіант «Просмотр примеров чертежей» (Explore Sample Drawings) пропонує відкрити файл з папки Sample з прикладами даної версії AutoCAD

Після натискання в прямокутній зоні «Работа с чертежами» (Work with drawings) відкривається робоче вікно системи AutoCAD (Рис. 100).

Після закінчення завантаження системи всередині робочого вікна знаходиться відкритий документ, тобто кресленик, який створений (або відкритий для редагування). Назва поточного файлу кресленика виводиться в рядок заголовка AutoCAD і в заголовок вкладки кресленика.

Якщо натиснути на кнопку «Создать», в лівому верхньому куту з'явиться вікно «Выбор шаблона», де можна вибрати потрібний шаблон для креслення.

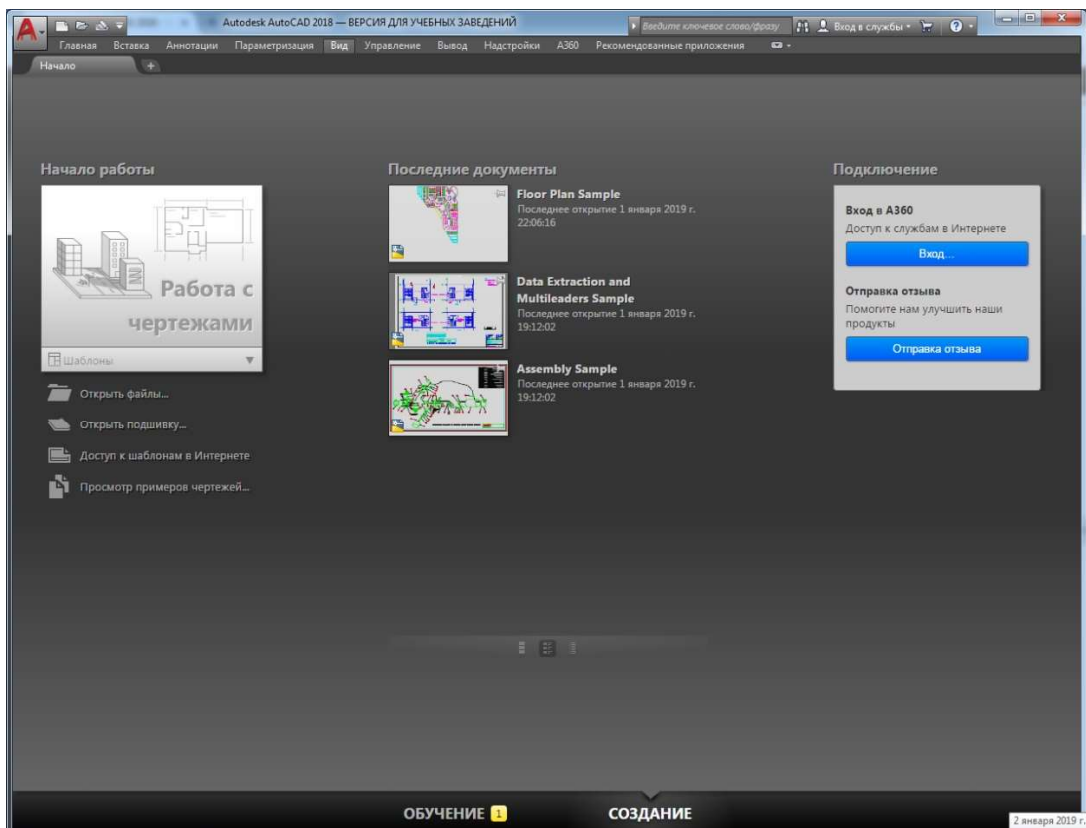


Рис. 99. Вікно початку роботи (режим СОЗДАНИЕ)

5.2. Поняття шаблону

Встановлений набір параметрів сеансу можна зробити доступним і в нових рисунках, що створюються. Для цього варто зберегти рисунок як шаблон. Шаблон звичайно являє собою рисунок, що не містить ніяких графічних об'єктів і використовується тільки для збереження стандартних значень системних перемінних.

Шаблони (файли з розширенням *.dwt*) — вельми зручний засіб створення набору рисунків з однотипними налаштуваннями. Можна використовувати як шаблони, що поставляються з AutoCAD, так і створені користувачем. Будь-який наявний рисунок можна зберегти як шаблон. У цьому випадку значення всіх параметрів налаштування документа, що зберігається, будуть успадковуватися усіма новими рисунками, що створюються на його основі.

Хоча в якості шаблону підійде будь-який рисунок, найкраще підготувати набір стандартних шаблонів, де представлені установки, які найчастіше використовуються, і базові елементи:

- тип і точність представлення одиниць;
- ліміти рисунка;
- налаштування режимів кроку, сітки і ортогонального режиму ОРТО;
- організація шарів;
- основні написи, рамки і логотипи;
- розмірні і текстові стилі;
- типи та ваги (товщини) ліній.

Ніякі зміни, що вносяться до рисунку, створеному на основі шаблону, на сам шаблон не поширюються.

5.3. Виклик довідкової системи



У будь-який момент роботи з AutoCAD ви можете отримати доступ до електронної документації по програмі. Для цього необхідно вибрати в падаючому меню пункт «Справка». Альтернативний варіант — натиснути клавішу F1 на функціональній клавіатурі.

5.4. Користувальницький інтерфейс («Рисование и аннотации»)

Основні елементи вікна AutoCAD повністю аналогічні відповідним елементам будь-якого сучасного додатку для Windows. В AutoCAD створено простий і зручний інтерфейс на основі меню і мови команд, що надають користувачеві зручні й ефективні засоби спілкування з комп'ютером при виготовленні креслеників.

Після відкриття діалогового вікна «Начало работы» відкривається вікно програми AutoCAD і створюється робочий простір програми (Рис. 100). **Робочий простір** — це набір меню, палітр, панелей інструментів і панелей, налаштованих на рішення певних задач, таких, як креслення в дво- або тривимірному просторі. Користувач легко може створювати власні робочі простори, пристосовані для вирішення своїх завдань.

Вікно програми AutoCAD складається з декількох частин, кожна з яких виконує певні функції: введення команд, відображення необхідної при кресленні інформації тощо.

Центральна область робочого вікна програми називається *графічним екраном*, в ній виконуються всі побудови. На графічному екрані вказівник миші набуває вигляду перехрестя і здатний виконувати функції, які використовуються в проектуванні: прив'язка до об'єктів, завдання координат і напрямки. При виході за межі графічного екрану вказівник повертає звичний вигляд.

У верхній частині вікна знаходиться стрічка з вкладками, на яких розташовані кнопки команд (Рис. 100). Вона замінила пункти меню, які використовуються в попередніх версіях програми. На стрічці інструменти впорядковані у вигляді логічних груп, які представляють собою компактну палітру всіх необхідних інструментів для створення або зміни кресленника.

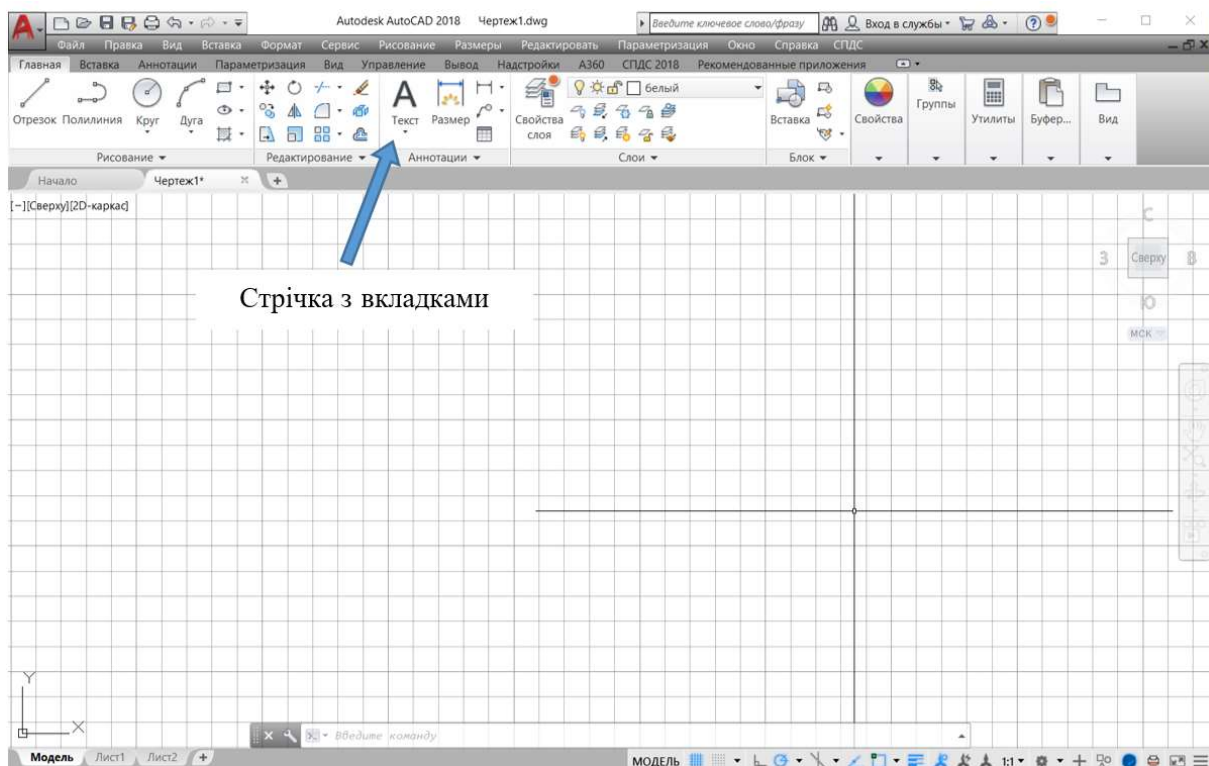


Рис. 100. Робочий простір AutoCAD

Для користувачів, що віддають перевагу попередньому вигляду вікна, передбачена можливість перемикання в режим, який називається **класичним**.

Розглянемо стрічку з вкладками, призначеними для креслення двовимірних об'єктів.

«**Главная**» — тут зібрані основні засоби, що використовуються при роботі з креслениками. Дана вкладка містить наступні групи команд:

- «**Рисование**» — дозволяє створювати графічні примітиви, області або полілінії із замкнених елементів, різні маскуючі об'єкти, наносити штрихування та ін.;
- «**Редактирование**» — містить інструменти для такого перетворення об'єктів, як масштабування, подовження, поворот, вирівнювання та ін., а також для редагування штриховки, сплайна та інших об'єктів;
- «**Аннотации**» — містить інструменти для створення тексту і таблиць, а також для нанесення розмірів;
- «**Слои**» — дозволяє працювати з шарами;
- «**Блок**» — містить інструменти для роботи з блоками;
- «**Свойства**» — дозволяє управляти властивостями об'єктів;
- «**Группы**» — дозволяє складати групи (тобто іменовані набори об'єктів кресленника) і керувати ними;
- «**Утилиты**» — містить інструменти вимірювання, швидкого виділення і підрахунку;
- «**Буфер обмена**» — дає можливість працювати з буфером обміну (копіювати, вирізати, вставляти фрагменти тощо);
- «**Вид**» — дозволяє вибрати стандарт управління, який застосовується при створенні нового кресленника.

«**Вставка**» — містить інструменти для роботи з блоками і зв'язками. На вкладці присутні наступні групи команд:

- «**Блок**» — служить для вставки і редагування блоків;
- «**Определение блока**» — дозволяє створювати і редагувати атрибути даних, що знаходяться в блоках;
- «**Ссылка**» — призначена для управління зв'язками;

- **«Облако точек»** — дозволяє вставляти в кресленик хмари точок, тобто замкнуті полілінії, що складаються з пов'язаних між собою дуг. Хмари точок служать для привернення уваги до будь-якої частини кресленика;

- **«Импорт»** — використовується для імпорту файлів інших форматів;

- **«Данные»** — містить інструменти для роботи з оновлюваними полями, об'єктами OLE, гіперпосиланнями та іншими об'єктами;

- **«Связывание и извлечение»** — містить команди для роботи зі зв'язками;

- **«Местоположение»** — дозволяє задати місце, в якому розташований об'єкт, що створюється (це важливо в будівельних креслениках);

- **«Содержимое»** — призначена для пошуку креслеників і відкриття вікна центру управління.

«Аннотации» — тут зібрані інструменти для створення текстових написів в документі. На цій вкладці розташовані такі групи команд:

- **«Текст»** — містить інструменти для роботи з текстом (зміни стилю, розміру шрифту тощо);

- **«Размеры»** — призначена для проставлення розмірів;

- **«Выноски»** — дозволяє створювати і редагувати виноски;

- **«Таблицы»** — містить інструменти для роботи з таблицями;

- **«Пометка»** — містить інструменти для створення областей виділення;

- **«Масштабирование аннотаций»** — використовується для зміни масштабу анотаційних об'єктів. Анотаційними в AutoCAD називають різні пояснювальні об'єкти — розміри, винесення, текст тощо.

«Параметризация» — включає в себе інструменти для параметричного креслення, що дозволяють працювати з геометричними і розмірними обмеженнями. При використанні таких обмежень задані співвідношення між об'єктами залишаються, навіть якщо самі об'єкти змінюються. Дана вкладка містить наступні групи команд:

- **«Геометрические»** — призначена для роботи з геометричними обмеженнями;

- **«Размерные»** — дозволяє використовувати розмірні обмеження;

- **«Управление»** — дає можливість управляти обмеженнями (видаляти, перейменовувати, задавати їм числові значення, формули тощо).

«Вид» — дозволяє керувати відображенням об'єктів на екрані. Розглянемо деякі групи команд, які присутні на цій вкладці:

- **«Инструменты видового экрана»** — включає кнопки для приховування або відкриття засобів навігації по видовому екрану: знака ПСК, видового кубу та панелі навігації. Тут же можна відкрити панель навігатора руху;

- **«Видовые экраны модели»** — дає можливість створювати і редагувати плаваючі видові екрани;

- **«Палитры»** — надає швидкий доступ до різних палітр, які дозволяють управляти властивостями об'єктів, зв'язками з іншими файлами креслеників і позначками, доданими до документа; виконувати різні обчислення, публікувати підшивки листів, групи листів або окремі листи тощо;

- **«Интерфейс»** — містить команди, які використовуються при роботі з декількома відкритими креслениками. За допомогою цієї групи можна розміщувати вікна документів у робочій області програми, а також фіксувати їх положення.

«Управление» — містить інструменти для зміни різних налаштувань програми, адаптації інтерфейсу додатку (робочого простору, панелей інструментів, меню і сполучень клавіш) для вирішення конкретних завдань. На цій вкладці також знаходиться група команд для роботи з макросами, створюваними на мові програмування VBA.

«Вывод» — тут зібрані групи команд для налаштування параметрів попереднього перегляду документа перед друком, виведення його на друк, публікації в Інтернеті та експорту.

«Надстройки» — містить додаткові інструменти різних категорій, які прості у використанні й охоплюють широкий діапазон функцій програми AutoCAD, включаючи кресленики, виділення та зміну об'єктів.

«A360» (Autodesk 360) — дозволяє вивантажувати готові кресленики до вказаного місця, відкривати їх в режимі онлайн, відображати ранні версії кресленика, надавати іншим користувачам

доступ до кресленника, створювати посилання (адреса URL) на кресленник для того, щоб його могли переглядати інші користувачі, а також отримувати від них повідомлення.

«**Рекомендованные приложения**» — містить посилання на сайт Autodesk Exchange і сайти сторонніх розробників AutoCAD, на яких можна знайти безліч допоміжних матеріалів та інструментів.

При виборі певних об'єктів на стрічці можуть з'являтися додаткові вкладки для роботи з ними. Наприклад, якщо потрібно вставити в документ таблицю, на стрічці з'явиться вкладка «**Текстовий редактор**» з інструментами для редагування тексту, який вводиться в таблицю.

За замовчуванням на стрічці розташовані всі основні вкладки, а на них, у свою чергу, — всі панелі, що складаються з групи команд. Щоб прибрати вкладку зі стрічки, потрібно клацнути на стрічці правою кнопкою миші і в підменю «**Показати вкладки**» зняти прапорець біля назви вкладки, яку потрібно видалити зі стрічки. Якщо необхідно прибрати з вкладки будь-яку панель, потрібно натиснути правою кнопкою миші на вкладці і в підменю «**Показати панелі**» зняти прапорець поруч з назвою панелі, яку необхідно приховати.

Будь-яку панель можна виїняти зі стрічки, щоб вона перетворилася в окреме вікно (Рис. 101). Така панель буде відображатися, навіть якщо вибрати іншу вкладку, до тих пір, поки не натиснути на цій панелі кнопку «**Вернути панелі на ленту**».

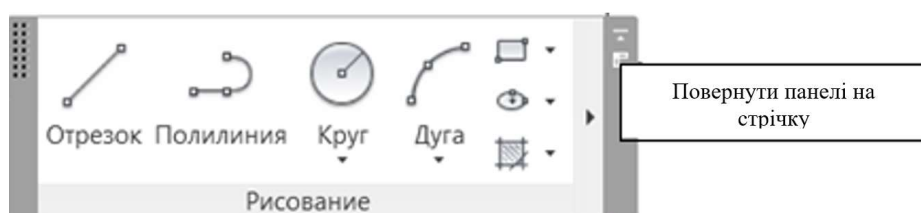


Рис. 101. Натиснути дану кнопку, щоб повернути панель на стрічку

Щоб приховати стрічку, потрібно клацнути на кнопці з направленим вниз трикутником, яка знаходиться праворуч від назв вкладок стрічки. При першому натисканні стрічка згорнеться до значків вкладок і груп інструментів, при другому залишаться тільки назви панелей і груп інструментів, а при третьому — тільки назви вкладок. Четверте клацання відновить початковий вигляд стрічки.

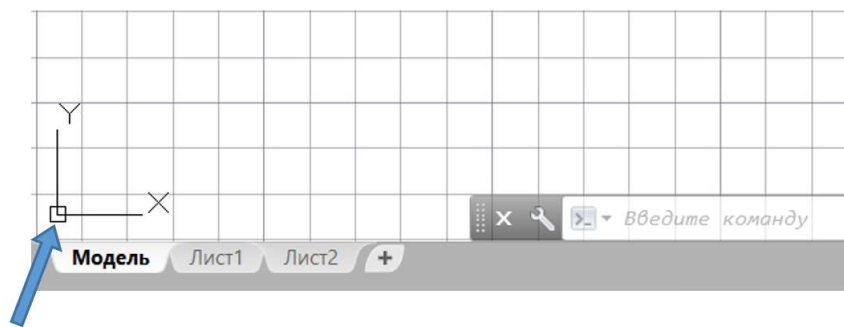
Над стрічкою розташоване меню програми (кнопка з літерою «А»). У ньому знаходяться пункти, які замінювали стрічку з вкладками в ранніх версіях AutoCAD, а також деякі інші елементи.

Поруч з кнопкою виклику меню програми знаходиться панель швидкого доступу. На ній розташовані кнопки команд, які часто використовуються: «**Создать, Открыть, Сохранить, Сохранить как, Печать, Отменить, Повторить**». Далі знаходиться кнопка відкриття меню, що дозволяє налаштувати панель швидкого доступу: видалити кнопки непотрібних інструментів або додати кнопки необхідних інструментів, відображати панель швидкого доступу над або під стрічкою, а також відкрити рядок меню. Зокрема, команда «**Рабочее пространство**» відображає панель, що дозволяє вибрати робочий простір для роботи над моделлю. Якщо не змінювати вихідних налаштувань, вікно AutoCAD відкриється в робочому просторі «**Рисование и аннотации**», який найчастіше використовують конструктори.

У лівій нижній частині вікна програми відображаються вкладки «**Модель**», «**Лист1**» і «**Лист2**» (Рис. 102). За замовчуванням активною є вкладка «**Модель**». Це означає, що на екрані відображено дво- або тривимірний простір моделі. При натисканні на будь-яку із вкладок «**Лист**» (їх кількість може бути будь-яка) здійснюється перехід до простору листа. Зліва від вкладок розташовані кнопки переходу між ними.

У лівому нижньому кутку графічної області вікна програми відображається *вказівник координатної системи координат (ПСК)* (Рис. 102). За замовчуванням у програмі AutoCAD використовується МСК — «**Мировая Система Координат**» (**World Coordinate System, WCS**). Її вказівник розташований в точці з координатами (0; 0; 0).

Для налаштування параметрів системи AutoCAD потрібно перейти на стрічці на вкладку «**Вид**» і в розділі «**Интерфейс**» натиснути кнопку зі стрілкою. З'явиться діалогове вікно «**Параметры**» (Рис. 103).



ПСК

Рис. 102. Вкладки перемикання між просторами листів і моделі

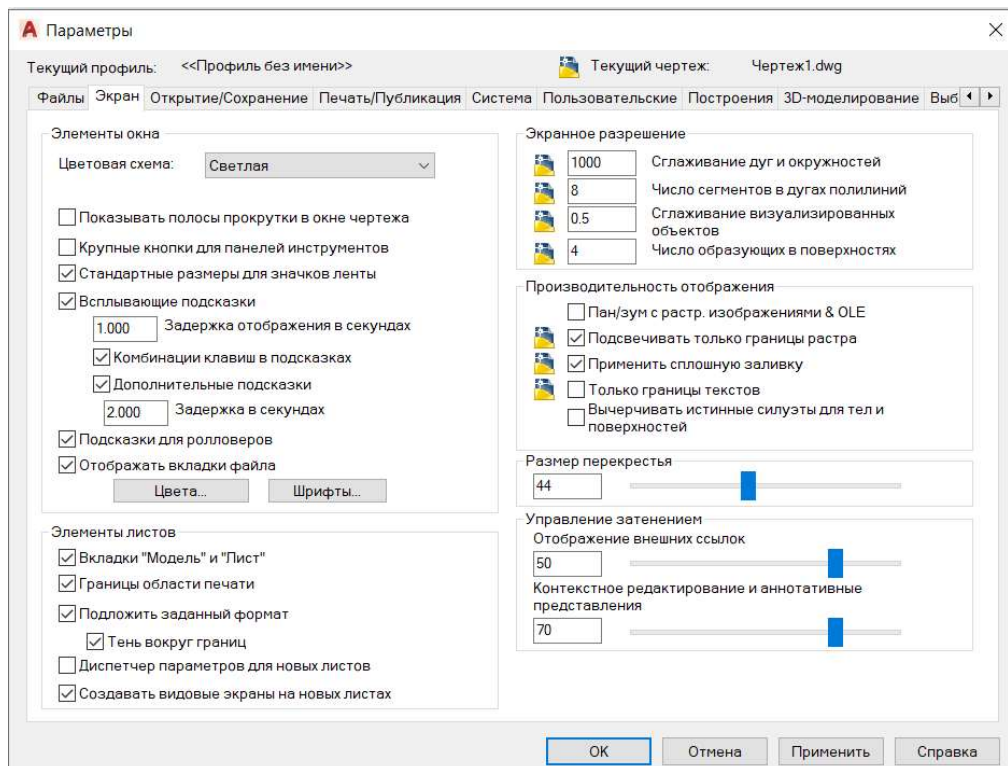


Рис. 103. Вкладка «Экран» діалогового вікна «Параметры»

У нижній частині вікна програми розташований *рядок стану* з набором кнопок для управління відображенням кресленника.

Програма AutoCAD дозволяє користувачеві самостійно визначити колір різних елементів робочого вікна. Для цього потрібно виконати наступні дії.

1. Натиснути кнопку меню з буквою «А» в лівому верхньому кутку вікна AutoCAD. З'явиться меню для вибору команд управління програмою.

2. У правому нижньому кутку даного меню натиснути кнопку «Параметры».

3. У діалоговому вікні «Параметры», що відкриється, перейти на вкладку «Экран» (Рис. 103).

4. В області «Элементы окна» натиснути кнопку «Цвета».

5. У вікні, що з'явиться, «Цветовая гамма окна чертежа» в списку «Контекст» вибрати різновид вікна програми, в списку «Элемент интерфейса» — елемент, а в списку, що розкриється, «Цвет» — потрібний колір.

Так, наприклад, щоб змінити фон простору моделі на білий, необхідно в списку «Контекст» вибрати пункт «Пространство 2D-модели», в списку «Элемент интерфейса» — «Однородный фон», а в списку «Цвет» — «Белый». При цьому в полі «Образец» колір фону зміниться на білий.

На рис. 104 показано, як змінити фон простору моделі.

б. Натиснути кнопки «**Принять**» і «**ОК**» для збереження змін і виходу з діалогового вікна.

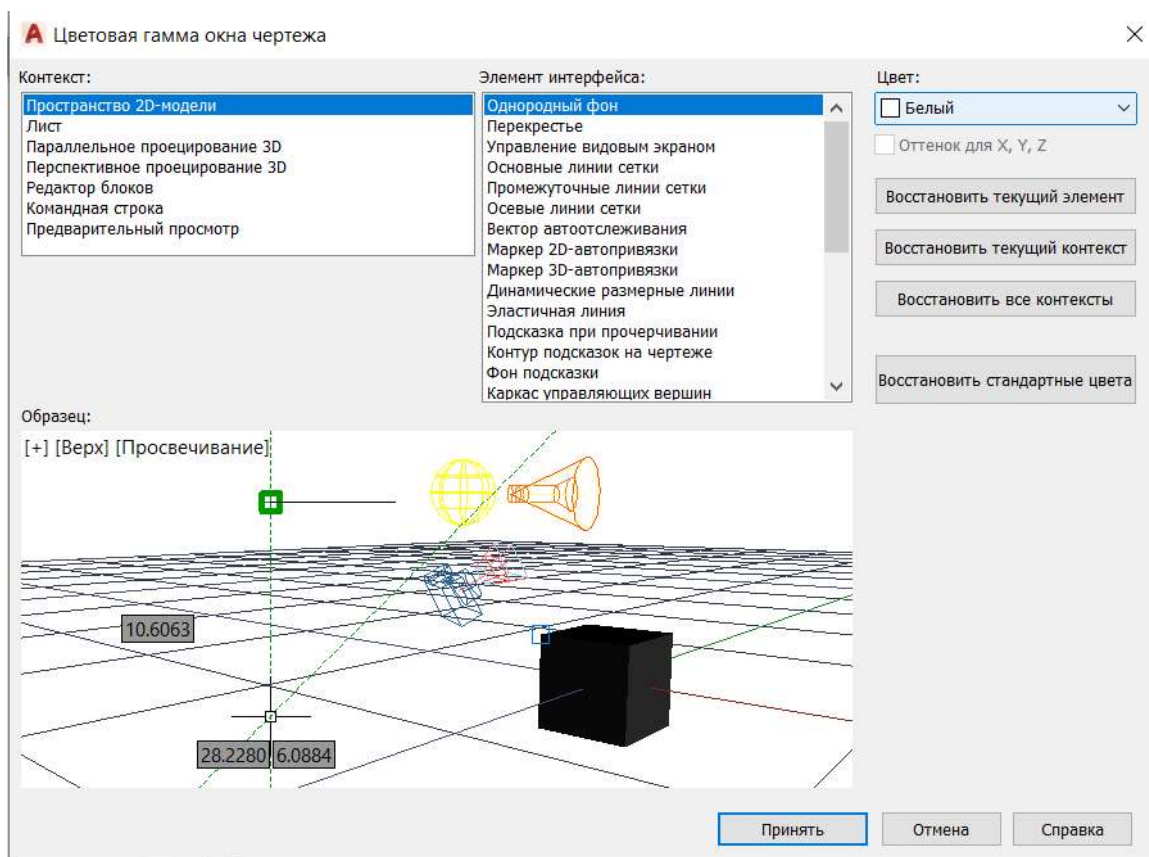


Рис. 104. Зміна фону простору моделі

За замовчуванням рядок меню в робочому вікні AutoCAD прихована. Щоб відобразити її, натиснути кнопку зі стрілкою вниз в правому кінці панелі швидкого доступу і вибрати команду в меню «**Показать строку меню**», що з'явиться. У вікні програми відобразиться класичне меню, звичне для користувачів попередніх версій (Рис. 105).



Рис. 105. Рядок меню AutoCAD

5.5. Користувальницький інтерфейс (Класичний AutoCAD)

Для зручності побудови програма AutoCAD може перемикатися в різні робочі простори — **2D-побудова** (плоскі кресленики), **3D-моделювання** (побудова тривимірних моделей) і **Класичний AutoCAD** (мінімальний набір найнеобхідніших інструментів). Вивчення програми AutoCAD доцільно починати з робочого простору **Класичний AutoCAD**.

На рис. 106 показаний **класичний робочий стіл** AutoCAD для Windows. Він складається з наступних елементів:

- падаюче меню — верхній рядок, розташований безпосередньо під заголовком вікна програми;
- стандартна панель інструментів — другий рядок від заголовка;
- рядок властивостей об'єктів — третій рядок;
- рядок стану — рядок внизу вікна програми;
- вікно командних рядків — вище рядка стану;

- необов'язкові панелі інструментів;
- екранне меню — необов'язково, стовпець праворуч;
- графічне поле — займає іншу частину робочого стола.

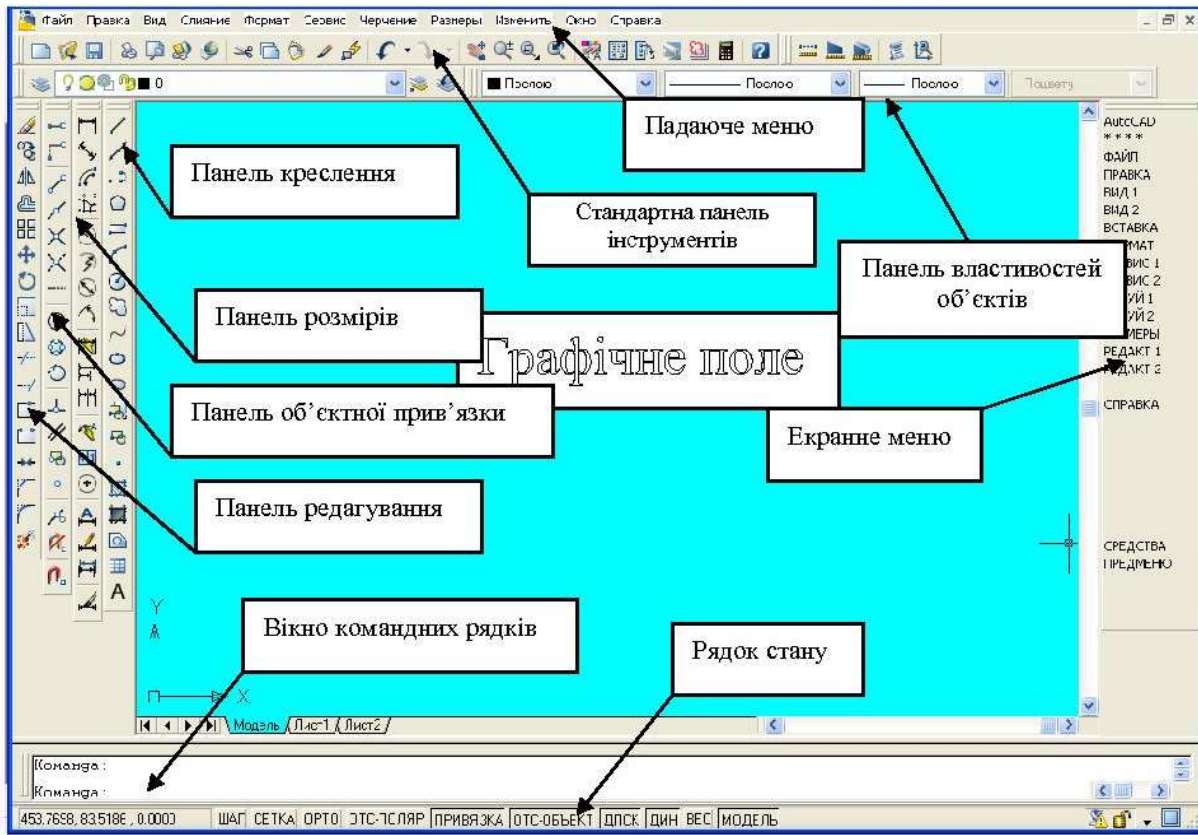


Рис. 106. Робочий простір AutoCAD

Падаюче меню — містить пункти, у яких відображаються команди AutoCAD згідно з їх функціональним призначенням.

Стандартна панель інструментів — містить кнопки команд керування і команд, що застосовуються у середовищі Windows.

Панелі властивостей об'єктів — це панелі створення і керування шарами, призначені для роботи з кольором, типом і вагою ліній.

Рядок стану — містить поточні координати курсору, а також кнопки включення / виключення режимів креслення.

Вікно командних рядків — служить для введення команд і виведення підказок і повідомлень AutoCAD.

Панелі інструментів — містять кнопки виклику команд креслення, команд редагування. Усього панелей 35. При необхідності можна відображати й інші панелі.

Екранне меню — містить меню, підменю, команди, ключі. При виборі певних рядків меню здійснюється перехід у підменю, що визначає деяку групу команд, зв'язаних функціонально.

Графічне поле — це простір у середині робочого вікна AutoCAD, в якому виконуються всі побудови і ведуться операції з редагування.

Щоб переглянути більшу частину протоколу команд — так звану історію команд, можна переключитися в текстове вікно. Це вікно викликається натисканням функціональної клавіші F2.

Перехрестя курсору, що керується пристроєм зазначення (використовується миша), призначено для зазначення точок і вибору об'єктів рисунку.

5.6. Призначення керуючих клавіш

- F1 — виклик допомоги системи.
- F2 — виклик текстового вікна AutoCAD.
- F3 — вкл/відкл режиму «Привязка».
- F6 — вкл/відкл відображення координат курсору.
- F7 — вкл/відкл зображення сітки.
- F8 — вкл/відкл режиму по осях координат ORTHO(ОРТО).
- F9 — вкл/відкл режиму фіксації з заданим кроком.
- F10 — вкл/відкл керування з планшета.

5.7. Панелі інструментів

Панель падаючого меню забезпечує доступ до більшості команд AutoCAD. Цю панель називають системним меню. Панель містить кнопки з назвами меню. При натиску на кнопки відкриваються меню, в яких за функціональною ознакою згруповані команди AutoCAD, які часто використовуються. На рис. 107 показана панель падаючих меню.

Якщо в кінці меню знаходиться маленький чорний трикутничок, то такий пункт відкриває вторинне меню (підменю).

Якщо пункт в меню закінчується трьома крапками, то він відкриває діалогове вікно.

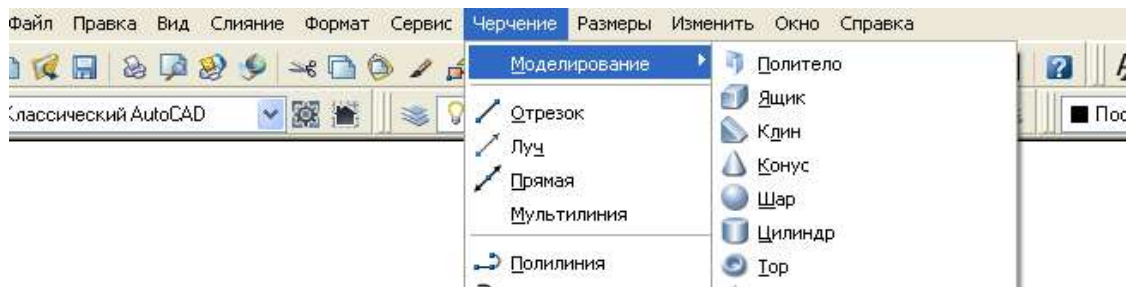


Рис. 107. Панель падаючих меню

Падаюче меню містить засоби роботи з кресленником за допомогою вкладок:

- **File («Файл»)** — меню роботи з файлами;
- **Edit («Правка»)** — меню редагування частин графічного поля робочого столу Windows;
- **View («Вид»)** — містить команди керування екраном, панорамування, переключення режимів простору листа і простору моделі, установки «точки зору», видалення невидимих ліній, зафарбування, тонування, керування параметрами дисплею; дозволяє встановлювати необхідні панелі інструментів;
- **Insert («Слияние»)** — забезпечує вставку блоків, зовнішніх об'єктів, об'єктів інших додатків;
- **Format («Формат»)** — забезпечує роботу із шарами, кольором, типами ліній; керування стилем тексту, розмірів, типом маркера точки, стилем мультилінії; установку одиниць виміру, границь кресленника;
- **Tools («Сервис»)** — містить засоби керування системою, екраном користувача, включає установку параметрів креслення і прив'язок за допомогою діалогових вікон, забезпечує роботу з користувацькою системою координат;
- **Draw («Черчение»)** — містить команди креслення;
- **Dimension («Размеры»)** — містить команди проставлення розмірів і керування параметрами розмірів;
- **Modify («Изменить»)** — включає команди редагування елементів креслення;
- **Window («Окно»)** — розділ, що дозволяє за допомогою своїх команд налагодити одночасне відображення відразу декількох кресленників;
- **Help («Справка»)** — містить могутню систему гіпертекстових підказок.

На робочому столі AutoCAD закріплені 6 з 35 панелей інструментів: стандартна панель інструментів, панель «**Стили**», панель «**Слои**», панель «**Свойства объектов**», панель «**Рисование**», панель «**Редактирование**». Для зручності роботи з конкретним завданням користувач може вивести на робочий стіл будь-яку іншу з решти панелей інструментів.

Для виклику необхідної панелі на екран потрібно клацнути правою кнопкою миші по будь-якій видимій панелі і у списку, що розкрився, вибрати назву потрібної панелі, як показано на рис. 108. Забрати непотрібну панель з екрана можна, проробивши те ж саме ще раз.

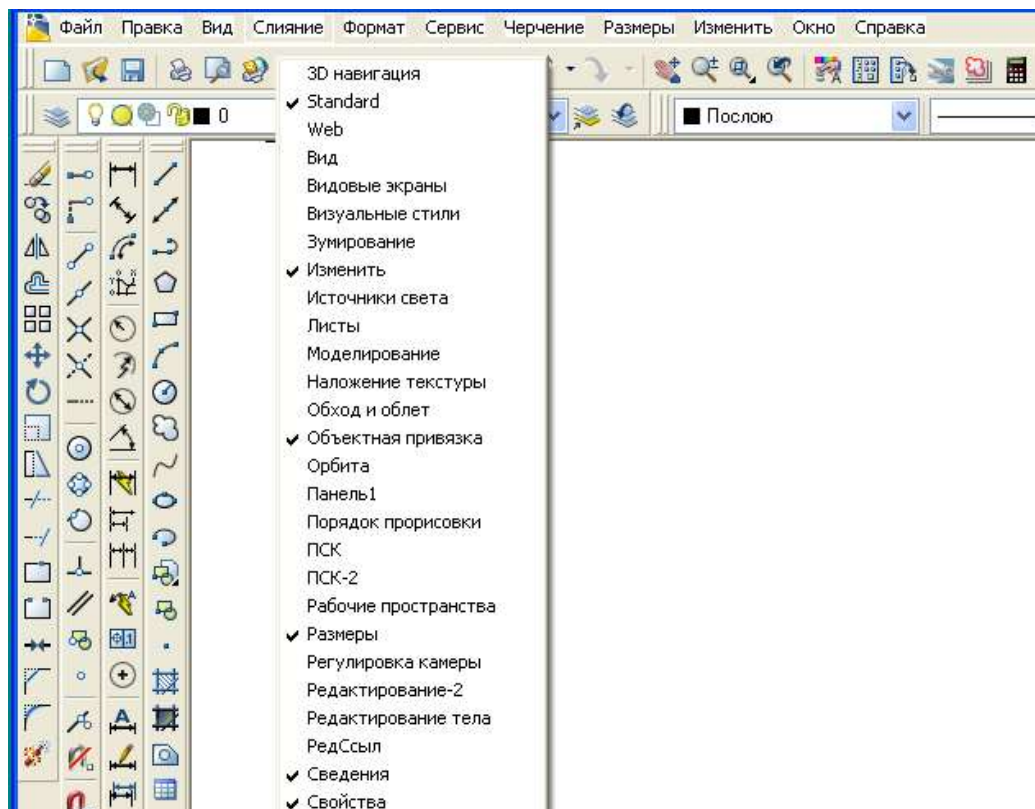


Рис. 108. Список панелей

Після відображення нової панелі вона з'являється у вигляді окремого вікна. Можна за допомогою миші перетягнути її в будь-яке зручне місце. Робиться це так само, як зі звичайними вікнами в Windows: встановлюється курсор миші на вікно панелі, натискається ліва кнопка миші й, не відпускаючи її, перетягується панель у потрібне положення. Крім того, її можна прикріпити до одного з країв вікна AutoCAD. Для цього просто підтягнути її до потрібного краю.

5.8. Властивості об'єктів

AutoCAD дозволяє будувати геометричні об'єкти різних типів. За допомогою засобів креслення AutoCAD може створювати різного роду об'єкти — від найпростіших відрізків і кіл до сплайнових кривих, еліпсів і заштрихованих областей. При кресленні об'єктів точки задаються або за допомогою пристрою зазначення, або введенням значень координат у командному рядку.

З кожним створюваним в AutoCAD об'єктом зв'язується набір властивостей.

Об'єкту призначається тип лінії: безперервна, штрихова, штрих-пунктирна тощо. На додаток до стандартних, користувач може створювати власні типи ліній.

Колір об'єкта дозволяє візуально асоціювати його з іншими об'єктами, що несуть те ж функціональне навантаження. При виведенні кресленика на друк різним кольорам об'єктів можуть бути призначені лінії різної товщини.

Шари («Слои») в AutoCAD подібні листам кальки, що використовуються при кресленні вручну. Використання шарів дозволяє створювати кресленик у шарах, в яких об'єднані взаємозалежні

елементи його опису. Створення об'єктів виконується у поточному шарі. Шарам призначаються імена, ім'я шару — до 31 символу, включаючи букви, цифри і спеціальні символи, їм можуть привласнюватися окремі кольори і типи ліній. Використання шарів надає користувачеві широкі можливості з керування зображенням на екрані. Так, для зниження насиченості складного кресленника рекомендується тимчасово відключати видимість шарів, робота над якими в даний момент не ведеться.

5.9. Робота з екраном

AutoCAD володіє широкими можливостями відображення різних видів креслення. Під час редагування кресленника користувач може швидко переміщатися від одного його фрагменту до іншого для внесених змін.

Управління екраном включає:

- збільшення або зменшення кресленника або його фрагмента на екрані;
- переміщення кресленника або його фрагмента по екрану.

Управління екраном найпростіше виконувати двома способами:

- використовуючи середню клавішу коліщатко-кнопку миші. При обертанні коліщатка від себе зображення на екрані збільшується, при обертанні на себе — зменшується. Якщо переміщати мишу, утримуючи клавішу коліщатко-кнопку, то зображення переміщається по екрану;
- за допомогою кнопок 1—4 на стандартній панелі інструментів.

Кнопки управління екраном показані на рис. 109.



Рис. 109. Кнопки управління екраном

Кнопки 1—4 (рис. 109) виконують наступні функції:

- 1 — кнопка «**Панорамирование в реальном времени**» переміщує кресленник по екрану при переміщенні миші (натиснута ліва клавіша миші, при цьому курсор набуває форму долоні);
- 2 — кнопка «**Зуммирование в реальном времени**» плавно збільшує або зменшує фрагмент кресленника переміщуючи курсор вертикально нагору (збільшує) або вниз (зменшує);
- 3 — кнопка «**Покажи Рамка**» змінює розмір видимої частини кресленника;
- 4 — повертає попередній вид екрану (попередній масштаб).

Для зміни розміру видимої частини кресленника використовується команда ZOOM (покажи).

Всі ці операції зміни екрану можна виконувати за допомогою миші з коліщатком-кнопкою.

Миша з коліщатком-кнопкою є двокнопочна миша, між кнопками якої розташовується невелике коліщатко-кнопка. Призначення лівої і правої кнопок збігається із призначенням кнопок стандартної миші. Поворот коліщатка може здійснюватися тільки з певним дискретним кроком. Можна використати коліщатко миші для збільшення і переміщення кресленника без використання команд.

За замовчуванням коефіцієнт зумування встановлюється рівним 10 відсоткам, і кожен поворот коліщатка на один дискретний крок викликає зміну коефіцієнта екранного збільшення на 10 відсотків. Системна змінна ZOOMFACTOR визначає чутливість команд до повороту коліщатка миші (у прямому і у зворотному напрямках) на один дискретний крок. Чим більше значення, тим більше чутливість.

У наступній таблиці наведені операції з мишею, які підтримуються програмою.

Для...	необхідно...
зміни коефіцієнта екранного збільшення	повернути коліщатко вперед (для збільшення коефіцієнта) або назад (для зменшення коефіцієнта)
показу зображення в межах кресленника	двічі натиснути коліщатко-кнопку

Для...	необхідно...
панорамування	переміщувати курсор у потрібному напрямку, утримуючи в натиснутому стані коліщатко–кнопку
джойстик–панорамування	переміщувати курсор у потрібному напрямку, утримуючи натиснутими клавішу CTRL і коліщатко–кнопку
виклику контекстного меню об'єктної прив'язки	привласнити системній змінній MBUTTONPAN значення 0 і натиснути коліщатко–кнопку

AutoCAD здатний відновлювати послідовно до 10 попередніх видів. У це число входять види, отримані не тільки при зумуванні, але і при панорамуванні. Команда «ПОКАЖИ» з опцією «Предыдущий» відновлює тільки екранне збільшення і положення виду, але не попередній зміст рисунка, що редагується.

5.10. Завершення роботи і збереження кресленника

Збереження креслеників або обраних об'єктів виконується так само, як і в інших додатках. Можна також керувати операціями автозбереження і резервними копіями файлів.

При роботі з креслеником рекомендується періодично зберігати його. Це дозволить уникнути втрати даних при виникненні непередбачуваних ситуацій, наприклад, при збої живлення.

Розширенням імені файлу кресленника є *.dwg*. Поки користувач не змінить формат файлу за замовчуванням кресленики зберігаються в останньому заданому форматі. За замовчуванням програма створює резервну копію попередньої версії папки кресленника при кожному збереженні. Досвідчені користувачі вважають за краще використовувати функцію створення резервних копій.

Якщо необхідно повернутися до попередньої версії файлу, можна перейменувати файл з розширенням *.bak*, що знаходиться в папці кресленника, і вказати в якості розширення *.dwg*.

За замовчуванням програма автоматично зберігає кресленник через 10 хвилин після останнього збереження. Можна збільшити або зменшити інтервал між операціями автозбереження або відключити автоматичне збереження.

AutoCAD при першому збереженні нового документа в файлі пропонує перейменувати його, а також дозволяє вибрати або створити папку, в якій цей файл буде зберігатися. Найкраще зберігати файли, присвячені окремому проекту, у своїй папці з відповідним ім'ям.

5.11. Графічні примітиви креслення і команди їх створення

Типи примітивів

Зображення в AutoCAD будуються з набору графічних примітивів, під якими розуміються елементи креслення, що оброблюються системою як ціле, а не як сукупність точок або об'єктів. Команди креслення створюють графічні примітиви і знаходяться в падаючому меню «Черчение» (**Draw.**)

Примітиви можуть бути простими і складними.

До простих примітивів відносяться наступні об'єкти: точка, відрізок, дуга, коло, пряма, промінь, еліпс, сплайн, текст.

До складних примітивів відносяться: полілінія, мультілінія, мультитекст, розмір, винесення, допуск, штрихування, входження блока або зовнішнього посилання, атрибут і растрове зображення.

Будь-яка команда може бути викликана одним з трьох способів:

1. Клацанням лівою кнопкою миші по відповідній піктограмі на панелі інструментів.
2. Клацанням лівою кнопкою миші по відповідному пункту падаючого меню.
3. Введенням назви команди в командний рядок (або великими, або маленькими літерами).

В AutoCAD використання кожної наступної команди можливо тільки після завершення команди попередньої. Про готовність системи AutoCAD до роботи з наступною командою говорить запит командного рядка, який має вигляд «Команда: (Command:)».

Слід зауважити, що незалежно від способу вводу команд, потрібно постійно стежити за командним рядком, щоб побачити реакцію і запити системи (опції) і ввести додаткову інформацію (числове значення, ключове слово, координати точки та ін.).

Примітка. Далі рекомендується звернути увагу на те, що команди креслення, редагування й оформлення креслеників, ключі та запити цих команд наводяться в більшості на англійській мові, а в дужках надається переклад.

Точка

Точка вводиться за командою **Point («Точка»)** або вказівкою двовимірних (тривимірних) координат, або клацанням миші. За однією командою точки будуть вводиться багаторазово до натиснення клавіші <Esc>.

За замовчуванням на екрані точка відображається у вигляді крапки (·), і вона не дуже помітна на кресленні. Можна зробити так, що точка відобразиться, як +, ·, ×, ... O, □... або як будь-який інший символ, доступний за командою «**Формат**→**Отображение точек**». У діалоговому вікні «**Отображение точек**» (Рис. 110) вибрати необхідний стиль відображення точок. Там же можна встановити розмір символу точки.

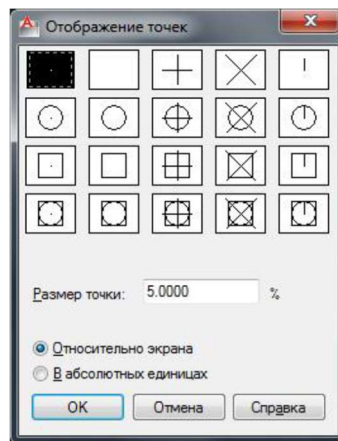


Рис. 110. Діалогове вікно «Отображение точек»

З меню «**Черчение**» вибрати «**Точка**» або з панелі «**Черчение**» вибрати відповідну кнопку (клацнути лівою кнопкою миші).

Point («Точка») — виклик команди

У командному рядку з'явиться команда:

Command: Point («Точка»): (задати координати точки)

Вихід з команди — клавіша <Esc>

Командою PDMODE можна змінити тип, а командою PDSIZE розмір маркера. Переглянути припустимі типи маркерів можна по команді VSLIDE з відповіддю POINTS.

Змінити тип і розмір маркера точки можна також через виклик з меню «**Формат**» → «**Отображение точек**» вікна, в якому вибрати необхідний тип маркера точки.

Відрізок

Відрізок вводиться за командою **Line («Отрезок»)**.

Відрізки — це найпростіші об'єкти в AutoCAD. Вони можуть бути поодинокими або об'єднуватися кінцевими точками в ламану лінію. Кожен відрізок є самостійним об'єктом AutoCAD, навіть якщо він входить до складу іншого об'єкта.

Побудова відрізків заданої довжини

З меню «**Черчение**» вибрати «**Отрезок**» або з панелі «**Черчение**» вибрати відповідну кнопку (клацнути лівою кнопкою миші).

Line («Отрезок») — виклик команди

У командному рядку з'явиться команда:

Line From point («Указать начальную точку»): клацнути на екрані лівою кнопкою миші
To point («Указать конечную точку»): @ (довжина відрізка по осі OX, довжина відрізка по осі OY)

Вихід з команди: клацнути правою кнопкою миші.

Приклад. Побудувати прямокутник зі сторонами 5x10 мм.

Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Отрезок»

У командному рядку :

Line From point («Указать начальную точку»): клацнути на екрані лівою кнопкою миші (точка 1)

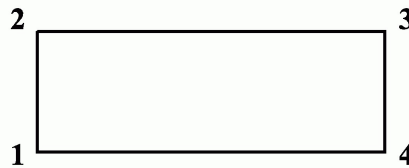
To point («Указать конечную точку»): @5,0 (в точку 2)

To point («Указать конечную точку»): @0,10 (в точку 3)

To point («Указать конечную точку»): @-5,0 (в точку 4)

To point («Указать конечную точку»): @0,-10 (замкнуті в точці 1)

Вихід з команди: клацнути правою кнопкою миші.



Завантаження типу лінії

1. З меню «Формат» вибрати «Типы линий» або з панелі «Свойства объектов» вибрати відповідну кнопку.

2. У діалоговому вікні «Диспетчер типов линий» натиснути кнопку «Загрузить» (Рис. 111).

3. У діалоговому вікні «Загрузка / перезагрузка типов линий» вибрати тип лінії зі списку «Доступные типы линий». Потім натиснути «ОК» (Рис. 112).

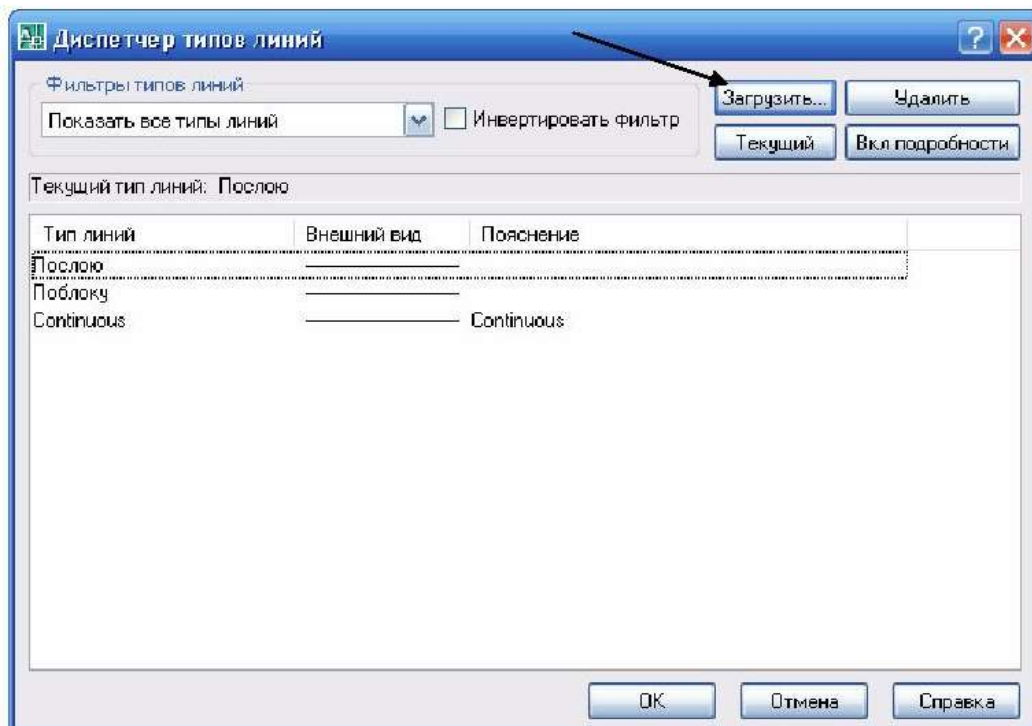


Рис. 111. Вікно «Диспетчер типов линий»

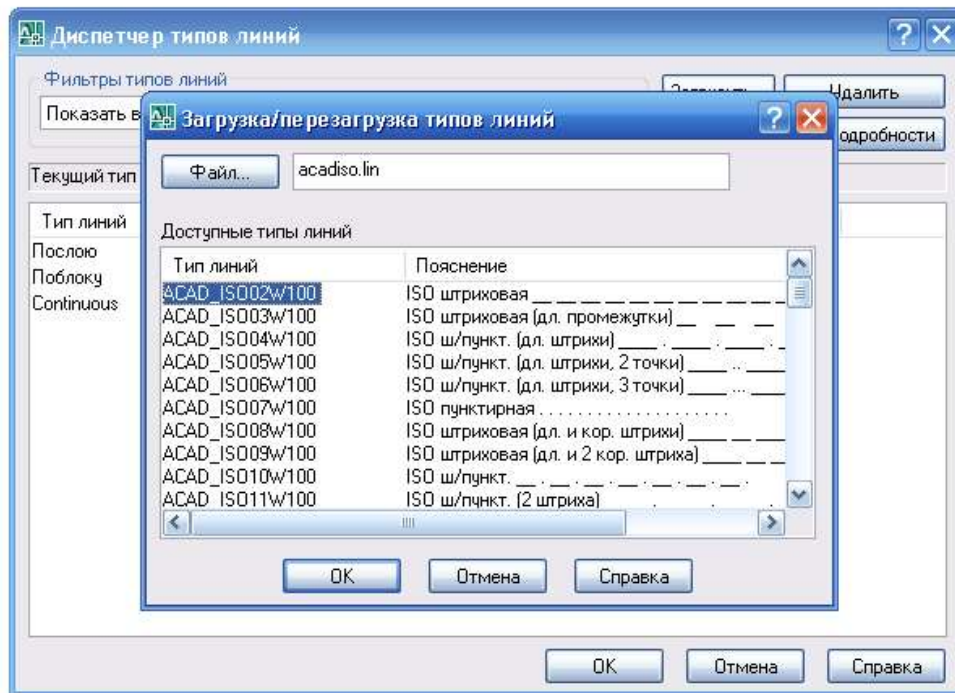


Рис. 112. Вибір типу лінії зі списку «Доступные типы линий»

4. Обраний зі списку тип лінії додається у список типів ліній вікна «Диспетчер типов ліній». Якщо стати на нього, можна зробити його активним, клавнувши по кнопці «Текущий» (Рис. 113).

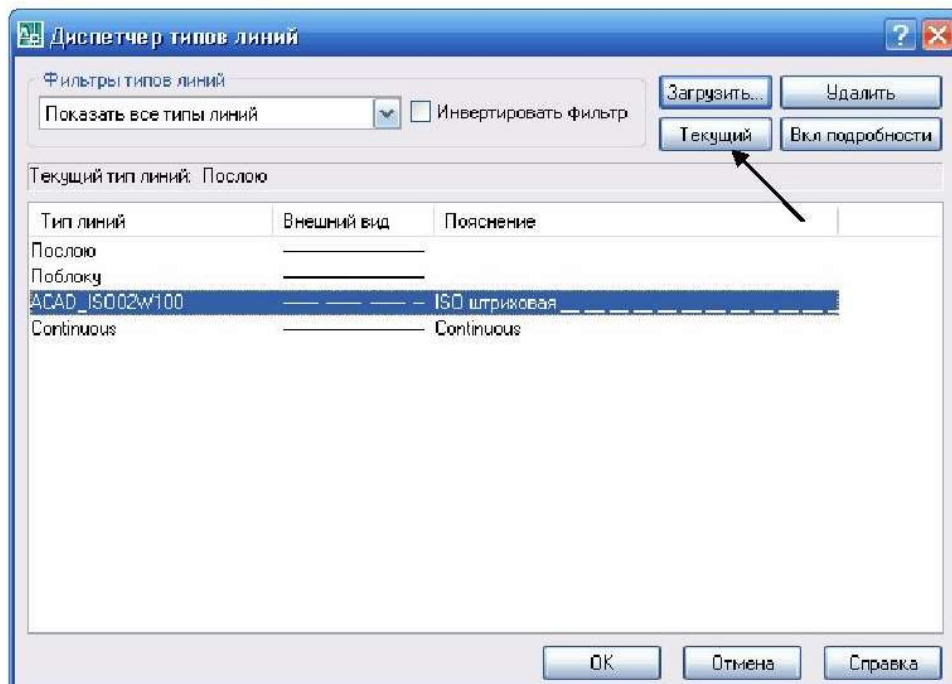


Рис. 113. Зробити обраний тип лінії активним

5. Натиснути кнопку «ОК».

Обраний зі списку тип лінії додається також у керуючий список «Типы линий» панелі «Свойства объектов» (Рис. 114).

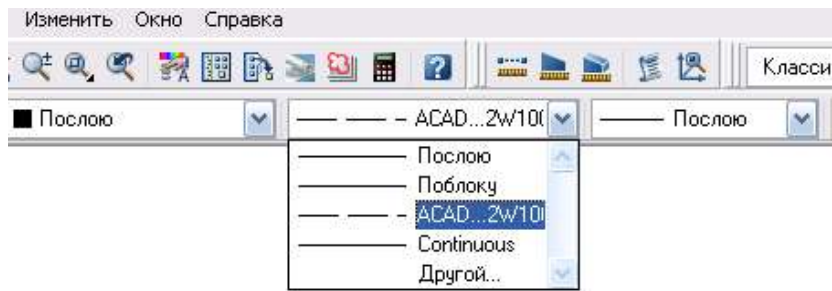


Рис. 114. Обраний тип лінії на панелі «Свойства объектов»

Приклад. Побудувати штрих–пунктирну лінію довжиною 100 мм.

1) включити режим «ОРТО»;

2) щоб накреслити штрих–пунктирну лінію, потрібно:

- в рядку властивостей об'єктів на панелі «Свойства» вибрати «Типы линий» і обрати штрих–пунктирну лінію, якщо вона є в цьому списку. В протилежному випадку натиснути в цьому ж вікні «Другой...» або ж з меню «Формат» викликати «Типы линий»;

- у вікні «Диспетчер типов линий» натиснути клавішу «Загрузить»;

- у вікні, що розкрилося, вибрати необхідний тип лінії і натиснути «ОК»;

- стати курсором на обраний тип лінії, натиснути клавішу «Текущий» і «ОК»;

3) потім з меню «Черчение» або ж з панелі «Черчение» вибрати «Отрезок»;

у командному рядку :

Line From point(«Указать начальную точку»): клацнути на екрані лівою кнопкою миші

To point(«Указать конечную точку»): **100** (задати довжину відрізка і направити курсор в необхідному напрямі)

Вихід з команди: клацнути правою кнопкою миші або натиснути клавішу <ENTER>.

Побудова криволінійних об'єктів

Побудова дуг

Дуга будується командою *Arc* («Дуга»). Оскільки дуга є частиною кола, то для креслення дуги необхідно використовувати параметри як кола, так і дуги. Параметри дуги показано на рис. 115.

AutoCAD має в своєму розпорядженні широкий набір методів побудови дуги. Способи побудови дуг показано на рис. 116.

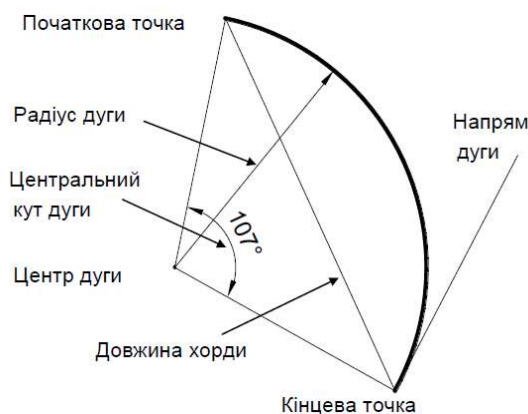


Рис. 115. Параметри дуги

Дуги можна будувати різними способами. За замовчуванням побудова відбувається шляхом зазначення трьох точок: початкової, проміжної, кінцевої і дуга будується проти ходу часової стрілки. Дугу можна також визначити завданням центрального кута, радіуса, напрямку або довжини хорди, скориставшись падаючим меню «Черчение» (Рис. 116).

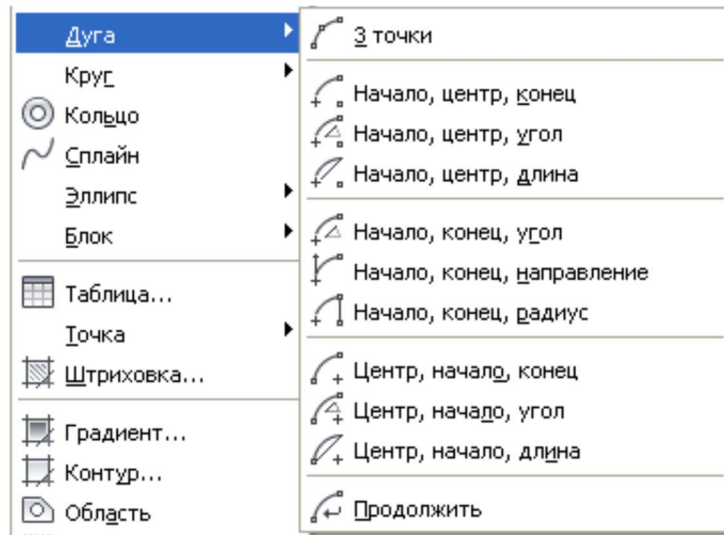


Рис. 116. Способи побудови дуг

Аrc («Дуга») – виклик команди

Ключі:

Center («Центр»):

Start point («Начальная точка»):

End point («Конечная точка»):

Angle («Угол»):

Length of chord («Длина хорды»):

Radius («Радиус»):

Direction («Направление»):

Побудова дуги за трьома точками

1. З меню «Черчение» вибрати «Дуга» > «3 точки» або з панелі кнопку «Дуга».
2. Вказати початкову точку, клацнувши лівою кнопкою миші.
3. Вказати другу точку, клацнувши лівою кнопкою миші.
4. Вказати кінцеву точку.
5. ENTER

Приклад. Побудувати дугу за трьома точками.

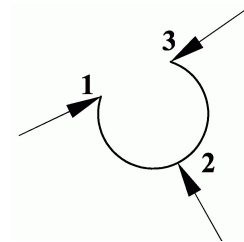
Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Дуга» або ж з меню «Черчение» вибрати «Дуга».

У командному рядку :

Center/*<Start point>*: **50,30** (початкова точка 1)

Center/*End*/*<Second point>*: **60,20** (друга точка 2)

End point: **35,15** (кінцева точка 3).



Приклад. Побудувати дугу за початковою точкою, центру і величині кута.

Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Дуга» або ж з меню «Черчение» вибрати «Дуга».

У командному рядку :

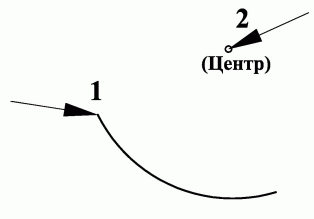
Center/*<Start point>*: **30,20** (початкова точка 1)

Center/*End*/*<Second point>*: **С(Ц)** (задати центром)

Center: **50,30** (координати центра – точка 2)

Angle/*Length of chord*/*<End point>*: **А(У)** (задати кутом)

Included angle: **80** (розмір кута).



Побудова кола

Коло – це один з найпоширеніших об'єктів на креслениках. Коло будується командою **Circle** («Круг»). У AutoCAD передбачено 6 способів побудови кола (Рис. 117):

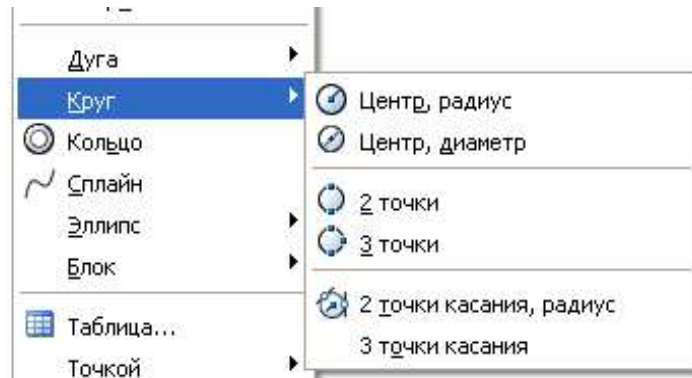


Рис. 117. Способи побудови кола

1. За заданим центром і радіусом кола.
2. За заданим центром і діаметром кола.
3. За двома точками (2Т). Побудова кола за двома заданими точками, які лежать на кінцях діаметру.

4. За заданими трьома точками, які не лежать на одній прямій (3Т).

5. За двома точками – дотичними і заданим радіусом (ККР – «кас кас радіус»). Суть цього способу полягає в тому, що будується коло, дотичне до двох інших об'єктів, наприклад, до відрізка та іншого кола, які вже є на кресленику (Рис. 118, а). Спочатку необхідно задати будь-яку точку на першому об'єкті (відрізок) – з'явиться маркер «Задержанная касательная», далі послідовно задати будь-яку точку на другому об'єкті (кола) – на ній також з'явиться маркер «Задержанная касательная».

Після запиту команди задати необхідний радіус кола і натиснути <Enter>.

Можна побудувати безліч кіл дотичних до двох об'єктів, і які будуть відрізнятися своїми радіусами (кола 1, 2, 3 на рис. 118, а).

6. За трьома дотичними. Аналогічний способу 3Т, тільки заданими точками є точки дотику до вказаних об'єктів (Рис. 118, б). Тут також при вказівці об'єктів з'являється маркер «Задержанная касательная».

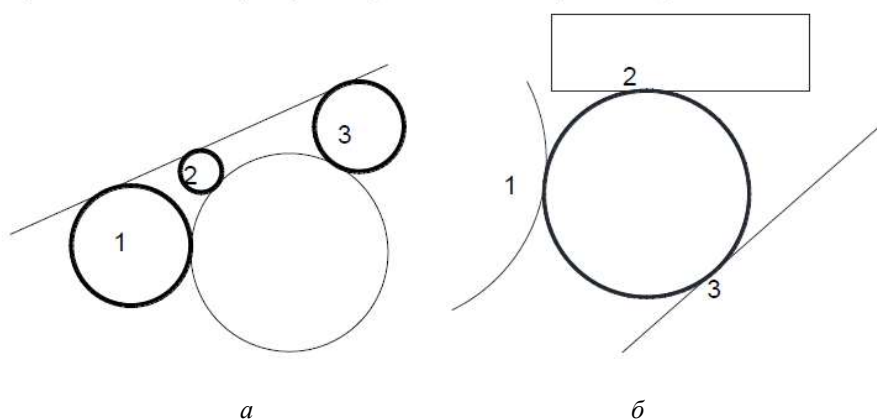


Рис. 118. Приклади побудови кола способом ККР та трьома дотичними:
а – побудова кіл дотичних до двох об'єктів, б – побудова кола за трьома дотичними

Circle («Круг») – виклик команди

Ключі:

2P (2Т) – буде коло за 2-ма точками на діаметрі.

3P (3T) – будує коло за 3–ма точками, що лежать на колі.

TTR (KKP) – будує коло за 2–ма дотичними і радіусом.

Center point («Центр») – точка центра.

Приклад. Побудувати коло за заданими центром і радіусом. Центр у т.40,20; радіус рівняється 20 мм.

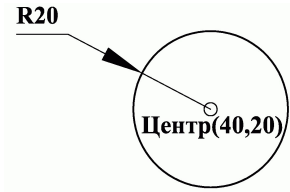
Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Круг» або ж з меню «Черчение» вибрати «Круг».

У командному рядку :

3P/2P/TTR/<Center point>(3T/2T/KKP/<«Точка центра»>): 40,20

Radius/<Diameter >(«Радіус круга или [Диаметр]»): 20

Вихід з команди: клацнути правою кнопкою миші.



Приклад. Побудувати коло за двома точками діаметра.

Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Круг» або ж з меню «Черчение» вибрати «Круг».

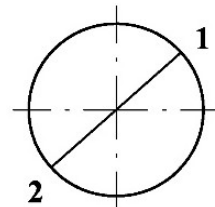
У командному рядку :

3P/2P/TTR/<Center point>(3T/2T/KKP/<«Точка центра»>): 2P(2T)

First point on diameter: 50,20 (точка 1)

Second point on diameter: 30,15 (точка 2)

Вихід з команди: <ENTER> або клацнути правою кнопкою миші.



Приклад. Побудувати дотичне коло до двох інших кіл.

Спочатку підготувати два кола меншого радіуса, використовуючи приклади наведені вище. Потім будувати третє коло, яке буде дотичним до двох перших кіл.

Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Круг» або ж з меню «Черчение» вибрати «Круг».

У командному рядку :

3P/2P/TTR/<Center point>(3T/2T/KKP/<«Точка центра»>):

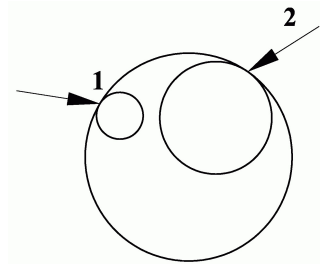
TTR(KKP) (дотична до двох інших примітивів)

Enter Tangent spec: (вказати мішенню на 1 коло)

Enter second Tangent spec: (вказати мішенню на 2 коло)

Radius: 80

Вихід з команди: клацнути правою кнопкою миші.



Побудова еліпса

Еліпс будується за командою *Ellipse («Эллипе»)*.

За замовчуванням побудова еліпсів здійснюється шляхом завдання двох кінцевих точок першої осі та третьої точки, що визначає відстань від середини першої осі до краю еліпса, що складає половину другої осі (Рис. 119). Перша вісь може бути проведена під будь-яким кутом до горизонталі.

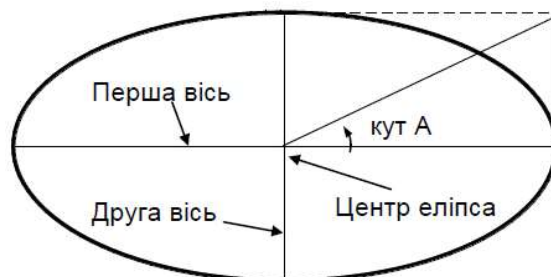


Рис. 119. Параметри побудови еліпса

Інший спосіб побудови еліпсів полягає в задаванні координат його центру і розмірів двох його напівосей. Параметр *Поворот* задає відношення довжин осей еліпса шляхом повороту кола відносно першої осі. Чим більше кут повороту **A**, тим більше відношення малої осі до великої. Кути повороту із значеннями від 89,4 до 90,6 градусів є недопустимими, оскільки еліпс у цьому випадку виглядатиме як пряма лінія. Значення, кратні цим значенням кута повороту, приводять до дзеркального ефекту через кожних 90 градусів.

Ellipse («Эллипс») – замкнута полілінія.

Ключі:

Arc («Дуга») дозволяє малювати еліптичні дуги

Center («Центр») – центр еліпса

Rotation («Поворот») – кут повороту другої осі

Приклад. Побудувати еліпс за двома півосями.

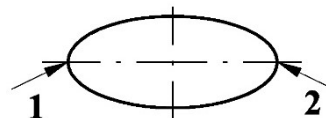
Для цього: з панелі «**Черчение**» вибрати кнопку «**Эллипс**» або ж з меню «**Черчение**» вибрати «**Эллипс**»

У командному рядку :

Center/*<Axis endpoint 1>*: **30,10** (1 точка осі еліпса)

Axis endpoint 2: **50,30** (2 точка осі еліпса)

<Other axis distance>/Rotation: **10** (розмір іншої половини осі).



Побудова поліліній

Креслення полілінії здійснюється командою **Pline («Полилиния»)**. Полілінія може бути замкнутою і розімкнутою. Полілініями зручно користуватися для створення тривимірних об'єктів.

Полілінія – це пов'язана послідовність сегментів. Всі ці сегменти є єдиним об'єктом. Полілінії можуть складатися з лінійних і дугових сегментів, а також з будь-яких їхніх сполучень. Полілінії використовуються, якщо передбачається робота з набором сегментів як із цілим. У полілінії можна змінювати ширину і кривизну сегментів.

Створювані полілінії можуть мати різну ширину, що встановлюється ключами «**Ширина**» і «**Полуширина**». Для кожного сегмента можна задати своє значення ширини; крім того, сегменти можуть звужуватися або розширюватися, якщо значення ширини в початковій і кінцевій точках різні. Ці опції доступні після зазначення початкової точки при побудові полілінії.

Ключами «**Ширина**» і «**Полуширина**» задається ширина наступного сегмента полілінії, що створюється. При вказівці значення 0 будується тонкий сегмент із нульовою шириною. Будь-які ненульові додатні значення ширини ведуть до створення широких ліній, які відображаються зафарбованими або у вигляді контурів, залежно від стану режиму зафарбування. Ключем «**Полуширина**» можна задавати відстань від осьової лінії широкої полілінії до її краю.

Pline («Полилиния») – виклик команди.

Ключі:

Half-width («Полуширина») – відстань від осьової лінії широкої полілінії до її краю

Width («Ширина») – ширина наступного сегмента. Іде запит початкової і кінцевої ширини

Undo («Отменить») – для скасування останнього сегмента

У режимі створення відрізків:

Ключі:

Arc («Дуга») – перехід у режим дуг

Close («Замкни») – замкнути відрізком

Length («Длина») – довжина сегмента, як продовження попереднього у тому ж напрямку.

У режимі дуг:

Angle («Угол») – центральний кут

Center («Центр») – центр дуги

Close («Замкни») – замкнути дугою

Direction («Направление») – напрямок

Line («Отрезок») – перехід у режим відрізків

Radius («Радиус») – радіус дуги

Second point («Вторая») – друга точка дуги

Можна відзначити наступні особливості полілінії у порівнянні з простими примітивами:

- полілінія є єдиним об'єктом, яку зручно використовувати для операцій видалення або редагування (наприклад, побудови паралельної лінії);
- полілінія зручна для креслення жирних ліній кресленника;
- перемінна ширина сегментів полілінії може бути використана для графічних ефектів (побудови стрілок і тощо).

Приклад. Виконати зображення ламаної з установкою товщини лінії.

На панелі «Черчение» вибрати кнопку «Полилиния» або ж з меню «Черчение» вибрати «Полилиния»

У командному рядку

Pline («Полилиния»)

From point: **40,10** (Точка 1)

Arc/Cl/.../Width: **W(Ш)** (Ширина)

Starting width: **0.5** (Початкова ширина)

Ending width: **0.5** (Кінцева ширина)

Arc/Cl/.../Width: **50,12** (Точка 2)

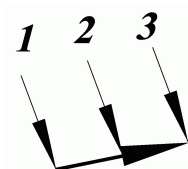
Arc/Cl/.../Width: **W(Ш)** (Ширина)

Starting width: **3** (Початкова ширина)

Ending width: **0** (Кінцева ширина)

Arc/Cl/.../Width: **60,14** (Точка 3)

Arc/Cl/.../Width: <ENTER> (Вихід).



Приклад. Виконати креслення стрілки за допомогою полілінії.

На панелі «Черчение» вибрати кнопку «Полилиния» або ж з меню «Черчение» вибрати «Полилиния», режим <ОРТО> включити.

У командному рядку

Pline («Полилиния»)

From point («Начальная точка»): клацнути на екрані і вказати напрям стрілки (Точка 1)

Arc/Cl/.../Width («Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]»): **W(Ш)** (Вибрати ширину)

Starting width («Начальная ширина»): **0** (Початкова ширина)

Ending width («Конечная ширина»): **2** (Кінцева ширина)

Arc/Cl/.../Width («Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]»): **5** (Задати довжину стрілки, з'явиться точка 2)

Arc/Cl/.../Width («Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]»): **W(Ш)** (Вибрати ширину)

Starting width («Начальная ширина»): **0** (Початкова ширина)

Ending width («Конечная ширина»): **0** (Кінцева ширина)

Arc/Cl/.../Width («Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]»): **10** (Задати довжину відрізка, з'явиться точка 3)

Arc/Cl/.../Width («Следующая точка или [Дуга/.../Ширина]»): <ENTER> (Вихід).

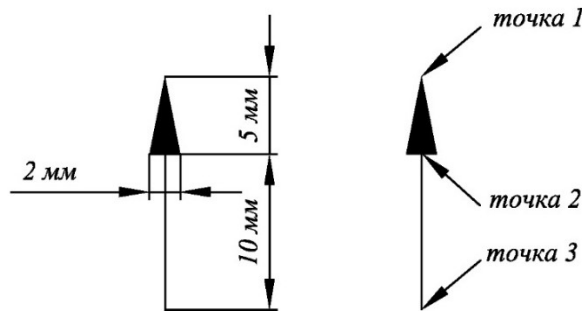


Схема стрілки

Виконання креслення стрілки

Слайн

Слайн формується за командою *Spline* («Слайн») вказівкою всіх точок, які необхідно згладити. Слайн може бути замкнутим, будує гладку криву за заданими визначальними точками і напрямку дотичних у початковій і кінцевій точках. Може застосовуватися для апроксимації кривих, точна побудова яких вимагає великих трудовитрат. Наприклад, за допомогою сплайнів можуть бути

побудовані складні лінії перетину тіл. У традиційному (паперовому) кресленні декілька вузлових точок (від 3 до 7) будуються точними методами (наприклад, методами нарисної геометрії), а для побудови всієї кривої використовуються шаблони. На рис.120 за заданими точками за допомогою сплайна будується гіпербола і парабола. Сплайни також застосовуються для креслення кривих довільної форми.



Рис. 120. Сплайни

Spline («Сплайн») – виклик команди.

Ключі:

Object («Объект») – перетворення згладженої полілінії в еквівалентний сплайн

Fit Tolerance («Допуск») – при нульовому значенні сплайн проходить через задані точки, при додатному – із заданим відхиленням.

Мультилінія

Креслення мультилінії здійснюється командою **Mline («Млиния»)**.

Мультилінії – багатоланкова лінія, яка містить від 2 до 16 рівнобіжних відрізків прямих. Мультилінія дозволяє швидко креслити стіни на планах і розрізах будівель.

Створення та редагування «ручками»

Викреслити мультилінію, що містить дві лінії, відстань між якими становить 200 мм. Це може бути контур стін на плані будівлі. Ширина лінії (стіни) задається опцією «*Масштаб*»:

«*Млиния*» / «*Масштаб*» / 200 / вкажіть початкову точку / відведіть курсор в сторону – за курсором потягнеться подвійна лінія / вкажіть другу точку / побудуйте кілька відрізків мультилінії.

Побудуйте мультилінії при включеному режимі **ОРТО**. Побудови розпочніть з лівої точки контуру (Рис. 121, а), обходячи контур за годинниковою стрілкою:

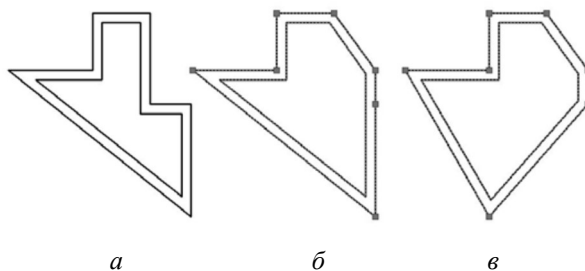


Рис. 121. Контур мультилінії:

а – початковий, б, в – після правки «ручками»

«*Млиния*» / побудуйте контур, задаючи розміри в окомірному масштабі. Завершіть побудову опцією «*Замкнуть*».

Мультилінію можна редагувати переміщенням «ручок», які виникають при вказівці мультилінії:

– вкажіть побудовану лінію – виникли ручки;

- включіть об'єкту прив'язку «*Конечная*» і режим об'єктного відстеження (F11);
 - переміщуючи «ручки» в режимі об'єктного відстеження, змініть вид контуру як в прикладах (Рис. 121, б, в);
 - F2 – виведіть текстове вікно і розгляньте список поточних параметрів «*Расположение = Верх, Масштаб = 20, Стиль = STANDARD*». команди.
- У списку вказані поточні налаштування:

Редагування властивостей

Основні властивості мультилінії: «**Вес ліній, Масштаб, Цвет заливки, Масштаб типа ліній, Расположение**» – можна редагувати в діалоговому вікні «**Свойства**» (**Properties**):

– вкажіть мультилінію і натисніть праву кнопку миші / в контекстному меню виберіть «**Свойства**» / змініть параметри обраної лінії, наприклад, призначте новий «**Вес ліній**» і «**Масштаб мультилінії**», «**Расположение**».

На редагування мультилінії є ряд суттєвих обмежень. Не підлягають редагуванню параметри, що задаються стилем мультилінії: кількість відрізків ліній, їх зміщення, торці і стики та ряд інших. Не підлягає редагуванню сам стиль мультилінії, якщо в файлі є хоча б одна лінія цього стилю. Створеній мультилінії не можна привласнити інший стиль.

Ще одне обмеження: вага мультилінії та шар призначається єдиним для всіх її відрізків. При необхідності роздільного налаштування цих параметрів лінію доводиться розчленовувати на відрізки. При цьому особливі властивості мультилінії втрачаються.

Редагування перетинів

Редагування мультилінії виконується командою *Mledit* («*Млред*»):

«*Млред*» або подвійний лівий клік на будь-якій мультилінії – з'явилося діалогове вікно «**Инструменты редактирования мультилінії**» (Рис. 122).

Редагування перетинів передбачає стики хрестом, тавром або кутом. При редагуванні має значення послідовність і місце вказівки.

Команда редагування «*Млред*» дозволяє також видаляти і додавати вершини і розриви.

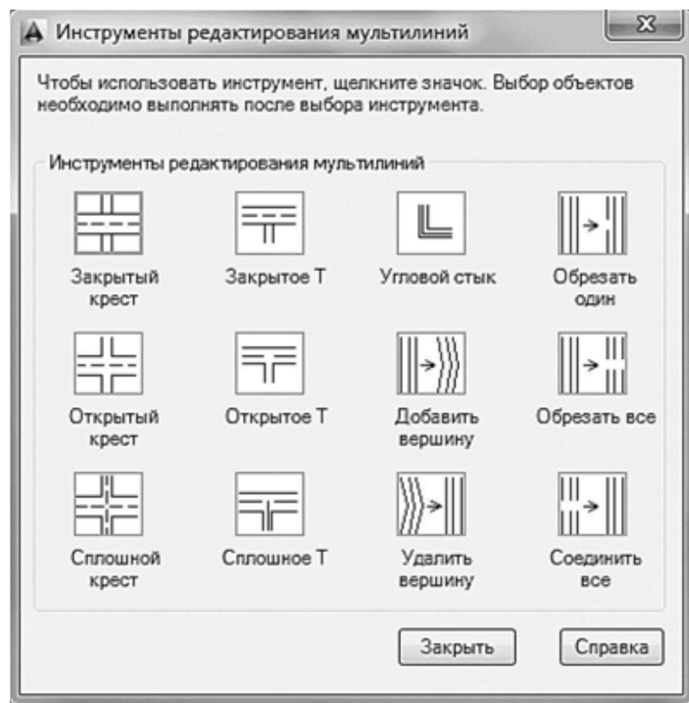


Рис. 122. Вікно інструментів редагування мультилінії

Стиль мультилінії

Стиль задається командою *Mstyle* («*Млстиль*»), яка дозволяє створювати мультилінії різного призначення. Стиль мультилінії визначає кількість входних в неї ліній, відстань між лініями, тип і колір кожної лінії, заливку, торці і стики ланок.

Створимо новий стиль на основі стилю STANDARD (Рис. 123, а, б):

- *Млстиль* / в діалоговому вікні «**Стили мультилиний**» натисніть кнопку «**Создать**» / в наступному вікні «**Создание стиля**» – введіть ім'я нового стилю, наприклад, 1
- «**Продолжить**» – відкрилося вікно параметрів нового стилю (Рис. 123, а).

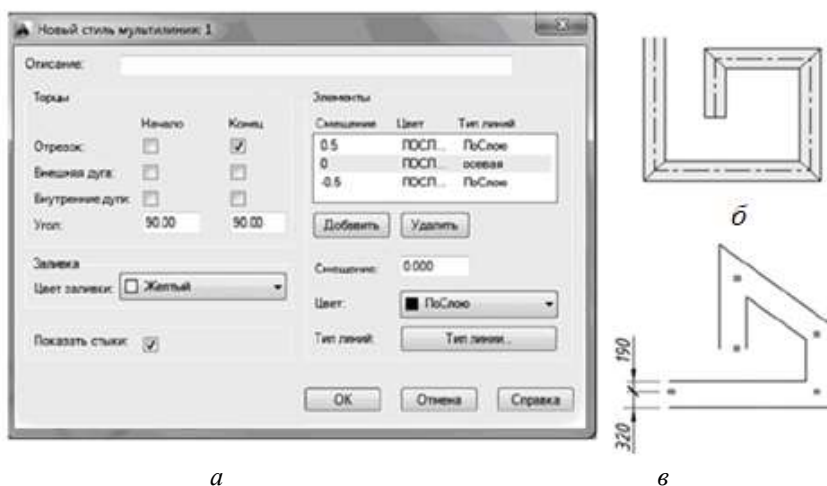


Рис. 123. Вікно «Новый стиль мультилинии»:

а – вікно налаштування нового стилю, б – приклад стилю, в – стиль «Несуча стіна»

У списку елементів стилю STANDARD задані дві лінії. Зсув кожної з них від умовної осі становить 0.5 одиниць. Значить, відстань між лініями дорівнює одиниці. Отже, при призначенні масштабу лінії задається нова відстань між лініями.

Змінимо параметри нового стилю (Рис. 123, а):

- вкажіть «**Добавить**» – в списку з'явився новий елемент зі зміщенням 0. Якщо не змінювати зміщення – буде викреслюватися координаційна вісь стіни;
- «*Тип линии*» – змініть тип доданої лінії на осьову штрих-пунктирну;
- в групі налаштувань «*Торцы*» поставте галочку «*Отрезок: Конец*»;
- «*Цвет заливки*» – призначте, наприклад, «*жёлтый*»;
- поставте галочку «*Показать стыки*»;
- якщо по ходу налаштування з'явилися питання – вкажіть кнопку «*Справка*»;
- ОК – завершіть налаштування стилю;
- у вікні «**Стили мультилиний**» укажіть «*Установить / ОК*» – стиль створений і заданий за умовчанням;
- «*Млиния*» / побудуйте лінію новим стилем (Рис. 123, б).

Порівняйте параметри побудованої лінії і налаштування стилю: серединну осьову лінію, відкритий початковий і закритий кінцевий торець, заливку, стики ланок.

- Через вікно «**Свойства**» відредагуйте довжину штриха осьової лінії.

Копіювання стилю

Стиль зберігається в файлі, де був створений. В інший файл його можна передати разом з копіюванням мультилінії через буфер пам'яті. Стиль можна зберегти в особливий зовнішній файл, який має розширення *.mln*. В цьому випадку стиль стає загальнодоступним.

Вправа. Збережіть стиль зовнішніх стін в зовнішній файл, помістивши його в свою робочу папку:

– «**Млстиль**» / в діалоговому вікні «**Стили мультилиний**» укажіть «**Сохранить**» / у вікні «**Сохранение стиля мультилиний**» відкрийте робочу папку / задайте ім'я нового стиля / ОК.

В одному файлі можна зберегти всі створені стилі. Надалі збережений стиль можна завантажити в будь-який *dwg*-файл. Для завантаження стиля:

– «**Млстиль**» / в діалоговому вікні «**Стили мультилиний**» укажіть «**Загрузить**» / знайдіть файл стиля / укажіть ім'я стиля / ОК / «**Установить**» / ОК.

Текст

В AutoCAD можна задавати різні типи (стилі) тексту.

З падаючого меню «**Формат**» викликається вікно «**Текстовые стили**», або вводиться в командному рядку команда *Style* («**Стиль**»).

Text («**Текст**») – виклик команди

Запити:

Text style name(or?) («*Имя текстового стиля*»)

Specify full...(«*Укажите полное имя шрифта или имя файла*»)

Height(«*Высота*») – задає висоту області, що включає букву

Width factor(«*Степень сжатия–растяжения*») – масштабний коефіцієнт

Obliguing angle («*Угол наклона*») – нахил тексту стосовно норм: додатній – праворуч, від'ємний – ліворуч.

Back wards? («*Справа налево?*») – завдання тексту у зворотному порядку

Upside-down?(y/n) («*Перевернутый?*») – завдання переверненого тексту

Vertical?(y/n) («*Вертикальный?*») – завдання написання букв одна над іншою.

Однорядковий текст

Команда «**Текст**» створює однорядковий текстовий об'єкт. Після виклику команди відкривається спрощений варіант редактора входжень блока, що представляє собою обмежуючу рамку з висотою тексту, розмір якої збільшується в процесі введення.

Команда призначена для створення набору рядків, розташованих один під одним. Перехід до наступного рядка здійснюється натисканням клавіші <ENTER>.

Кожен рядок є окремим об'єктом, який можна переміщати і формувати.

Команду «**Текст**» можна викликати із меню «**Черчение**» → «**Текст**» → «**Однотрочный**».

Запити:

Justify/Style/<Start point> («*Выравнивание/Стиль/<Начальная точка>*»)

<Enter> або Пробіл – для перекладу каретки безпосередньо під попередній символ

Height(«*Высота*») – визначає висоту прописних букв

Rotation angle («*Угол поворота*»)

Text («**Текст**») – введення тексту.

Завдання текстового стилю при створенні однорядкового тексту:

1. Натиснути «**Черчение**» → «**Текст**» → «**Однотрочный**».

2. Ввести **c** («**Стиль**»).

3. У відповідь на запит «**Имя стиля**» ввести ім'я наявного текстового стилю.

Для одержання списку текстових стилів можна ввести знак питання (?), після чого варто двічі натиснути <ENTER>.

4. Продовжити створення тексту.

Завдання режиму вирівнювання однорядкового тексту:

5. Натиснути «**Черчение**» → «**Текст**» → «**Однотрочный**».

6. Ввести **c** («**Стиль**»).

7. Задати режим вирівнювання. Наприклад, ввести **vw** для вирівнювання тексту вгору і вліво.

8. Продовжити нанесення тексту.

Створення однорядкового тексту

9. Натиснути «Черчение» → «Текст» → «Однорядочный».
10. Вказати точку вставки першого символу. При натисканні клавіші <ENTER> програма помістить новий текст безпосередньо під текстовим об'єктом, створеним останнім (якщо такий є).
11. Задати висоту тексту. Запит висоти з'являється в тому випадку, якщо поточний текстовий стиль має нульову висоту.
Точка вставки тексту і курсор з'єднуються лінією.
12. Задати кут повороту тексту.
13. Кут можна задати шляхом введення числового значення або за допомогою пристрою зазначення.
14. Ввести рядок тексту. Наприкінці рядка натиснути <ENTER>. Якщо необхідно, ввести наступні рядки.
15. Якщо вказати іншу точку вставки, курсор переміщається до зазначеної позиції, після чого можна продовжувати введення тексту. Після кожного натискання <ENTER> або зазначення точки створюється новий текстовий об'єкт.
16. Для завершення команди натиснути <ENTER> на порожньому рядку.

Примітка. Система AutoCAD має можливість включати в текстовий рядок спеціальні символи, такі як значок діаметра, символ градуса, значок допуску, «плюс-мінус» та ін. Робиться це за допомогою спеціальних керуючих кодів. Їх слід вводити прямо при наборі тексту – вони будуть автоматично замінені на відповідні символи. Вводити спеціальні символи потрібно у вигляді керуючих послідовностей англійською мовою, кожна з яких починається із двох символів відсотка «%%».

Наприклад, можливі наступні керуючі послідовності (набирати тільки англійською мовою):

%%d	–	спеціальний символ градуса	(°)	(45° → 45%%d)
%%c	–	спеціальний символ діаметра	(Ø)	(Ø20 → %%c20)
%%p	–	спеціальний символ допуску	(±)	(±2 → %%p2).
%%i	–	спеціальний символ підкреслення	(<u>текст</u>)	
%%%	–	спеціальний символ відсотка	(%)	(100% → 100%%%)

Приклад. Налаштувати текстовий стиль.

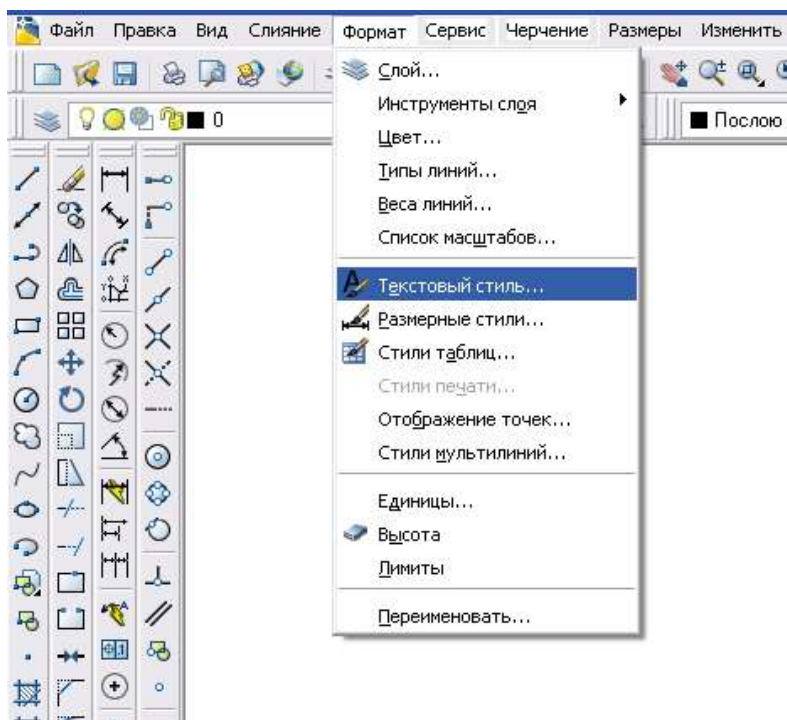


Рис. 124. Фрагмент вікна виклику текстового стилю

Для цього:

- з меню «**Формат**» викликати «**Текстовый стиль**» (Рис. 124)
 - на екрані з'явиться вікно «**Текстовые стили**» (Рис. 125);
 - клацнути по закладці «**Новый**» у вікні, що з'явилося, дати ім'я новому текстовому стилю «**Размер**» (Рис. 125). Після цього у вікні «**Текстовый стиль**» необхідно (Рис. 126):
 - в області «**Имя шрифта**» вибрати тип шрифту «*txt.shx*»;
 - в області «**Высота**» вибрати висоту шрифту, наприклад 6;
 - в області «**Степень растяжения**» залишити значення 1;
 - в області «**Угол наклона**» вибрати кут нахилу букв 15;
 - обрати клавішу «**Применить**».
- Таким чином текстовий стиль обраний і активний.

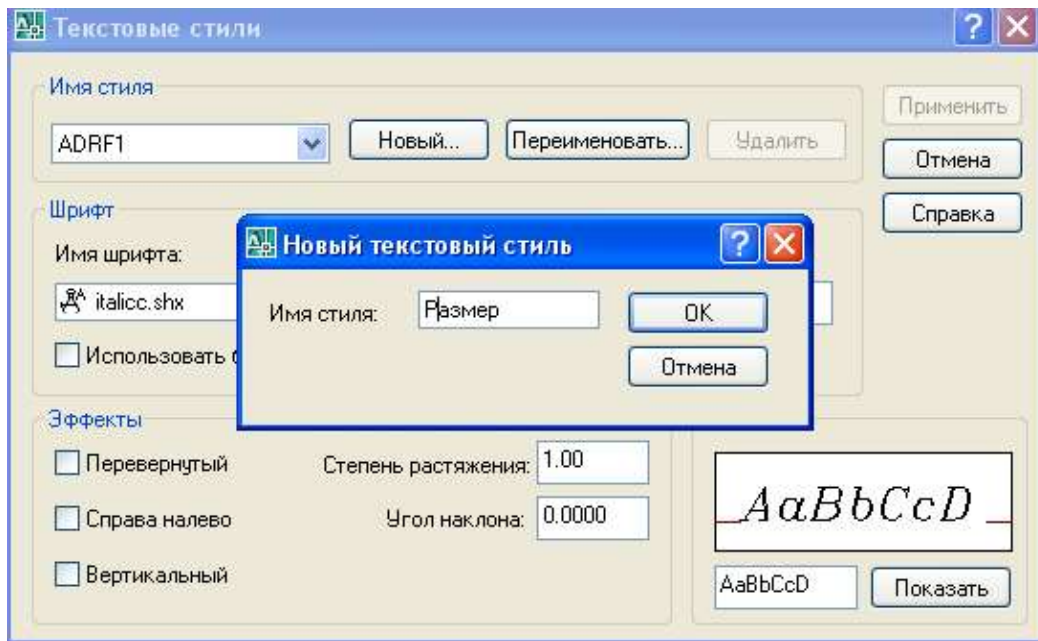


Рис. 125. Присвоєння імені новому текстовому стилю

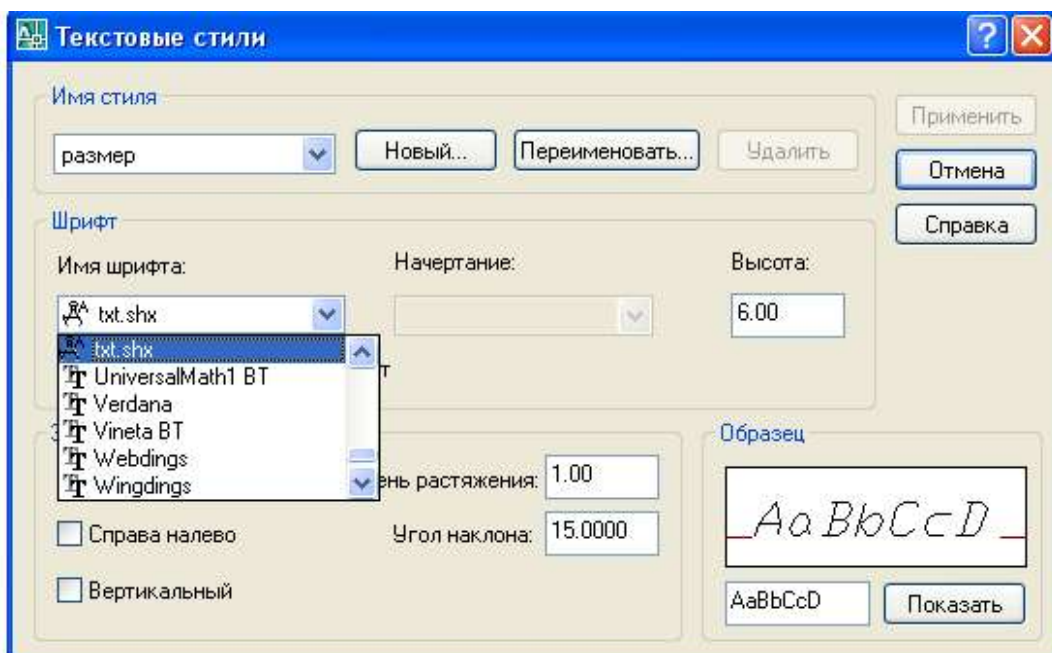


Рис. 126. Налаштування текстового стилю

Багаторядковий текст

Команда «**МТЕКСТ**» дозволяє створити текст, що складається з декількох текстових рядків або абзаців, вписаних в зазначену користувачем ширину абзацу. Кількість рядків не лімітовано. Весь багаторядковий текст являє собою єдиний об'єкт, який можна переміщати, повертати, стирати, копіювати, дзеркально відображати, розтягувати і масштабувати.

Можливості редагування багаторядкового тексту ширше, ніж однорядкового. Зокрема, для багаторядкового тексту використовується вбудований в AutoCAD текстовий редактор, який дозволяє формувати не тільки цілі фрази цілком, але також окремі слова і букви. У ньому існує навіть можливість перевірки орфографії. Робота в цьому редакторі абсолютно ідентична роботі в будь-якому текстовому редакторі (наприклад, в WORD).

Багаторядковий текст «**МТЕКСТ**» складається з одного або декількох абзаців, які при маніпуляціях поводяться як єдиний об'єкт.

Один і більше абзаців багаторядкового тексту можна ввести в текстовому редакторі, який використовується в місці редагування, в альтернативному текстовому редакторі або в командному рядку. Можна також вставляти текст із файлів формату *txt* і *rtf*.

Перш ніж набрати або імпортувати текст, необхідно задати рамкою ширину абзаців багаторядкового тексту. На відміну від ширини, довжина тексту не визначається рамкою, а залежить тільки від розміру текстових даних об'єкта. За допомогою ручок багаторядкові текстові об'єкти можна переміщати і повертати.

Текстовий редактор, який використовується у місці редагування, є вікно з лінійкою у верхній частині і панеллю форматування тексту. Вікно редактора є прозорим, що дозволяє контролювати розташування тексту, який набирається, щодо інших об'єктів.

Для багаторядкового тексту можна застосовувати неоднорідне форматування, змінюючи заданий текстовий стиль. Форматування впливає тільки на обраний текст; поточний текстовий стиль не змінюється.

Можна задавати шрифт і розмір тексту, а також змінювати вид (напівжирний, курсив, підкреслений) і колір. Також можна задавати кут нахилу, змінювати міжсимвольний інтервал і розширювати або звужувати символи.

Команду «**МТЕКСТ**» можна викликати із меню «Черчение» → «Текст» → «Многострочный».

Ключі:

Height(«Высота»)

Justify(«Выравнивание»)

Rotation(«Поворот»)

Style(«Стиль»)

Width(«Ширина») – ширина параграфу

Після визначення параметрів виводиться вікно «Редактор многострочного текста», де і вводиться текст (Рис. 127).

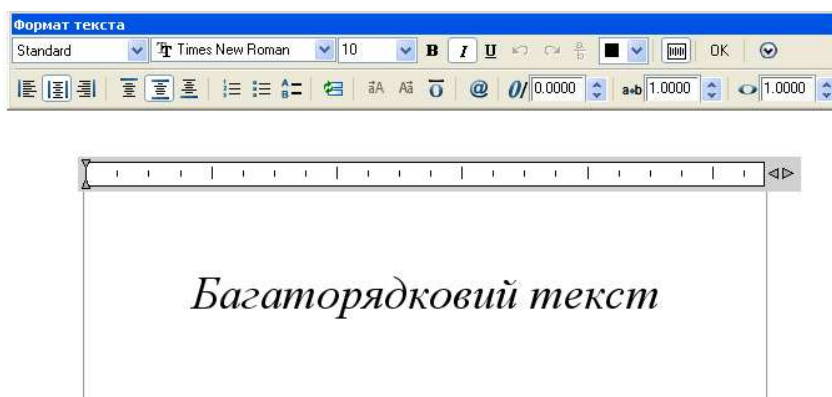


Рис. 127. Вікно редактора багаторядкового тексту

Створення багаторядкового тексту

1. Натиснути «Черчение» → «Текст» → «Многострочный».
2. Задати рамкою ширину області багаторядкового тексту.
3. Відобразиться текстовий редактор, який використовується у місці редагування.
4. Для завдання відступу першого рядка абзацу на горизонтальній лінійці перемістити маркер «Первая строка» у положення, з якого повинен починатися текст. Для завдання відступу інших рядків абзацу на горизонтальній лінійці перемістити маркер «Абзац».
5. Для завдання позицій табуляції натиснути кнопку миші в потрібних місцях на горизонтальній лінійці.
6. Для завдання текстового стилю, відмінного від встановленого за замовчуванням, розкрити список «Стиль» на панелі редактора й вибрати необхідний стиль.
7. Увести текст.
8. Натиснути «ОК» на панелі «Формат текста».

5.12. Редагування графічних елементів креслення

Після старту команда AutoCAD робить запит на вибір об'єктів. Завершується формування набору об'єктів натисканням клавіші <ENTER> або <ПРОБЕЛ>.

В AutoCAD існують два підходи до редагування: можна або спочатку викликати команду, а потім вибрати об'єкти, що редагуються, або спочатку вибрати об'єкти, а потім робити їхнє редагування. Усі команди редагування викликаються з падаючого меню «Черчение» або з однойменної панелі.

Розчленовування об'єктів

Команда *Explode* («Расчленить») застосовується для розчленовування блоків на складові примітиви. Викликається ця команда з падаючого меню «Изменить» або однойменної панелі.

При розчленовуванні єдині об'єкти перетворюються у сукупність окремих складових частин. Видимого ефекту команда не робить. Наприклад, полілінії, прямокутники, кільця і багатокутники розбиваються при розчленовуванні на відрізки і дуги. Зовнішній вигляд розчленованого об'єкта залишається тим же, однак в результаті наявності плаваючих кольорів, шарів і типів ліній може відбутися зміна кольорів і типів ліній об'єктів.

Розчленовування розмірів і штрихувань.

При розчленовуванні розмірів і штрихувань губиться асоціативний зв'язок між елементами, що веде до утворення набору простих об'єктів, таких як відрізки, тексти, точки.

Розчленовування поліліній.

При розчленовуванні полілінії губиться інформація про її ширину. Результуючі відрізки й дуги розташовуються уздовж її осьової лінії.

Розчленовування блоків.

При розчленовуванні із блоків видаляються атрибути, однак при цьому вихідні описи атрибутів зберігаються. Кольори й типи ліній окремих об'єктів, що утворюються на місці входжень блоків, можуть змінитися.

Розчленовування зовнішніх посилань.

Зовнішніми посиланнями називаються файли креслеників, вставлені з інших креслеників і які зберігають зв'язок зі своїм вихідним описом. Зовнішні посилання і успадковані з них блоки розчленувати не можна.

Видалення і відновлення об'єктів

Для видалення (стирання) сформованого набору об'єктів використовується команда *Erase* («Стереть»). Викликається команда з меню «Изменить» або однойменної панелі. Вибір об'єктів для стирання може відбуватися кожним з наявних способів, тобто клацнути по об'єкту лівою кнопкою миші або виділити його січною рамкою.

Для відновлення вилучених об'єктів використовується команда *Oops* («Ой»).

Об'єктна прив'язка

При введенні точок можна використовувати геометрію об'єктів, що мають у кресленні. Такий спосіб введення називається *об'єктною прив'язкою*. Він дозволяє точно вказувати такі точки, як, наприклад, середина відрізка або дуги, центр кола і точка перетинання дуги й кола. Доступ до функцій об'єктної прив'язки здійснюється через панель «Объектная привязка» (Object Snap). У цій панелі зібрані наступні кнопки з короткими поясненнями:

- **Temporary Tracking Point** («Точка отслеживания») – використання відстеження за допомогою проміжної точки;
- **Snap From** («Смещение») – зміщення від іншої (допоміжної) точки;
- **Snap to Endpoint** («Конточка») – кінцева точка;
- **Snap to Midpoint** («Середина») – середня точка;
- **Snap to Intersection** («Пересечение») – точка перетинання;
- **Snap to Apparent Intersection** («Кажущееся пересечение») – точка перетинання продовження двох об'єктів;
- **Snap to Extension** («Продолжение линии») – точка продовження;
- **Snap to Center** («Центр») – центр дуги або кола;
- **Snap to Quadrant** («Квадрант») – точка квадранта дуги або кола (це точки, розташовані на 0, 90, 180 і 270 градусів);
- **Snap to Tangent** («Касательная») – точка торкання;
- **Snap to Perpendicular** («Нормаль») – перпендикулярно об'єкту;
- **Snap to Parallel** («Параллельно») – паралельно об'єкту;
- **Snap to Insert** («Точка вставки») – точка вставки тексту, блока, зовнішнього посилання;
- **Snap to Node** («Узел») – вузлова точка;
- **Snap to Nearest** («Ближайшая») – найближча до об'єкта точка;
- **Snap to None** («Ничего») – без використання об'єктної прив'язки;
- **Object Snap Settings** («Режимы привязки») – налаштування постійних режимів прив'язки.

Для виклику вікна «Объектная привязка» потрібно з меню «Сервис» вибрати «Режимы рисования» або ж у командному рядку набрати команду: *Osnap* («Привяжи») і вибрати необхідні установки.

Приклад. Прив'язатися до кінцевих точок примітивів.

Для побудови першого відрізка: з меню «Черчение» вибрати «Отрезок» або з панелі «Черчение» вибрати відповідну кнопку (клацнути лівою кнопкою миші).

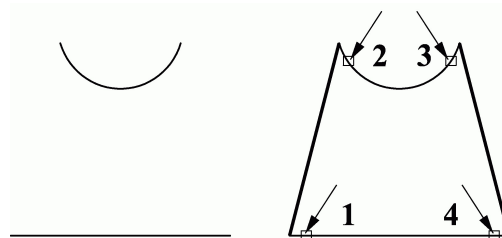
У командному рядку з'явиться команда:

Line From point(«Указать начальную точку»): клацнути на піктограмі «Конточка» на панелі «Объектная привязка» і вказати 1

To point(«Указать конечную точку»): клацнути на піктограмі «Конточка» на панелі «Объектная привязка» і вказати 2

To point: <ENTER, або клацнути правою кнопкою миші >

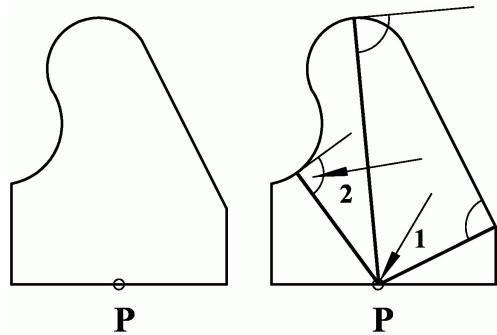
Для побудови інших відрізків зробити те ж саме, тільки вказати на 3 і 4.



Приклад. Побудувати перпендикуляр із точки «Р» до трьох елементів.

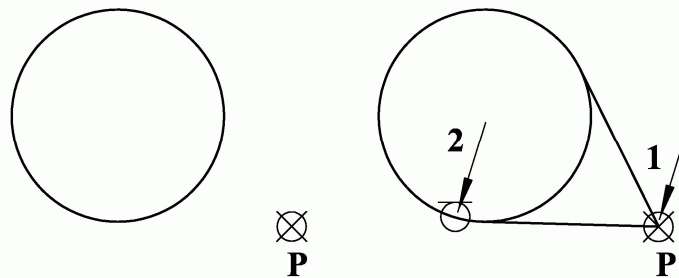
Спочатку точку потрібно зробити видимою. Для цього викликати вікно «Отображение точек» з меню «Формат» і вибрати потрібний маркер точки. Потім за допомогою команди «Точка» побудувати точку Р, прив'язавши її до середини відрізка. Далі можна виконувати поставлене завдання.

LINE («Отрезок») – виклик команди
From point: клацнути на піктограмі «Узел» на панелі «Объектная привязка» і вказати 1
To point: клацнути на піктограмі «Нормаль» на панелі «Объектная привязка» і вказати 2
To point: <ENTER>
 Повторити те ж саме для інших елементів.



Приклад. Провести з точки «Р» дві дотичні прямі до кола.

LINE («Отрезок») – виклик команди
From point: клацнути по піктограмі «Узел» на панелі «Объектная привязка» і вказати 1
To point: клацнути по піктограмі «Касательная» на панелі «Объектная привязка» і вказати 2
To point: <ENTER>
 Повторити те ж саме для другої дотичної.



Переміщення набору об'єктів

Зміна положення об'єктів здійснюється шляхом їхнього повороту і вирівнювання, а також шляхом переміщення без зміни орієнтації і розміру. Для точного переміщення використовуються крокова прив'язка, введення координат, ручки і режими об'єктної прив'язки.

Для переміщення об'єктів з панелі «Изменить» вибрати кнопку «Перенести» або ж з меню «Изменить» вибрати «Перенести»

У командному рядку :

Move («Перенести») – виклик команди

Select objects: вибір об'єкта (січною рамкою або ж клацнувши по об'єкту лівою кнопкою миші, вибрати об'єкт)

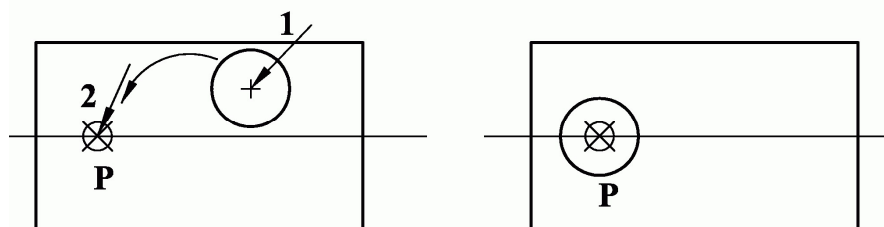
Select objects: продовжити вибір об'єкта, якщо не все вибрано

Select objects: по закінченню вибору клацнути правою кнопкою миші (кінець вибору)

<Base point or displacement>/Mult: вказати базову точку

Second point of displacement: вказати на нову точку, куди переноситься об'єкт

Приклад. Перемістити коло (базова точка переносу – центр кола) в точку «Р».



Викликати команду переносу.

У командному рядку :

Move («Перенести»)

Select objects: вибір об'єкта (січною рамкою або ж клацнувши на колі лівою кнопкою миші)
Select objects: клацнути правою кнопкою миші (кінець вибору)
<*Base point or displacement*>/*Mult*: вибрати базову точку для переносу, тобто клацнути по піктограмі на панелі «**Объектная привязка**» – «**Центр**» і вказати 1 (коло)
Second point of displacement: вказати нове положення базової точки, тобто вибрати піктограму на панелі «**Объектная привязка**» – «**Узел**» і вказати 2.

Команди розмноження об'єктів

Для створення копій об'єкта в поточному кресленнику використовують один із таких способів:

- якщо копія повинна знаходитися на довільній відстані від вихідного об'єкта, застосовують команду **Copy**(«**Копировать**»);
- якщо копія повинна знаходитися по нормалі до сегментів вихідного об'єкта, застосовують команду **Offset**(«**Подобие**»);
- якщо копія повинна являти собою дзеркальне відображення оригіналу, слід використовувати команду **Mirror**(«**Зеркало**»);
- якщо копії повинні бути розташовані впорядкованими рядами або по колу, слід використовувати команду **Array**(«**Массив**»).

Copy(«**Копировать**») – команда, що дозволяє створювати дублікати об'єктів в межах поточного кресленника щодо заданої базової точки і точки зміщення.

Offset(«**Подобие**») – команда, призначена для копіювання об'єктів шляхом зміщення їх на задану відстань по нормалі до кожного сегменту об'єкта. За допомогою цієї команди можна виконати зміщення дуг, еліптичних дуг, двомірних поліліній, променів, нескінченних ліній, а також кілець і еліпсів. Зміщення криволінійних об'єктів призводить до створення кривих з більшим або меншим діаметром, в залежності від напрямку зсуву.

Mirror(«**Зеркало**») – команда, що дозволяє копіювати об'єкти з дзеркальним відображенням відносно осі, яка задається двома точками креслення. При створенні об'єктів в дзеркальному відображенні вихідні дані об'єкта можна як зберігати, так і видаляти.

Array(«**Массив**») – команда, що дозволяє створювати групи однакових об'єктів, розташованих в певному порядку – рядами і (або) стовпцями, або по колу. Такі послідовності об'єктів називаються в AutoCAD відповідно, прямокутними або круговими масивами. При створенні прямокутного масиву кількість отриманих в ньому копій визначається числом рядків і стовпців, а також відстанями між ними. При створенні кругового масиву копії об'єкта розташовуються по колу з центром в певній точці.

Копіювання об'єктів

Мається можливість багаторазово копіювати об'єкти по одному або групами в межах поточного рисунку; крім того, допускається копіювання між різними рисунками і додатками.

Для копіювання об'єктів у межах одного рисунку потрібно зробити вибір потрібних об'єктів, а потім вказати початкову і кінцеву точки вектора копіювання. Ці точки називаються відповідно базовою і другою точкою переміщення; вони можуть розташовуватися в будь-якому місці кресленника.

Для копіювання набору об'єктів:

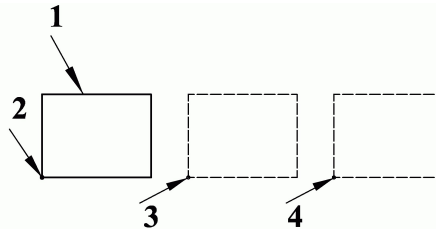
- 1.Із меню «**Изменить**» вибрати «**Копировать**» або з панелі «**Изменить**» вибрати відповідну кнопку.
- 2.Вибрати об'єкти, які треба скопіювати і натиснути <ENTER>.
3. Вказати базову точку, використовуючи об'єктну прив'язку.
- 4.Вказати другу точку переміщення.
- 5.Вказати наступну точку переміщення. Продовжувати копіювання; для завершення натиснути <ENTER>.

Приклад. Одержати дві копії кресленника деталі.

Сору(«**Копировать**») – виклик команди

Select objects: «*Выбор объекта*» клацнути лівою кнопкою миші (вказати т.1)

<i>Select objects:</i>	клацнути правою кнопкою миші (кінець вибору)
<i>Base point:</i> зової точки)	клацнути лівою кнопкою миші (вказати т.2 – вибір базової точки)
<i>Second point of displacement:</i>	клацнути лівою кнопкою миші (вказати т.3)
<i>Second point of displacement:</i>	клацнути лівою кнопкою миші (вказати т.4)
<i>Second point of displacement:</i>	<ENTER>.



Копіювання з використанням буферу обміну Windows.

При необхідності використання об'єктів з іншого рисунку AutoCAD або з файлу, створеного в іншому додатку, ці об'єкти слід скопіювати в буфер обміну Windows і потім вставити їх у поточний рисунок. Операції копіювання і вставки через буфер обміну відмінні від звичайного копіювання, де об'єкти копіюються з однієї точки в іншу в межах одного рисунку.

Примітка. При вставці об'єкта в інший рисунок, він здобуває властивості того шару, у який його вставляють (колір, тип лінії та ін.).

Креслення подібних об'єктів

Команда **Offset**(«Подобие») будує об'єкт, подібний до існуючого об'єкта із заданим зміщенням.

Offset(«Подобие») – виклик команди.

Запити:

Specify the offset distance or [Through the point Delete Layer] («Укажіть расстояние смещения или [Через точку Удалить Слой]») – вказати відстань для зміщення

Select the object to offset («Выберите объект для смещения») – вибрати об'єкт для зміщення. При цьому не використовувати січну рамку.

Specify the point that defines the side of the displacement «Укажіть точку, определяющую сторону смещения» – показати курсором, в яку сторону зміщувати, якщо було зазначено зміщення.

Якщо вибрати ключ *Through the point* («Через точку») – потрібно вказати точку, через котру буде проходити зміщений об'єкт. Відстань, що задається, повинна бути більше 0.

Приклад. Накреслити подібне коло на відстані 20 мм.

Для цього: з панелі «Изменить» вибрати кнопку «Подобие» або ж з меню «Изменить» вибрати «Подобие»

У командному рядку

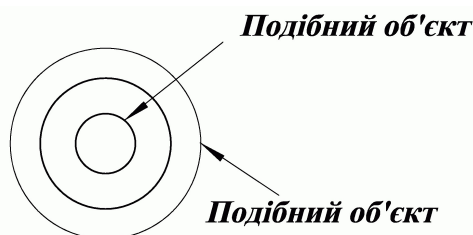
Offset distance...(«Расстояние от объекта»): **20**

Select objects to offset: вибір об'єктів

Side to offset: укажіть курсором напрям, де буде створено подібний об'єкт

Select objects to offset: повторіть операції для інших об'єктів в іншу сторону

Для виходу з команди: <ENTER>.



Дзеркальне відображення набору об'єктів

Команда **Mirror**(«Зеркало») забезпечує формування дзеркальних відображень існуючих на кресленнику об'єктів. Дзеркальне відображення об'єктів відбувається щодо осі відображення, обумовленої двома точками. Після виконання операції вихідні об'єкти можна стерти або залишити. Дзеркальне відображення дозволяється робити в будь-якій площині, рівнобіжній площині ХУ поточної КСК(UCS). Хоча допускається виконувати дзеркальне відображення видового екрана в просторі листа, на вид і на об'єкти простору моделі це ніяк не впливає.

Mirror(Зеркало) – виклик команди.

Запити:

Selection objects («Выбор объектов»)

First point of mirror line («Первая точка оси отображения»)

Second point («Вторая точка»)

Delete old objects? <N> («Удалять старые объекты?<H>»)

При дзеркальному відображенні тексти, атрибути та їхні визначення також здобувають дзеркальний вид. Для того, щоб отриманий у результаті дзеркального відображення текст мав звичний вигляд, слід привласнити системній перемінній **MIRRTXT** значення **0**. Для цього у командному рядку увести перемінну **MIRRTXT** і на запит нового значення ввести **0**. За замовчуванням ця перемінна включена.

Приклад. Виконати симетричний кресленик за допомогою віддзеркалювання.

У командному рядку :

Mirror («Зеркало»)

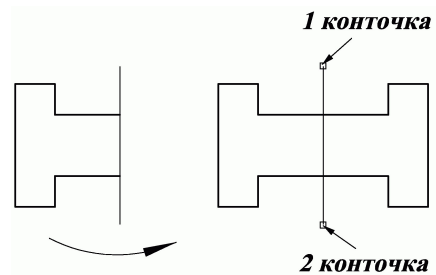
Select objects: вибір об'єктів

Select objects: <ENTER> (все обрано)

First point of mirror line: вказати на **1 конточку** лінії відображення

Second point: вказати на **2 конточку** лінії відображення

Delete old objects?: **N(H)** (видаляти чи ні старе зображення? Якщо ні, то клацнути правою кнопкою миші. Якщо видаляти, то набрати **Y(Да)** та ENTER).



Повторення набору об'єктів (масив)

Команда **Array**(«Масив») забезпечує одержання декількох копій обраних об'єктів, розміщених у прямокутній і круговій структурі або за траєкторією. Об'єкти, розміщені таким чином, називаються прямокутним або круговим масивом (Рис. 128).

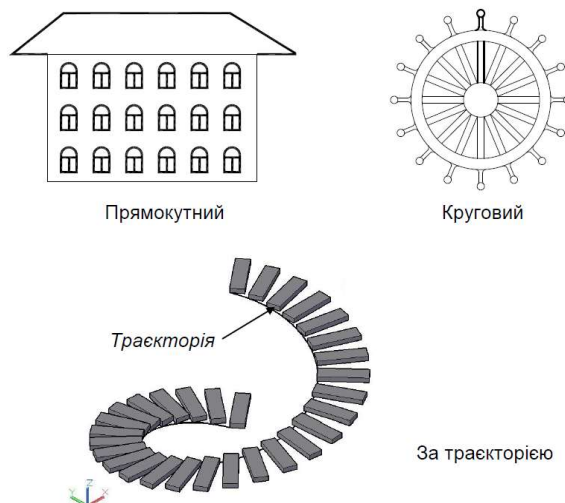


Рис. 128. Масиви

Для *прямокутного масиву* можна задати число рядків, стовпців, а також рівнів масиву, відстань між рядками і стовпцями, а також кут повороту масиву об'єктів відносно траєкторії.

Для *кругового масиву* визначається кількість об'єктів, центр, навколо якого вони розташовуватимуться, кут заповнення, спосіб заповнення масиву – з поворотом об'єктів або без повороту.

Для масиву за *траєкторією* обирається довільна (2D або 3D траєкторія), визначається кількість об'єктів, відстань між ними, а також орієнтацію об'єктів.

Важливо! Слід пам'ятати, що всі елементи масиву сприймаються як єдиний об'єкт – масив. Щоб можна було діяти з кожним елементом масиву окремо, слід розділити масив на окремі елементи за командою «**РасчлениТЬ**».

Array(«Массив») – виклик команди.

Ключі:

Rectangular («Прямоугольный») – визначення прямокутного масиву по рядках і стовпцям;

Circular («Круговой») – визначення кругового масиву

Запити для прямокутного масиву:

Number of rows («Число строк»)

Number of columns («Число столбцов»)

Distance between rows («Расстояние между строками»)

Column spacing («Расстояние между столбцами»)

Запити для кругового масиву:

Base/Array Center («Базовая/Центр массива»)

Number of elements («Число элементов»)

Filling angle («Угол заполнения»)

Angle of rotation («Угол поворота») – об'єкти повертаються щодо своєї опорної точки відповідно до повороту самого масиву.

Приклад. Створити прямокутний масив, що містить 3 стовпці і 4 рядки.

Для цього: з панелі «**Изменить**» вибрати кнопку «**Массив**» або ж з меню «**Изменить**» вибрати «**Массив**», перейти на «**Прямоугольный массив**» (Рис. 129)

У командному рядку

Array («Массив»)

Select objects («Выберите объекты»): вибрати елемент масиву (прямокутник)

Натиснути ОК або праву кнопку мишки

Select the knob to edit the array or [Associate Base Point Quantity Interval Columns Rows Levels Output] («Выберите ручку, чтобы редактировать массив или [Ассоциативный Базовая точка Количество Интервал Столбцы Строки Уровни Выход]»): Натиснути *Columns* «Столбцы»

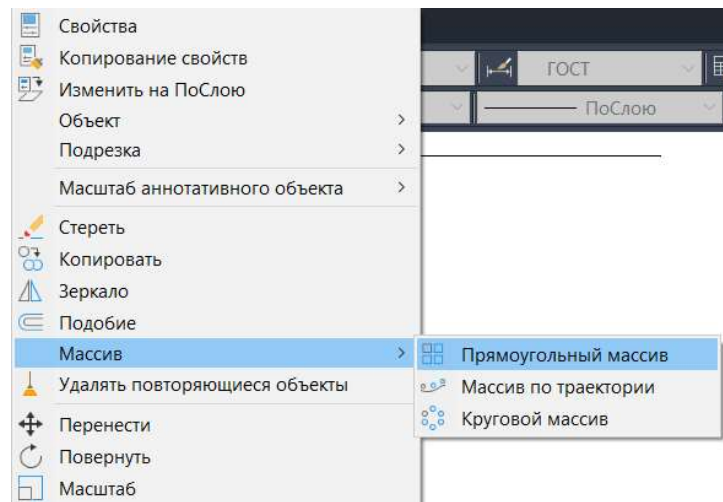
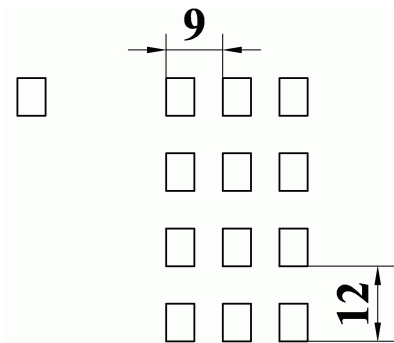


Рис. 129. Вікно виклику прямокутного масиву

Number of columns («Количество столбцов»): 3

Column spacing («Расстояние между столбцами»): 9 (відстань між стовпчиками)

Select the knob to edit the array or [Associate Base Point Quantity Interval Columns Rows Levels Output] («Выберите ручку, чтобы редактировать массив или [Ассоциативный Базовая точка Количество Интервал Столбцы Строки Уровни Выход]»): Натиснути Rows («Строки»)

Number of rows («Количество строк»): 4

Distance between rows («Расстояние между строк»): 12 (відстань між рядками)

Specify the increment between the lines («Укажите приращение между строк»): 0

<ENTER> <ENTER>

Приклад. Створити круговий масив з центром у т.35,210 у кількості 6 з кутом заповнення масиву 270°.

Для цього: з панелі «Изменить» вибрати кнопку «Массив» або ж з меню «Изменить» вибрати «Массив», перейти на «Круговой массив» (Рис. 130)

У командному рядку

Array («Массив»)

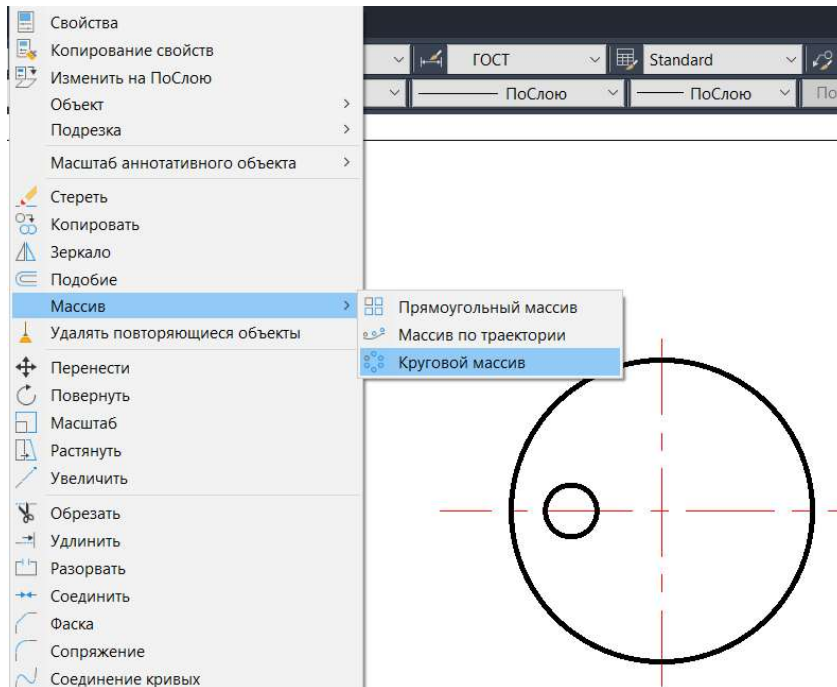
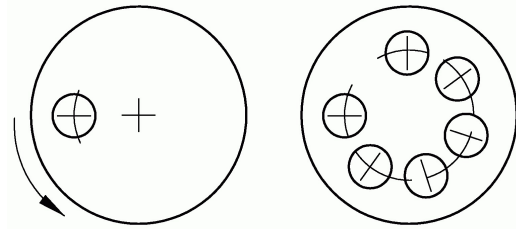


Рис. 130. Вікно виклику кругового масиву

Select objects («Выберите объекты»): вибрати елемент масиву (маленьке коло)

Натиснути ОК або праву кнопку мишки

Specify the center point of the array or... («Укажите центральную точку массива или ...»):

Натиснути на центр великого кола

Select the knob to edit the array or [Associative Base Point Objects Angle between Fill Angle Rows Levels Rotate elements Exit] («Выберите ручку, чтобы редактировать массив или [Ассоциативный Базовая точка Объекты Угол между Угол заполнения Строки Уровни Поворот элементов Выход]»): Натиснути Objects («Объекты»)

The number of elements in the array or... («Количество элементов в массиве или ...»): 6

Select the knob to edit the array or [Associative Base Point Objects Angle between Fill Angle Rows Levels Rotate elements Exit] («Выберите ручку, чтобы редактировать массив или [Ассоциативный Базовая точка Объекты Угол между Угол заполнения Строки Уровни Поворот элементов Выход]»): Натиснути Fill Angle («Угол заполнения»)

Specify the angle to fill... («Укажите угол для заполнения ...»): 270
<ENTER> <ENTER>

Поворот набору об'єктів

Команда **Rotate («Повернуть»)** змінює орієнтацію існуючих об'єктів, повертаючи їх навколо вказаної точки, що називається базовою точкою. За замовчуванням позитивне значення кута повертає об'єкт у напрямі проти годинникової стрілки, а негативне значення кута повертає об'єкт у напрямі за годинниковою стрілкою.

Базова точка може знаходитися у будь-якому місці рисунка. Кут повороту визначає, на скільки градусів об'єкт буде повернений навколо базової точки.

Команда **Rotate («Повернуть»)** забезпечує поворот набору об'єктів.

Rotate («Повернуть») – виклик команди.

Запити:

Base point («Базовая точка») – центр обертання;

Angle of rotation («Угол поворота») – задається кут, що визначає поточне положення об'єкта

Приклад. Повернути набір об'єктів на 45°.

У командному рядку :

Rotate («Повернуть»)

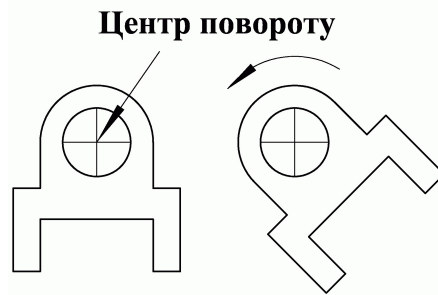
Select objects («Выберите объекты»): вибір об'єктів

Select objects («Выберите объекты»):<ENTER> (все обрано)

Base point («Базовая точка»): Вказати на центр повороту

Angle of rotation or... («Угол поворота или...»): 45 (задати кут)

<ENTER>



Масштабування набору об'єктів

Команда **Scale («Масштаб»)** дозволяє змінити розмір вибраних примітивів одночасно за осями X, Y, Z відповідно до коефіцієнта масштабування. Коефіцієнт масштабування множить розміри вибраних об'єктів на вказаний масштаб. Значення коефіцієнта масштабування більше 1 збільшує об'єкти, значення менше 1 – зменшує.

Базова точка може знаходитися у будь-якому місці рисунка. Якщо вибрана базова точка знаходиться на вибраному об'єкті, вона стає точкою прив'язки для масштабування.

Scale («Масштаб») – виклик команди.

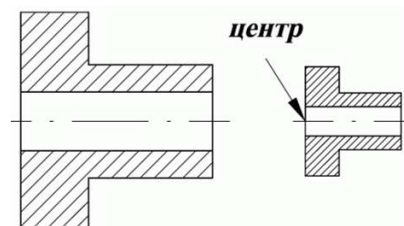
Запити:

Select objects («Выбор объектов»)

Base point («Базовая точка») – задається центр масштабування

Scale («Масштаб») – указується коефіцієнт масштабування.

Якщо масштабний коефіцієнт більше одиниці, об'єкт збільшується, якщо менше одиниці – зменшується.



Приклад. Виконати кресленик в масштабі 2:1.

У командному рядку :

Scale («Масштаб»)

Select objects («Выбор объектов»): вибір об'єктів

Select objects («Выбор объектов»): <ENTER> (все обрано)

Base point («Базовая точка»): Вказати на центр масштабування

Scale or («Масштаб или ...»): **2** (збільшити в 2 рази)

<ENTER>

Розподіл об'єкта на частини

Команда **Divide**(«Поделить») дозволяє розділити примітив на задане число рівних частин, поміщаючи мітки уздовж об'єкта в точках розподілу. Вибір об'єктів для розподілу здійснюється прямим зазначенням.

Divide(«Поделить») – виклик команди можна зробити із командного рядка і також із падаючого меню «Черчение»→«Точкой»→«Поделить».

При розподілі об'єкта за допомогою маркера видається запит:

Number of Segments/Block («Число сегментов/Блок»)

Зображення маркера визначається з меню «Формат»→«Отображение точек».

Для розподілу об'єкта на частини за допомогою блока використовується ключ «Блок».

При цьому видаються запити:

Block name to insert («Имя блока для вставки»)

Number of segments («Число сегментов»)

Приклад. Поділити дугу на 6 рівних частин.

З меню «Формат» вибрати «Отображение точек», призначити тип і розмір маркера. Потім:

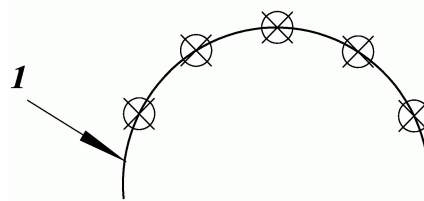
У командному рядку

Divide («Поделить»)

Select objects to divide («Выберите объекты для деления»): вибір об'єкта 1

<*Number of segments*>/*Block* («<Количество сегментов>/Блок»): **6** (кількість сегментів)

<ENTER>



Розбивка об'єкта на складові частини

Для того, щоб розбити об'єкт на частини існує команда **Break**(«Разорвать»). При цьому можна здійснити розрив без стирання або зі стиранням частини відрізка, кола, дуги, полілінії, еліпса, сплайну, прямої або променя.

Break(«Разорвать») – виклик команди.

Запит:

Select objects («Выбор объектов»)

Second point (or F for the first point) («Вторая точка(или **П** для первой точки)»)

Якщо для вибору об'єкта використовується пряме зазначення, то передбачається, що точка, яка використовується для вибору об'єкта, є точкою початку розриву. Якщо це не так, то у відповідь на запит треба ввести ключ *First* («Первая»).

Приклад. Розірвати коло в точках 1 і 2.

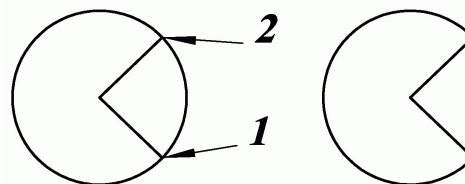
Для цього: з панелі «Изменить» вибрати кнопку «Разорвать» або ж з меню «Изменить» вибрати «Разорвать»

У командному рядку

Break («Разорвать»)

Select objects («Выбор объектов»): вибрати коло

Specify second break point or (First point) («Укажите вторую точку разрыва или (Первая точка)»): **F(П)** вибрати першу точку (точку 1)



Specify second break point («Укажіть другу точку розриву (точку 2).

Обрізання і подовження ліній

Команди **Trim**(«Обрезувати») і **Extend**(«Удлинить») дуже схожі. Вони дозволяють обрізати об'єкт (об'єкти) за допомогою інших об'єктів, що перетинають його або подовжити його до потрібного об'єкта (Рис. 131).

Спочатку потрібно вказати ріжучі кромки (об'єкт, за яким потрібно обрізати або подовжити об'єкт, що редагується), а потім вказати сам об'єкт, що обрізується (продовжується), з тих боків, де його необхідно обрізати.

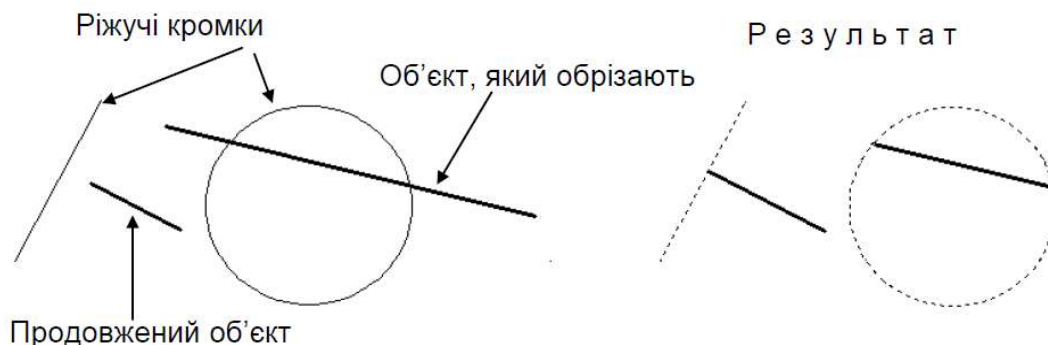


Рис. 131. Обрізання та подовження об'єктів

Відсікання частини об'єкта по заданій границі

Команда **Trim**(«Обрезувати») забезпечує часткове стирання відрізка, дуги, полілінії точно за ріжучою кромкою.

Trim(«Обрезувати») – виклик команди.

Запити:

Select the cutting edges («Виберіть режущие кромки») – ріжучими кромками можуть служити відрізки, дуги, кола, полілінії, еліпси, сплайни, прямі, промені.

Select the object to be cut («Виберіть обрезаемый объект») – необхідно вказати частину об'єкта, призначену для видалення.

Якщо обраний об'єкт не перетинає ніяка ріжуча кромка, видається повідомлення:

Об'єкт не перетинає кромку.

Приклад. Відрізати частини кола, що знаходяться за межами прямокутника.

Для цього: з панелі «Ізмінити» вибрати кнопку «Обрезувати» або ж з меню «Ізмінити» вибрати «Обрезувати»

У командному рядку

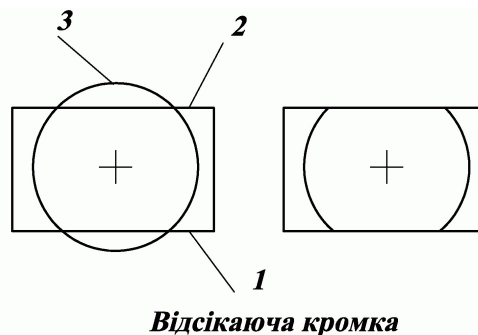
Trim(«Обрезувати»)

Select objects («Вибір об'єктів»): відсікаюча кромка, 1 і 2

Select objects («Вибір об'єктів»): <ENTER> (кромка обрана)

Select objects to trim...(« Виберіть об'єкти для обрізки...»): вказати на ділянки примітивів, що видаляються, 3

Select objects to trim...(« Виберіть об'єкти для обрізки...»):<ENTER>.



«Витягування» об'єктів до границі

Команда **Extend**(«Удлинить») подовжує існуючі об'єкти до граничної кромки. Подовжувати можна такі примітиви: відрізок, дугу, еліптичну дугу, полілінію.

Extend(«Удлинить») – виклик команди.

Запити:

Select bounding edges («Выберите граничные кромки»): – кромками можуть бути відрізки, дуги, полілінії.

Select the object to be extended («Выберите удлиняемый объект»): об'єкти вибираються зазначенням на ту частину, котра повинна подовжуватися. Припустимо тільки пряме зазначення на об'єкт.

Якщо задано кілька граничних кромок, то об'єкт подовжується доти, поки не досягне першої граничної кромки. Цей же об'єкт можна вибрати знову, щоб подовжити його до наступної граничної кромки.

Приклад. Продовжити об'єкти (відрізки) до заданої границі (дуги).

Для цього: з панелі «Изменить» вибрати кнопку «Удлинить» або ж з меню «Изменить» вибрати «Удлинить».

У командному рядку

Extend(«Удлинить»)

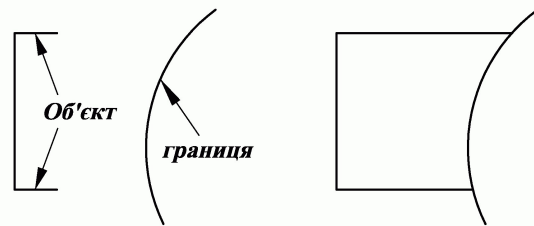
Select objects («Выбор объектов»): вибрати границю

Select objects («Выбор объектов»): <ENTER>

(все обрано)

Select objects to extend...(«Выберите объекты для удлинения...»): послідовне зазначення на об'єкти, що витягуються

Select objects to extend...(«Выберите объекты для удлинения...»):<ENTER>.



Креслення сполучень

Команда **Fillet**(«Сопряжение») використовується для створення сполучень об'єктів дугою заданого радіусу. Команда здійснює плавне сполучення відрізків, дуг, кіл або лінійних сегментів полілінії.

При зазначенні об'єктів для сполучення не можна користуватися січною рамкою.

Можна сполучати два кола, дві дуги, відрізок і коло, відрізок і дугу або коло і дугу, прямі, промені, еліпси.

Радіусом сполучення називається радіус дуги, що з'єднує об'єкти, що сполучаються. За замовчуванням радіус сполучення дорівнює або 0, або останньому введеному значенню. Зміна радіуса діє тільки на виконувани після цього сполучення, залишаючи незмінними існуючі. Поточний радіус сполучення зберігається в системній перемінній FILLETRAD.

Для завдання радіуса сполучення:

1.З меню «Изменить» вибрати «Сопряжение» або з панелі «Изменить» вибрати відповідну кнопку.

2. На запит *Enter the fillet radius* («Введите радиус сопряжения»): ввести ключ *Radius* («Радіус»).

3.Задати радіус сполучення.

4.Натиснути ENTER для повторного виклику команди *Fillet* «Сопряжение».

5.Вибрати об'єкти, що сполучаються.

Таким способом здійснюється налаштування. Запам'ятовується останній введений радіус сполучення.

Для сполучення двох відрізків:

1.З меню «Изменить» вибрати «Сопряжение» або з панелі «Изменить» вибрати відповідну кнопку.

2.Вибрати перший відрізок.

3. Вибрати другий відрізок.

Ключ *Polyline* («Полилиния») означає, що операція сполучення виконується з усією полілінією. Для вибору полілінії видається запит:

Виберіть 2-мірну полілінію:

Якщо значення радіуса сполучення відмінне від 0, то система вставить дуги сполучення в кожну вершину.

Сполучення не можна побудувати для сегментів занадто коротких, щоб їх можна було сполучити; для сегментів, що розходяться в різні сторони.

Можна побудувати сполучення для рівнобіжних відрізків, прямих, променів. При цьому діаметр дуги сполучення визначається автоматично рівним відстані між лініями.

Приклад. Зробити сполучення радіусом 10 мм відрізків 1 та 2.

Для цього: з панелі «Изменить» вибрати кнопку «Сопряжение» або ж з меню «Изменить» вибрати «Сопряжение».

У командному рядку

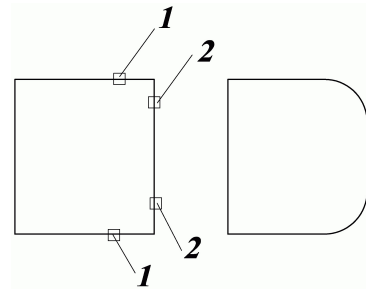
Fillet(«Сопряжение»)

Select first objects or [Polyline/raDius/Trim/...] («Выберите первый объект или [Полилиния/раДиус/Обрезка/...]:D(D) (установка радіуса сполучення)

Enter fillet radius («Выберите радиус сопряжения»): **10**
(ввести заданий радіус)

Select first objects or [Polyline/raDius/Trim/...] («Выберите первый объект или [Полилиния/раДиус/Обрезка/...]: вибрати об'єкт 1

Select second objects («Выберите второй объект»): вибрати об'єкт 2.



Креслення фасок

Команда *Chamfer*(«Фаска») виконує операцію підрізування двох непаралельних прямолінійних об'єктів на заданих відстанях від точки їх перетину (зняття фаски), будуючи при цьому новий відрізок, що сполучає точки підрізування. Команда виконується як над пересічними, так і над непересічними, відрізками (при цьому відрізки спочатку подовжуються до перетину). Зняття фасок можна виконувати для відрізків, поліліній, прямих і променів.

Для визначення розмірів фаски:

Запити:

First chamfer length («Перша довжина фаски»)

Second chamfer length («Друга довжина фаски»)

Ключі:

Polyline(«Полилиния») – дає можливість знімати фаски з полілінії;

Distance(«Дистанция») – робить налаштування довжини фаски;

Angle(«Угол») – дозволяє задати довжину для першої лінії і кут щодо першої лінії для підрізування другої лінії.

Trim(«Обрезать») – дозволяє визначити, обрізати чи ні лінії до зняття фаски.

Method(«Метод») – дозволяє вибрати один з методів завдання розмірів фасок – відстанню або відстанню і кутом.

Якщо точка перетинання об'єктів знаходиться за лімітами рисунка, а контроль лімітів включений, зняття фаски не виконується.

Приклад. Зняти фаску довжиною 5x5 мм.

Для цього: із панелі «Изменить» вибрати кнопку «Фаска» або ж з меню «Изменить» вибрати «Фаска».

У командному рядку

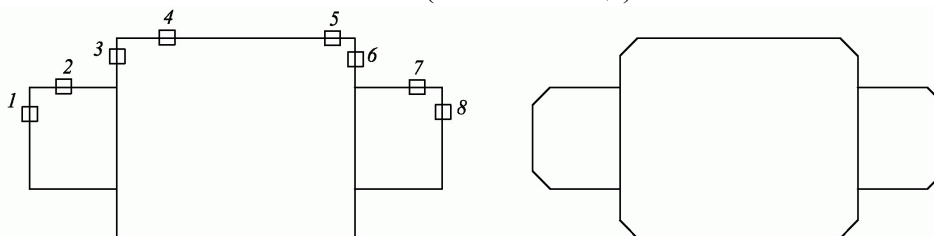
Chamfer(«Фаска»)

Select...(...Polyline/Distance...) («Выбрать...(...Полилиния/Длина...)»):D(D) (вибрати довжину фаски)

Enter first chamfer distance («Выберите первую длину фаски»): **5** (перша довжина фаски)
Enter second chamfer distance («Выберите вторую длину фаски»): **5** (друга довжина фаски)
Select... (...Polyline/Distance...): (вказати 1)
Select second line: (вказати 2)

Натиснути праву кнопку миші і повторити виконання команди «Фаска» стільки, скільки потрібно:

Select first line: (вказати 3)
Select second line: (вказати 4 тощо).



Редагування тексту

Для редагування тексту та його властивостей передбачено кілька можливостей:

- команда **Ddedit**(«*Дуалред*») або з падаючого меню «Изменить» → «Объект» → «Текст» → «Редактировать» дозволяє редагувати зміст однорядкового тексту через діалогове вікно «Редактирование текста». Також можна клацнути двічі по тексту, який потрібно редагувати, і потрапити у діалогове вікно «Редактирование текста»;
- команда **Ddmodify**(«*Дуализм*») або інструмент «Свойства» на панелі інструментів «Свойства объектов» дозволяє редагувати властивості тексту в діалоговому вікні «Текст».

Редагування за допомогою ручок

Вибрані об'єкти можна швидко відредагувати за допомогою ручок – маленьких квадратиків, які висвічуються у визначальних точках вибраних об'єктів.

Для включення ручок використовується команда **Ddgrips**(«*Дуалруч*»), або ж ця команда викликається з меню Сервис → Настройка. На екран виводиться діалогове вікно «Настройка», у якому потрібно вибрати клавішу «Выбор» (Рис. 132). Параметри ручок встановлюються на цій вкладці.

Розмір ручок – область, що дозволяє змінити розмір ручок за допомогою переміщення покажчика вліво або вправо.

Ручки – область, що дозволяє привласнити колір вибраним і невибраним ручкам.

Для видалення ручок необхідно натиснути клавішу <Esc>.

При роботі з ручками вибір об'єктів здійснюється до редагування, а маніпуляції з ними виконуються за допомогою покажчика миші або ключових слів. Деякі ручки (показані на рисунку 133 дозволяють безпосередньо впливати на об'єкт.

Найбільш зручний спосіб вибору режиму редагування за допомогою ручок – використання контекстного меню ручки (Рис. 134). Режим копіювання можна вибрати з контекстного меню – пункт *Копировать*. Режим багатократного копіювання залишається активним до того часу, поки не буде вибраний інший поточний режим ручок або натиснута клавіша <Enter> для завершення операції.

Для редагування за допомогою ручок усього примітиву (або набору примітивів) необхідно вибрати цей примітив (або набір примітивів), натиснути праву кнопку миші і за допомогою меню, що з'явиться, можна виконати такі команди: «Стереть», «Переместить», «Копировать выбранные», «Масштаб», «Повернуть» (Рис. 134).

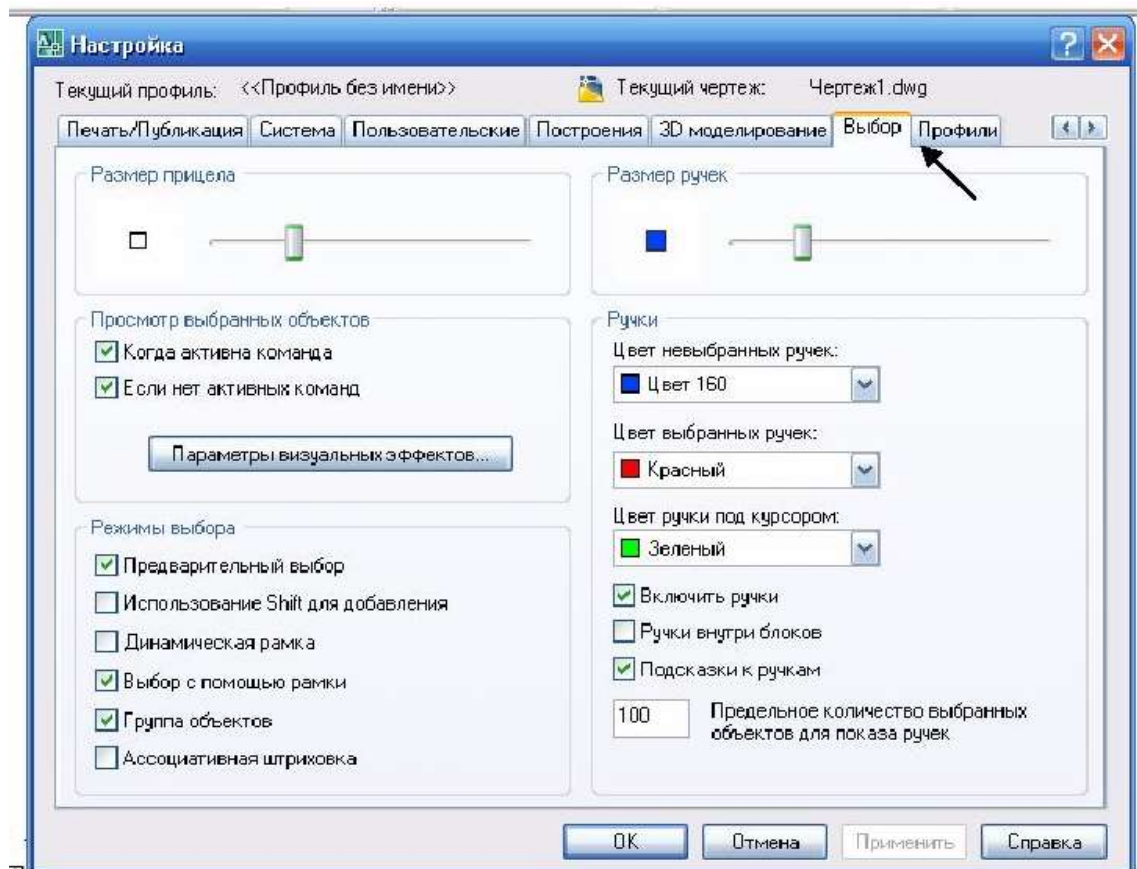


Рис. 132. Діалогове вікно «Настройка»

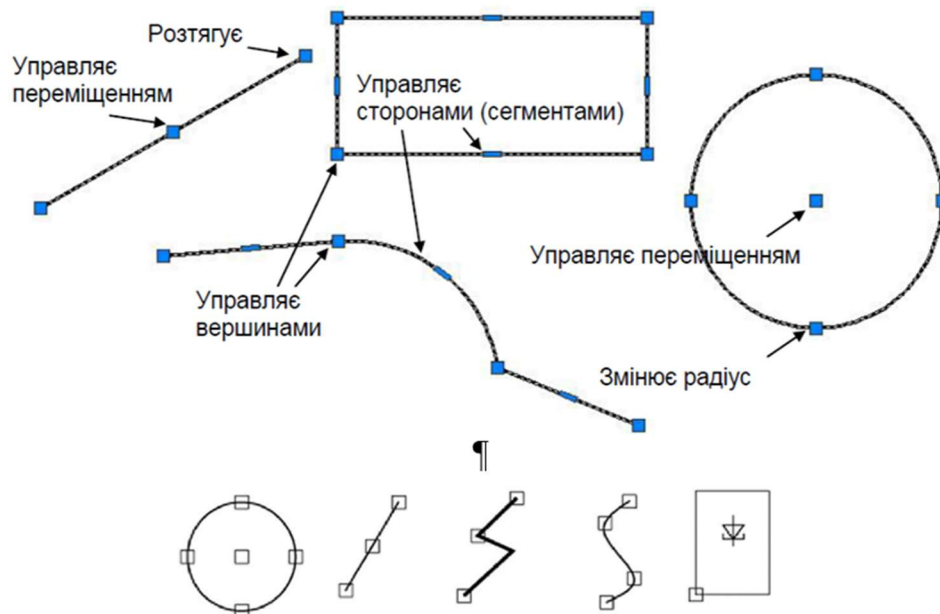


Рис. 133. Приклади примітивів з ручками

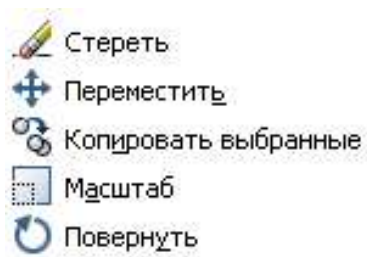


Рис. 134. Контекстне меню ручки

Блоки теж мають ручки. За бажанням користувача можна підключати одну ручку для блоку в цілому у точці вставки блоку, або ручки для кожного окремого об'єкта блоку. Ці параметри для ручок блоку також встановлюються на вкладці «*Выбор*» діалогового вікна «*Настройка*» прапорцем «*Ручки внутри блока*».

5.13. Штрихування

У AutoCAD є можливість завдання різних типів штрихувань. Штрихуванням називається заповнення зазначеної області за визначеним зразком.

Штрихування замкнутої області або контуру, відбувається за допомогою команд *Hatch*(«*Штрих*») і *Bhatch*(«*Контур*»).

Команда «*Контур*» дозволяє штрихувати замкнену область як шляхом простого зазначення всередині контуру, так і шляхом вибору об'єктів. Ця команда дозволяє наносити асоціативне і неасоціативне штрихування. *Асоціативність тут означає, що при зміні границь змінюється і штрихування. Неасоціативне штрихування не залежить від контуру границі.*

Визначення контуру в команді «*Контур*» відбувається автоматично на підставі зазначення точки, що належить області, яку потрібно заштрихувати. Всі об'єкти, що цілком або частково потрапляють в область штрихування і не є її контуром, ігноруються і не впливають на процес штрихування. Контур може містити виступаючі краї й острівці, які можна або штрихувати, або пропускати. Острівцями називаються замкнені області, розташовані всередині області штрихування. Контури можна визначати також шляхом вибору об'єктів.

Викликати команду «*Контур*» можна з падаючого меню «Черчение» або ж клацнувши по піктограмі на однойменній панелі. На екрані з'являється діалогове вікно «Штриховка и градиент» (Рис. 135). Кнопкою «Структура» вибирається тип штрихування.

Можна створити свій тип штрихування. Для цього в області «Тип» зі списку, що розкривається, вибрати «Пользовательский». Після цього задати кут нахилу штрихування, відстань між лініями штрихування, включити, якщо необхідно перемикач «Крест-накрест» для відрисовки додаткових ліній під кутом 90° до основних ліній штрихування.

Можна створити асоціативне штрихування або відмовитися від формування блока, що містить усі лінії штрихування. Для цього необхідно включити відповідно перемикачі «Асоциативная» або «Создавать отдельные штриховки» в області «Настройка».

Для автоматичної побудови контуру штрихування необхідно натиснути кнопку «Добавить: точки выбора». AutoCAD запросить внутрішні точки. Для побудови декількох контурів необхідно вибрати кілька внутрішніх точок.

Якщо AutoCAD визначає, що контур незамкнений або точка знаходиться не всередині контуру, на екрані з'явиться повідомлення про помилку.

Для вибору об'єктів як контур штрихування необхідно вказати кнопку «Добавить: выбрать объекты».

Для вибору контуру, заснованого на параметрах, відмінних від заданих, необхідно вказати кнопку «Дополнительные опции». На екрані з'явиться діалогове вікно додаткових опцій. Область «Набор контуров» дозволяє визначити набір контурів.

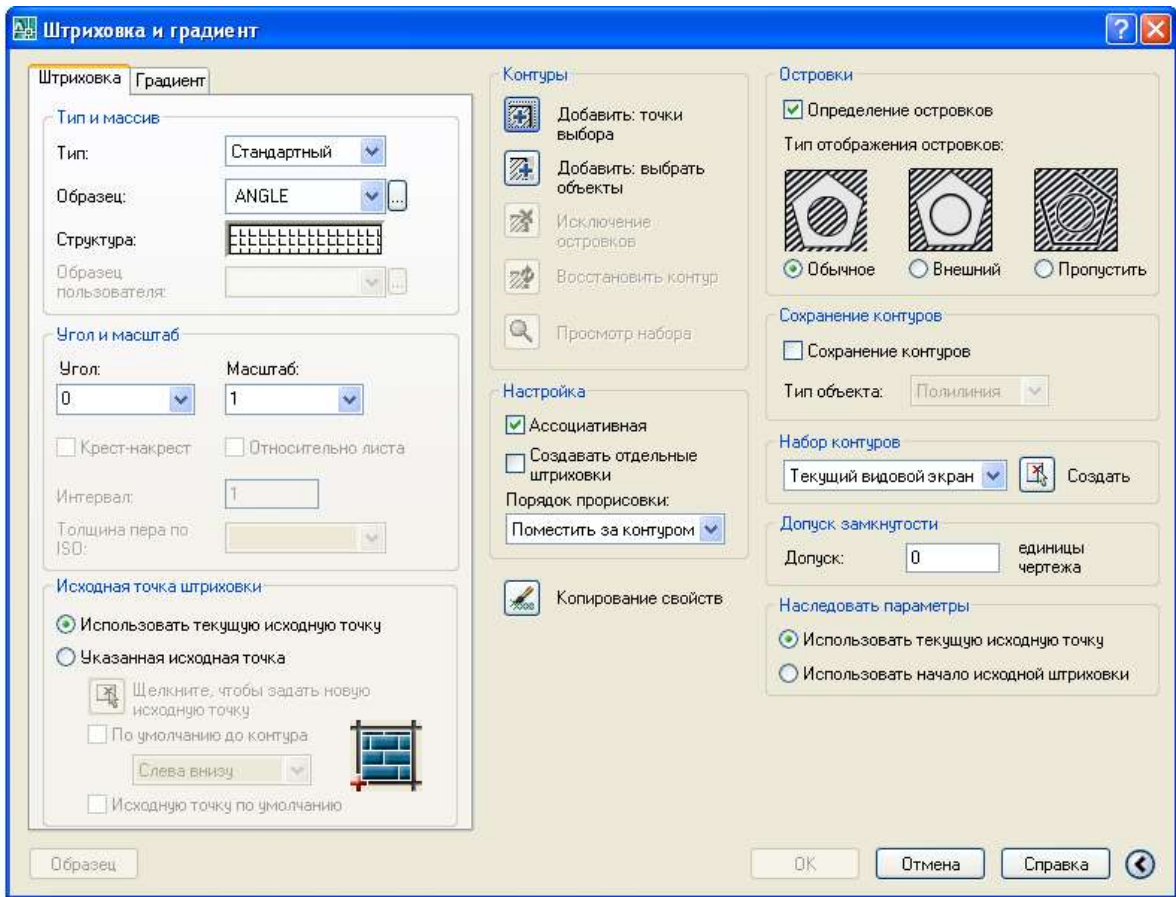


Рис. 135. Діалогове вікно «Штриховка и градиент»

В області «Островки» можна задати наступні стилі штрихування:

- **нормальный стиль** – це коли області, відділені від околиці зовнішнього контуру непарним числом перетинань, заштриховуються, а області, відділені від околиці зовнішнього контуру парним числом перетинань, не заштриховуються;
- **зовнішній стиль** – це коли штрихується область від зовнішнього контуру до першого внутрішнього перетинання;
- **ігноруючий стиль** – це коли заштриховується вся область без урахування її внутрішньої структури.

Команда «Штрих» дозволяє наносити тільки неасоціативне штрихування, що може використовуватися, наприклад, для штрихування ділянок рисунка, що не мають замкнених границь.

Приклад.



5.14. Нанесення розмірів

Розміри виражають геометричні величини об'єктів, відстані і кути між ними, координати окремих точок. В AutoCAD розміри бувають трьох основних типів: лінійні, радіальні та кутові.

Лінійні розміри поділяються на горизонтальні, вертикальні, рівнобіжні, нахилені, ординатні, базові та розмірні ланцюги.

Зображення розмірів містять наступні складові елементи:

- *розмірну лінію* – лінію зі стрілками на кінцях, виконану паралельно відповідному виміру.

Для кутових розмірів розмірною лінією є дуга;

- *стрілки* – стрілки, зарубки або довільний маркер, обумовлений як блок, для позначення кінців розмірної лінії;

- *виносну лінію* – тільки для лінійних і кутових розмірів;

- *розмірний текст* – текстовий рядок, що містить розмір. Можна прийняти розмір, автоматично обчислений AutoCAD, або замінити його на свій текст.

- *допуски* – текст, що відповідає величинам припустимих відхилень від номіналу;

- *межі* – при необхідності допуски можуть бути додані до розмірів. У цьому випадку розмірний текст буде являти собою верхнє та нижнє значення, тобто гранично допустимі розміри, а не номінальний розмір з допусками;

- *альтернативні одиниці* – розмір можна задавати одночасно в двох системах виміру;

- *винесення* – використовуються, якщо розмірний текст неможливо розмістити поруч з об'єктом;

- *маркер центра й осьові лінії* – маркер – невеликий хрестик, що відзначає центр кола або дуги. Осьові лінії – лінії з розривом, що перетинаються в центрі кола або дуги і поділяють її на квадранти.

Зображення розміру – усі лінії, стрілки, дуги й елементи тексту, що складають розмір, будуть розглядатися як один розмірний примітив, якщо встановлено режим *асоціативного* оброзмірювання. Асоціативні розміри змінюються відповідно до зміни елементів, що оброзмірюються.

Для встановлення параметрів розмірів служить розмірний стиль.

Розмірний стиль – це поійменована сукупність значень усіх розмірних перемінних, визначальний вид розміру на кресленіку. Усі розміри створюються з використанням поточного розмірного стилю. За замовчуванням використовується стиль **STANDARD**.

Роботу з розмірними стилями забезпечує команда **DDIM (ДИАЛПАЗМ)** за допомогою діалогового вікна **Dimension Styles («Диспетчер размерных стилей»)**, пункт **Style...** («Стиль...») падаючого меню **Dimension («Размеры»)**.

Налаштуємо розмірний стиль. Для цього:

а) із меню «Формат» викликати «Размерные стили»)

б) для створення нового розмірного стилю у вікні «Диспетчер размерных стилей» клацнути по клавіші «Новый» і дати ім'я стилю, наприклад «Навчальный», потім вибрати «Далее» (Рис. 136).

в) у вікні, що відкрилося, «Новый размерный стиль: Навчальный», зробити таке:

– по закладці «Линии» – змінити «Отступ от объекта», установити 0 (Рис. 137)

– по закладці «Символы и стрелки» – установити «Размер стрелки» 5 (Рис. 138)

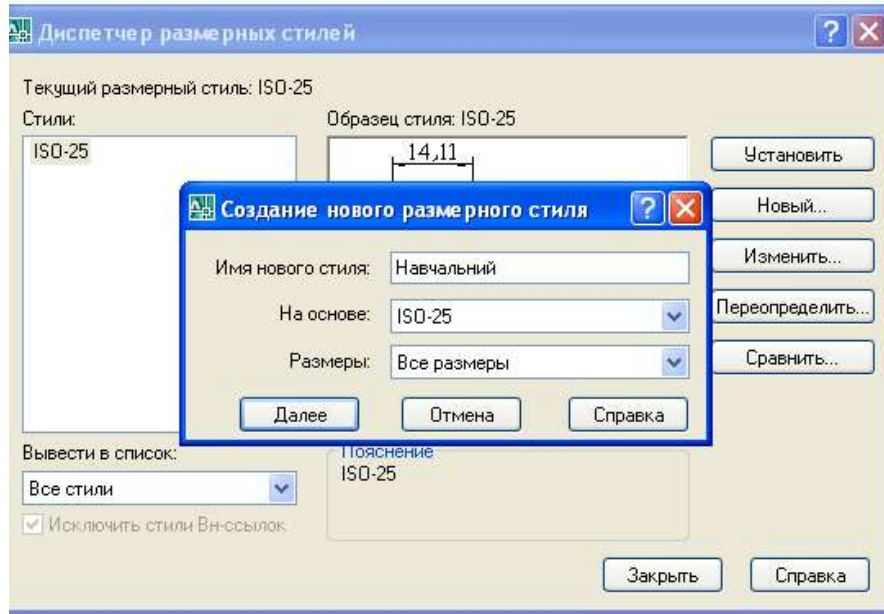


Рис. 136. Вікно створення нового розмірного стилю

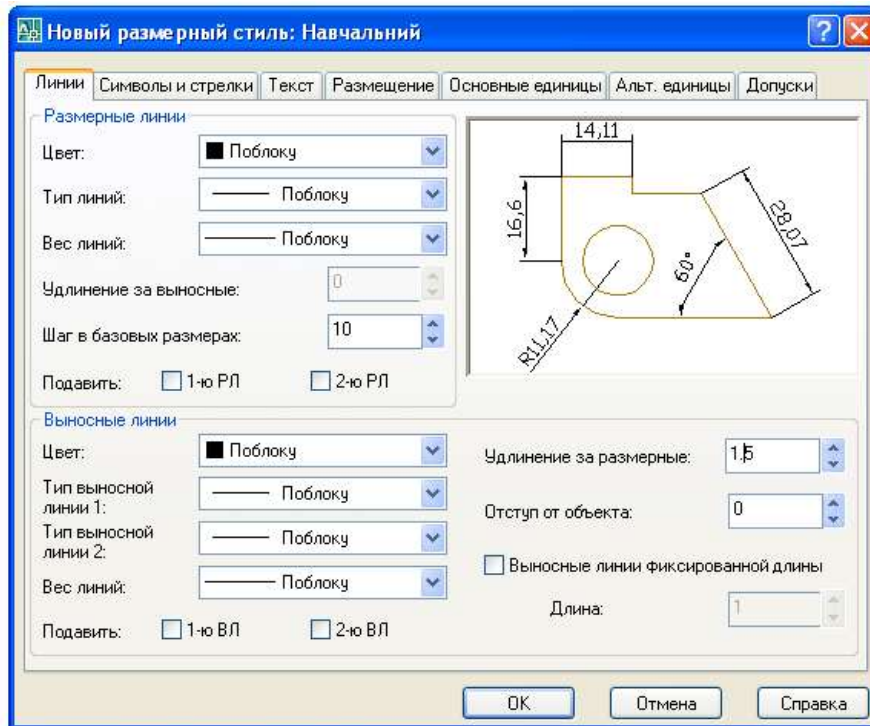


Рис. 137. Вид розмірного стилю по закладці «Линии»

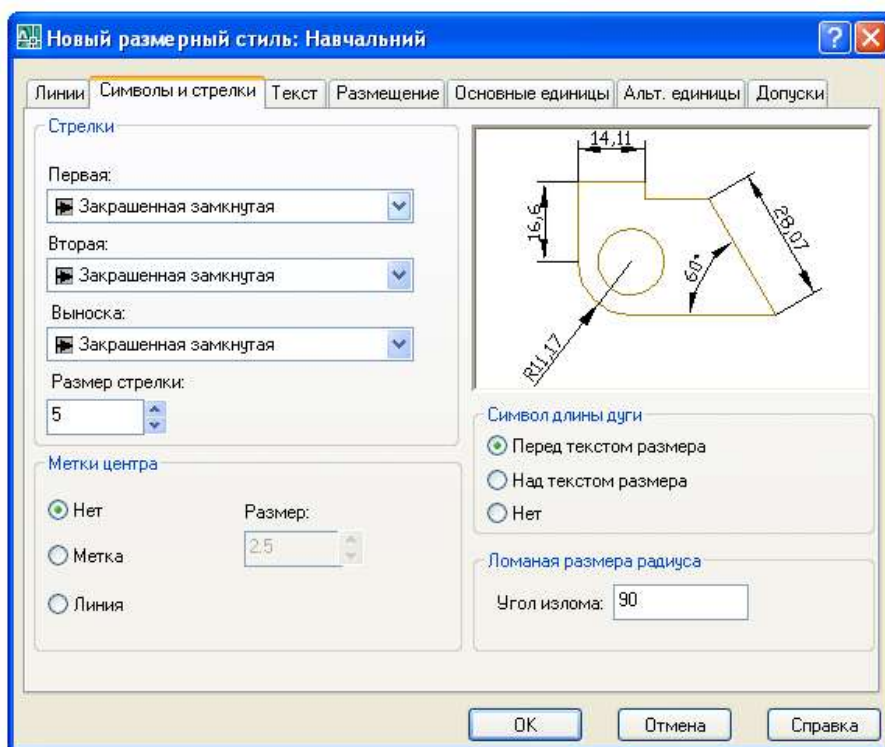


Рис. 138. Вид размерного стиля по закладке «Символы и стрелки»

– по закладке «Текст» – установить метку на «Вдоль размерной линии» и в области «Выравнивание текста по вертикали» выбрать «Над линией» (Рис. 139)

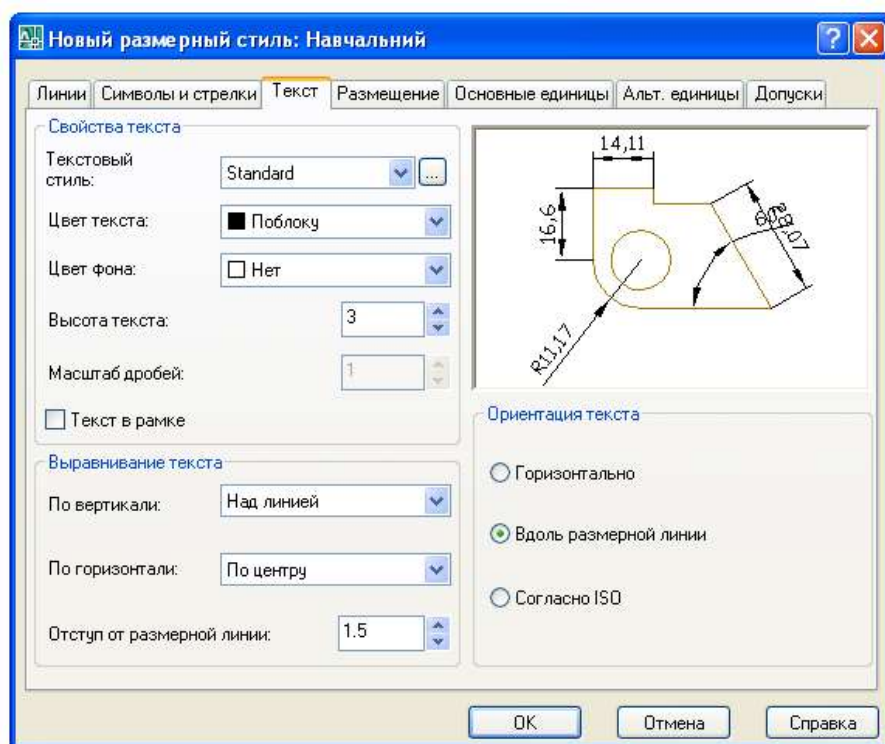


Рис. 139. Вид размерного стиля по закладке «Текст»

– по закладці «Размещение» – установити мітку на «Размерная линия между выносными» (Рис. 140)

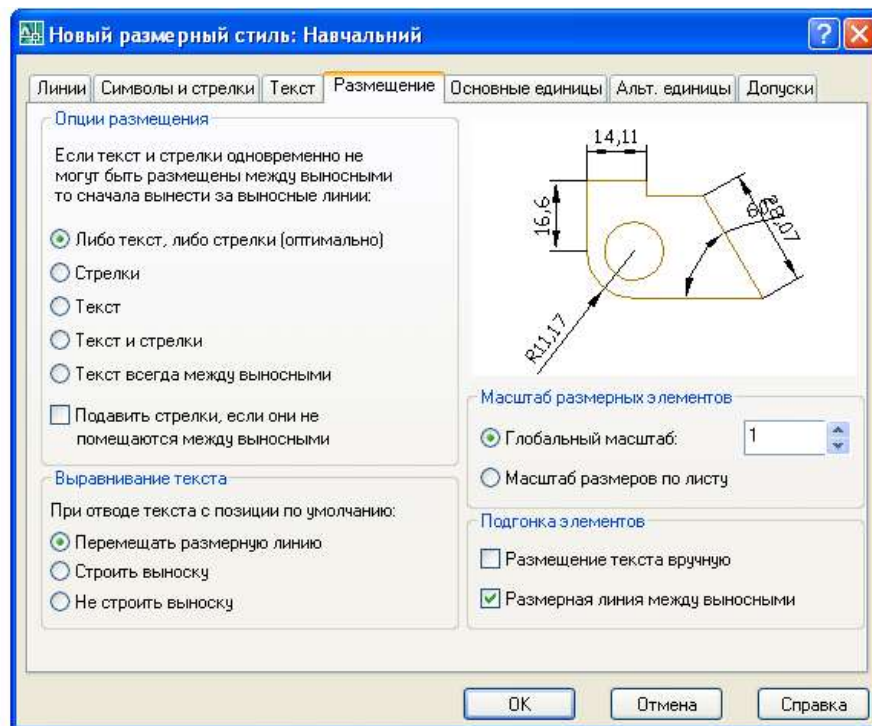


Рис. 140. Вид розмірного стилю по закладці «Размещение»

– по закладці «Основные единицы» – установити «Точность» рівну 0 (Рис. 141)

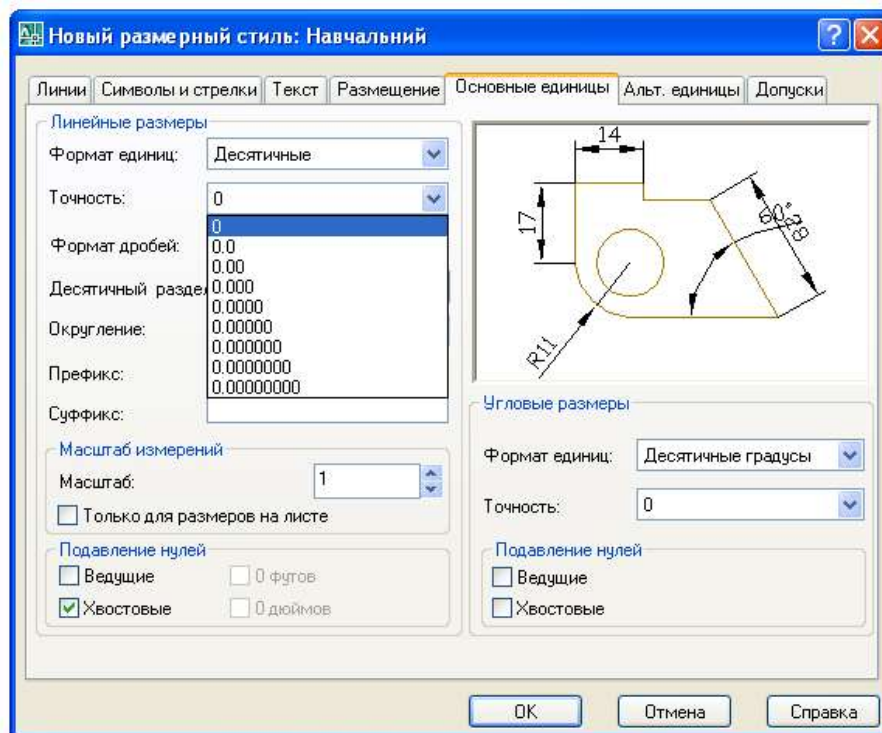
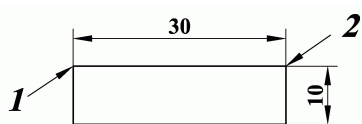


Рис. 141. Вид розмірного стилю по закладці «Основные единицы»

Для простановки розмірів служить меню «*Размеры*» або відповідна панель інструментів.

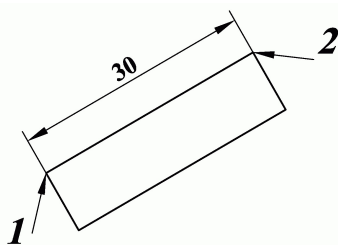
Приклад. Проставити лінійні розміри прямокутника.

1. Із меню «Размеры» викликати «Линейный» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. За допомогою об'єктної прив'язки «Контточка» вказати точку 1, потім точку 2, витягнути розмір на визначену відстань і клацнути лівою кнопкою миші.



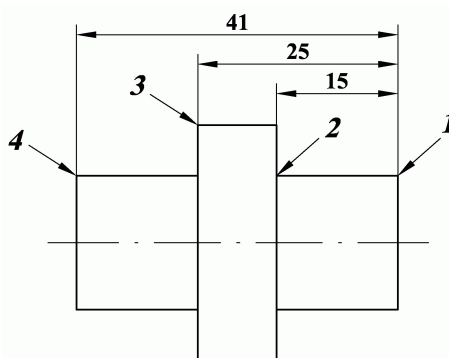
Приклад. Проставити нахилений розмір прямокутника.

1. Із меню «Размеры» викликати «Параллельный» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. За допомогою об'єктної прив'язки «контточка» вказати точку 1, потім точку 2, витягнути розмір на визначену відстань і клацнути лівою кнопкою миші.



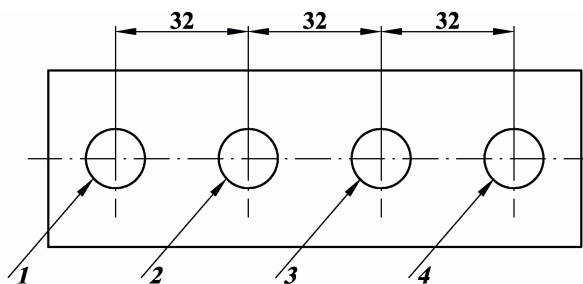
Приклад. Простановка базового розміру.

1. Із меню «Размеры» викликати «Линейный» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. За допомогою об'єктної прив'язки «Контточка» вказати точку 1, потім точку 2, витягнути розмір на визначену відстань і клацнути лівою кнопкою миші.
3. Із меню «Размеры» викликати «Базовый» або ж клацнути по однойменній піктограмі. За допомогою об'єктної прив'язки «контточка» вказати точку 3, потім точку 4.



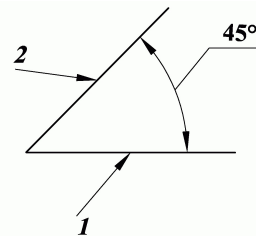
Приклад. Простановка послідовного розмірного ланцюга.

1. Із меню «Размеры» викликати «Линейный» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. За допомогою об'єктної прив'язки «Центр окружности» вказати точку 1, потім точку 2, витягнути розмір на визначену відстань і клацнути лівою кнопкою миші.
3. Із меню «Размеры» викликати «Продолжить» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
4. За допомогою об'єктної прив'язки «Центр окружности» вказати точку 3, потім точку 4.



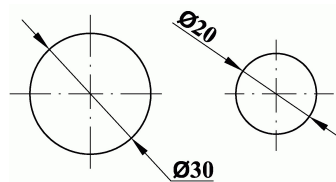
Приклад. Простановка кутового розміру.

1. Із меню «Размеры» викликати «Угловой» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. Вказати 1, потім 2, витягнути розмір на визначену відстань і клацнути лівою кнопкою миші.



Приклад. Простановка розміру на діаметр.

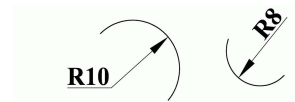
1. Із меню «Размеры» викликати «Диаметр» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. Вказати коло, витягнути розмір на визначену відстань клацнути лівою кнопкою миші.



i

Приклад. Простановка розміру на радіус.

1. Із меню «Размеры» викликати «Радиус» або ж клацнути по однойменній піктограмі.
2. Вказати дугу, витягнути розмір на визначену відстань і клацнути лівою кнопкою миші.



Приклад. Виконання осьових ліній.

У командному рядку:

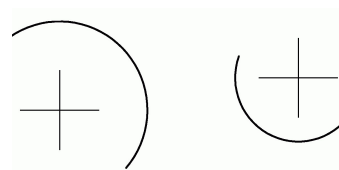
Dimcen (установка розміру осей)

Current value....:20(задати розмір осей)

<ENTER>

Dimcenter

Select arc or circle: вказати коло або дугу.



5.15. Розподіл кресленика (рисунок) за шарами

Використання шарів дозволяє створювати кресленик в шарах, у яких об'єднані взаємозалежні елементи його опису. Шари рисунка можна порівняти з листами прозорої кальки. Уявімо, що в нас є прозорі листи паперу. На першому листі дано графічне зображення деталі, на другому – її розміри, на третьому – штрихування. Якщо накласти один на одного всі три листи, то кресленик деталі буде відображено з розмірами і штрихуванням. Якщо забрати третій лист, то залишиться зображення деталі з розмірами. Якщо видалити тільки другий лист, то зображення вийде зі штрихуванням без розмірів.

Створення об'єктів виконується в *поточному* шарі.

Шар має наступні властивості:

Name («Імя») – у цьому полі вказується ім'я шару. Воно може містити до 31 символу, включаючи букви, цифри і спеціальні символи: Ім'я шару не може містити пробілів;

On («Вкл») – у цьому стовпці вказується стан шару. Шар може бути видимим **ON («Вкл»)** або невидимим **OFF («Откл»)**. Зображуються на екрані і викреслюються на папері тільки ті примітиви, що належать видимому шару, однак примітиви в невидимих шарах є частиною рисунку і беруть участь у регенерації;

Freeze («Заморожен») – заморожування означає відключення *видимості* шару і виключення з генерації примітивів, що належать замороженому шару при регенерації. При цьому підвищується швидкість виконання такої команди, як **ZOOM («ПОКАЖИ»)**. За замовчуванням кожний шар заморожений, про що свідчить значок у вигляді сонечка. Клацнувши по цьому значку мишкою, ви заморозите шар (тоді замість сонечка буде показана сніжинка). Відповідно, клацнувши мишкою по сніжинці, ви розморозите шар, і замість сніжинки знову з'явиться сонечко;

Lock («Блок») – примітиви на блокованому шарі залишаються видимими, але їх не можна редагувати. Блокований шар можна зробити поточним, на ньому можна креслити, змінювати колір і тип лінії, заморожувати і застосовувати до накреслених на ньому примітивам команди довідок і об'єкту прив'язку. Розблоковані шари позначаються значком у вигляді відкритого замка, а заблоковані – у вигляді закритого замка;

Color («Цвет») – визначає колір примітивів заданого шару;

Linetype («Тип лінії») – ім'я типу лінії, яким будуть відрисовуватись усі відрізки, кола, дуги і двомірні полілінії, що належать шару;

Lineweight («Вес лінії») – вказується товщина лінії. Дана товщина буде використовуватись для всіх об'єктів на даному шарі;

Plot Style («Стиль печаті») – вказується стиль креслення шару. У розширених налаштуваннях діалогового вікна **Plot** («Печать») є список **Plot style table** («Таблиця стилей печаті»). У ньому можна вибрати колірний стиль, що повинен бути застосований до кресленника при друку. Завдяки цьому можна змінити колірне виконання кресленника, замінивши при друці одні кольори іншими.

Plot («Печать») – тут задається, чи буде друкуватися даний шар при виводі кресленника чи ні. Шари, для яких встановлено значок у вигляді принтера, роздруковуватись будуть. Якщо ж по цьому значку клацнути мишкою, то з'явиться значок заборони, і всі побудови на шарі виводитись на друк не будуть.

Примітка. Шар з ім'ям **Defpoints** заборонений для друку, тому його потрібно використовувати для побудов тільки як допоміжний.

При створенні нового рисунка автоматично створюється шар з ім'ям **0**, якому привласнюється **білий колір і тип лінії CONTINUOUS** («БЕСПЕРЫВНЫЙ»). Шар **0** не може бути вилучений і перейменований.

Наявність у кресленнику шарів і їх властивостей можуть визначатися шаблоном. Тип лінії та колір примітивів можна встановити як співпадаючими із шаром **BYLAYER** («ПОСЛОЮ»), так і відмінними від нього.

Керування *установками властивостей* шарів забезпечують команди **DDLMODES** («ДИАЛСЛОЙ») і **LAYER** («ШАР»), пункт **Layer...** («Слои...») падаючого і екранного меню **Format** («Формат») через діалогове вікно **Layer & Linetype Properties** («Диспетчер свойств слоев»). Через це вікно можна створити новий шар, встановити для всіх примітивів або об'єктів колір і тип лінії, зробити необхідний шар поточним.

Створення нового шару і типів ліній

Щоб створити новий шар, треба натиснути кнопку «Диспетчер свойств слоев» на панелі інструментів «Слои». У вікні, що з'явиться, перераховані елементи управління шарами, існуючі шари та їхні властивості (Рис. 142). Нові шари доцільно перейменувати відповідно до їхнього призначення.

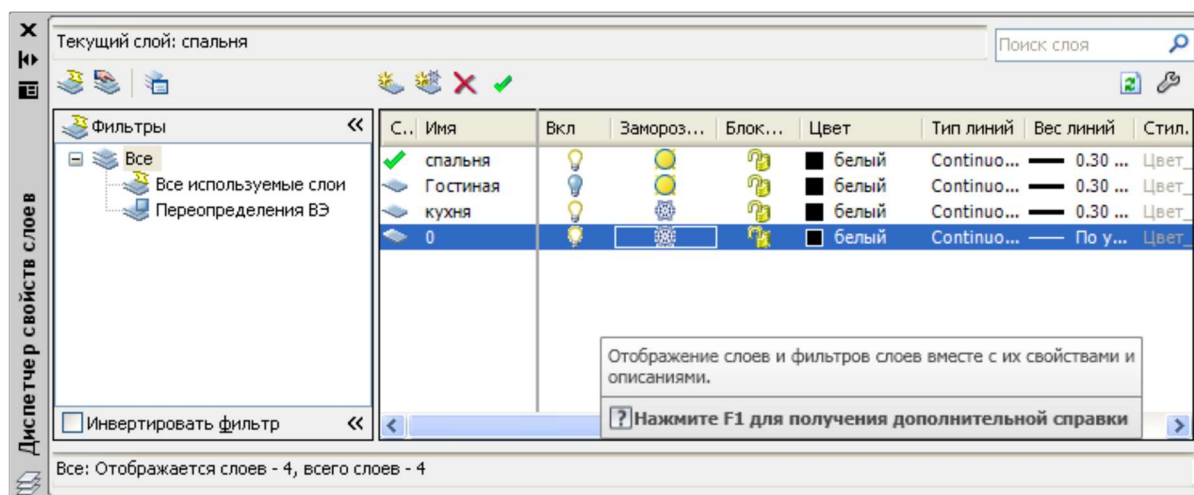


Рис. 142. Властивості шарів у вікні «Диспетчер свойств слоев»

Один з шарів може бути *поточним шаром*, на якому проводяться побудови необхідних для даного шару елементів.

При створенні нового шару необхідно задати *колір, тип і товщину* лінії клацанням у відповідних стовпцях (*Цвет, Типы линий, Вес линий*) того або іншого шару вікна диспетчера. У діалоговому

вікні встановити потрібну властивість. Властивості шару налаштовуються точно так же, як і властивості об'єктів.

5.16. Блок

Блоком (або описом блока) називається сукупність зв'язаних об'єктів рисунка, що обробляються як єдиний об'єкт. Блоки можна вставляти в рисунок з масштабуванням і поворотом. Можна розчленовувати їх на складові об'єкти і редагувати, а також змінювати опис блока. В останньому випадку AutoCAD обновлює всі існуючі входження блока і застосовує новий опис до блоків, що знову вставляються.

Застосування блоків спрощує процес креслення. Блоки можна використовувати, наприклад, у наступних цілях:

- ◆ Для створення стандартної бібліотеки символів, вузлів і деталей, які часто використовуються. Після цього можна необмежене число разів вставляти ці блоки, замість того щоб щоразу креслити всі їхні елементи.

- ◆ Для швидкого й ефективного редагування рисунків шляхом вставки, переміщення і копіювання цілих блоків, а не окремих геометричних об'єктів.

- ◆ Для економії дискового простору шляхом адресації усіх входжень одного блока.

Блок може складатися з примітивів, створених на різних шарах, з різними кольорами і різними типами ліній. Усі ці властивості примітивів зберігаються при об'єднанні їх у блок і при вставці блока в рисунок. Однак є три виключення:

- примітиви, створені на спеціальному шарі з ім'ям 0, при вставці блока генеруються на поточному шарі;
- примітиви, створені в кольорі ПОВЛОКУ, успадковують колір блока;
- примітиви, створені типом лінії ПОВЛОКУ, успадковують тип лінії блока.

Блок може містити в собі інші блоки. Використання блоків дозволяє значно заощадити пам'ять. При кожній новій вставці блока в рисунок AutoCAD додасть до наявної інформації лише дані про місце вставки цього блока, масштабні коефіцієнти та кути повороту.

З кожним блоком можна зв'язати атрибути, тобто текстову інформацію, що користувач може змінювати в процесі вставки блока в рисунок і яка може зображуватися на екрані або залишатися невидимою.

При вставці блока на кресленику з'являється зображення блока. Під час кожної вставки блока задаються масштабні коефіцієнти і кут його повороту. Масштабні коефіцієнти по різних осях (X, Y, Z) можуть бути різні.

Використання блоків в AutoCAD надає можливість систематичної організації задач креслення; при цьому спрощується створення, редагування і сортування об'єктів рисунка і зв'язаної з ними інформації.

Створення блока

Для створення блока використовується команда **ВМАКЕ («СБЛОК»)**, після її включення заповнюється інформація у вікні створення блока – вибираються об'єкти, що входять в блок, вказується базова точка вставки, блоку привласнюється ім'я. Створений блок є складовою частиною кресленика і може бути вставлений у нього кілька разів. Цю операцію доцільно використовувати у випадку присутності в схемі декількох однакових апаратів або однотипних елементів в конструкції апарата.

Для поповнення бібліотеки можна зберегти в ній знову створений блок за допомогою команди **WBLOCK («ПБЛОК»)**, указавши його ім'я і маршрут до бібліотеки.

Вставка блока

При вставці в рисунок іншого рисунка AutoCAD обробляє вставлений рисунок так само, як і звичайне входження блока. Наступні вставки виробляються на підставі опису блока (у ньому перераховані його геометричні об'єкти); при цьому можна задавати різні положення блока, масштабні коефіцієнти і кути повороту

За замовчуванням AutoCAD використовує як базову точку для рисунків, що вставляються, точку з координатами 0,0,0. Змінити це можна, відкривши поточний рисунок і задавши за допомогою команди.

1. З меню «Вставка» вибрати «Блок»

2. У діалоговому вікні «Вставка» задати ім'я блока і місце його вставки в поточний рисунок, а також вказати, чи потрібно розчленовувати блок після вставки.

3. Якщо зроблено модифікацію зовнішнього DWG-файлу, з якого був прочитаний блок, можна виконати перевизначення блока в поточному рисунку, натиснувши кнопку «Файл» і вказавши ім'я файлу.

4. Усі входження блока в поточному кресленнику обновлюються на підставі вмісту зазначеного файлу.

5. Натиснути «ОК».

Розчленування блоків

При розчленуванні єдині об'єкти перетворюються в сукупність окремих складових частин. Видимого ефекту команда не робить. Наприклад, полілінії, прямокутники, кільця і багатокутники розбиваються при розчленуванні на відрізки і дуги. Групи при розчленуванні розпадаються на складові елементи або більш дрібні групи.

Зовнішній вигляд розчленованого об'єкта залишається тим же, однак у результаті наявності плаваючих кольорів, шарів і типів ліній може відбутися зміна кольорів і типів ліній об'єктів.

При розчленуванні полілінії інформація про її ширину губиться. Результуючі відрізки і дуги розташовуються вздовж її осової лінії. Якщо виконується розчленування блока, що містить полілінію, її потрібно буде розчленовувати окремо. При розчленуванні кільця його ширина також стає нульовою.

Розчленування блоків з нерівними масштабними коефіцієнтами по осях X, Y і Z, може привести до самих несподіваних наслідків. Зовнішні посилання і зв'язані з ними блоки розчленовувати не можна.

Для розчленування об'єкта:

1. З меню «Изменить» вибрати «Расчленить» або з панелі «Изменить» вибрати відповідну кнопку.

2. Вибрати об'єкти, які потрібно розчленувати.

Приклад. Створити блок «Вікно» і вставити його в план стін, перегородок будівлі.

Створення блоків

За виконаними розрахунками креслимо вікна. Досить створити одне вікно і зберегти його як блок. Збережені частини кресленника, всі кресленники або окремі символи (що розглядаються як блоки) можна вставити у вказане місце кресленника під визначеним користувачем кутом і з зазначеним масштабним коефіцієнтом. Блоку присвоюється ім'я, на яке дається посилання при його вставці в кресленник. Блок розглядається як єдиний об'єкт, для виділення якого досить вказати одну з його точок.

Креслимо вікно, як показано на рисунку 143, і створюємо блок:

Draw → Make Block («Черчение → Блок → Создать»)

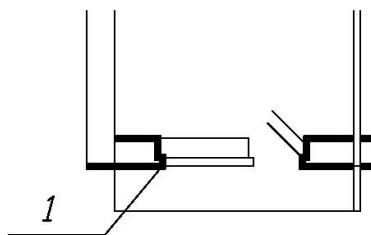


Рис. 143. Блок вікна

При виконанні команди **Block («Блок»)** відкривається діалогове вікно *Block Definition («Описание блока»)* (Рис. 144), яке використовується для збереження об'єктів у вигляді блоків. У списку, що розкривається *Name («Имя»)* вводиться ім'я блоку, що створюється. Ім'я блоку може містити до 255 символів і складатися з букв, цифр, пробілів, спеціальних символів.

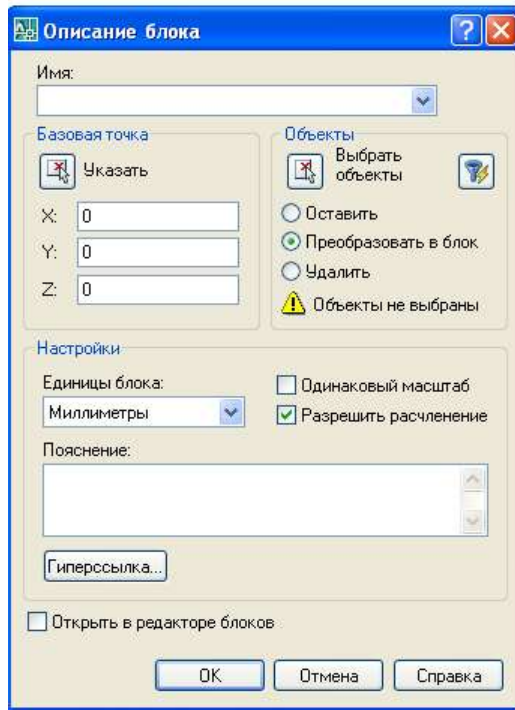


Рис. 144. Діалогове вікно створення блоку

Після введення імені вказується базова точка вставки блоку в кресленик, щодо якої визначається положення блоку. Зазвичай в якості точки вставки блоку призначається або його центральна точка, або його ліва нижня вершина. Дана точка приймається в якості початкової точки системи координат блоку. При натисканні на кнопки, розташовані в розділі *Base point* («Базовая точка»), діалогове вікно *Block Definition* («Описание блока») тимчасово видаляється з екрану, і на екрані вказується положення базової точки (на рисунку 143 точка 1).

Після призначення базової точки вставки виділяються об'єкти, що входять в блок. Якщо об'єкти не виділені, то в нижній частині розділу *Objects* («Объекты») виводиться попередження *No objects selected* («Объекты не выбраны»). При натисканні на кнопки *Select objects* («Выбрать объекты») діалогове вікно тимчасово видаляється з екрану, і для вибору об'єктів можна скористатися будь-яким методом виділення. Повернення до діалогового вікна здійснюється натисканням правої кнопки миші або натисканням на клавішу *Enter*.

У списку, що відкривається *Name* («Имя») представлені імена всіх блоків, що є в кресленику, це дозволяє перевірити, чи був збережений створений блок. Для завершення визначення блоку слід клацнути *OK*.

Повторюємо все описане вище, виділяємо рамкою об'єкти вікна на кресленику (Рис. 145), точка вставки 1, і, таким чином, створюємо блок вікна 1.

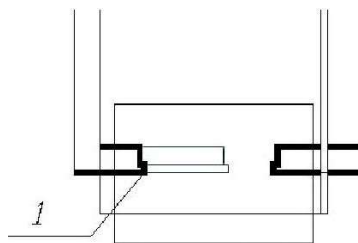


Рис. 145. Виділення вікна в блок

Вставка блоків

Параметри блоку, що вставляється, доступні в діалоговому вікні *Insert* («Вставка блока») (рис. 146). Ім'я блоку, що вставляється вводиться в полі *Name* («Ім'я») або вибирається зі списку. У нашому випадку для вставки блоку «Вікно» слід вказати ім'я блоку в списку, що розкрився, після чого воно з'явиться в полі *Name* («Ім'я»). В рядку *Path* («Путь») відображається шлях до блоку, що вставляється.

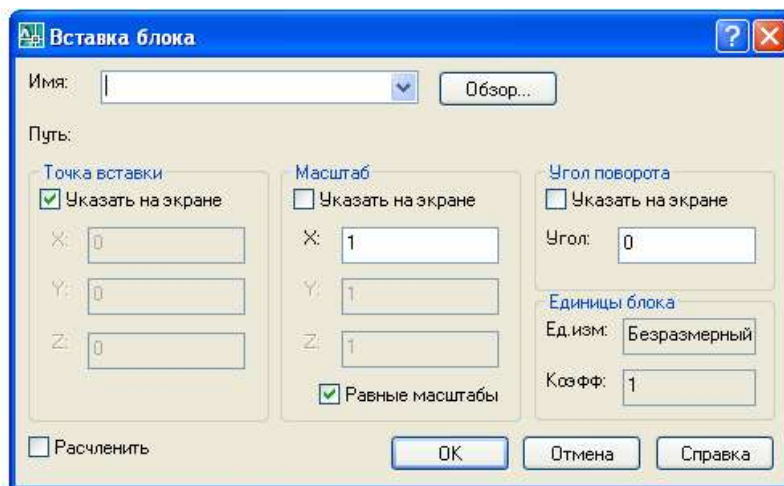


Рис. 146. Діалогове вікно вставки блоку

При натисканні на кнопки *Browse* («Обзор») виводиться діалогове вікно *Select Drawing File* («Выбор файла»), в якому вказується ім'я зовнішнього файлу, що вставляється в кресленик.

При вставці блоку його система координат вирівнюється паралельно поточній ПСК. В полях *x, y, z* розділу *Insertion point* («Точка вставки») вводяться координати точки вставки блоку. Позначка в полі *Specify On-screen* («Установлен по умолчанию») дозволяє вказати положення точки вставки блоку на екрані за допомогою миші.

В розділі *Scale* («Масштаб») вводяться масштабні коефіцієнти блоку, що вставляється за осями *x, y, z*, на які помножуються відповідні розміри блоку. Установка позначки *Specify On-screen* («Установлен по умолчанию») дозволяє вказати положення точки вставки блоку на екрані за допомогою миші.

В розділі *Rotation* («Угол поворота») можливий поворот блоку на певний кут. Кут повороту блоку щодо точки вставки вводиться в полі *Angle* («Угол»). Установка позначення *Specify On-screen* («Установлен по умолчанию») дозволяє вказати кут повороту блоку, що вставляється на екрані за допомогою миші. Установка позначення *Explode* («Разбиение») дає можливість вставити блок у вигляді набору окремих об'єктів.

Після введення інформації про блок в діалоговому вікні *Insert* («Вставка блока») слід клацнути по кнопці *OK*. Діалогове вікно при цьому закривається. У нашому випадку вставляємо створений блок «Вікно» без масштабування з точкою вставки 1 (Рис. 147).

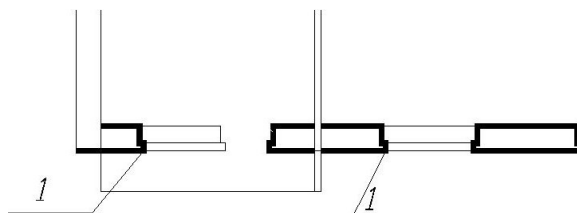


Рис. 147. Вставка блоку «Вікно»

Зображення на дисплеї має відповідати рисунку 148.

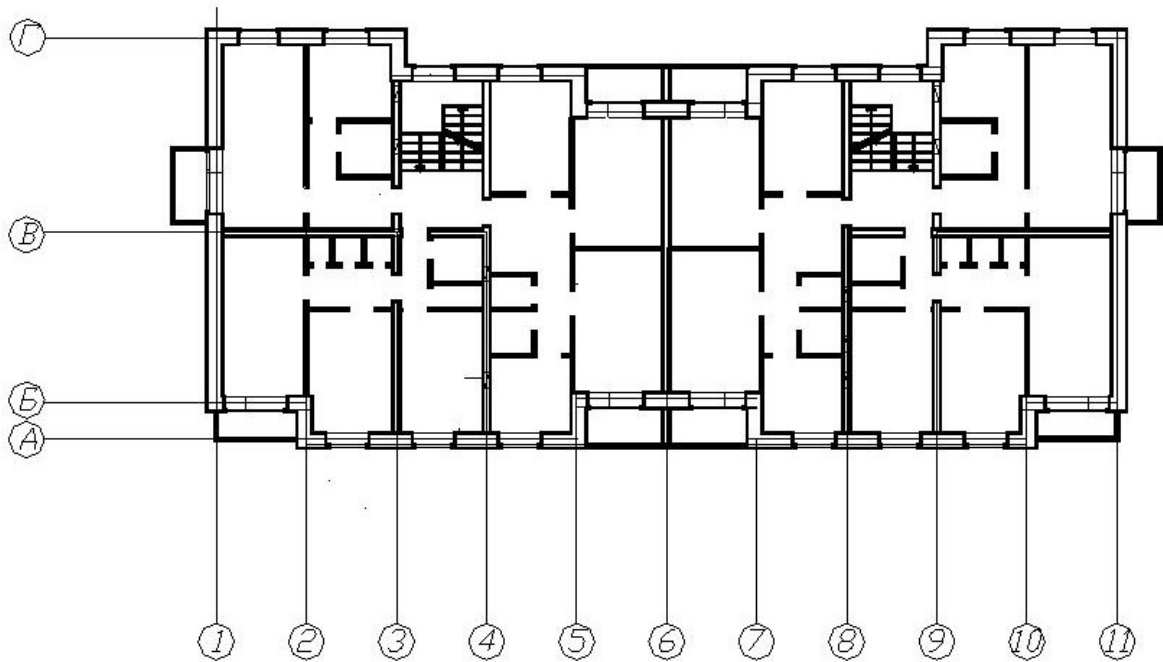


Рис. 148. План стін з «Вікнами–блоками»

5.17. Зовнішні посилання

Використання зовнішніх посилань дозволяє працювати з іншими рисунками без їхньої постійної вставки в рисунок. При завантаженні або виводу рисунка на друк кожне зовнішнє посилання автоматично перезавантажується, відображаючи самий останній стан файлу рисунка, на який робиться посилання. AutoCAD створює тимчасовий ключовий файл на час завантаження зовнішнього посилання.

Посилання можна назвати *іншим типом* блока. Прив'язка зовнішнього посилання здійснюється вставкою цілого рисунка як блока.

Залежні символи мають тимчасове ім'я, що складається з імені посилання, вертикальної риски і первісного імені символу. Наприклад, якщо здійснюється вставка рисунка *ris.dwg*, що містить шар з ім'ям **OSN**, як зовнішнього посилання в який-небудь рисунок, то перед занесенням шару **OSN** в таблицю шарів цього рисунка він буде перейменований у **RIS/OSN**.

5.18. Одержання твердої копії кресленника

Останній крок при роботі з кресленником – це одержання твердої копії на папері.

Після завершення компоновання кресленник виводиться на принтер або на плоттер. Якщо для роздрукування використовується системний принтер Windows, ніяких попередніх операцій для друку не потрібно. Якщо ж кресленник спрямований на плоттер, то необхідно налаштування: вибір драйвера плоттера, портів введення/виведення, присвоєння пер та ін.

Перед роздрукуванням користувач має можливість задати область креслення, масштаб, поворот кресленника і положення листа. В цей же час відбувається установка відповідності номерів пер і ваги лінії, з одного боку, і кольорів графічних об'єктів – з іншого.

Можна задати конфігурацію AutoCAD для використання безлічі різних пристроїв виведення і зберігати безліч конфігурацій для одного пристрою. AutoCAD зберігає понад 29 конфігурацій плоттерів у файлі *acad.cfg*. Кожна конфігурація плоттера містить таку інформацію: ім'я драйвера

пристрою, ім'я моделі пристрою, ідентифікатор порту, до якого приєднується пристрій, розмір листа, орієнтацію, масштабний коефіцієнт, параметри пера, оптимізацію, початкову точку кресленника і поворот.

AutoCAD не зберігає інформацію про конфігурації плоттера у файлі кресленника.

Перш ніж вивести кресленник на плоттер, можна попередньо переглянути, як він буде розміщатися на листі. Для цього використовується команда **PREVIEW («ПРЕДВАР»)** або викликається з падаючого меню «Файл» – «Предварительный просмотр». При цьому автоматично включається зміна масштабу зображення в режимі реального часу для перегляду дрібних деталей кресленника.

Для виходу на плоттер використовується команда **PLOT («ЧЕРТИ»)** або викликається з падаючого меню «Файл» – «Печать» діалогове вікно «Печать». У цьому вікні можна задати параметри конфігурації, що контролюють кінцеве виведення кресленника.

В області «Печатаемая область» можна визначити такі параметри:

«**Экран**» – виведення всього виду в графічну область;

«**Границы**» – виведення області, що містить всі об'єкти кресленника;

«**Лимиты**» – виведення всього в заданих межах кресленника;

«**Рамка**» – виведення області, заданої вікном;

«**Печать в файл**» – записується інформація у файл.

В області «Формат» можна визначити розмір і орієнтацію листа.

В області «Масштаб печати» можна змінити масштаб кресленника шляхом включення/відключення перемикача «Вписать».

В області «Просмотр» можна здійснити як повний перегляд кресленника, так і перегляд області кресленника.

Після установки всіх параметрів, вивести кресленник на друк, натиснувши клавішу «ОК».

5.19. Простір моделі і простір листа

Простір моделі – це простір AutoCAD, в якому відбувається формування моделей об'єктів як при двомірному, так і при тримірному моделюванні. Ознаками встановленого в даний момент простору моделі у вікні AutoCAD є піктограма ПСК на робочому полі кресленника, індикація кнопки **Модель** у нижній частині робочого поля і кнопка **МОДЕЛЬ** у рядку стану.

Робота в просторі моделі відбувається на *видових екранах, що не перекриваються, (вікнах)*, там створюється основний рисунок або модель. Якщо на екрані монітора присутні кілька видових екранів, то редагування, зроблене в одному з них, розповсюджується на всі інші. Незважаючи на це, значення екранного збільшення, точки зору, інтервалу сітки і кроку для кожного видового екрана можуть встановлюватися окремо.

Простір листа – це простір AutoCAD, необхідний для відображення сформованої в просторі моделі об'єкта у *видових екранах, що перекриваються*. Якби не використовувався простір листа, довелося б заповнювати простір моделі графічною інформацією, необхідною лише для формування креслярських листів. Адже вся додаткова графічна інформація – рамка креслярського листа, основний напис та інша графічна і текстова інформація – не має відношення до реальної моделі і потрібна тільки на твердій копії креслярських листів.

Листом називається компонент середовища AutoCAD, що імітує лист паперу і зберігає в собі набір установок, які використовуються при виводі на друк. На листі можна розміщувати видові екрани, а також будувати геометричні об'єкти (наприклад, елементи основного напису). Рисунок може містити кілька листів з різними видами моделі; для кожного листа задаються свої значення масштабу друку і розмірів сторін. Зображення листа виглядає на екрані точно як і накреслений на плоттері лист.

Простір листа строго двомірний, і бачити його можна тільки з погляду, перпендикулярного площині листа. Ознаками простору листа в AutoCAD є піктограма ПСК та індикація кнопки **Лист** у рядку стану нижньої частини Робочого столу AutoCAD

У просторі листа піктограма ПСК має трикутну форму і розташовується завжди в лівому нижньому куті області рисунка.

Після створення плаваючих видових екранів вносити зміни в модель можна переходячи з закладки **Лист** у закладку **Модель**.

5.20. Видові екрани

Видовий екран – це ділянка графічного екрана, на якому відображається деяка частина простору моделі рисунка.

Існують два типи видових екранів, котрі не перекриваються або перекриваються.

Видові екрани, що не перекриваються, розташовуються на екрані монітора подібно кахельним плиткам на стіні. Вони цілком заповнюють графічну зону і не можуть накладатися один на одного. На плоттер видові екрани можуть виводитися тільки поодиноці.

Видові екрани, що перекриваються, подібні прямокутним вікнам, що можуть розташовуватися на екрані і переміщатися по ньому довільним чином. Ці видові екрани можуть накладатися один на одного і викреслюються одночасно.

Видовий екран можна зберегти цілком або яку–небудь його частину, привласнивши йому ім'я. Види простору моделі та простори листа зберігаються окремо.

Конфігурація видових екранів, що не перекриваються, можуть бути різні. Можливості розміщення видових екранів залежать від їхньої кількості і розмірів. Для вибору конфігурації видових екранів можна викликати діалогове вікно «Модель: неперекр ВЭ», що викликається з падаючого меню «Вид» → «Неперекр ВЭ» → «Размещение».

Залежно від того, що потрібно, можна використовувати різні способи створення видових екранів. Коли системна перемінна **TILEMODE** встановлена в **1 (Вкл)**, для створення і маніпулювання видовими екранами можна використовувати команду **VPORTS («ВЭКРАН»)**, яка розділяє екран на кілька видових екранів, що не перекриваються.

5.21. Створення і використання шаблонів

Використання шаблонів дозволяє позбутися необхідності виконувати повторювані дії при створенні кресленика. Система AutoCad містить безліч своїх шаблонів, але нам потрібно створити свої шаблони, які будуть відповідати діючим ГОСТ та ДСТУ.

Створення шаблону формату А4.

Простір креслення в AutoCad є нескінченним. Навіть при введенні границь кресленика задається тільки область простору кресленика, що повинна сприйматися як кресленик при друку й створенні різних компонувань кресленика. При цьому побудову можна здійснювати і за межами цих границь. Більше того на екрані ці границі видні не будуть. Для того, щоб розрізняти границі кресленика, їх необхідно явно окреслити, тобто накреслити рамку, що і буде визначати формат листа.

Накреслимо рамку формату А4, що позначає границі кресленика. Для цього: з панелі «Черчение» вибрати кнопку «Отрезок».

У командному рядку :

<i>Line From point(Вказати початкову точку):</i>	0,0	(точка 1)
<i>To point(Вказати кінцеву точку):</i>	210,0	(в точку 2)
<i>To point(Вказати кінцеву точку):</i>	210,297	(в точку 3)
<i>To point(Вказати кінцеву точку):</i>	0,297	(в точку 4)
<i>To point(Вказати кінцеву точку):</i>	C(3)	(замкнути в точці 1)

Щоб викреслити внутрішні границі формату, потрібно викликати ту ж саму команду і задати такі координати кутів:

- лівий нижній – **20,5**;
- правий нижній – **205,5**;
- правий верхній – **205,292**;
- лівий верхній – **20,292**.

Тепер необхідно зберегти створені формати у вигляді шаблону, щоб потім можна було брати їх за основу. Для цього вибрати в меню «Файл»→ «Сохранить как». Далі в діалоговому вікні «Сохранение чертежа», що з'явилося, у полі «Тип файла» вибрати тип *.dwt*, а потім в полі «Имя файла» задати ім'я шаблону. Натиснути «Сохранить» і шаблон готовий (рисунок 149).

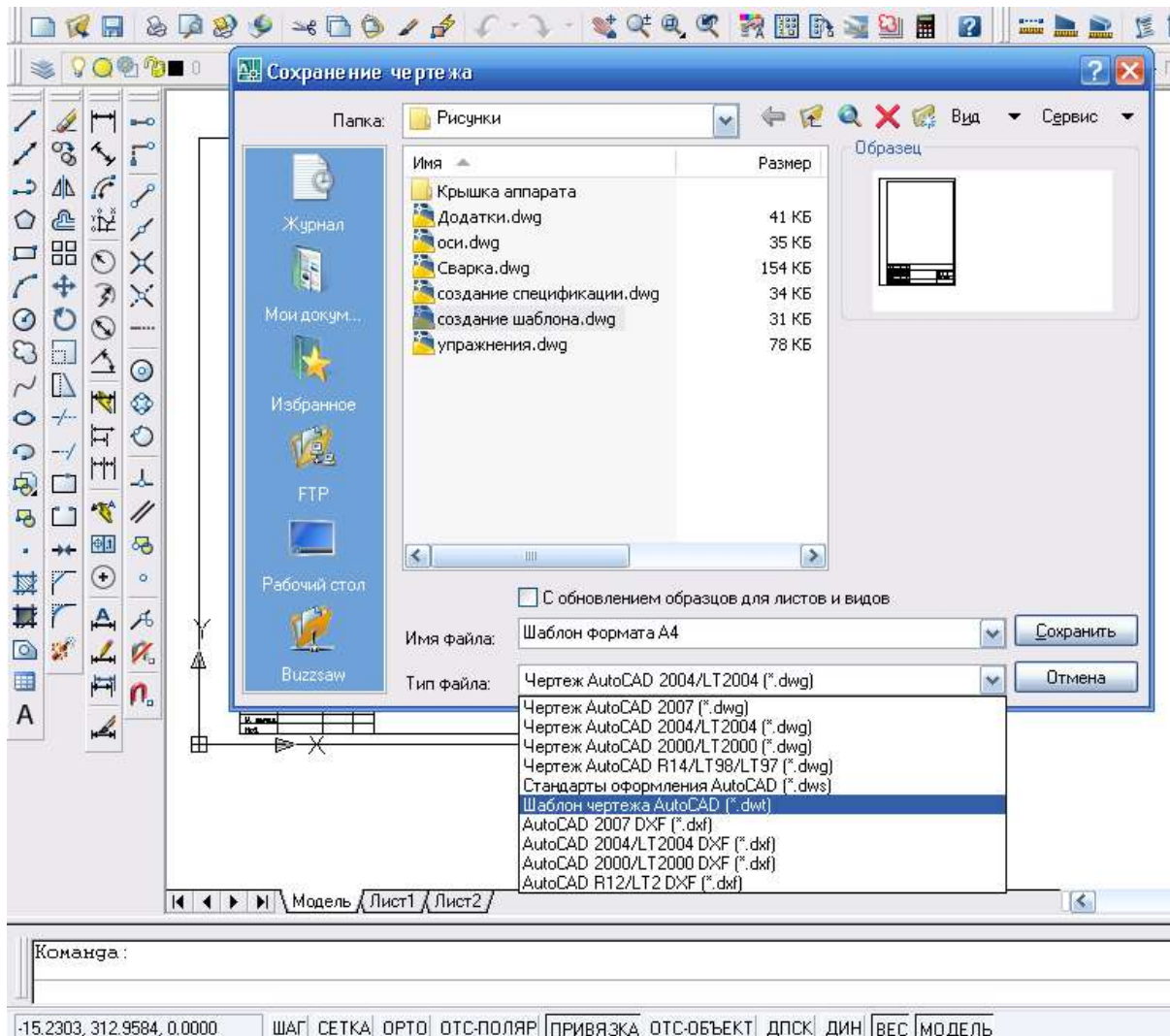


Рис. 149. Вікно збереження шаблону

Таким чином, знаючи розміри, необхідно створити такі шаблони форматів:

- A0
- A1 горизонтальний
- A1 вертикальний
- A2 горизонтальний
- A2 вертикальний
- A3 горизонтальний
- A3 вертикальний

5.22. Розробка креслеників у середовищі AUTOCAD

Створення кресленика в середовищі AutoCAD рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Створити новий рисунок за допомогою команди NEW («НОВЫЙ»), викликаній з меню File («Файл») => New... («Новый...») або клацнути по піктограмі New («Новый») стандартної панелі інструментів.

2. Для виклику Майстра підготовки в діалоговому вікні «Создание нового рисунка» вибрати піктограму «Вызов мастера». Далі в списку «Выберите Мастер» вибрати «Быстрая подготовка».

3. У діалоговому вікні «Быстрая подготовка» для вимірювання довжини «Единицы» установити «Десятичные». При визначенні меж області кресленика «Область рисунка» установити ширину та довжину.

4. Клацнувши мишею на кнопці «Сетка» у рядку стану або функціональною клавішею F7 включити відображення сітки на екрані.

5. Відобразити всю область кресленика на екрані командою ZOOM («ПОКАЗАТЬ»), викликану з падаючого меню View («Вид») => Zoom («Показать») => All («Все»), або клацнути мишею по піктограмі Zoom All («Показать Все») у стандартній панелі інструментів.

6. Зберегти рисунок за допомогою команди QSAVE («БСОХРАНИТЬ»), викликаній з меню File («Файл») => Save («Сохранить») або клацнути мишею по піктограмі Save («Сохранить») у стандартній панелі інструментів.

7. Вставити в рисунок рамку потрібного формату (за умови, що вона вже заготовлена). Вставка здійснюється командою INSERT («ВСТАВИТЬ»), викликану з меню Insert («Вставка») => Block... («Блок...») клацнути мишею по піктограмі Insert Block панелі інструментів «Черчение». При цьому завантажується діалогове вікно Insert («Вставка блока»).

8. Створити нові шари в діалоговому вікні Layer Properties Manager («Диспетчер свойств слоев»), що завантажується з меню Format («Формат») => Layer... («Слои...») або клацнути по піктограмі Layer («Слои») у рядку властивостей об'єктів.

Рекомендується створити 4 шари:

- **Контур** – для ліній основного контуру;
- **Розміри** – для розмірних ліній;
- **Осьові лінії** – для осьових ліній;
- **Побудова** – для додаткових побудов;
- **Тонкі лінії** – для штрихування.

9. У діалоговому вікні Layer Properties Manager («Диспетчер свойств слоев») установити вагу ліній для знову створених шарів: для шару **Контур** – 0,8; для шарів **Розміри**, **Осьові лінії**, **Тонкі лінії** – 0.3. Для шару **Осьові** встановити тип лінії Center2. Рекомендується встановити для всіх різні відтінки кольорової гами.

10. Створити необхідний текстовий стиль у діалоговому вікні Text Style («Текстовые стили»), викликаному з меню Format («Формат») => Text Style... («Текстовые стили...»).

11. Заповнити основний напис. Рекомендується збільшити зображення основного напису за допомогою зумування. Потім використати команду DTEXT («ДТЕКСТ»), викликану з меню Draw («Черчение») => Text («Текст») => Single Line Text («Однорочный») або клацнути мишею по піктограмі Dtext («Динамический текст») панелі інструментів. При заповненні штампа зручно використати ключ Fit («Поширине») команди DTEXT («ДТЕКСТ»).

12. Перш, ніж формувати основний контур, слід зробити шар поточним. Це здійснюється в діалоговому вікні Layer Properties («Диспетчер свойств слоев»), що завантажується з меню Format («Формат») => Layer... («Слои...») або клацнути мишею по піктограмі Layers («Слои») у рядку властивостей об'єктів.

13. Включити прив'язку курсору до вузлів сітки лівою кнопкою миші по кнопці («ШАГ») у рядку стану або функціональною клавішею F9.

14. За допомогою команд RECTANG («ПРЯМОУГ») і CIRCLE («КРУГ») побудувати основний контур горизонтальної проєкції деталі і за допомогою команди LINE («ОТРЕЗОК») – основний контур її фронтальної проєкції.

15. Зробити шар **Осьові** лінії поточним і за допомогою команди LINE («ОТРЕЗОК») сформувавши осьові лінії обох проєкцій деталі.

16. Зробити шар **Тонкі лінії** поточним і заштрихувати область розрізу деталі за допомогою команди BHATCH («КШТРИХ»), викликаній з меню Draw («Черчение») => Hatch... («Штриховка...») або клацнути мишею по піктограмі Hatch («Штриховка») на панелі інструментів Draw («Черчение»). Звертання до команди BHATCH («КШТРИХ») завантажує діалогове вікно Boundary Hatch («Штриховка по контуру»), в якому необхідно встановити: в області Pattern: («Образец:») – ANSI31; в області Scale: («Масштаб:») – значення 1; в області Angle: («Угол:») – значення 0.

17. Проставити розміри. Шар **Розміри** зробити поточним, потім створити розмірний стиль за допомогою команди DIMSTYLE («РЗМСТИЛЬ») у діалоговому вікні Dimension Style Manager («Диспетчер размерных стилей»). Команда викликається з меню Dimension (Размеры) => Style... («Стиль...») або кліком миші по піктограмі Dimension Style («Управление размерными стилями») панелі інструментів Dimension («Размеры»). Рекомендується встановити: розмір стрілок у полі Arrow size: («Величина:»), рівний 5; у полі Offset from origin: («Отступ от объекта:») вибрати значення 0, що визначає відступ виносних ліній від об'єкта; у списку Text style: («Текстовый стиль:») вказати ім'я створеного необхідного текстового стилю; у списку Text height: («Высота текста:») вибрати значення 3.5, у полі Offset from dim line: («Отступ от размерной линии:») вибрати значення 1.3.

18. Для відображення ваги (товщини) ліній на екрані необхідно клацнути мишею по кнопці LWT («ВЕС») у рядку стану, розташованого в нижній частині Робочого столу.

19. Зберегти кресленик.

5.23. Загальні поняття тривимірного моделювання

У багатьох галузях широке застосування в розробці проектної та конструкторської документації отримала система AutoCAD.

Великі зміни та розробка нових можливостей в останніх версіях AutoCAD дозволяють використовувати його в моделюванні тривимірних об'єктів.

Тривимірне моделювання надає розробнику цілий ряд переваг.

5.23.1. Переваги тривимірного моделювання

Можливість просторового перегляду

Створюючи моделі будь-якої складності у просторі, користувач зможе побачити їхнє взаємне розташування, оцінити відстань між ними. Модель можливо вільно переміщати у просторі, переглядаючи безліч варіантів.

Можливість керування точкою зору дозволяє зручно обрати вигляд на тривимірну модель, що розробляється. Зумування, панорамування в режимі реального часу з можливістю вільного повороту камери навколо моделі надають можливість швидкого перегляду об'єктів з будь-якої точки зору.

Із застосуванням шарів різного призначення легко керувати видимістю частин 3D моделей.

Створення січних площин дозволяє переконатися в правильності внутрішньої будови моделі.

Автоматичне створення проєкцій

Після створення тривимірної моделі, користувач може отримати її двовимірні проєкції не тільки на основні площини, але й на будь-яку площину за своїм бажанням.

Створеними проєкціями легко керувати, вільно переміщаючи їх в просторі Листа.

Автоматичне створення перетинів і перерізів

Перетини і перерізи створюються автоматично, користувач лише повинен обрати лінію перетину або перерізу.

Користувач може створювати необхідну кількість перетинів і перерізів.

Видалення невидимих ліній та одержання реалістичних зображень

AutoCAD чітко розрізняє, які ребра або грані на кожному окремому вигляді необхідно видалити або які 3D об'єкти закривають один одного, та видаляє або показує відповідні елементи.

Створену тривимірну модель можливо показати в розмальованому вигляді з тінями. В такому вигляді всі об'єкти моделі подаються в кольорі, який належить їм безпосередньо або через шар.

Об'єктам також можливо задати матеріал або текстуру.

Найбільш реалістично моделі виглядають при їх тонуванні з матеріалами, з накладеними текстурами, при розстановці освітлення. Є можливість виконати тонування на растровому полі, наприклад, модель котеджу можливо показати на місцевості, де він буде побудований, використовуючи як растровий фон фото цієї місцевості.

Можливість інженерного аналізу

Для твердих тіл надається можливість визначити такі параметри, як маса і об'єм, центр мас, моменти та радіуси інерції, відцентрові моменти інерції та головні моменти за напрямками X, Y, Z відносно центра мас.

AutoCAD дозволяє швидко обчислити будь-які розміри об'єктів, які необхідні для їхнього виробництва, визначити площі та периметри замкнених об'єктів.

5.23.2. Типи тривимірних моделей

Каркасні моделі

Каркасні моделі створюються з точок, відрізків і кривих, що описують ребра об'єкта, та не мають граней. Тобто така модель є скелетним описом тривимірного об'єкта. Такі моделі лише за виглядом нагадують 3D об'єкти, вони не приймають участі в тонуванні і розмальованні (так як вони не мають граней) та не перекривають один одного при розташуванні їх по глибині.

Поверхневі моделі

Поверхневі моделі описуються ребрами й гранями тривимірного об'єкта, тобто обмежуються поверхнями. Використання поверхонь дозволяє створювати найбільш складні тривимірні об'єкти. На відміну від каркасних моделей поверхневі об'єкти більш реально подають модель у просторі, так як можуть закривати об'єкти на задньому плані та давати тінь при тонуванні. Однак вони не мають фізичних властивостей: маси, центра тяжіння та ін.

Твердотілі моделі

Твердотіла модель (або тіло) є зображення тривимірного об'єкта, що зберігає інформацію не лише про ребра та грані, а й інформацію про його об'ємні властивості.

Кожен тип моделей має свої переваги та недоліки. Для моделей кожного типу є свої технології створення та редагування.

Оскільки різним типам моделей притаманні власні методи створення, не рекомендується змішувати декілька типів в одному кресленнику.

5.23.3. Методи завдання тривимірних координат

При створенні тривимірних об'єктів використовуються аналоги двовимірних координат. Але розробка тривимірних об'єктів в AUTOCAD, на відміну від кресленника на площині, має на увазі завдання третьої координати, яка визначає об'єм виробу.

Як при виконанні кресленника на площині, при тривимірному моделюванні можливо вводити координати точок, використовуючи водночас різні системи координат.

В тривимірному просторі використовуються як абсолютні координати (які відраховуються від початку системи координат), так й відносні (які відраховуються від останньої вказаної точки). Ознака відносних координат – символ @ перед координатами точки, яка задається.

Декартові (прямокутні) координати

При завданні координат в цій системі спочатку визначають координату X, потім Y і останньою координату Z.

Абсолютні декартові координати в тривимірному просторі задаються у форматі X,Y,Z. Відносні координати мають формат @X,Y,Z.

Поточний рівень координати Z пов'язаний з площиною XY поточної системи координат. За допомогою команди **уровень (elev)** можливо встановити необхідне значення рівня та висоти тривимірних об'єктів. За замовчуванням рівень дорівнює нулю.

Якщо визначити рівень відмінний від нуля, то таким чином буде визначена площина, для якої будуть задані всі координати Z, якщо ця координата не задається в явному виді.

Циліндричні та сферичні координати

При роботі у 3D просторі використовуються два нових типа координат – циліндричні та сферичні, які є аналогами полярних координат на площині.

5.23.4. Завдання положення точок в 3D-просторі

Координатні фільтри

Координатні фільтри дозволяють задати координати нової точки по координатам точок, що вже існують. Зазвичай фільтри використовують з об'єктними прив'язками.

Фільтри використовують під час виконання команди, коли йде запит на координати нової точки. Координати нової точки обираються, як одна або дві координати вже побудованої точки, а потім задають координати, яких не вистачає.

Для зазначення фільтра в командному рядку використовують формат **.координата**,

де координата – один з символів X, Y,Z, або їх поєднання.

Існує набір з шести фільтрів: .X, .Y, .Z, .XY, .XZ, .YZ.

Світова система координат (ССК) та система координат користувача(СКК);

У AutoCAD існує поняття **світова система координат (ССК)**. Це умовна система координат, яка прийнята в якості початкової системи відліку.

При тривимірних побудовах ССК – це система координат, у якої площина XY має горизонтальне розташування, а за початок координат обирається точка, яка зручна для розрахунків та завдання координат.

Працювати в ССК не завжди зручно, оскільки в процесі побудови вона може бути неоптимальною. При виконанні кресленника для кожної проєкції зручно обрати свою систему координат з початком в характерній точці проєкції.

Системи координат, які створюються користувачем під час креслення мають назву **системи координат користувача**. Прийняте скорочення – **СКК**.

Створення СКК виконується командою **UCS**, яка має багато опцій.

В деякий момент часу активна тільки одна система координат, яку звать поточною. Поточна система координат визначається за піктограмою її осей. Ознакою світової системи координат є прямокутник в початку координат та літера **W**.

Змінювати ССК не дозволяється.

У кожний проміжок часу можливий перехід від однієї системи координат до іншої.

У тривимірних побудовах система координат задає площину креслення, відносно якої створюються об'єкти, виконуються команди редагування, визначаються координати.

Просторові побудови пов'язані з постійним перевизначенням площини побудови. Це може бути паралельне переміщення площини та початку координат у нову точку простору, поворот площини побудов відносно просторової осі, визначення площини за трьома точками.

Керувати СКК зручно за допомогою ПСК. Назву системі координат користувача дають тоді, коли створена СКК, з якою неодноразово прийдеться працювати, не збігається зі стандартною.

AutoCAD має шість стандартних ортогональних СКК: верхня, нижня, передня, задня, ліва та права. За замовчуванням параметри ортогональних СКК розраховуються відносно ССК.

5.23.5. Розфарбовування 3D об'єктів

AutoCAD дозволяє створювати фотореалістичні зображення. Для цього використовують команду **Тонировать (render)**. Виконання цієї команди потребує підготовчих операцій, які потребують витрат часу. Але для отримання наочного зображення моделі достатньо видалити лінії невидимого контуру або розфарбувати об'єкти.

Для цього використовують опції команди **Режимраскр (shademode)**. Зручно використовувати **Раскрашивание (Shade)** для виклику опцій команди.

У режимі **2D Каркас (2DWireframe)** об'єкти зображуються відрізками та кривими без розфарбовування, відображаються типи та товщини ліній.

Режим **3D Каркас (3DWireframe)** подає об'єкт у вигляді відрізків та кривих, з кольорами матеріалів. На екран виводиться об'ємний знак СКК.

У режимі **Скрытие невидимых линий (Hidden)** об'єкт подається у каркасному вигляді, але лінії, які задають задні грані, не відображаються. В цьому режимі об'єкти заднього плану заслоняються об'єктами переднього та стають невидимими.

Режим **Плоское (Flat Shaded)**. У цьому режимі об'єкти розфарбовуються, криволінійні грані не мають плавного переходу. Невидимі грані та ребра не відображаються.

Режим **По Гуро (Gouraud Shaded)**. Об'єкти зображуються розфарбованими, криволінійні грані мають плавні переходи.

Цей режим надає об'єктам найбільш реалістичний вигляд, без використання фотореалістичного тонування. Невидимі ребра і грані не відображаються, але видно матеріали, які задаються об'єктам.

У режимі **Плоское, с кромками (Flat Shaded, Edges On)** об'єкти виводяться як комбінація режимів **Плоское (Flat Shaded)** та **3D Каркас (3DWireframe)**. При цьому грані розфарбовуються у колір, який задано, відображаються видимі лінії каркасу.

Режим **По Гуро, с кромками (Gouraud Shaded, Edges On)** є комбінацією режимів **По Гуро (Gouraud Shaded)** та **3D Каркас (3DWireframe)**. При цьому грані розфарбовуються у колір, який задано, відображаються видимі лінії каркасу.

Контрольні питання

1. Які основні панелі відображаються на екрані при запуску AutoCAD? Їхнє призначення.
2. Як створити або відкрити кресленик в AutoCAD?
3. Способи введення команд в AutoCAD.
4. Що таке «графічний примітив» в AutoCAD? Які примітиви існують?
5. Як створити текст? Які види тексту існують?
6. Що таке об'єктна прив'язка? Її призначення. Перерахувати види об'єктної прив'язки.
7. Що таке «шари» та їхнє призначення? Як створити шари в AutoCAD?
8. Яка команда дозволяє штрихувати область? Як вибрати шаблон штрихування?

9. Які існують команди редагування? Який запит присутній у командах редагування?
10. Редагування за допомогою ручок. Як це зрозуміти?
11. Перерахувати способи вибору об'єктів.
12. У якому підменю знаходяться команди простановки розмірів? Перерахувати ці команди.
13. Що таке «блок»? Його створення і призначення.
14. У чому сенс створення блоків з об'єктів, часто відтворюваних на кресленнику?
15. На якому шарі слід створювати блок, щоб при вставці в кресленник, об'єкти блоку приймали властивості поточного шару?
16. В якому випадку можна змінити колір об'єктів блоку після його вставки?
17. Яка послідовність дій зі створення блоку з існуючих на кресленнику об'єктів?
18. Який спосіб зазначення точки вставки блоку (Base point) найбільш прийнятний?
19. З яких міркувань вибирається точка вставки блоку?
20. Як завершити вибір об'єктів, що включаються в блок?
21. Як розмістити створений блок на полі кресленника?
22. Як завантажити блок з файлу?
23. В чому переваги тривимірного моделювання?
24. Які різновиди тривимірних моделей існують?
25. Які способи створення твердотілих моделей ви знаєте?
26. Чим відрізняються перетин і розріз тіла?
27. Що таке тонування і коли воно застосовується?
28. Назвіть послідовність дій для створення конструкторської документації з тривимірної моделі.
29. Поняття простору листа і простору моделі. Чим вони відрізняються?
30. Поняття шаблону в AutoCAD і як його створити?
31. Як зберегти та роздрукувати кресленник в AutoCAD?

РОЗДІЛ 6

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ДО ГРАФІЧНОГО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНИКІВ

6.1. Вимоги стандартів до оформлення креслеників

При виконанні креслеників використовується багато умовностей у зображеннях об'єктів і їх елементів, надається багато інформації у вигляді умовних позначень тощо. Для того, щоб така інформація була зрозуміла кожному спеціалісту, повинна бути єдина технічна мова і єдина термінологія, що забезпечується державними стандартами. Усі кресленики оформлюють відповідно до вимог чинних стандартів.

6.1.1. Формати і основні написи

Відповідно до ДСТ 2.301-68, формат листа кресленика визначається розмірами його сторін. Кожний стандартний формат має позначення, наприклад, А0. Основні формати визначаються послідовним діленням навпіл довгих сторін формату А0 (841 x 1189 мм), площа якого дорівнює 1 м². Розміри основних форматів наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Розміри форматів

Позначення формату	Розміри сторін в мм (формат)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Допускається використання додаткових форматів, довга сторона яких повинна бути кратною короткій стороні основного формату. Розміри додаткових форматів наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Розміри додаткових форматів

Кратність	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

Позначення додаткового формату складається з позначення основного формату і кратності додаткового формату короткій стороні основного формату. Наприклад, формат 420x1486 позначається А3х5. На форматі виконується рамка на відстані 5 мм від краю з трьох сторін листа і на відстані 20 мм від четвертого лівого краю.

У правому нижньому куті формату розміщується основний напис. Формати, за винятком А4, можуть компоуватись як горизонтально, так і вертикально. Формат А4 компоується тільки вертикально (Рис. 150).

Вибраний формат кресленника повинен бути заповнений графікою і текстом не менше 2/3 його площини.

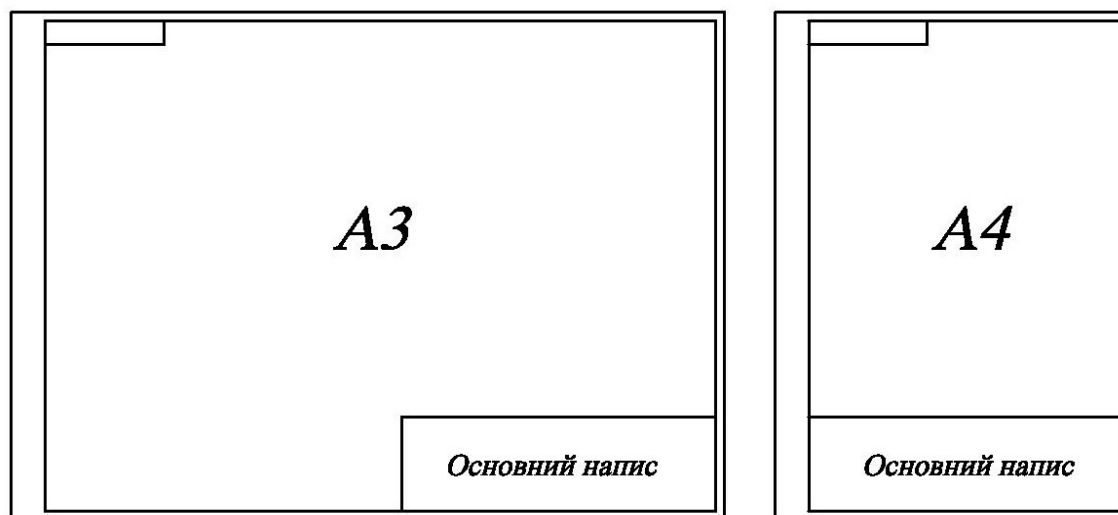


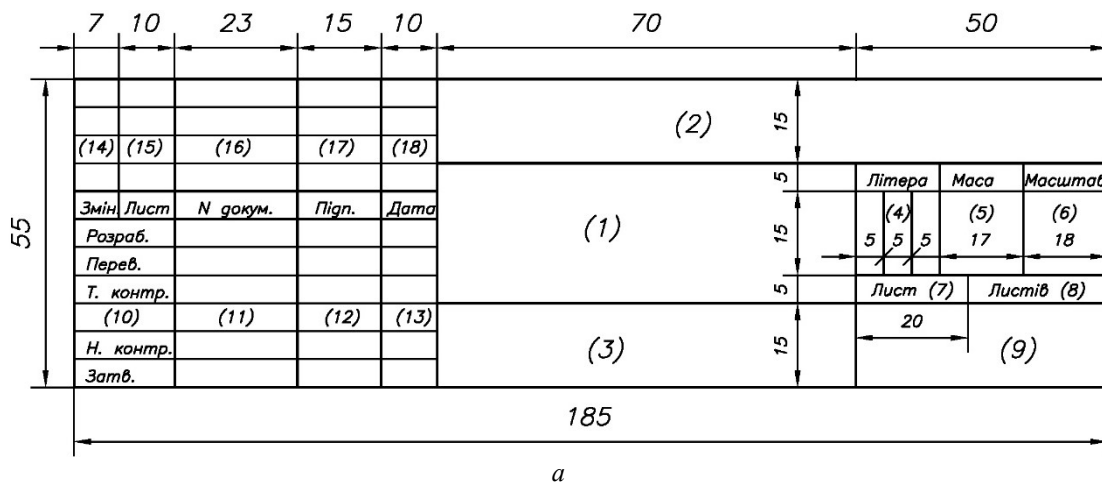
Рис. 150. Зразки форматів

Основний напис на текстових документах та креслениках виконують за стандартом ДСТУ 2.304-81. Основні написи, в залежності від призначення, можуть мати різну форму. Зміст, розташування і розміри граф основних написів, а також розміри рамок повинні відповідати: на креслениках та схемах – формі 1 (рисунок 151, а); на титульному листі текстових документів – формі 2 (рисунок 151, б); на наступних листах текстових документів та креслеників – формі 2а (рисунок 151, в).

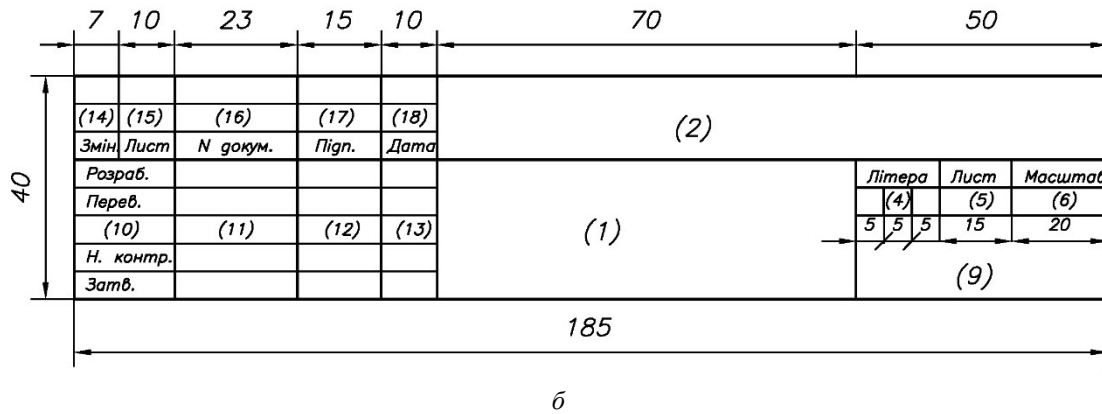
У графах основних написів зазначають:

- 1 – назва виробу;
- 2 – позначення документа;
- 3 – позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на креслениках деталей);
- 4 – літера, яку присвоєно документу (на навчальних креслениках «Н»);
- 5 – маса;
- 6 – масштаб;
- 7 – порядковий номер листа (на документах, що складаються з одного листа, графу не заповнюють);
- 8 – загальне число листів (графу заповнюють на першому листі);
- 9 – назва або розпізнавальний індекс підприємства, що випустило документ (графу не заповнюють, якщо розпізнавальний індекс є в позначенні документа, на навчальних креслениках вказують позначення академічної групи навчального закладу);
- 10 – характер роботи, що виконується особами, які підписують документ;
- 11 – прізвища осіб, які підписали документ;
- 12 – підписи осіб, прізвища яких зазначені у графі 11;
- 13 – дата підписання документа;
- 14...18 – зміни, які вносяться.

Форма 1



Форма 2



Форма 2а

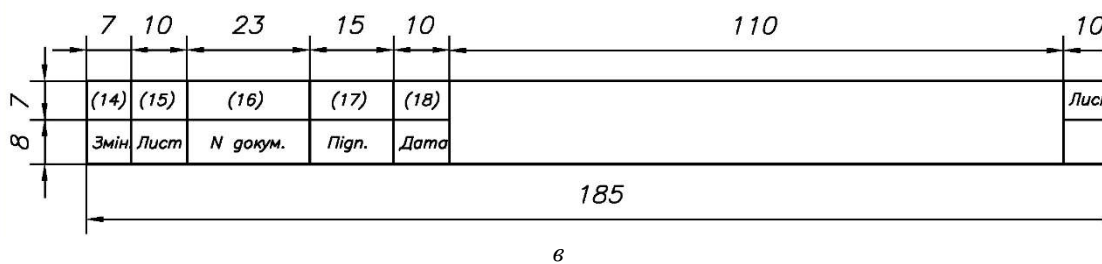
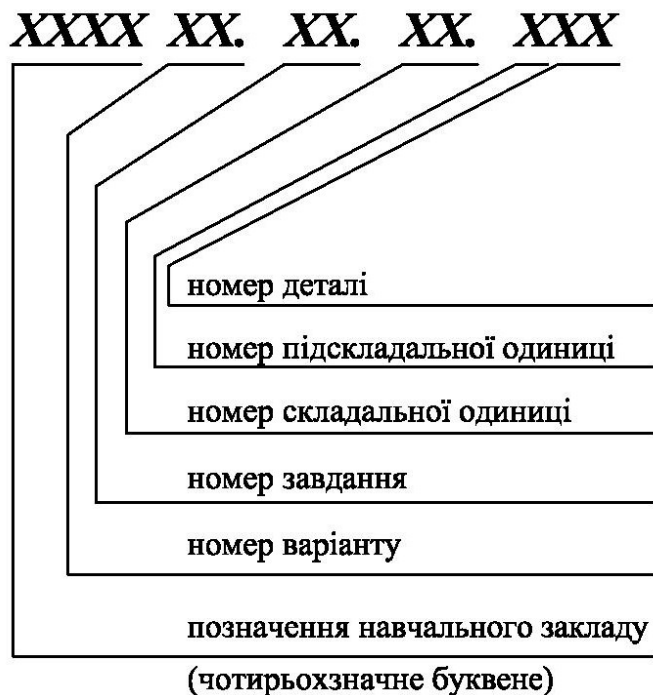


Рис. 151. Основні написи:
а – форма 1, б – форма 2, в – форма – 2а

Позначення документа в основному написі (рисунок 151, графа 2) виконують згідно з ГОСТ 2.201. Для навчальних креслеників позначення документа можуть бути виконані згідно з наступною схемою:



У позначенні кресленика складальної одиниці при робочому проектуванні до позначення згідно з наведеною схемою, додаються букви «СК» (складальний кресленик).

Приклад позначення складального кресленика студентів СНУ імені Володимира Даля:

СНУГ 07.01.00.000 СК,

де ***СНУГ*** – Східноукраїнський ***Національний Університет Графіка***

6.1.2. Масштаби

Масштабом називають міру зменшення або збільшення зображення предмета по відношенню до натурі. Відповідно до ДСТУ 2.302-68 для виконання рекомендуються масштаби, які наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 6.3

Масштаби

Масштаби зменшення	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральна величина	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Для великих об'єктів використовують масштаби 1:2000 1:5000, 1:10000, 1:20000, 1:50000.

За необхідності також допускається використання масштабів збільшення $(100/n):1$, де n — ціле число. У відповідній графі основного напису масштаб позначається без літери «М», наприклад , 1:2, 2:1 і т.д.

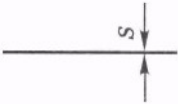


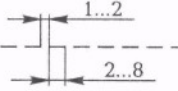
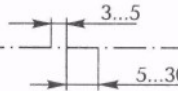
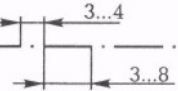
6.1.3. Лінії

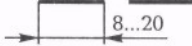

При виконанні креслеників використовують лінії, встановлені стандартом ДСТУ 2.303-68 (таблиця 6.4).

Товщина ліній, довжина штрихів штрихових і штрих-пунктирних ліній повинні бути однаковими для всіх зображень на форматі і обираються залежно від масштабу і складності зображення. Штрих-пунктирні лінії повинні перетинатись і закінчуватись штрихами.

Таблиця 6.4

Типи ліній

№ п/п	Назва	Зображення	Товщина	Призначення
1	Суцільна товста основна		$S=0,5-1,4$ мм	Лінії видимих контурів, лінії контурів перерізів (винесених і таких, які входять до складу розрізу)
2	Суцільна тонка		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії контурів накладених перерізів, розмірні та виносні лінії. Лінії штрихування, полиці ліній-виносок і підкреслювання написів
3	Суцільна хвиляста		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії розмежування вигляду і розрізу. Лінії обриву
4	Штрихова		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Лінії невидимого контуру
5	Штрих-пунктирна тонка		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Осьові та центрові лінії
6	Штрих-пунктирна потовщена		від $\frac{S}{2}$ до $\frac{2S}{3}$	Позначення поверхонь, що підлягають термообробці або покриттю. Зображення елементів, розташованих перед січною площиною

№ п/п	Назва	Зображення	Товщина	Призначення
7	Розімкнена		від S до $\frac{3S}{2}$	Лінії перерізів
8	Суцільна тонка зі зламом		від $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Довгі лінії обриву

6.2. Вимоги стандартів до виконання зображень на креслениках

Зображення виробів на креслениках залежно від їх змісту поділяються на види, розрізи, перерізи та винесені елементи (ДСТУ 2.305-68).

Види – зображення повернутої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. Передбачено шість основних видів:

- 1 – вид спереду (головний вид);
- 2 – вид зверху;
- 3 – вид зліва;
- 4 – вид справа;
- 5 – вид знизу;
- 6 – вид ззаду.

Якщо види 2–6 не знаходяться з головним видом 1 в проєкційному зв'язку або відділені від нього другими зображеннями, то напрям проєкціювання повинен бути вказаний біля головного виду стрілкою. Над стрілкою або поруч з нею і над отриманим зображенням (видом) необхідно розмістити одну і ту ж заголовну букву. Це правило стосується також випадку, коли ці види розташовані на інших листах кресленика з зображенням головного виду.

Коли частина поверхні предмета не може бути показана на зазначених видах (1–6) без спотворення форми і розмірів, то застосовують **додаткові види**, які отримують на площинах не паралельних основним площинам проєкцій. У цьому випадку напрям проєкціювання також повинен бути зазначений стрілкою. Коли додатковий вид розташований у проєкційному зв'язку з відповідним зображенням, то стрілку не наносять.

Якщо необхідно зобразити окрему частину поверхні предмета, то застосовують **місцеві види**, які відзначають подібно додатковим видам.

Зображення додаткових і місцевих видів можуть бути повернуті, в цьому випадку разом з буквою позначення зображення ставиться додатковий знак \odot (розмір знака рівний розміру букви позначення зображення). Указані види можуть бути виконані в іншому масштабі ніж головний вид, тоді біля позначення зображення цих видів вказується відповідний масштаб. Наприклад: A(2:1).

Перерізи – зображення предмета, який уявно розрізаний однією або декількома площинами. На розрізі зображають те, що знаходиться в площині перерізу і те, що знаходиться за нею.

Положення січної площини на кресленику вказують лінією перерізу, яку зображують розімкненою лінією (таблиця 2.4, п.7). На початковому і кінцевому штрихах необхідно ставити стрілки, які вказують напрям погляду. Стрілки повинні бути розташовані на відстані 2 - 3 мм від кінців штриха. Біля стрілок вказують заголовні букви ($\begin{matrix} A \\ \downarrow \end{matrix}$ $\begin{matrix} \downarrow \\ A \end{matrix}$).

Зображення перерізу позначається тими ж буквами через дефіс, наприклад A–A (**позначення не підкреслюється**). Перерізи можуть бути показані на кресленику в збільшеному масштабі, тоді біля позначення перерізу вказується відповідний масштаб.

Вертикальні перерізи, коли січна площина не паралельна фронтальній або профільній площинам проєкцій, а також нахилений переріз, повинні будуватися відповідно напрямку, який вказують стрілки на лінії перерізу. Дозволяється розташовувати ці зображення в довільному місці кресленика, а також будувати зображення повернутими до положення, прийнятому на головному зображенні. У цьому випадку до позначення перерізу додається відповідний знак. Наприклад: А–А (2:1) \odot .

Переріз, який роз'яснює будову виробу в окремому місці, називається місцевим. Такий переріз виділяється на зображенні тонкою суцільною хвилястою лінією (таблиця 6.4, п.3), яка не повинна співпадати з другими лініями.

Частина виду і частину відповідного перерізу дозволяється об'єднувати на зображенні, розділивши їх тонкою суцільною хвилястою лінією. Якщо об'єднується половина виду і половина перерізу, то лінією, що розмежовує, служить вісь симетрії. Але, якщо на зображенні із віссю симетрії співпадає видиме ребро (лінія перетину двох площин) тіла, що на кресленіку обов'язково повинна бути зображена лінія, яка розмежовує, вона повинна бути тонкою хвилястою лінією.

Перетин – зображення фігури, яке маємо при розрізі предмета однією або декількома площинами. На перетині зображується тільки те, що отримуємо в січній площині.

Тіло виробу у січній площині підлягає штрихуванню згідно з графічним позначенням матеріалів згідно зі стандартом. Нахилені рівнобіжні лінії штрихування виконують під кутом 45° до лінії контуру зображення або його вісі, або рамки кресленика. Якщо лінії штрихування, проведені під кутом 45° , співпадають з напрямком лінії контуру або віссю, то лінії штрихування необхідно виконувати під кутом 30° або 60° . Лінії штрихування виконують з нахилом ліворуч або праворуч, але, як правило, в одну і ту ж сторону на перетинах однієї й тієї ж деталі незалежно від кількості листів, на яких зображена ця деталь. Відстань між рівнобіжними лініями штрихування повинна бути, як правило, однаковою для всіх перетинів деталі, які виконано в одному масштабі. Ця відстань вибирається в залежності від площини штрихування. Вузькі площини перетинів, ширина яких на кресленіку менша за 2 мм, дозволяється зачорнити.

Винесені елементи – додаткові зображення (як правило збільшені) якоїсь частини предмета, яка потребує пояснення відносно форми, розмірів та інших параметрів. Винесений елемент може відрізнитись від відповідного зображення за змістом, наприклад, зображення може бути видом, а винесений елемент – перерізом. При використанні винесеного елемента відповідне місце на виді, перерізі або перетині помічають суцільною тонкою лінією (колом, овалом, і т.д.) з позначенням на поличці лінії – виноска заголовної букви. Над зображенням винесеного елемента вказують ту ж букву з позначенням масштабу. Наприклад: А(2:1).

При виконанні кресленика на декількох листах необхідно біля позначення видів, перерізів, перетинів винесених елементів, вказувати номер листа кресленика, на якому дано їх зображення,

наприклад, $\begin{array}{c} \text{A} \\ \downarrow \\ \text{---} \end{array}$, а над зображенням – номер листа, на якому знаходиться головне зображення. Наприклад: А–А (1).

6.3. Нанесення розмірів

Основою для визначення розміру деталі та її елементів є нанесені на кресленіку розміри.

Розміри на креслениках наносять з урахуванням конструктивних особливостей, роботи деталі у виробі, технології її виготовлення та контролю. Такі вимоги визначають бази, від яких обмірюють деталь під час її виготовлення, контролю та складання виробу. Бази поділяють на конструкторські, технологічні та вимірні. Бази можуть бути основними та допоміжними (рис. 152)

Конструкторськими базами називають сукупність поверхонь, ліній і точок, які визначають положення деталі у виробі, тобто сукупність елементів, відносно яких орієнтують деталь у механізмі.

Від конструкторських баз, як правило, проставляють розміри, які визначають положення спряжених поверхонь виробу з урахуванням можливостей виконання і контролю розмірів.

Вимірні база – це сукупність поверхонь, ліній, точок, відносно яких відраховують розміри при обмірюванні деталі.

Технологічна база – це поверхня, відносно якої орієнтують деталь під час її виготовлення.

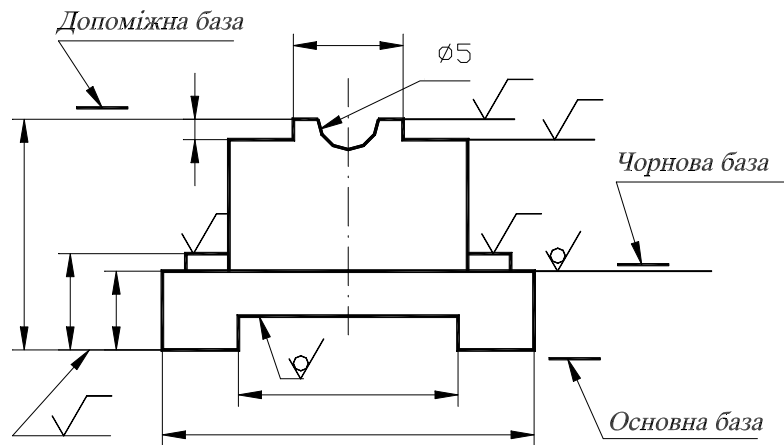


Рис. 152. Приклад використання баз

При виконанні робочих креслеників деталей, які виготовляють литтям, штампуванням, ковкою або прокаткою, позначають не більше одного розміру, який зв'яже поверхні, що механічно обробляються, з поверхнями, що не підлягають механічній обробці. Цей розмір визначає чистову і чорнову технологічні бази. Чистова технологічна база є основною і обробляється першою. Положення допоміжних технологічних баз визначається відносно основних. Усі розміри на робочих креслениках деталей, крім розмірів положення поверхонь, які спряжені, рекомендується наносити від технологічних або вимірювальних баз. Це впливає з визначення кресленника деталі як документа, що містить дані для її виготовлення й контролю.

Розмір на креслениках вказують числом і розмірною лінією, яка, як правило, з двох сторін закінчується стрілками, які впираються у винесені лінії. Винесені лінії виходять на 1...5 мм за кінці стрілок. Мінімальна відстань між рівнобіжними розмірними лініями дорівнює 7 мм, а між розмірною лінією і лінією контуру – 10 мм. Винесені лінії проводять, як правило, від лінії видимого контуру зображення.

При нанесенні розмірів на кресленик деталі загальна кількість розмірів повинна бути мінімальною, але достатньою для її виготовлення і контролю.

Не дозволяється повторювати розміри одного і того ж елемента на різних зображеннях, виняток – довідкові розміри, які вказують для більшої зручності користування креслеником.

Довідкові розміри на креслениках позначають знаком «*», а в технічних вимогах записують: «* Розміри для довідок».

До довідкових розмірів відносять:

- а) один із розмірів замкненого ланцюжка (граничні відхилення таких розмірів на кресленику не вказуються);
- б) розміри перенесені із креслеників виробів - заготовок;
- в) розміри, які визначають положення елементів деталі, котрі підлягають обробці по іншій деталі;
- г) розміри на складальному кресленику, які вказують граничні положення окремих елементів конструкції, наприклад, хід клапана, висота підйому кришки і т.п.);
- д) розміри на складальному кресленику з креслеників деталей і які використовують як установлювальні і приєднувальні;
- е) габаритні розміри на складальному кресленику, які перенесено з креслеників деталей або які є сумою розмірів декількох деталей;
- ж) розміри деталей, які виготовляються із сортового, фасонного, листового та іншого прокату, якщо вони вказуються в позначенні матеріалу, приведені у графі 3 основного напису.

Не можна наносити розміри у вигляді замкненого ланцюга, за винятком тих випадків, коли один із цих розмірів вказаний як довідковий.

Розміри, що належать до одного і того ж конструктивного елемента (паза, виступу, отвору тощо), рекомендується групувати в одному місці, розміщуючи їх на тому зображенні, на якому форма елемента показана найбільш повно.

Розміри кількох однакових елементів виробу, як правило, наносять один раз із зазначенням кількості цих елементів (рис. 153). Якщо однакові елементи (наприклад, отвори) розміщені на різних поверхнях і показані на різних зображеннях, кількість цих елементів записують окремо для кожної поверхні.

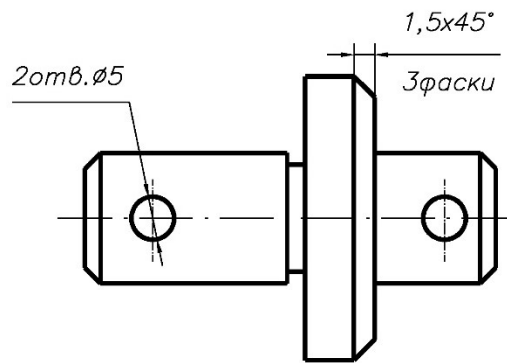


Рис. 153. Приклад нанесення розмірів однакових елементів

Розміри симетрично розміщених елементів (крім отворів) наносять один раз, групуючи в одному місці, без зазначення кількості елементів (рис. 154).

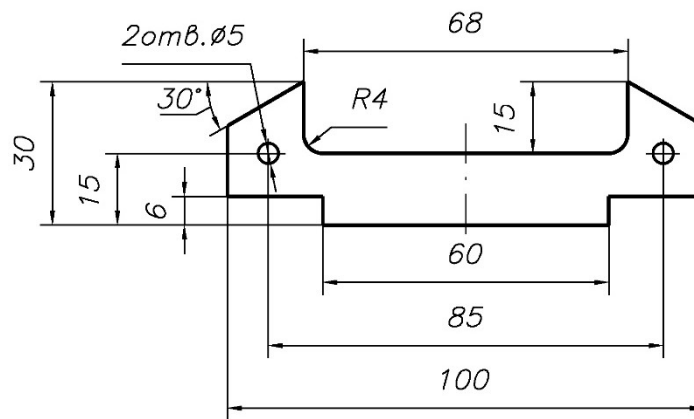


Рис. 154. Приклад нанесення розмірів симетрично розміщених елементів

При нанесенні розмірів, що визначають відстань між рівномірно розміщеними елементами (наприклад, отворами), рекомендується замість розмірного ланцюга проставляти розмір між сусідніми елементами у вигляді добутку кількості проміжків між елементами на розмір проміжку (рис. 155).

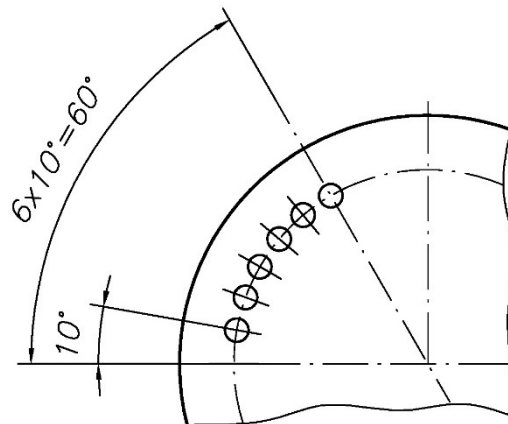


Рис. 155. Приклад нанесення кутових розмірів

У випадках, коли за будь-якими міркуваннями, велика кількість розмірів нанесена від однієї базової лінії (рис. 156), допускається замість окремих розмірних ліній проводити одну загальну від позначення 0 для лінійних та кутових розмірів.

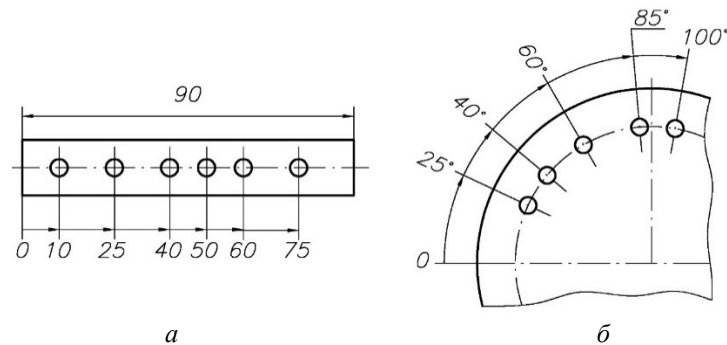


Рис. 156. Приклад нанесення розмірів від однієї базової лінії:
а- лінійних; б - кутових

На кресленіку кожної деталі повинні бути її габаритні розміри – найбільші виміри за кожним координатним напрямком.

Такі розміри необхідні для вибору заготовки та обладнання, розробки технологічного процесу виготовлення деталі. Ці розміри можуть проставлятися як довідкові зі знаком «*».

Лінійні розміри та їх граничні відхилення на кресленіках вказують у міліметрах без позначення одиниці фізичної величини. Для розмірів, які записуються в технічних вимогах і пояснювальних написах, на полі кресленіка обов'язково вказують одиниці вимірювання.

Якщо радіуси округлень, згинів тощо на всьому кресленіку однакові або який-небудь один радіус переважає, то замість нанесення розмірів цих радіусів на кресленіках роблять запис у технічних вимогах, наприклад: «Радіус округлень 4 мм» тощо.

Іноколи в конструкціях виникає необхідність спільної обробки деталей (або їх елементів), які входять у даний виріб (наприклад, отвір у корпусі, що складається з двох половин). Розміри з граничними відхиленнями елементів, що обробляються спільно, беруть у квадратні дужки, а в технічних вимогах записують: «Обробку за розмірами в квадратних дужках виконувати спільно з дет. ...».

При нанесенні розмірів на кресленіках слід використовувати ряди чисел, яким треба віддавати перевагу, враховуючи вимоги відповідних стандартів для нормальних лінійних розмірів та кутів, нормальних радіусів округлень і фасок, нормальних конусностей та кутів конусів тощо.

РОЗДІЛ 7

КОМП'ЮТЕРНИЙ ГРАФІЧНИЙ ПРАКТИКУМ

7.1. Мета і задачі практикуму

Мета – формування у студентів практичних навичок оформлення креслеників різних типів, зображень елементів графіки із застосуванням сучасного програмного забезпечення.

Задачі – вивчення теоретичних основ та засобів автоматизації оформлення креслеників і елементів машинобудівної графіки, основних програмних систем для оволодіння характерними прийомами та навичками технології інженерного проектування з використанням персональних ЕОМ.

Для вивчення способів побудови і редагування графічних примітивів в системі AutoCAD пропонуються завдання, виконуючи які ви дізнаєтеся, як працювати з командами і інструментами креслення, редагування в AutoCAD. Більшість представлених вправ виконуються в робочому просторі «**Рисование и аннотации**».

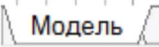

Представлені завдання призначені для ознайомлення з інтерфейсом AutoCAD 2022 і освоєння прийомів побудови графічних примітивів. Нагадаємо, що символ ↵ в тексті діалогу командного рядка означає, що тут необхідно натиснути клавішу <ENTER>, символ → означає перехід від однієї команди до іншої.

7.2. Постановка завдань та їх виконання

Завдання 1. Вивчення панелі «**Видовой куб**» і панелі «**Навигация**».

Завантажте AutoCAD, в екрані привітання виберіть «Создать», і у вікні «Выбор шаблона» виберіть *acadiso.dwt* → «Открыть».

Встановіть робочий простір «**Рисование и аннотации**».

Перейдіть на вкладку «**Модель**»  вимкніть відображення сітки – .

Встановимо на екрані кресленика «**Видовой куб**» і панель «**Навигация**».

Стрічка → «**Вид**» → панель інструментів «**Пользовательский интерфейс**» → «**Пользовательский интерфейс**». Позначте прапорцем «**Видовой куб**» і «**Панель навигации**» (Рис. 157).

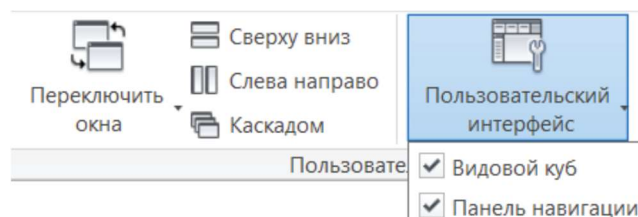



Рис. 157. Виведення на екран панелі «**Видовой куб**» і панелі «**Навигация**»

Панель навігації стає активною при наведенні на неї курсору. Використовуючи «**Панорамирование**»  (Рис. 158), перемістимо зображення в центр екрану. Закінчимо команду, клацнувши <ENTER> або <Esc>.

Клацання по правій кнопці мишки відкриває контекстні, спеціалізовані інструменти панелі. Часто «**Панорамирование**» та «**Зумирование вида**» здійснюються за допомогою коліщатка миші.

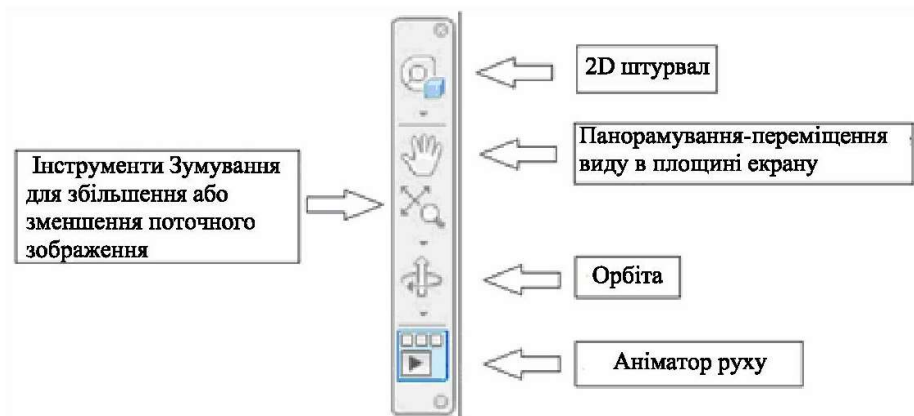


Рис. 158. Панель «Навигация» видового куба

Зумування виду – обертання коліщатка, а панорамування виду – натискання коліщатка і перетягування зображення. Не плутаємо «Зумирование» з «Масштабированием». Зумування виду використовується для зміни екранного збільшення– зменшення. Попрацюємо з елементами панелі інструментів «Зумирование» (Рис. 159).

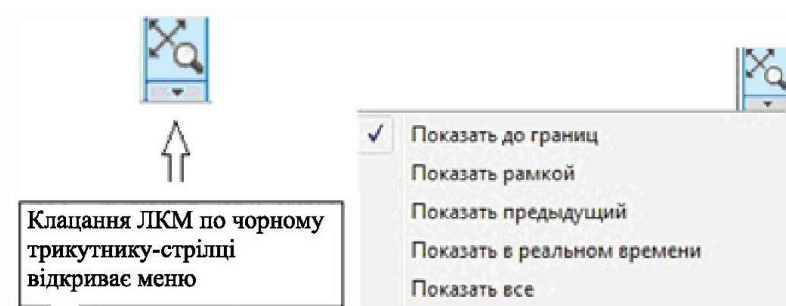


Рис. 159. Інструменти зумування панелі «Навигация»

Використовуючи спливаюче меню панелі інструментів «Зумирование» (Рис. 159), виберемо «Показать рамкой» і збільшимо правий кут ламаної лінії (Рис. 160). Для повернення до попереднього зображення виберемо з меню «Зумирование Предыдущий». Для закріплення навички використання команд панелі «Зумирование» кілька разів зумуйте зображення ламаної лінії.

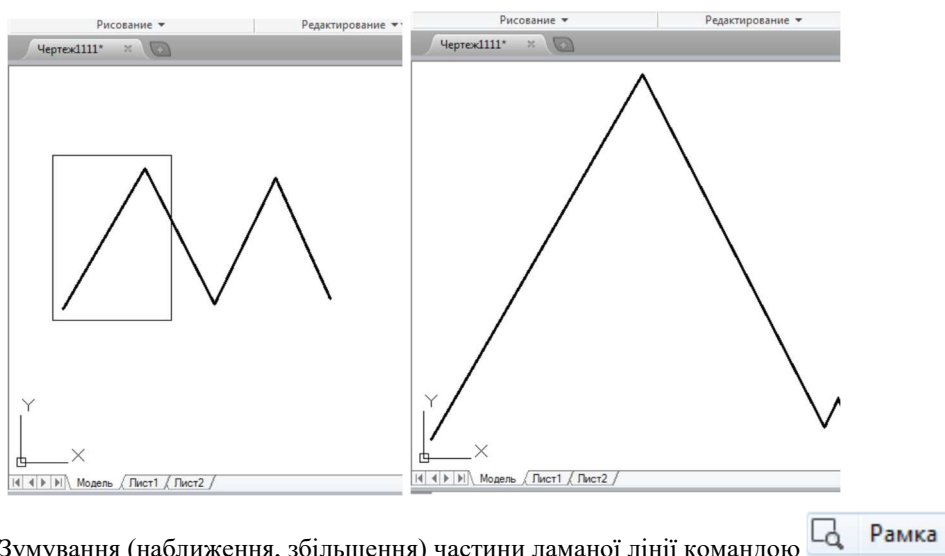


Рис. 160. Зумування (наближення, збільшення) частини ламаної лінії командою

Завдання 2. Вивчення панелі інструментів «Рисование».

Вводити координати точок в AutoCAD можна кількома способами:

- ◆ формат абсолютних координат – X, Y .
- ◆ формат відносних координат – $@AX, AY$.
- ◆ формат полярних координат – $@\rho<45$, де ρ – відстань, 45 – градуси.

● Команда «Отрезок»



Командою «Отрезок» накреслимо ламану лінію довільної довжини і довільного напрямку (Рис. 161). Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Отрезок»

Рис. 161). Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Отрезок»

Команда: `_line`

ОТРЕЗОК Первая точка: вкажіть курсором довільну точку на екрані.

ОТРЕЗОК Следующая точка или [Отменить]: Выход Отменить] <Выход>: вкажіть курсором довільну точку на екрані. Повторити декілька разів. Закінчити команду, натиснувши клавішу <ENTER>.



Рис. 161. Результат виконання команди «Отрезок»

● Вибір і виділення об'єктів в AutoCAD

Вибір об'єктів в AutoCAD можливий декількома способами:

1) виберемо (виділимо) відрізок ламаної лінії, для цього клінемо курсором по відріжку (Рис. 162).

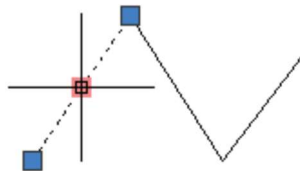


Рис. 162. Вибір об'єкта кліком курсору

Зняти виділення можна, клацнувши <Esc>.

2) виберемо частину ламаної лінії вікном. Вікно вибору об'єктів, що формується зліва направо, має синій колір і обведено суцільною лінією (Рис. 163). Це вікно вибирає об'єкти, які повністю потрапили в нього.



Рис. 163. Вибір об'єктів вікном зліва направо

3) вікно вибору об'єктів, що формується справа наліво називається січною рамкою, має зелений колір і обведено штриховою лінією (Рис. 164). Це вікно вибирає об'єкти, які навіть частково потрапили у вікно вибору.



Рис. 164. Вибір об'єктів вікном справа наліво

Зняти виділення об'єкта можна, клацнувши <Esc>.

Вибір об'єктів завершується натисканням по <ENTER> або правою кнопкою мишки (ПКМ).

Сині прямокутники (маркери) виділення об'єкта називаються «ручки». Якщо підвести курсор до ручки вона змінює колір на червоний і з'являється меню редагування об'єкта (Рис. 165), яке має різний зміст в залежності від виділеного об'єкта. Схопивши лівою кнопкою мишки (ЛКМ) червону ручку, можна виконати редагування виділеного об'єкта.

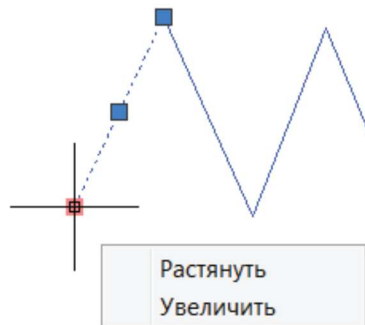



Рис. 165. Редагування об'єкта ручками

• Побудова відрізків за розмірами

Командой «**Отрезок**»  накреслимо ламану лінію за заданими розмірами (Рис. 166). Розміри не проставляйте. Увімкніть режим **ОРТО** 

Стрічка → вкладка «**Главная**» → панель «**Рисование**» → «**Отрезок**» 

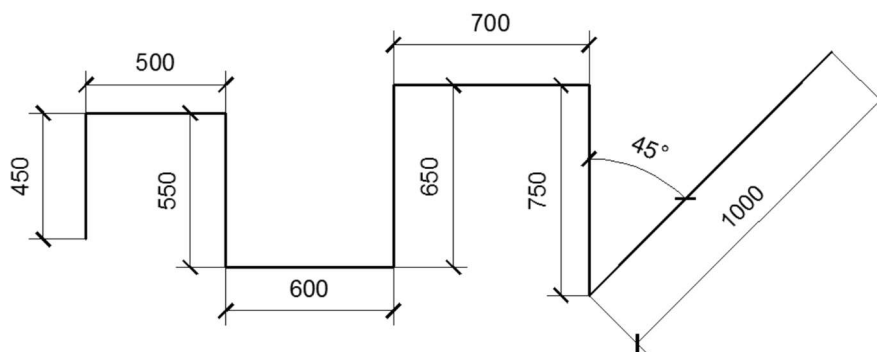


Рис. 166. Графічний примітив «Отрезок»

Команда: `_line`
ОТРЕЗОК Первая точка:




Вкажіть будь-яку точку екрану клацанням ЛКМ.

ОТРЕЗОК Следующая точка или [Отменить]: 450 Вкажіть курсором напрямок вгору і введіть довжину відрізка 450 <ENTER>

ОТРЕЗОК Следующая точка или [Отменить]: 500 Вкажіть курсором напрямок вправо і введіть довжину відрізка 500 <ENTER>.

ОТРЕЗОК Следующая точка или [Отменить]: 550 Вкажіть курсором напрямок вниз і введіть довжину відрізка 550 <ENTER>.


Далі аналогічно.

Для формування похилого відрізка потрібно включити режим «Полярное отслеживание», клацнувши ЛКМ по кнопці  рядка стану та «Объектное отслеживание» . Клацніть ПКМ по кнопці  рядка стану і виберіть зі списку кут 45°.


ОТРЕЗОК Следующая точка или [Отменить]: 1000 вкажіть курсором напрямок вправо – вгору під кутом 45°. Як тільки з'явиться нитка, що тягнеться під кутом 45°, введіть довжину відрізка 1000.

Завершіть побудову ламаної лінії натисканням <ENTER>.

● Команда «Полилиния» Полилиния

Накреслимо зображення, наведене на рисунку 167. Команда «Полилиния»  дозволяє креслити відрізки прямих ліній і дуги різної товщини – ширини.

Встановимо ширину– товщину полілінії 0.8. Відрізок прямої лінії величиною 2000 мм, радіус дуги 1000 мм. Для виконання команди будемо послідовно вибирати запити команди «Ширина, Дуга, Радіус і Линейный», клацанням ЛКМ по запиту.

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Полилиния» .

Команда: `_pline`
ПЛИНИЯ Начальная точка:

вкажіть курсором будь-яку точку екрану ЛКМ, це точка 1.

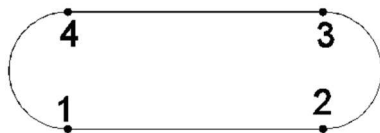





Рис. 167. Графічний примітив «Полилиния»  Полилиния

Увімкніть режим ОРТО  і «Объектная привязка» , клацнувши по кнопках рядку стану.

Текущая ширина полилинии равна 0.0000
ПЛИНИЯ Следующая точка или [Дуга Полуширина длина Отменить Ширина]: III

Вибрали запит «Ширина»

ПЛИНИЯ Начальная ширина <0.0000>: 0.8 ↵

ПЛИНИЯ Конечная ширина <0.8000>: 0.8 ↵ Встановили початкову і кінцеву товщину – ширину полілінії 0.8.

→ ПЛИНИЯ Следующая точка или [Дуга Полуширина дЛина Отменить Ширина]: 2000 ↵ Вкажіть курсором напрямок вправо і введіть довжину відрізка 2000 <ENTER>. Побудували точку 2.

→ ПЛИНИЯ Следующая точка или [Дуга Замкнуть Полуширина дЛина Отменить Ширина]: Д. Вибрали запит «Дуга», починаємо будувати ділянку 2—3 (Рис. 167).

→ ПЛИНИЯ [Угол Центр Замкнуть Направление Полуширина Линейный Радиус Вторая Отменить Ширина]: р. Вибрали запит «Радиус». Креслимо дугу по початковій точці, радіусу і кінцевій точці.

→ ПЛИНИЯ Радиус дуги: : 1000 ↵ Задали величину радіуса.

→ ПЛИНИЯ Конечная точка дуги или [Угол]: Переміщайте курсор вгору. З'являється зображення дуги. Точку 3 на дузі виберемо довільно.

→ ПЛИНИЯ [Угол Центр Замкнуть Направление Полуширина Линейный Радиус Вторая Отменить Ширина]: Л. Вибрали запит «Линейный», що дозволяє перейти в режим креслення відрізків.

→ ПЛИНИЯ Следующая точка или [Дуга Полуширина дЛина Отменить Ширина]: 2000 ↵ Курсором вкажіть напрямок влево і введемо довжину відрізка 2000. Побудували точку 4. Повторіть побудову дуги і закінчіть команду, клацнувши <ENTER>.

• Команда «Круг»



Накреслимо коло (Рис. 168) $R=500$ мм.

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Круг»



Команда: `_circle`
→ КРУГ Центр круга или [ЗТ 2Т ККР (кас кас радиус)]:

Курсором вкажіть положення центру кола, клацнувши ЛКМ по будь-якій точці екрана.

→ КРУГ Радиус круга или [Диаметр]: 500 ↵

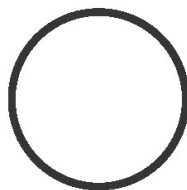


Рис. 168. Графічний примітив «Круг»

• Команда «Прямоугольник»



Накреслимо прямокутник з розмірами 1500 x 750 (Рис. 169).

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Прямоугольник»





Рис. 169. Графічний примітив «Прямоугольник»

Вариант 1

Команда: `_rectang`
ПРИМОУГОЛЬНИК Первый угол или [Фаска Уровень Сопряжение Высота Ширина]:
Вкажіть ЛКМ будь- яку точку кресленика. Це точка 1 (Рис. 169).

ПРИМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поворот]: @1500,50 ↵.
Курсором вкажіть напрямок вправо, вгору і введіть відносні координати точки 2. <ENTER>.

Вариант 2

ПРИМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поворот]:
Вкажіть ЛКМ будь- яку точку кресленика. Це точка 1 (Рис. 169).

ПРИМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поворот]: р
Вибрали запит **Размеры**.

ПРИМОУГОЛЬНИК Длина прямоугольника <10.0000>: 1500 ↵

ПРИМОУГОЛЬНИК Ширина прямоугольника <10.0000>: 750 ↵

• Команда «Многоугольник»



Накреслимо правильный пятикутник, вписанный в круг радиусом 750 мм (Рис. 170).

Стрелка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Многоугольник»  Многоугольник

Команда:
МН-УГОЛ Число сторон <4>: 5| ↵
Вказали кількість сторін багатокутника <ENTER>.

МН-УГОЛ Укажите центр многоугольника или [Сторона]:
Вкажіть будь- яку точку кресленика клацанням ЛКМ. Це центр багатокутника.

МН-УГОЛ Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность Описанный вокруг окружности] <В>: в
Вибрали запит «Вписанный в окружность».

МН-УГОЛ Радиус окружности: 750|


Курсором вкажемо напрямок вгору і введемо величину радиуса описаного круга 750 <ENTER>.





Рис. 170. Графічний примітив «Многоугольник»

• **Команда «Дуга»**  3 точки

Накреслимо дугу кола  3 точки довільного розміру по трьох точках (Рис. 171). Відключимо режим ОРТО .

Стрічка → вкладка Главная → панель Рисование → Дуга  3 точки .

Команда: **_arc**
 ДУГА Начальная точка дуги или [Центр]:
 Вкажіть ЛКМ будь-яку точку кресленника.

 ДУГА Вторая точка дуги или [Центр Конец]:
 Довільно вкажіть другу точку дуги клацанням ЛКМ.



 ДУГА Конечная точка дуги:
 Вкажіть третю точку дуги клацанням ЛКМ.



Рис. 171. Графічний примітив «Дуга»

• **Команда «Штриховка»** 

Заштрихуємо п'ятикутник, накреслений на рисунку 170. Масштаб (частота ліній) штрихування 50 мм.

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Штриховка» .

Після введення команди «Штриховка» на стрічці відкривається *контекстна вкладка стрічки* «Создание штриховки» (Рис. 172).

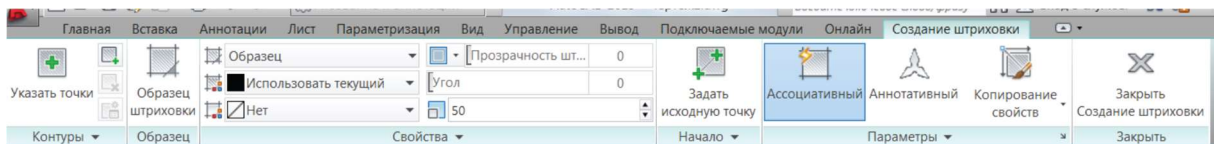






Рис. 172. Контекстна вкладка стрічки «Создание штриховки»

Виберемо  *Указать точки* і у вікні кресленника вкажемо курсором точку всередині контуру п'ятикутника, який будемо, заштриховувати, в галереї стрічки «Образец штриховки»  виберемо стиль штриховки **ANSI31**, установимо масштаб штриховки 50 , потім клацнемо  *Закреть* *Создание штриховки* (Рис. 173). «Штриховка Ассоциативная», ознака автоматичного поновлення штрихування при зміні її контуру.

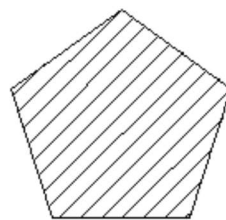


Рис. 173. Графічний примітив «Штриховка»

• Створення однострочного тексту Однострочный текст

Перший етап створення тексту в AutoCAD – це редагування поточного «Текстового стилю» або створення нового «Текстового стилю».

Стрічка → вкладка «Аннотации» → панель інструментів «Текст» → «Стиль текста» (Рис. 174) або Стрічка → вкладка «Главная» → «Аннотации» → «Стиль текста» .

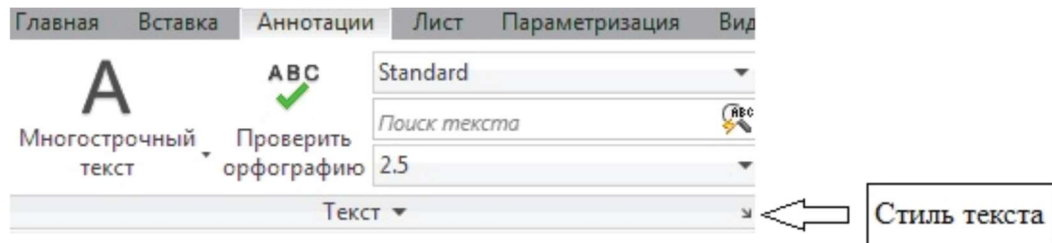


Рис. 174. Створення або редагування стилю тексту

У діалоговому вікні «Текстовые стили» (Рис. 175) зі списку «Имя шрифта» виберемо *Gost type A* або *ISOCP EUR*, клацнемо «Сделать текущим» → «Применить» → «Закрыть».

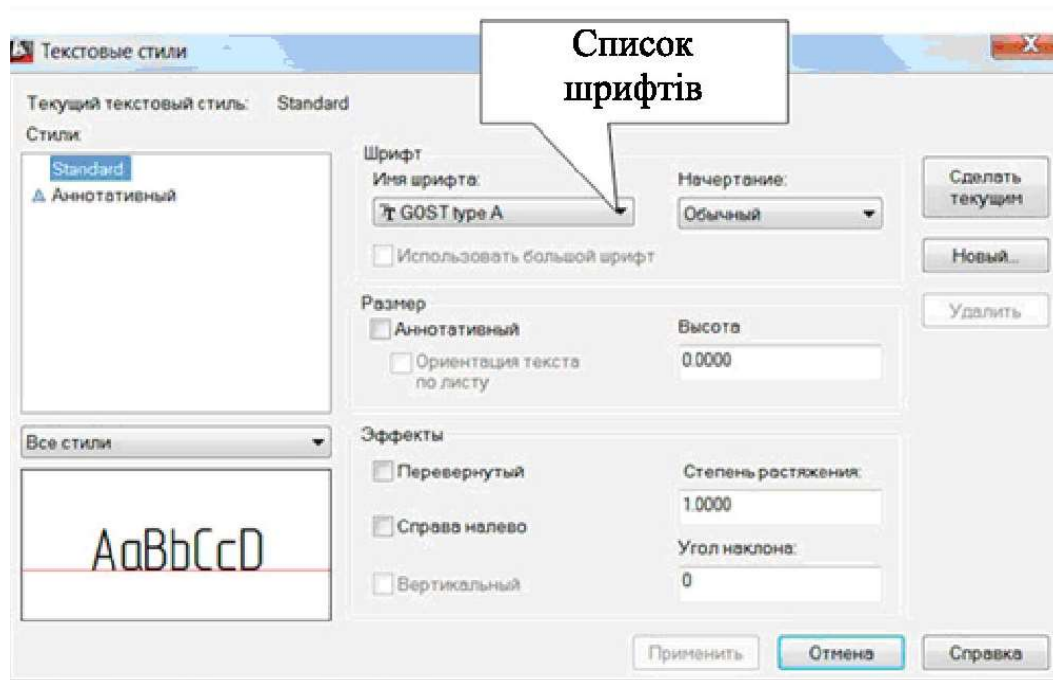


Рис. 175. Діалогове вікно «Текстовые стили»

Другий етап – створення тексту на кресленнику. Використовуючи команду «Однострочный текст», напишемо будь-який текст (Рис. 176).

Викладач Сидорчук П.І.
Студент Петриченко О.М.

Рис. 176. Зміст тексту. Команда «Однострочный текст»

Стрічка → вкладка «Аннотации» → «Текст» → «Однострочный текст»

Текущий текстовый стиль: "Standard" Высота текста: 2.5000 Аннотативный: Нет
AI- ТЕКСТ Начальная точка текста или [Выравнивание Стиль]:

Курсором вкажіть початок рядка тексту, клацнувши в будь-якій точці екрану ЛКМ.

AI- ТЕКСТ Высота <2.5000>: 300 ↵

AI- ТЕКСТ Угол поворота текста <0>: 0 ↵

AI- ТЕКСТ Друкуємо заданий текст. Перехід з одного рядка на інший виконуємо клацанням по <ENTER>. Закінчимо виконання команди «Текст», двічі клацнувши <ENTER>.

Для редагування «Однострочного текста» двічі клацнемо по ньому ЛКМ і у вікні «Редактирование текста» виконаємо редагування.

• Команда «Слои»



Шари дозволяють структурувати кресленник, що спрощує управління даними кресленника і різними властивостями, такими як типи ліній, колір, товщина ліній.

Для створення шарів можна ввести команду «Слои»  або виконати:

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Слои» → «Свойства слоя» .

Відкривається діалогове вікно «Диспетчер свойств слоя» (Рис. 177), в якому відображається список шарів кресленника і їх властивості.

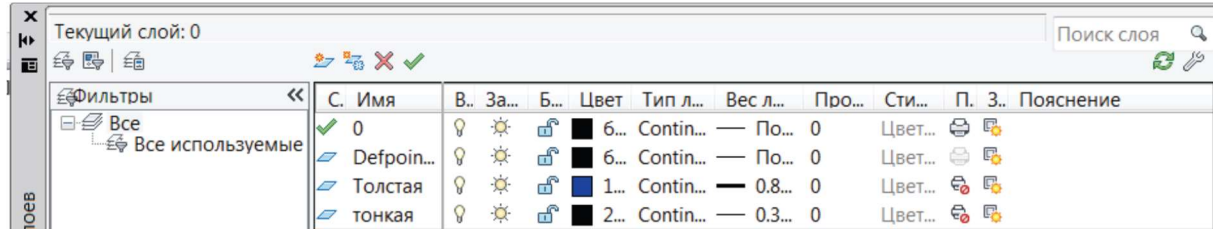





Рис. 177. Діалогове вікно «Диспетчер свойств слоя»

За замовчуванням створено шар 0. Для створення нового шару у вікні «Диспетчер свойств слоя» клацнемо ЛКМ по кнопці «Создать слой» (Рис. 178). Для зміни властивостей шару потрібно клацнути ЛКМ по властивості (Рис. 178). Можна додавати, видаляти або перейменовувати шари, змінювати їх властивості. Шар може бути включений і виключений , розморожений і заморожений , розблокований і заблокований .

Познайомимося детальніше з властивостями шарів.

«Вкл. /Выкл»

Включені шари видно на екрані і виводяться на друк. Відключені шари не видно на екрані і не виводяться на друк.

«Заморозить»

Об'єкти на заморожених шарах не відображаються, не друкуються, не регенеруються. У кресленниках, в яких підтримується 3D моделювання, вони не візуалізуються.

«Блокировать»

Блокування та розблокування виділених шарів. Об'єкти на заблокованому шарі не можуть редагуватися.

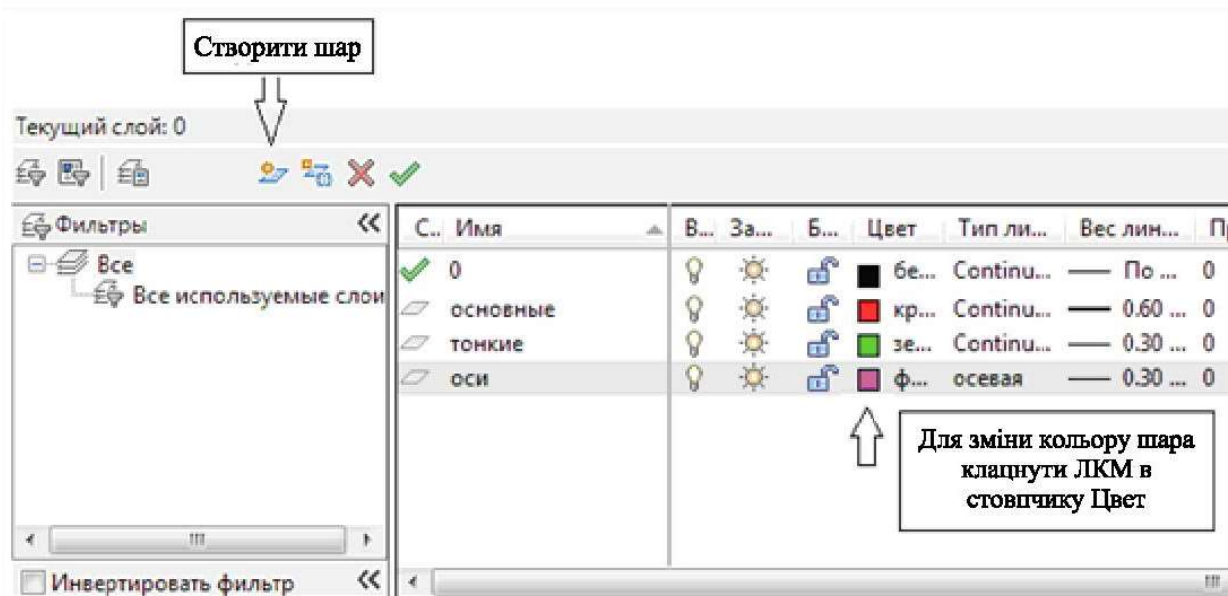


Рис. 178. Створення нових шарів



Зміна кольору, присвоєного обраним шарам. Клацніть ім'я кольору, щоб відобразити діалогове вікно «Выбор цвета» (Рис. 179).

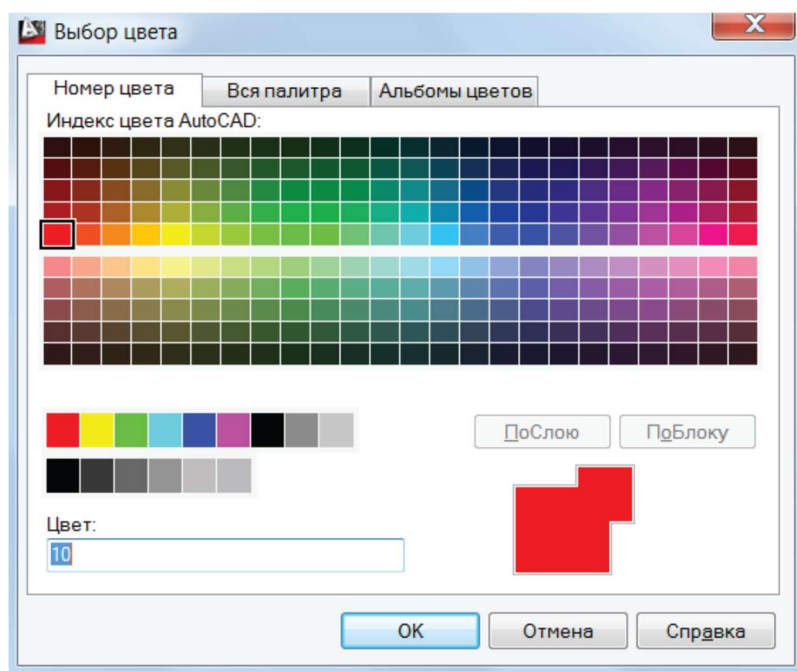


Рис. 179. Діалогове вікно «Выбор цвета»

«Тип линий»

Зміна типу ліній, присвоєного обраним шарам. Клацніть ім'я типу ліній, щоб відобразити діалогове вікно «Выбор типа линий» (Рис. 180, а).

Тип лінії вибираємо в «Библиотеке типов линий» AutoCAD. Вікно «Загрузка/Перезагрузка типов линий» (Рис. 180, б) відкривається, якщо натиснути кнопку «Загрузить» у вікні «Выбор типа линий».

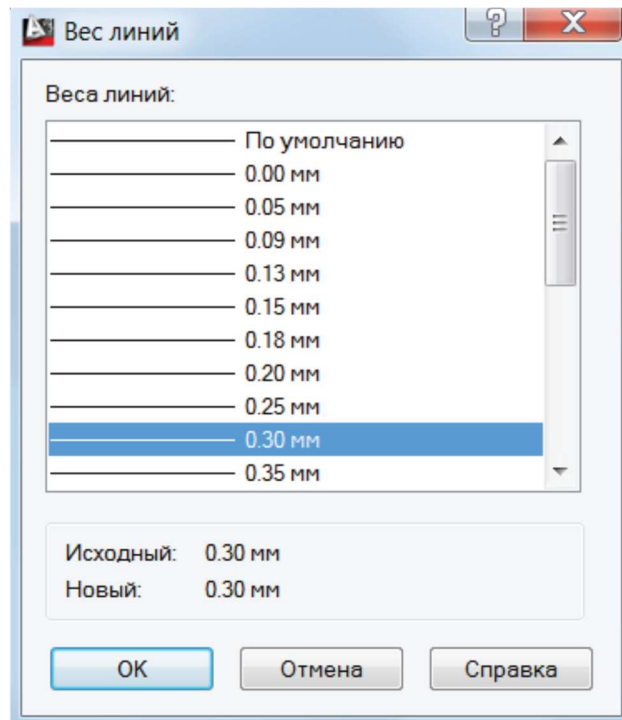


Рис. 181. Діалогове вікно «Вес линий»

«Прозрачность»

Керування видимістю всіх об'єктів на обраному шарі. Якщо прозорість застосована до окремих об'єктів, властивість прозорості об'єктів перевизначається налаштуванням прозорості шару. Для відображення діалогового вікна «Прозорість шарів» клацніть значення прозорості.

Для вироблення навичок роботи з шарами виконаємо вправу.

Створіть три шари:

- ◆ товста, колір синій, тип лінії Continuous, товщина 0.8;
- ◆ тонка, колір чорний, тип лінії Continuous, товщина 0.3;
- ◆ осі, колір червоний, тип лінії осьова, товщина 0.25.

Використовуючи створені шари, поміняємо властивості одного з графічних примітивів, наприклад властивості «Круга». Для цього виділимо графічний примітив «Круг», клацнувши по ньому курсором, і введемо його в шар осі, вибравши шар осі зі списку шарів (Рис. 182).

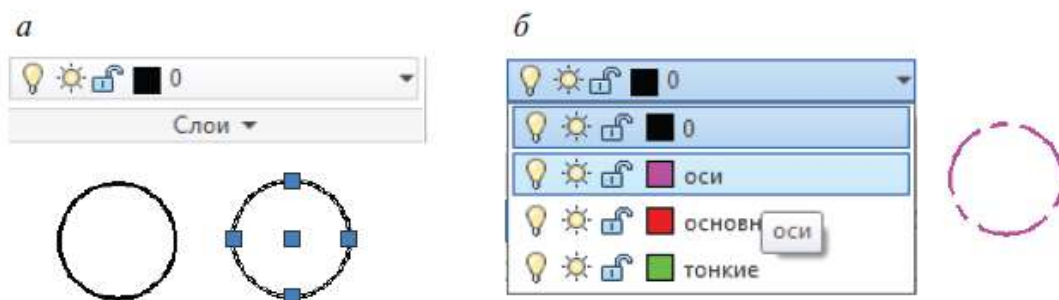
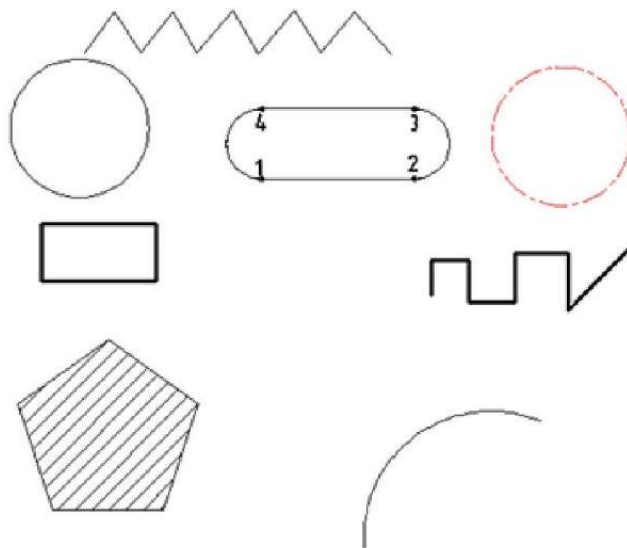


Рис. 182 – Зміна властивостей примітиву «Круг»:
а – коло в шарі 0; б – коло в шарі осі

Результат виконання завдання 2 за командами панелі «Рисование» представлений на рисунку 183.

Для формування досвіду роботи з командами AutoCAD користувачам рекомендується багаторазове виконання завдань.




Викладач Сидорчук П.І.
Студент Петриченко О.М.

Рис. 183. Результат виконання завдання 2

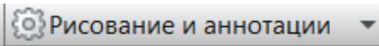
Завдання 3. Вивчення панелі інструментів «Редактирование».

Представлені завдання призначені для ознайомлення з інтерфейсом AutoCAD 2022 і освоєння прийомів редагування графічних примітивів в AutoCAD 2022.

Після виконання команди для відновлення заданого кресленника можна виконати команду «Отменить»  (панель «Быстрый доступ»). Для закріплення навички виконання команди рекомендується виконати її кілька разів.

Більшість команд панелі «Редактировать» мають загальну послідовність виконання:

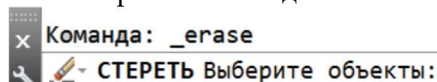
- 1) введення команди;
- 2) вибір об'єкта;
- 3) закінчення вибору об'єктів клацанням по <ENTER> або ПКМ;
- 4) вибір базової точки (крім «Обрезать/Удлинить, Сопряжение/Фаска»).

Встановіть робочий простір «Рисование и аннотации» .

• Команда «Стереть»


Для виконання таких вправ залишимо зображення п'ятикутника зі штрихуванням на рисунку 183, а інші об'єкти зітремо.

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Стереть».

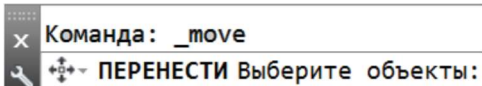


Виберіть об'єкти, які потрібно стерти, рамкою або курсором. Клацніть <ENTER>.

• Команда «Перенести»

Перемістимо п'ятикутник на довільну відстань в правий верхній кут кресленника. Вимкніть режим ОРТО .

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Перенести» .



Виберіть вікном п'ятикутник.

☞ ПЕРЕНЕСТИ Выберите объекты: ↵ або ПКМ

☞ ПЕРЕНЕСТИ Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>:

Курсором вкажіть точку на п'ятикутнику.

☞ ПЕРЕНЕСТИ Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

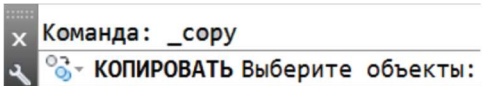
Вкажіть точку переміщення, клацнувши на ній ЛКМ.

• Команда «Копировать»



Копіюємо п'ятикутник, як показано на рисунку 184, відстані копіювання довільні.

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Копировать» .



Вікном виберіть об'єкт, який потрібно скопіювати.

☞ КОПИРОВАТЬ Выберите объекты:
<ENTER> або ПКМ.

☞ КОПИРОВАТЬ Базовая точка или [Перемещение режим] <Перемещение>::

Курсором вкажіть точку на п'ятикутнику.

☞ КОПИРОВАТЬ Вторая точка или [Массив] <использовать для перемещения первую точку>:

Вкажіть першу точку копіювання, другу, третю та ін. Повторимо n разів (Рис. 184).

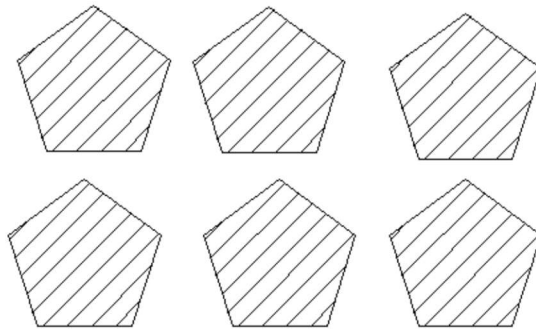


Рис. 184. Результат виконання команди «Копировать»

• Команда «Повернуть»



Повернемо п'ятикутник на кут 45° (Рис. 185).

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Повернуть» .

Увага: відлік кута проти годинникової стрілки.

Текущие установки отсчета углов в ПСК: ANGDIR=против ч/с ANGBASE=0
ПОВЕРНУТЬ Выберите объекты:
Виберіть вікном п'ятикутник (правий нижній).

ПОВЕРНУТЬ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ

ПОВЕРНУТЬ Базовая точка:
Вкажіть точку об'єкта курсором.

ПОВЕРНУТЬ Угол поворота или [Копия Опорный угол] <0>: 45

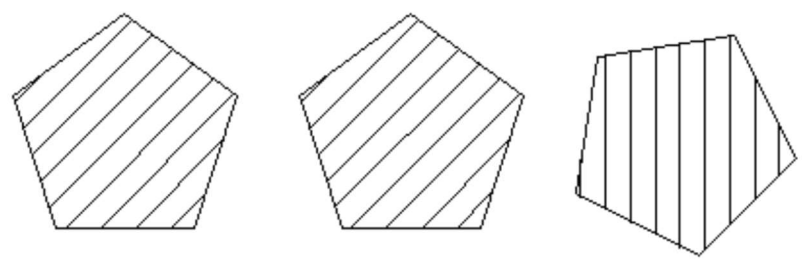


Рис. 185. Результат виконання команди «Повернуть»

Штриховка асоціативна, тому вона автоматично оновлюється при зміні її контуру.

Команда «Зеркало»

Дзеркально відобразимо вибрані об'єкти. Ось відображення вертикальна.

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Зеркало» (Рис. 186).

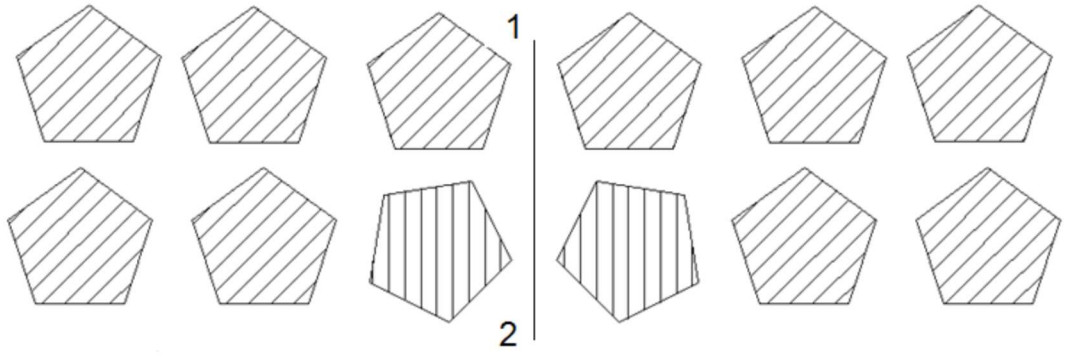




Рис. 186. Результат виконання команди «Зеркало»

Команда: mirror
ЗЕРКАЛО Выберите объекты:
Виберіть об'єкти вікном.

ЗЕРКАЛО Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ

ЗЕРКАЛО Первая точка оси отражения:
Вкажіть першу точку вертикальної осі відображення.

 ЗЕРКАЛО Первая точка оси отражения: Вторая точка оси отражения: <Орто вкл>
Вкажіть другу точку вертикальної осі відображення.


 ЗЕРКАЛО Удалить исходные объекты? [Да Нет] <Н>: н ↵
Для завершения команды клацнемо <ENTER>.

● **Команда «Растянуть»** 

Увага! Розтягуються об'єкти, які частково знаходяться в рамці вибору. Об'єкти, які повністю включені в рамку вибору, не розтягуються, а переміщуються.

В команді «Растянуть» вибір частини об'єкта, яка розтягується, здійснюється січною рамкою що формується справа наліво.

Розтягнемо один з п'ятикутників.

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Растянуть»  .

Выберите растягиваемые объекты секущей рамкой или секущим многоугольником.

 РАСТЯНУТЬ Выберите объекты:

Для виконання команди вибираємо січною рамкою праву частину п'ятикутника, справа наліво (Рис. 187, а).

 РАСТЯНУТЬ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ

 РАСТЯНУТЬ Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>:

Вкажіть точку п'ятикутника на стороні, що розтягується (Рис. 187, б).

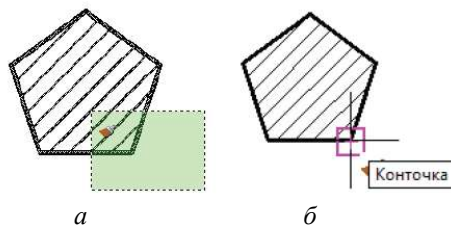




Рис. 187. Етапи виконання команди «Растянуть»:
а – виділення частини п'ятикутника; б – вказівка базової точки

Вимкніть режим ОРТО .

 РАСТЯНУТЬ Вторая точка или <считать перемещением первую точку>:

Вкажіть напрямок розтягування, як показано на рисунку 188. Завершуємо команду клацанням ЛКМ (Рис. 189).

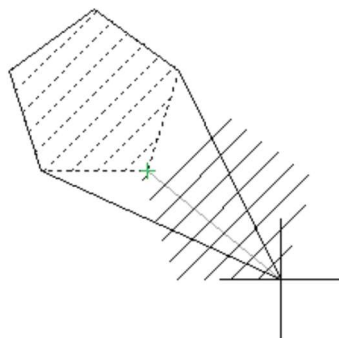


Рис. 188. Розтягуємо п'ятикутник

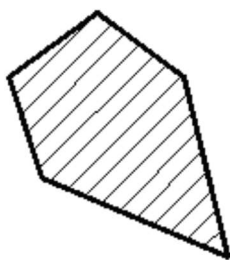


Рис. 189. Результат виконання команди «Растянуть»

• **Команда «Масштаб»**



Масштабуємо обраний об'єкт зі збереженням пропорцій (Рис. 190).

Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Масштаб»



Команда: `_scale`

МАСШТАБ Выберите объекты:

Виберіть вікном будь-який п'ятикутник.



МАСШТАБ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ



МАСШТАБ Базовая точка:

Вкажіть точку обраного п'ятикутника.



МАСШТАБ Масштаб или [Копия Опорный отрезок]: 2 ↵

Обрано масштаб збільшення 2.

Розмір об'єкта збільшиться в 2 рази.

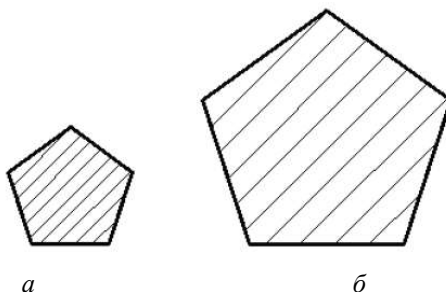


Рис. 190. Результат виконання команди «Масштаб»: *a* – вихідне зображення; *b* – зображення, збільшене в 2 рази

• **Команда «Сопряжение»**



Виконаємо закруглення (сполучення) кутів п'ятикутника (Рис. 191). Радіус сполучення 500 мм. Для зручності збільшимо зображення п'ятикутника, використовуючи команду «Показать рамкой»



панелі інструментів «Зумирование»



Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Сопряжение»




Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000


СОПРЯЖЕНИЕ Выберите первый объект или [Отменить полилиния радиус обреза несколько]: Д.

Вибрали запит радіус.

 СОПРЯЖЕНИЕ Радиус сопряжения <0.0000>: 500 ↵

Ввели значения радиуса сполучення.

 СОПРЯЖЕНИЕ Выберите первый объект или [отменить полИлиния радиус обРезка Несколько]:
Вкажіть курсором першу лінію сполучення (Рис. 191, а).

 СОПРЯЖЕНИЕ Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:
Вкажіть курсором другу лінію сполучення (Рис. 191, б).

Результат виконання команди «Сопряжение» надано на рис. 191, в.

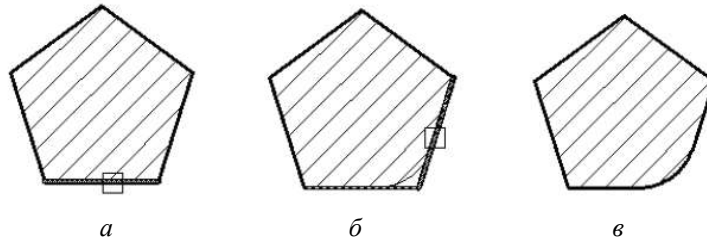


Рис. 191. Команда «Сопряжение»:

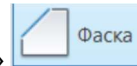
а – вибір першої лінії сполучення; б – вибір другої лінії сполучення;
в – результат виконання команди «Сопряжение»

• Команда «Фаска»





Виконаємо на одному з кутів п'ятикутника фаску величиною 500 мм (Рис. 192).


Стрічка → вкладка «Главная» → «Редактирование» → «Фаска»




(Режим С ОБРЕЗКОЙ) Параметры фаски: Длина1 = 0.0000, Длина2 = 0.0000

 ФАСКА Выберите первый отрезок или [отменить полИлиния Длина Угол обРезка Метод Несколько]: д
Вибрали запит довжина, за замовчуванням довжина 1 = 0, довжина 2 = 0.

 ФАСКА Первая длина фаски <0.0000>: 500 ↵

 ФАСКА Вторая длина фаски <500.0000>: 500 ↵

 Выберите первый отрезок или [отменить полИлиния Длина Угол обРезка Метод Несколько]:
Вкажіть курсором першу сторону п'ятикутника (Рис. 192, а).

Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе,
чтобы создать угол, или [Расстояние/Угол/Метод]:
Вкажіть курсором другу сторону п'ятикутника (Рис. 192, б, в).

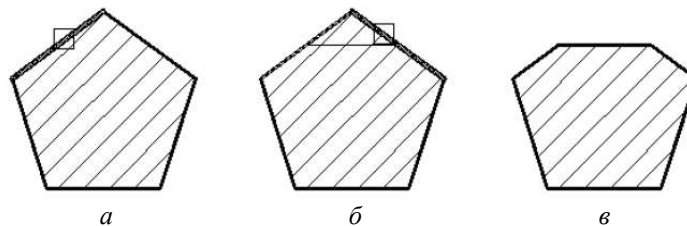



Рис. 192. Результат виконання команди «Фаска»:

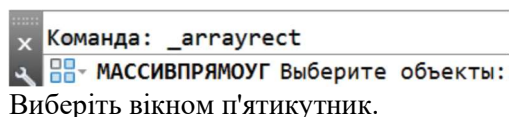
а – результат виконання команди; б – вибір другої лінії фаски на п'ятикутнику;
в – результат виконання команди «Фаска»

Для виконання наступних команд залиште один п'ятикутник, інші командою «Стереть»  видаліть.

• **Команда «Массив прямоугольный»** 

Створимо масив прямокутної форми, що складається з 2 рядів і 3 стовпчиків п'ятикутників (Рис. 193).

Стрічка → «Главная» → «Редактирование» → «Массив прямоугольный» .



МАССИВПРЯМОУГ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ

Після закінчення вибору об'єктів програма формує прямокутний масив, який складається з 4-х стовпчиків і 3-х рядків (Рис. 193). Редагування масиву можна виконати за допомогою «ручок».

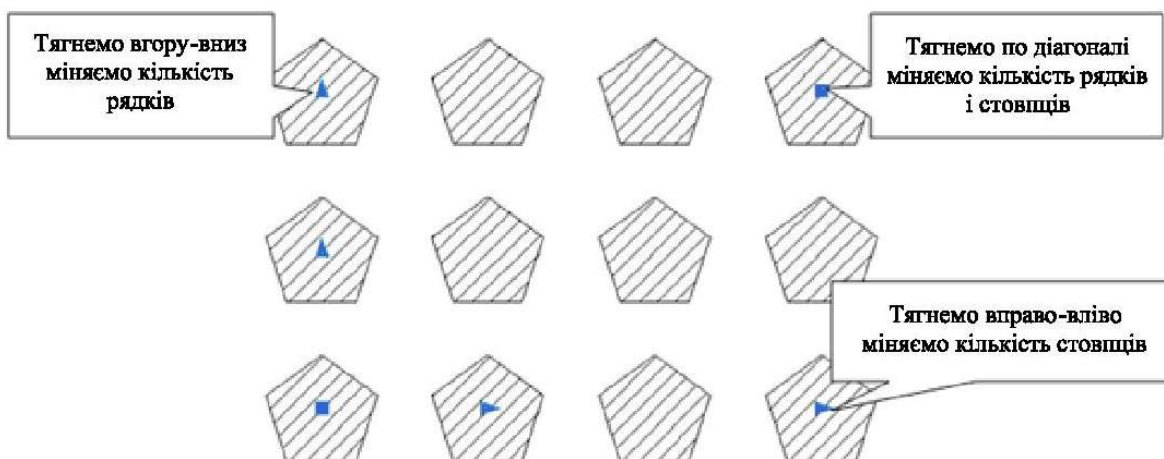


Рис. 193. Редагування прямокутного масиву «ручками»

Якщо потягнути за стрілочку, розташовану в правому нижньому кутку вправо–вліво, то можна змінити кількість стовпців масиву.

Якщо потягнути вгору–вниз за стрілочку, розташовану в лівому верхньому кутку можна змінити кількість рядків масиву.

Якщо потягнути за синій прямокутник в правому верхньому кутку по діагоналі, можна змінити кількість рядків і стовпців.

Після закінчення вибору об'єктів, які формують масив, змінюється вигляд Стрічки. З'являється контекстна вкладка стрічки «Редактор массива» (Рис. 194).



Рис. 194. Контекстна вкладка стрічки «Редактор массива»

Заповнивши вікна в контекстній вкладці стрічки «Редактор массива», створимо масив, що складається з 3-х стовпців і 2-х рядків (Рис. 195).

Закінчимо команду «Масив» клацанням по кнопці «Закри́ть Масив».

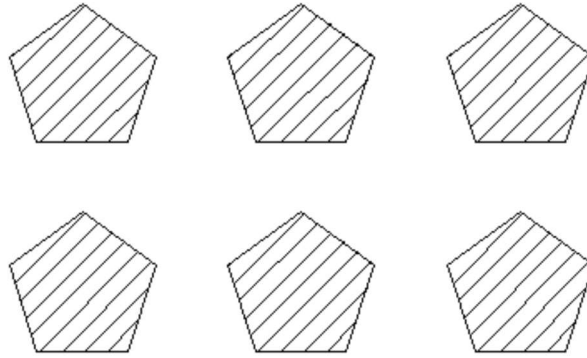


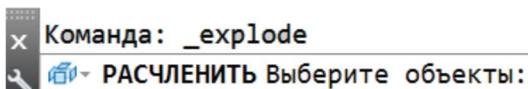
Рис. 195. Результат виконання команди «Прямоугольный массив»

• **Команда «Расчлени́ть»**



Розчленуємо об'єкт – масив на окремі компоненти – п'ятикутники.

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Редактирование» → «Расчлени́ть»



Виберіть об'єкт– масив <ENTER>.

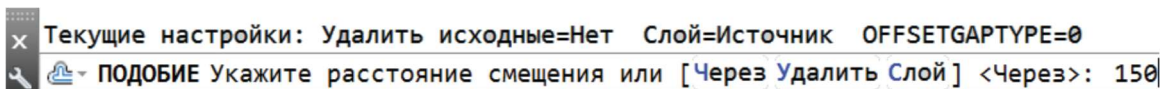
Масив розчленований на шість п'ятикутників.

• **Команда «Смещение»**



Створимо кілька подібних об'єктів– п'ятикутників на відстані 150 мм (Рис. 196).

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Редактирование» → «Смещение»



Відстань зсуву 150 мм.

ПОДОБИЕ Выберите объект для смещения или [Выход Отменить] <Выход>:

Виберіть курсором п'ятикутник.

ПОДОБИЕ Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход Несколько Отменить] <Выход>:

Клацніть курсором будь– яку точку зовні п'ятикутника.

ПОДОБИЕ Выберите объект для смещения или [Выход Отменить] <Выход>:

Виберіть курсором новий п'ятикутник.

ПОДОБИЕ Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход Несколько Отменить] <Выход>:

Клацніть курсором будь– яку точку зовні п'ятикутника. Повторіть n разів. Закінчимо команду, клацнувши <ENTER>.

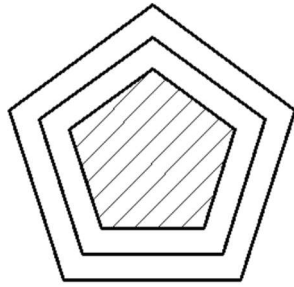


Рис. 196. Результат виконання команди «Смещение»

• **Команда «Обрезать»**  Обрезать

Для засвоєння прийомів обрізання і подовження об'єктів в AutoCAD накресліть фігуру довільного розміру (Рис. 197), використовуючи команди «Прямоугольник, Отрезок, Круг».

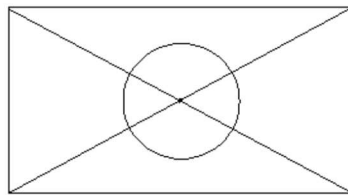







Рис. 197. Фігура довільного розміру:
для виконання команд «Обрезать» і «Удлинить»

Обріжемо частину діагональних ліній, розташованих між колом і прямокутником (Рис. 198).

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Редактирование» → «Обрезать»  Обрезать .

 Выберите режущие кромки ...
 ОБРЕЗАТЬ Выберите объекты или <выбрать все>:
Виберіть ріжучу кромку – коло.

 ОБРЕЗАТЬ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ.
Закінчили вибір ріжучих кромок.

 ОБРЕЗАТЬ [Линия Секрамка Проекция Кромка удалить Отменить]:
Вкажіть об'єкти, що обрізуються: чотири діагоналі прямокутника <ENTER>.

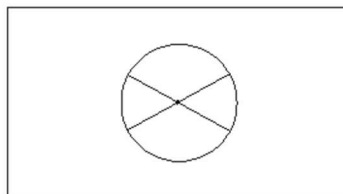


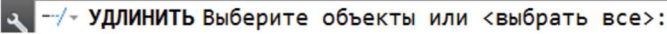


Рис. 198. Результат виконання команди «Обрезать»

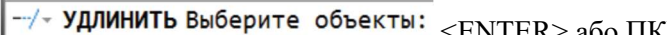
• **Команда «Удлинить»**  Удлинить

Відновимо діагоналі прямокутника командою «Удлинить»  Удлинить .

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Редактирование» → «Удлинить» 

 Выберите граничные кромки ...
 УДЛИНИТЬ Выберите объекты или <выбрать все>:

Виберемо курсором кромки, до яких хочемо подовжити діагоналі (контур прямокутника).

 УДЛИНИТЬ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ.

 УДЛИНИТЬ [Линия Секрэмка Проекция Кромка Отменить]:

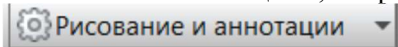
Вкажіть діагоналі прямокутника, які потрібно подовжити. <ENTER>.

Результат виконання команди **Удлинить** наведено на рисунку 197.

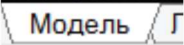
Завдання 4. Створення зображення формату.

У представленому посібнику ми розглянемо варіант створення шаблону кресленника.

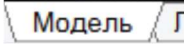
Після завантаження програми AutoCAD 2022 виберемо «Создать», в діалоговому вікні «Выбор шаблона» *acadiso.dwt* – «Открыть».

Встановимо робочий простір «Рисование и аннотации», вибравши його зі списку панелі інструментів «Рабочие пространства» .

Накреслимо формати A4 (210 x 297), A3 (420 x 297), A2 (594 x 420) в просторі «Модель»

 потім на вкладці Лист 1 створимо видові екрани з зображенням форматів.

• Создание слоев

В просторі **Модель**  створимо три шари:

- ◆ **толстая** – колір синій, тип лінії continuous, товщина 0.5;
- ◆ **тонкая** – колір чорний, тип лінії continuous, товщина 0.25;
- ◆ **текст** – колір зелений, тип лінії continuous, товщина 0.3.

Створюємо шари в діалоговому вікні «Диспетчер свойств слоев» (див. рис. 177—178), яке відкриємо так:

Стрічка → «Главная» → «Слои» → «Свойства слоя» 

• Створення рамок форматів

Накреслимо рамки форматів командою **Прямоугольник**. Встановимо поточним шар **тонкая**

 тонкая, включимо режим **ОРТО** .

Перший кут (1) прямокутників будемо вказувати курсором в довільній точці кресленника, другий кут (2) визначаємо відносними координатами: для формату A4 – @210,297, для формату A3 – @420,297, для формату A2 – @594,420 (Рис. 199).

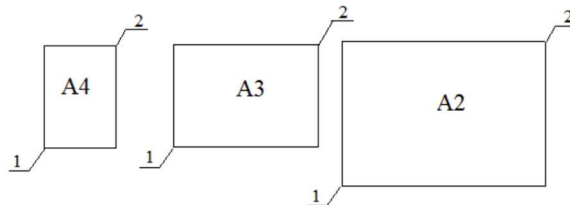


Рис. 199. Формування рамок форматів A4, A3, A2

Стрічка → вкладка «Главная» панель інструментів → «Рисование» → «Прямоугольник» 

Команда: `_rectang`
ПРЯМОУГОЛЬНИК Первый угол или [Фаска Уровень Сопряжение Высота Ширина]:
Кладнемо курсором в будь-якій точці кресленика.

ПРЯМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поВорот]: @210,297 ↵
Аналогічно накреслити рамки форматів А3 і А2.

• Створення рамки кресленика

Переміщуємо ПСК в лівий нижній кут формату А4. Якщо знак ПСК не відображається на кресленіку, введіть команду «ЗНАКПСК» і виберіть «ВКЛ».

Команда: ЗНАКПСК
ЗНАКПСК Задайте параметр [Вкл Откл Все Без начала
Начало выбираеМый Свойства] ВКЛ ↵

Виділимо знак ПСК, клацнувши по ньому ЛКМ. Ручки осей мають круглу форму, ручка початку координат – прямокутну форму. Перетягніть знак ПСК за ручку початку координат в нове положення, в лівий нижній кут формату А4 (Рис. 200).

Можна перемістити початок ПСК, виконавши введення команди ПСК в командному рядку.

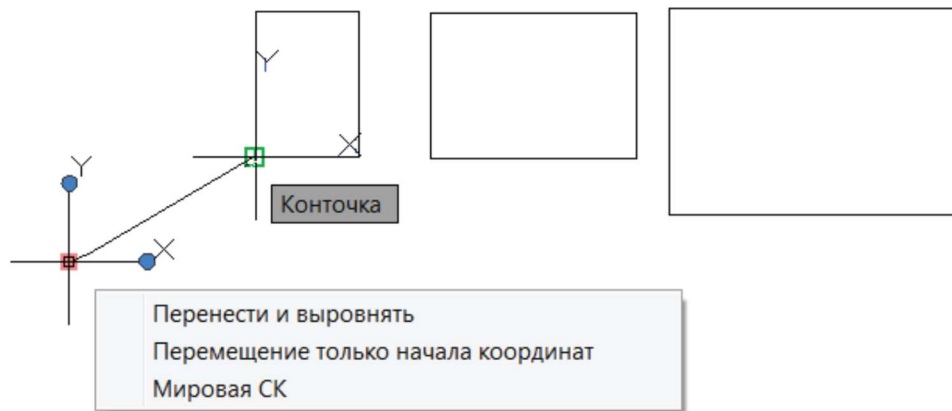


Рис. 200. Переміщення ПСК

Командою «Прямоугольник» накреслимо рамку кресленика. Перший і другий кути рамки кресленика будемо задавати абсолютними координатами. Координати першого кута 20,5; координати другого кута рамки будуть в абсолютних координатах по осі OX і OY на 5 мм менше габаритних розмірів формату.

Поточний шар – «толстая». Включена «Объектная привязка»  «Конточка» 

Формат А4:

Команда: `_rectang`
ПРЯМОУГОЛЬНИК Первый угол или [Фаска Уровень Сопряжение Высота Ширина]: 20,5 ↵
Задана точка 3 на рисунку 201, а.

ПРЯМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поВорот]: 205 292 ↵
Задана точка 4 на рисунку 201, а.

Формат А3:

Переміщуємо ПСК в лівий нижній кут формату А3.

Команда: `_rectang`
 ПРЯМОУГОЛЬНИК Первый угол или [Фаска Уровень Сопряжение Высота Ширина]: 20,5 ↵
 Задана точка 5 на рисунку 201, б.

ПРЯМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поВорот]: 415,292 ↵
 Задана точка 6 на рисунку 201, б.

Формат А2:
 Переміщуємо ПСК в лівий нижній кут формату А2.

Команда: `_rectang`
 ПРЯМОУГОЛЬНИК Первый угол или [Фаска Уровень Сопряжение Высота Ширина]: 20,5 ↵
 Задана точка 7 на рисунку 201, в.

ПРЯМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поВорот]: 589,415 ↵
 Задана точка 8 на рисунку 201, в.

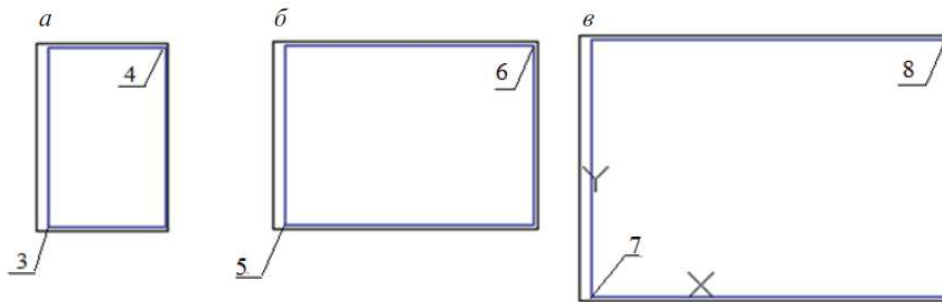


Рис. 201. Формування рамки кресленика на форматах А4, А3, А2:
 а – формат А4, б – формат А3, в – формат А2

1. Накреслимо в правому нижньому кутку формату А3 основний напис (Рис. 202) відповідно до ДСТУ Б А.2.4– 4:2009, потім скопіюємо основний напис на формат А4 і А2.

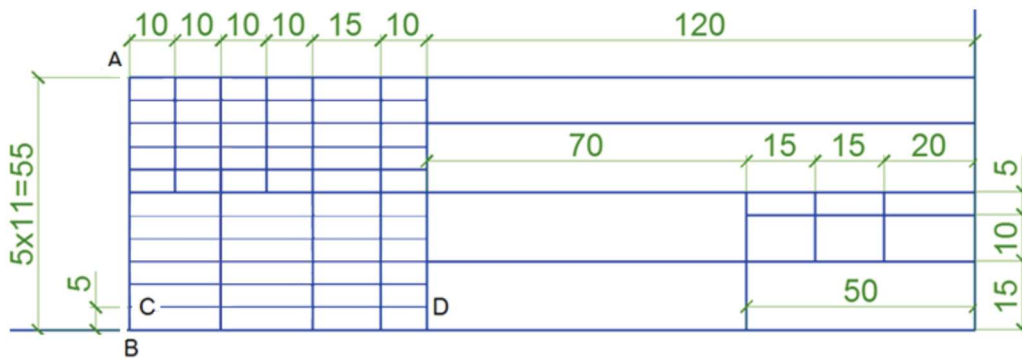


Рис. 202. Розміри основного напису

Спочатку накреслимо зовнішню рамку основного напису з габаритними розмірами 185x55 (Рис. 203), використовуючи команду «Прямоугольник».

Стрічка → вкладка «Главная» → панель «Рисование» → «Прямоугольник»

Команда: `_rectang`
 ПРЯМОУГОЛЬНИК Первый угол или [Фаска Уровень Сопряжение Высота Ширина]:
 Перший кут прямокутника, точку А (Рис. 203) вкажемо, клацнувши ЛКМ по точці.

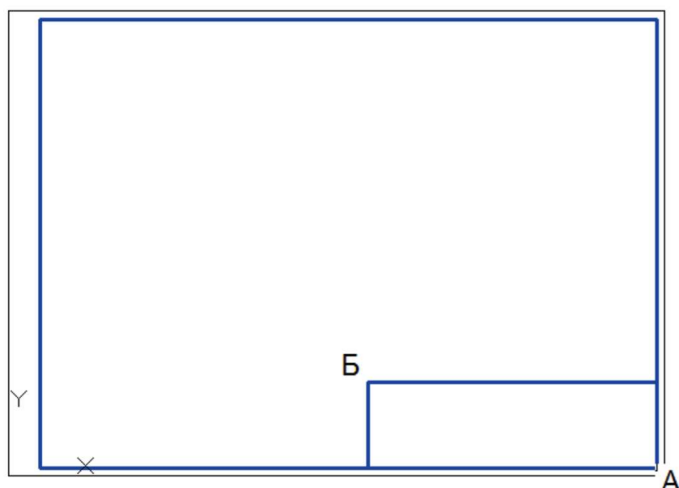


Рис. 203. Рамка формату А3, рамка кресленика і габаритний прямокутник основного напису с розмірами 185x55 мм

ПРЯМОУГОЛЬНИК Второй угол или [Площадь Размеры поВорот]: @—185,55 ↵

Координати точки Б задані відносними координатами, негативний напрямок по осі OX (рисунок 203).

2. Для подальшого формування зображення основного напису (Рис. 203) розчленуємо габаритний прямокутник основного напису.

Стрічка → «Главная» → «Редактирование» → «РасчлениТЬ»

Команда: `_explode`
 РАСЧЛЕНИТЬ Выберите объекты:

Курсором вкажіть габаритний прямокутник основного напису <ENTER>.

3. Використовуючи команду «Копировать» , накреслимо вертикальні відрізки в основному написі (за розмірами, зазначеними на рисунку 202). Встановимо поточним шар – «толстая». Режим **ОРТО** включений.

Стрічка → «Главная» → «Редактирование» → «Копировать»

Команда: `_copy`
 КОПИРОВАТЬ Выберите объекты:

Виберіть відрізок АВ (див. рис. 202).

КОПИРОВАТЬ Выберите объекты: <ENTER> або ПКМ

КОПИРОВАТЬ Базовая точка или [Перемещение режим] <Перемещение>:

Вкажіть точку В (див. рис. 202) як базову точку об'єкта, що копіюється.

КОПИРОВАТЬ Вторая точка или [Массив] <использовать для перемещения первую точку>:



Перемістіть курсор в сторону копіювання і введіть відстані від базової точки до точки копіювання 10↵, 20↵, 30↵, 40↵, 55↵, 65↵, 135↵, 150↵, 165↵, <ENTER>. Результат виконання команди **Копировать** показаний на рисунку 204.

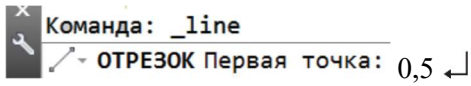


Рис. 204. Результат виконання команди «Копировать»

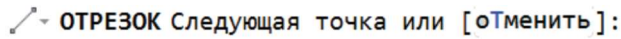
4. Накреслимо горизонтальні тонкі лінії в лівій частині основного напису відповідно до рисунку 202.

Перемістимо ПСК в точку В (див. рис. 202) основного напису.


Встановимо поточним шар «тонкая» і накреслимо горизонтальний відрізок CD (див. рис. 202), використовуючи команду «Отрезок» , панелі «Рисование», вкладки «Главная». Включимо Режим «ОРТО» , «Объектную привязку» , «Нормаль» .




Побудували точку С.



Доведіть курсор до точки D (вона відстежується прив'язкою «Нормаль»), клацніть ЛКМ.

5. Використовуючи команду «Массив прямоугольный» , в лівій частині основного напису створимо масив горизонтальних відрізків, що складається з одного стовпця і 10 рядків з відстанню між рядками 5 мм (Рис. 205).

6. Встановимо поточним шар «толстая». Використовуючи команду «Отрезок» , панелі «Рисование», вкладки «Главная», накреслимо всі лінії основного напису відповідно до рисунку 202.

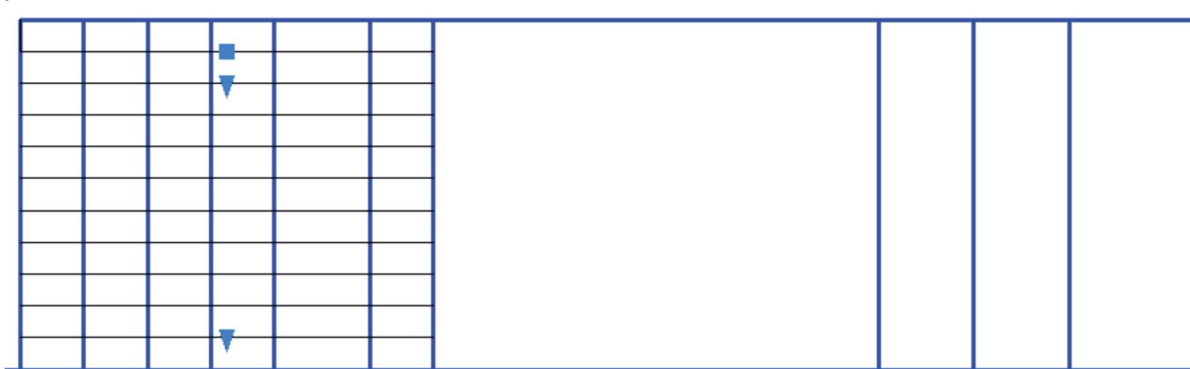




Рис. 205. Массив тонких линий

Всі зайві лінії всередині основного напису обріжемо (Рис. 206), використовуючи команду «Обрезать» , панелі «Редактировать», вкладки «Главная». На рисунку 206 стрілками позначені лінії, які потрібно обрізати.

Стрічка → «Главная» → «Редактирование» → «Обрезать» .

Выберите режущие кромки ...
 ОБРЕЗАТЬ Выберите объекты или <выбрать все>:
 Виберіть січною рамкою весь основний напис.

ОБРЕЗАТЬ Выберите объекты:
 Виберіть об'єкти: ПКМ або <ENTER>.

ОБРЕЗАТЬ [Линия Секрамка Проекция Кромка удалить Отменить] :
 Вкажіть курсором лінії, що обрізуються, як показано на рисунку 206.

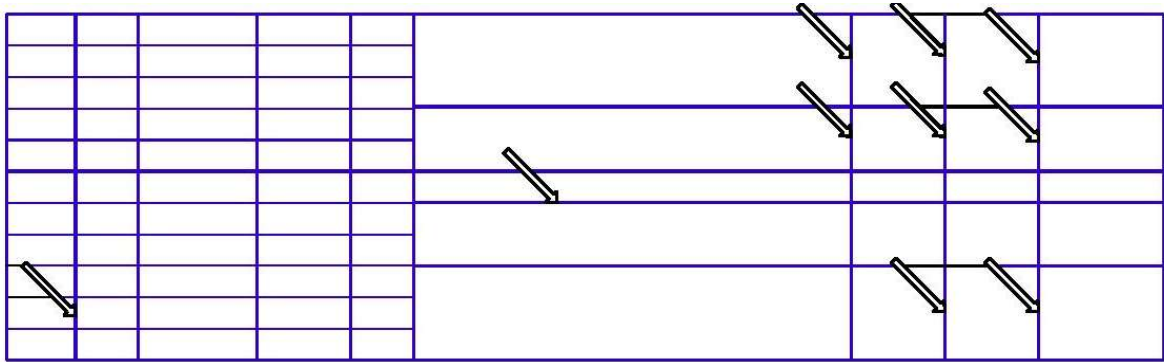


Рис. 206. Зображення основного напису перед командою «Обрезать».
 Курсором вказані лінії, які потрібно обрізати

Зображення основного напису після виконання команди «Обрезать» наведено на рисунку 202.

● Заповнення основного напису

Використовуючи команду «Многострочный текст», заповнимо текстом накреслений основний напис (Рис. 207).


Встановимо поточним «Стиль текста» з ім'ям шрифту *Times New Roman*.

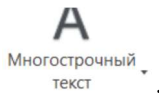
Стрічка → «Главная» → «Аннотации» → «Стиль текста» .

Змін.	Лист	N докум.	Підп.	Дата					
Розроб.						Стадія	Лист	Листів	
Перев.									
Т. контр.									
Н. контр.									
Затвердив									
						СНУ ім. В. Даля кафедра група			

Рис. 207. Основний напис

В діалоговому вікні «Текстовые стили» зі списку «Имя шрифта» виберемо шрифт *Gost type A*. Клацнемо по кнопці «Сделать текущим» → «Закреть». Напишемо текст основного напису у відповідності з рисунком 207.

Використовуючи команду «Показать рамкой»  панелі «Зумирование», збільшимо частину основного напису, для зручності заповнення текстом (Рис. 208). Вимкніть «Объектную привязку» .

Стрічка → «Аннотации» → «Текст» → «Многострочный текст» 

Команда: `_mtext`
 Текущий текстовый стиль: "Standard". Высота текста: 2.5 Аннотативный:
 А - МТЕКСТ Первый угол: Укажите курсором левый верхний угол текста.

Вкажіть курсором лівий верхній кут тексту. Точка 1 на рисунку 208.

А - МТЕКСТ Противоположный угол или [Высота выравнивание Межстрочный интервал Поворот Стиль Ширина Колонки]: В ↵

Вибираємо запит «Высота».

А - МТЕКСТ Высота <2.5>: 2.5 ↵

А - МТЕКСТ Противоположный угол или [Высота выравнивание Межстрочный интервал Поворот Стиль Ширина Колонки]: М ↵

Вибираємо запит «Межстрочный интервал».

А - МТЕКСТ Укажите способ задания межстрочного интервала [Минимум Точно] <Минимум>: Т ↵

Вибираємо запит «Точно».

А - МТЕКСТ Задайте множитель или значение межстрочного интервала <1x>: 5 ↵

відстань міжрядкова 5 мм.

А - МТЕКСТ Противоположный угол или [Высота выравнивание Межстрочный интервал Поворот Стиль Ширина Колонки]

Вкажіть курсором правий нижній кут рамки тексту, точка 2 на рисунку 208.

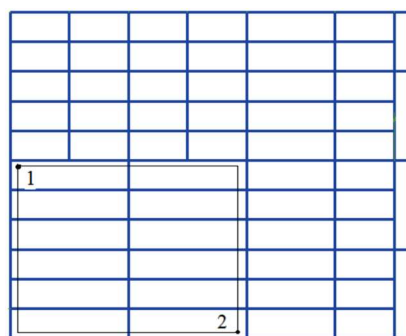


Рис. 208. Частина основного напису для заповнення текстом

А - МТЕКСТ напишіть текст в рамці 1– 2 відповідно до рисунку 207.

Рух по горизонталі виконується клавішею «ПРОБЕЛ», перехід на рядок нижче виконується клацанням по <ENTER>. Аналогічно напишіть весь текст основного напису.

Готовий основний напис з формату А3 копіюємо на формат А2 і А4 (Рис. 209). При необхідності відредагуйте основний напис на форматі А4 (якщо це лист специфікації або пояснювальної записки).

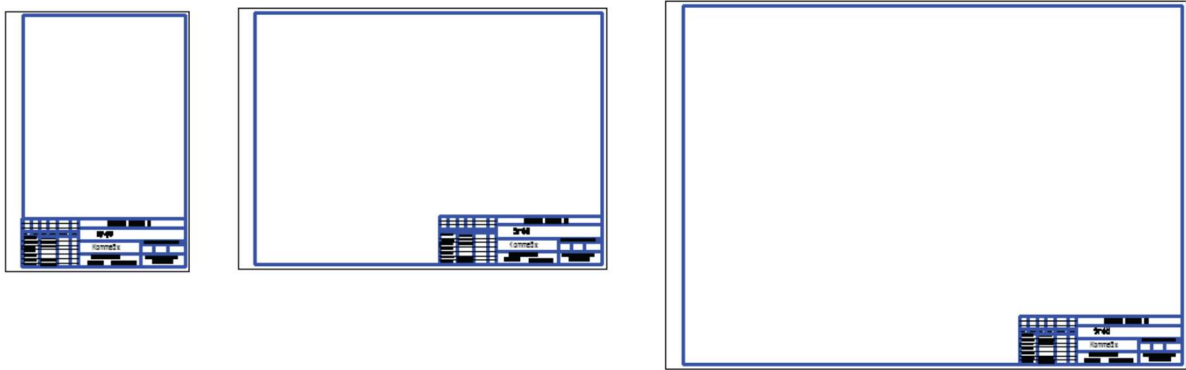


Рис. 209. Формати А4, А3, А2 на вкладці «Модель»

Збережіть отримане зображення: → «Сохранить как» → «Чертеж» → D:/ Student/ «група / имя файла» → «Форматы».

Завдання 5. Виведення зображення на друк.

Виведення отриманого зображення на друк можна виконувати з вкладки «Модель» . Нагадуємо, що вкладки «Лист» і «Модель» відображаються, якщо встановлений прапорець «Показувати вкладки Модель и Лист» на вкладці «Екран» діалогового вікна «Настройка».

Вікно додатка програми → «Печать» → «Печать» . Відкривається діалогове вікно «Печать – Модель» (Рис. 210).

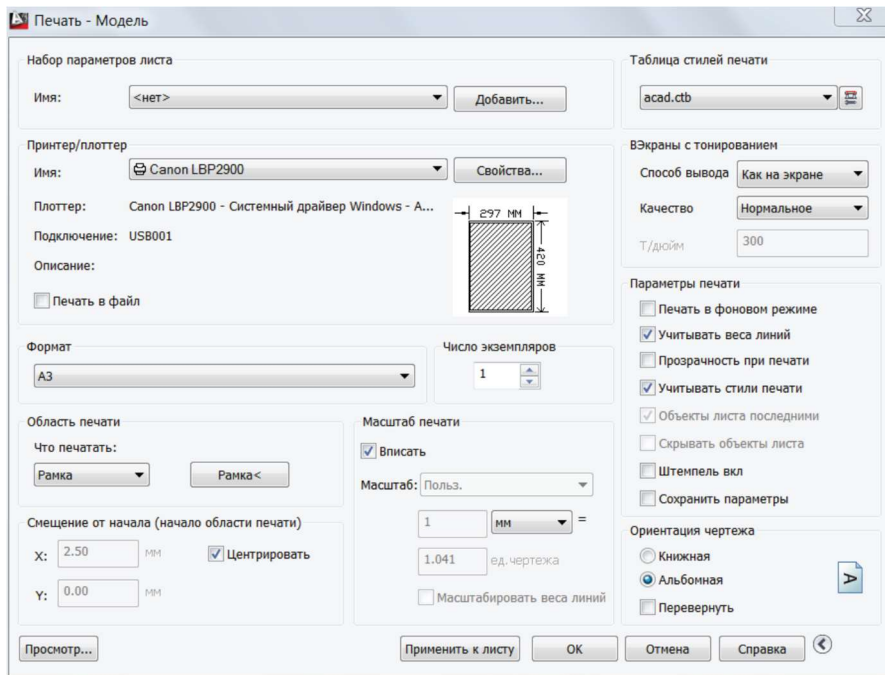


Рис. 210. Діалогове вікно «Печать – Модель»

Виконаємо налаштування елементів діалогового вікна:

- ◆ «Принтер/Плоттер» – зі списку виберіть підключений до комп'ютера принтер.
- ◆ «Формат листа» – зі списку виберемо формат А3.
- ◆ «Область печати» – виберемо «**Рамка**». У вікні кресленника, що відкрилося, рамкою виділимо друковане зображення формату А3 (або А4, або А2).
- ◆ «Смещение от начала» – Центрувати.
- ◆ «Масштаб печати» – Вписати.
- ◆ «Таблица стилей печати» – *monochrome.ctb* або *acad.ctb*.
- ◆ «Качество» – нормальне.
- ◆ «Параметры печати» – «**Учитывать веса линий і Учитывать стили печати**».
- ◆ «Ориентация чертежа» – альбомна для А3 і А2, книжна для А4.
- ◆ «Применить к листу» – ОК.

Завдання 6. Формування шаблону кресленника на вкладці «Лист».

Перший етап. Завдання параметрів макета сторінки: пристрій друку, формат паперу, область креслення, масштаб при друку і орієнтація кресленника.

Клацнемо ПКМ по вкладці «Лист1» і виберемо «Новый лист», програма автоматично створює нову вкладку «Лист3»



Перейменуємо вкладку «Лист1» в А4, вкладку «Лист2» – в А3, вкладку «Лист3» – в А2, для цього клацнемо ПКМ по «Лист1», виберемо в меню «Переименовать» і назвемо вкладку А4. Аналогічно виконаємо перейменування вкладок для формату А3 і А2. Вкладки після перейменування:



Перейдемо на вкладку А3. За замовчуванням на вкладці «Лист» встановлений макет сторінки формату А4 з альбомною орієнтацією кресленника (горизонтальне положення). При переході з вкладки «Модель» на вкладку «Лист» програма на листі створює видовий екран, що містить зображення, накреслені в просторі «Моделі» (Рис. 211).

Видові екрани – це потужний засіб організації креслення. На «Листе» можна одночасно створювати до 64 видових екранів або один видовий екран, що займає весь «Лист». У кожному з видових екранів можна встановлювати своє зображення і масштаб.

Видові екрани програма створює автоматично, якщо в діалоговому вікні «Настройка» на вкладці «Екран» поставлений прапорець «Создавать видовые экраны на новых листах». Якщо прапорець «Создавать видовые экраны на новых листах» знятий, на вкладці «Лист» потрібно створити новий видовий екран.

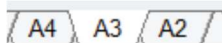
Новий видовий екран створюємо так:

Стрічка → «Лист» → – «Видовые экраны листа» → – «Прямоугольный» → «Прямоугольный».


Вкажіть курсором два кута прямокутного видового екрану, розташовані на діагоналі макета листа. Налаштування зображення видового екрану описано далі, у другому етапі.

Спочатку потрібно встановити макет (формат) «Листа», потім відредагувати зображення видового екрану, автоматично створеного програмою на листі.

Встановимо макет листа формату А3 (420 x 297) на вкладці А3. Перейдемо на вкладку А3



, клацнувши по ній ЛКМ.

Вікно додатка програми  → «Печать» → «Параметры листа».

У діалоговому вікні «Диспетчер параметров листов» виділимо А3, потім «Редактировать». У діалоговому вікні, що відкрилося, «Параметры листа» – А3 (Рис. 212) установемо «Параметры листа» формату А3.

«Формат листа» – зі списку виберемо формат ISO А3 (420 x 297).

«Область печати» – зі списку виберемо «Лист».

«Масштаб» – 1:1.

«Масштабировать веса линий».

«Таблица стилей печати» – *monochrome.ctb* або *acad.ctb*.

«Качество» – нормальне.

«Параметры печати» – «Учитывать веса линий і Учитывать стили печати».
 «Ориентация чертежа» – альбомна.
 Потім ОК, закрити. Перед вами білий лист– макет формату А3 в просторі листа на вкладці А3.

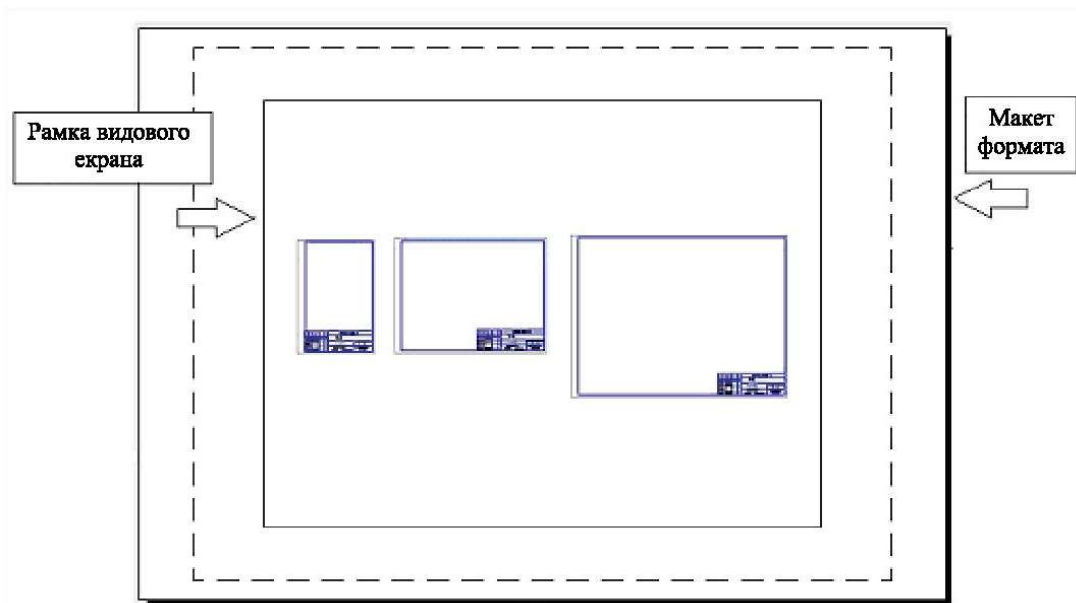


Рис. 211. Формування видового екрану на вкладці лист А3

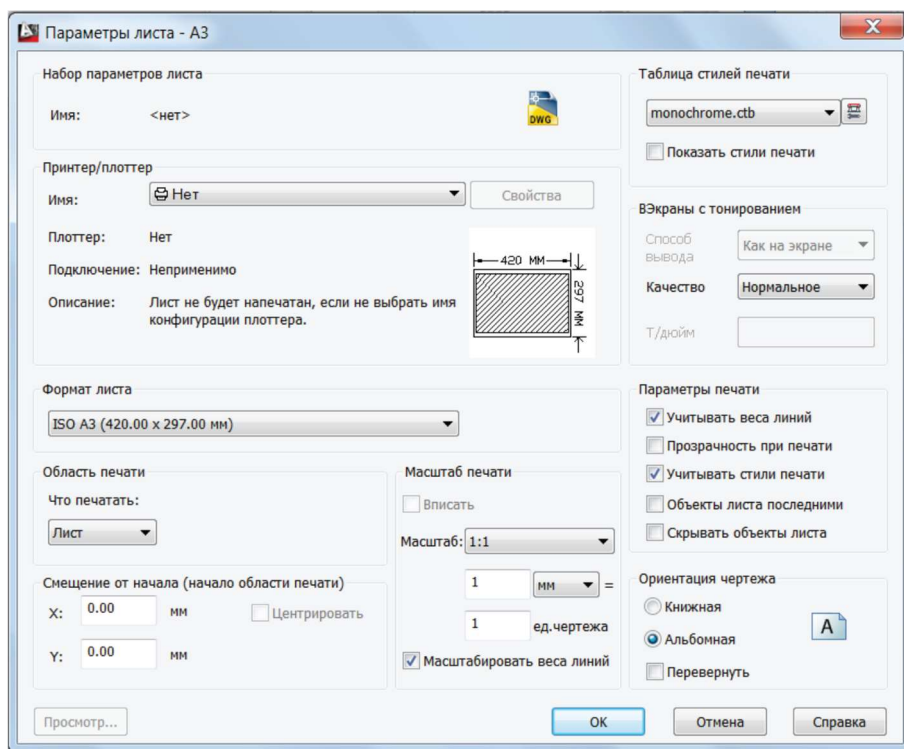


Рис. 212. Діалогове вікно «Параметры листа»

Другий етап. Редагуємо зображення видового екрану, створеного автоматично програмою на макеті формату (Рис. 213).

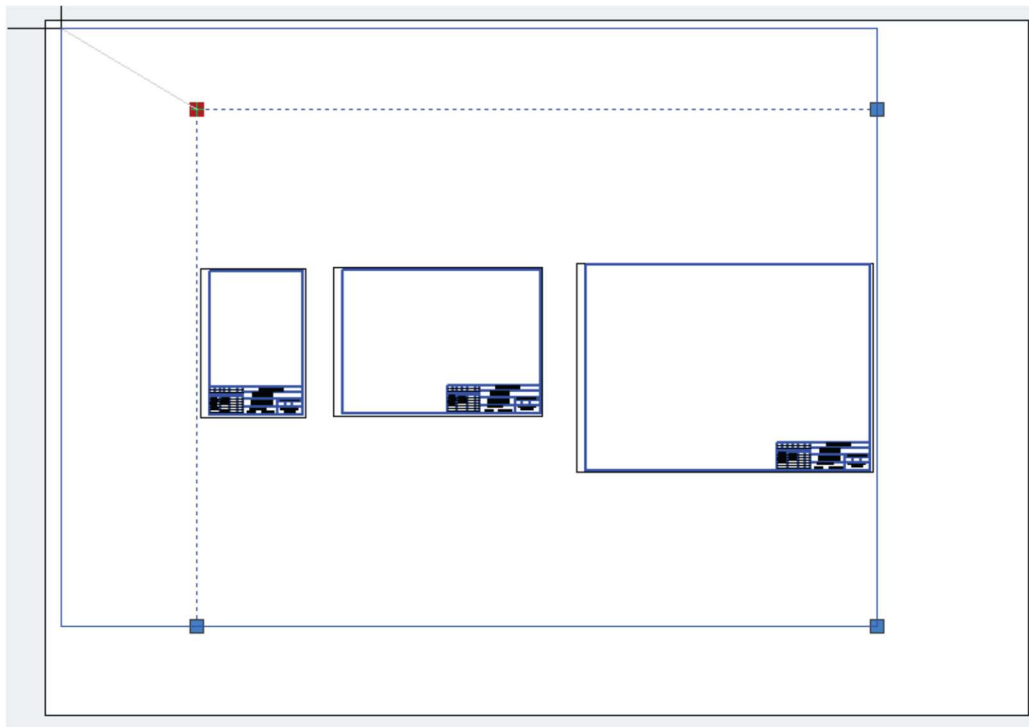





Рис. 213. Редагування зображення видового екрану на вкладці А3

Якщо виділити створений видовий екран клацнувши по його рамці курсором, з'являються «ручки», за допомогою яких можна привести у відповідність розміри видового екрану і розміри макета формату.

Поєднаємо рамку видового екрану з рамкою макета листа, використовуючи «ручки» (Рис. 213), розташовані на діагоналі видового екрану. Режим «ОРТО»  вимкніть.

Для точності суміщення кутів листа і кутів видового екрану використовуйте масштабування зображення.

Після суміщення рамки видового екрану з рамкою формату потрібно відредагувати зображення видового екрану – на екрані має бути зображення одного формату.

Для редагування зображення на видовому екрані двічі клацнемо ЛКМ на видовому екрані листа, щоб перейти в простір моделі, і за допомогою ролика миші або командами панелі «Зумирование» редагуємо вид (на видовому екрані виводимо зображення тільки формату А3). Перехід в простір моделі з простору листа виконується також кнопками рядку стану  або . На видовому екрані працює панель «Навигация», панель «Зумирование», що дозволяє редагувати створене зображення, вибравши його рамкою Показать рамкой.


Масштаб зображення на виділеному видовому екрані встановимо, використовуючи вікно «Масштаб видового екрана» рядка стану. Виберемо зі списку масштаб 1:1 (Рис. 214). Зліва від вікна «Масштаб видового екрана» знаходиться вікно «Блокирование/Разблокирование» масштабу видового екрана листа. Видовий екран із зображенням формату А3 заблокуйте, клацнувши . Готове зображення формату А3 на «Лист» наведено на рисунку 215.





Рис. 214. Масштаб видового екрану листа

Якщо відображення видового екрану листа заблоковано, можна як і раніше виконувати «Зумирование» зображення на листі, але результат «Зумирования» застосовується до всього листа, а масштаб видового екрана в видовому екрані листа не змінюється.

При редагуванні зображення на вкладці «Модель» зміни автоматично переносяться на вкладку «Лист».

Аналогічно виконайте створення зображень формату А4 і А2 в просторі листа.

Виконаємо збереження файлу. Вікно додатка програми  → «Сохранить как» → «Шаблон чертежа» → «Имя файла Шаблоны. Dwt» → «Сохранить», або як файл кресленника  → «Сохранить как» → «Чертеж». У діалоговому вікні «Сохранение чертежа» вкажіть місце розташування файлу, ім'я файлу A3.dwg і тип файлу.

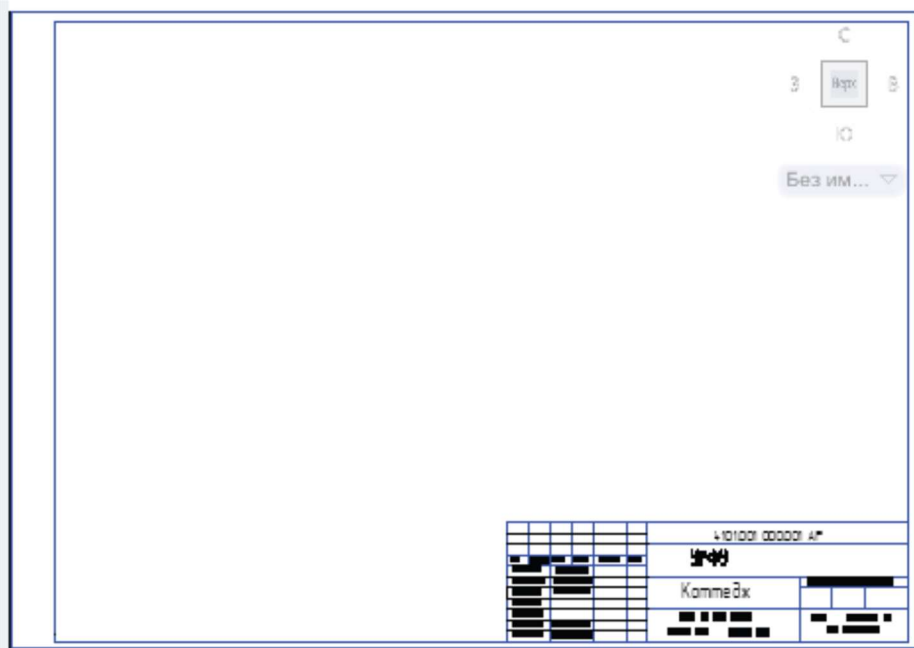


Рис. 215. Зображення формату А3 на вкладці «Лист А3»

Завдання 7. Проекційне креслення геометричного тіла. Види.

Дано: наочне зображення геометричного тіла. Виконати 3 види геометричного тіла з його наочного зображення за допомогою графічного редактора AutoCAD (Рис. 216).

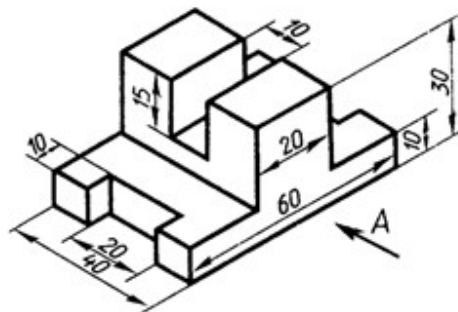
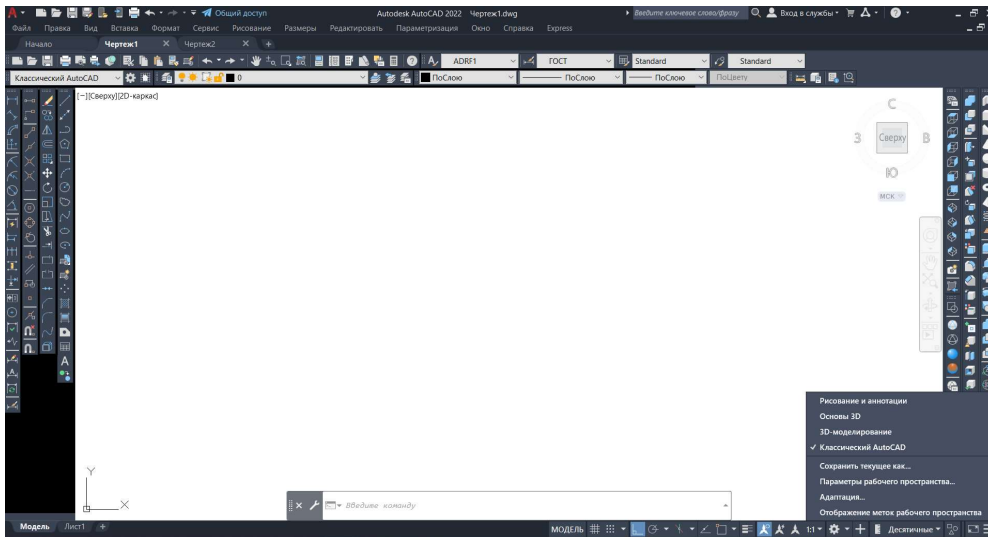


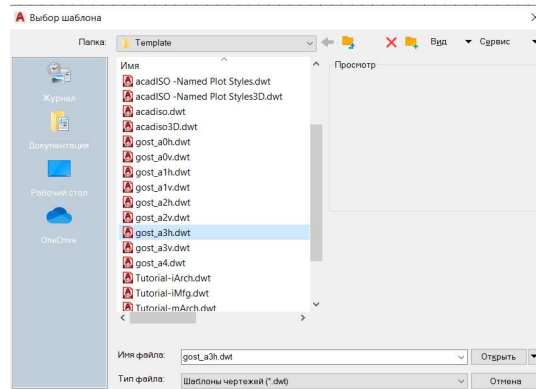
Рис. 216. Наочне зображення геометричного тіла

Завдання виконати в робочому просторі AutoCAD «Классический AutoCAD»:

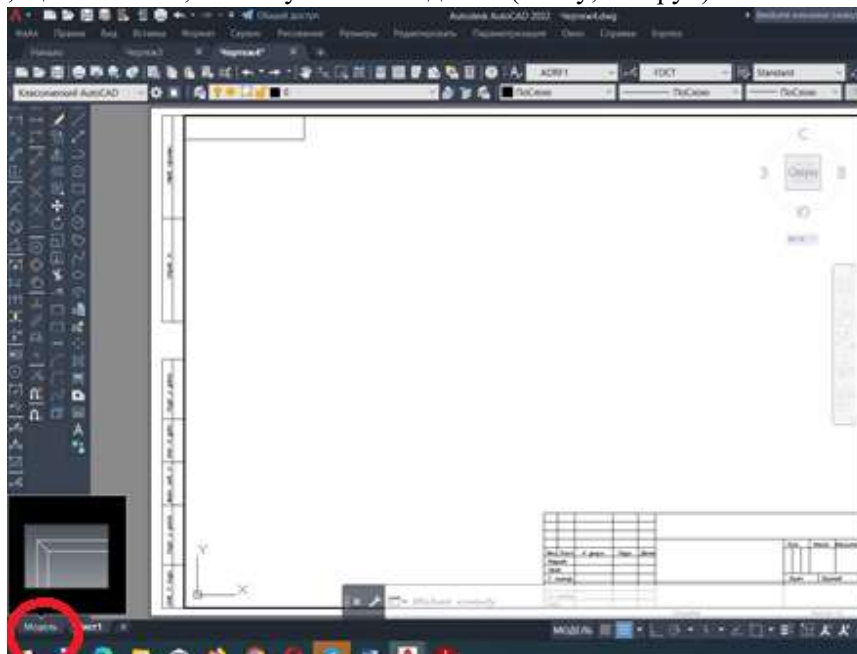


Створення кресленника в середовищі AutoCAD рекомендується виконувати в такій послідовності:

1. Завантажити шаблон формату. Якщо він вбудований в AutoCAD, то через меню «Файл» → «Создать» → вікно «Выбор шаблона» → вибрати **gost_A3h.dwt** або з папки «Шаблоны» (знайти на вашому комп'ютері).

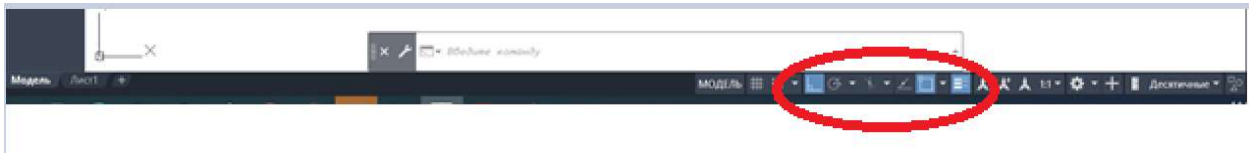


2. У вікні, що з'явиться, натиснути на «Модель» (внизу, ліворуч):



3. У вікні, що з'явиться в рядку стану (внизу екрана):

- вимкнути кнопку «ШАГ», «СЕТКА»;
- вклучити кнопки «ОРТО», «ПРИВ'ЯЗКА», «ВЕС»



4. Створити шари. Для цього викликати з меню ФОРМАТ→Слой→ вікно «Диспетчер свойств слоев» і створити потрібні шари. Шари також можна створити через таку піктограму:



У вікні, що з'явиться зробити шари з такими властивостями:

Вісь – «цвет» - червоний, «тип линий» - CENTER2, «Вес линий» - 0,15

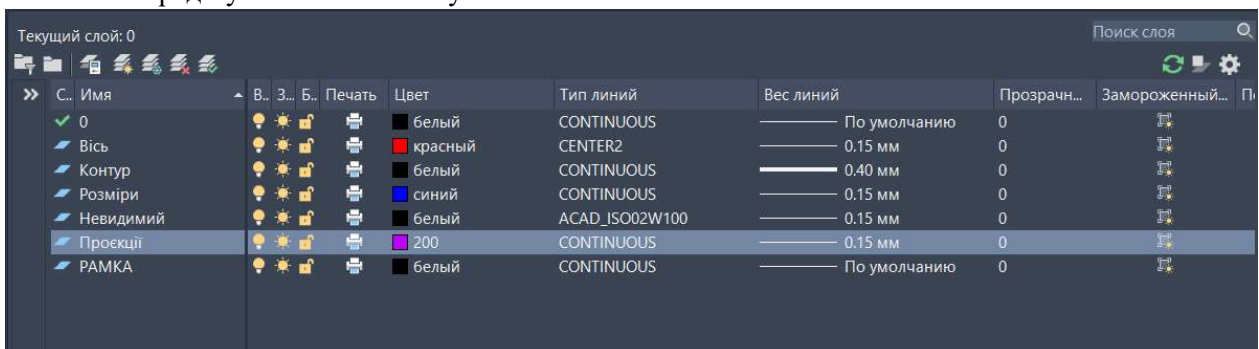
Контур - «цвет» - чорний, «тип линий» - continuous, «Вес линий» - 0,40 – 0,50

Розміри - «цвет» - синій, «тип линий» - continuous, «Вес линий» - 0,15

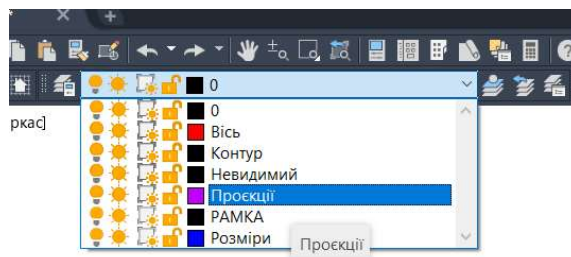
Невидимий - «цвет» - чорний, «тип линий» - Acad ISO... штриховая, «Вес линий» - 0,15

Проекції - «цвет» - рожевий, «тип линий» - continuous, «Вес линий» - 0,15

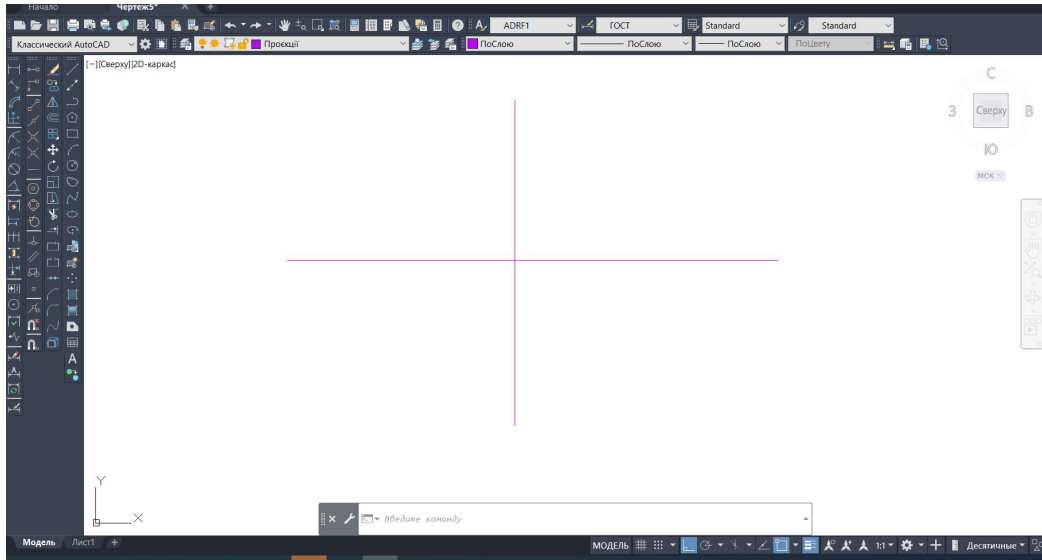
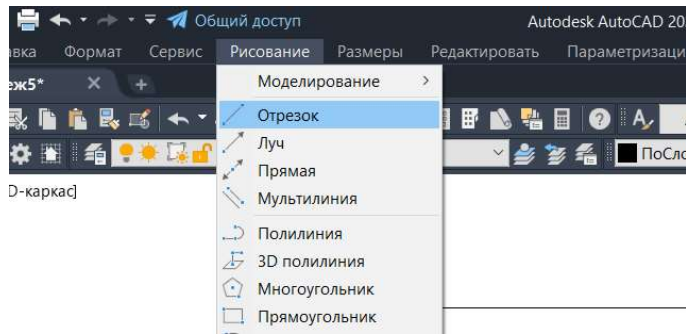
Після редагування повинно бути так:



Закрити вікно і перейти на шар «Проекції»:



5. У вибраному шарі «Проекції» за допомогою команди «Рисование»→ «Отрезок» накреслити відрізки довільної довжини, які перетинаються:



6. За допомогою команди «Редактировать»→«Подобие» зробити відстань від цих ліній, наприклад 20 – 25 мм.

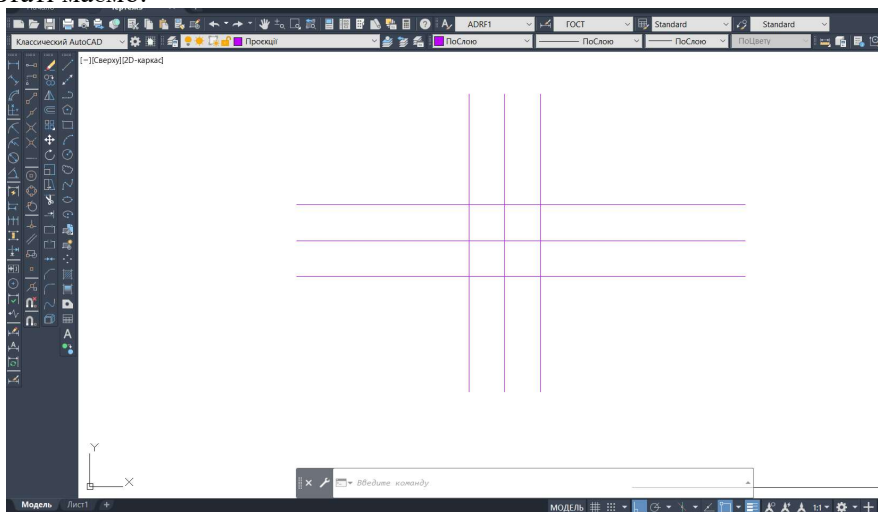
Викликати команду «Подобие». Відповісти на запити цієї команди в командному рядку:



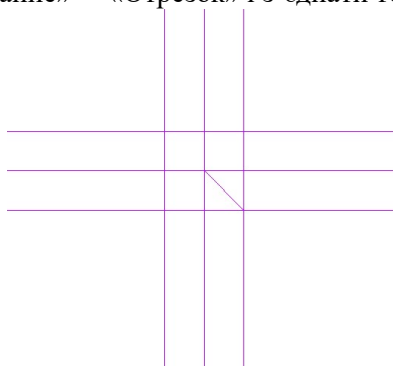
Кожен раз після вводу натискати <Enter>.

Вибрати відрізок лівою кнопкою миші і показати напрям (клацнути лівою кнопкою миші), в яку сторону будемо робити подібний відрізок на задану відстань 25 мм. В кінці <Enter> або <Esc> щоб вийти з команди.

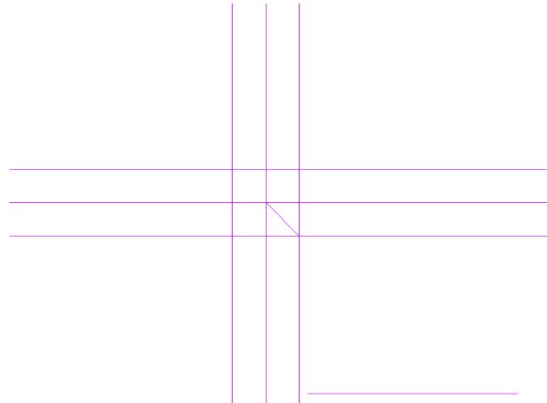
В результаті маємо:



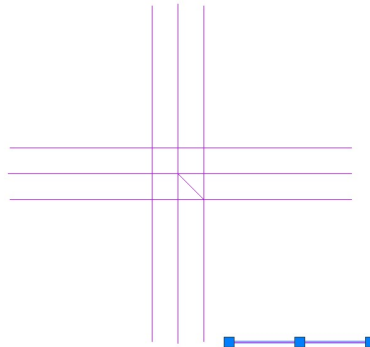
7. Вибрати команду «Рисование»→ «Отрезок» і з'єднати точки під кутом 45°:



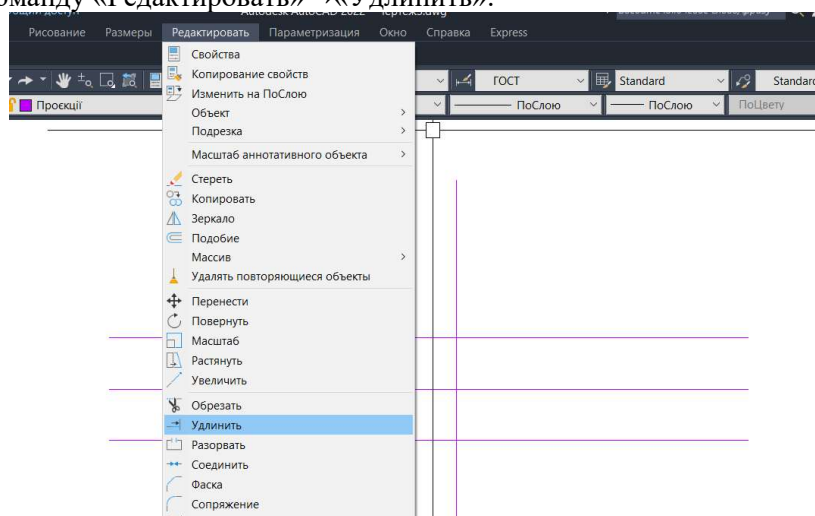
8. Вибрати команду «Рисование»→ «Отрезок» і провести додаткову лінію:



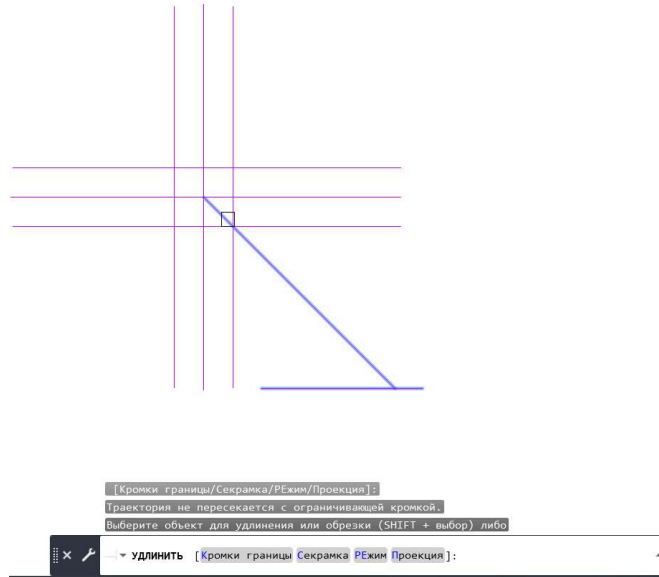
9. Потрібно подовжити відрізок під кутом 45° до додаткової лінії. Натиснути на відрізок, до якого треба подовжити відрізок під 45°



Вибрати команду «Редактировать»→«Удлинить»:



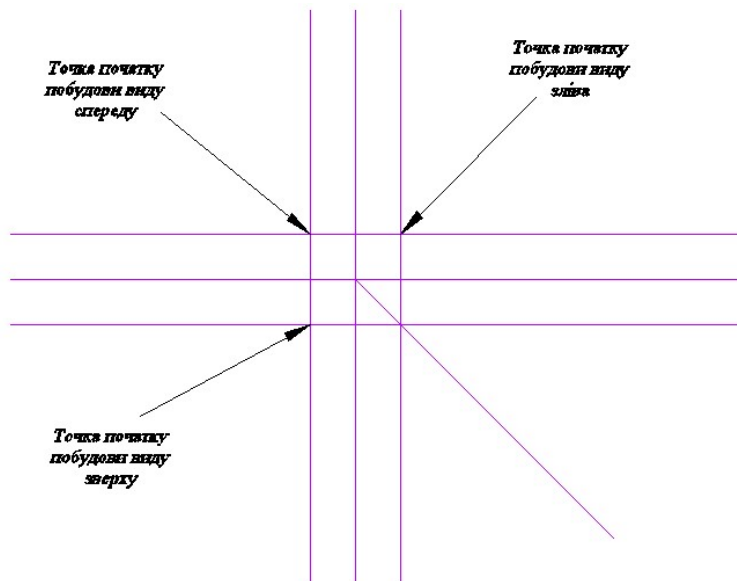
В командному рядку з'являється питання, у відповідь вибрати той відрізок, що подовжується:



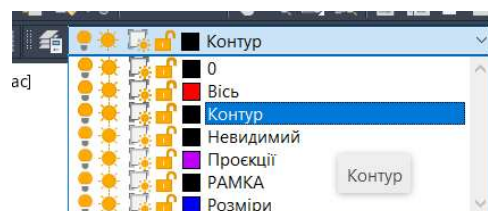
Після цього натиснути праву кнопку миші або <Enter>

10. Додаткову лінію видалити: клацнути по ній лівою кнопкою миші (виділити її), натиснути клавішу «DELETE»

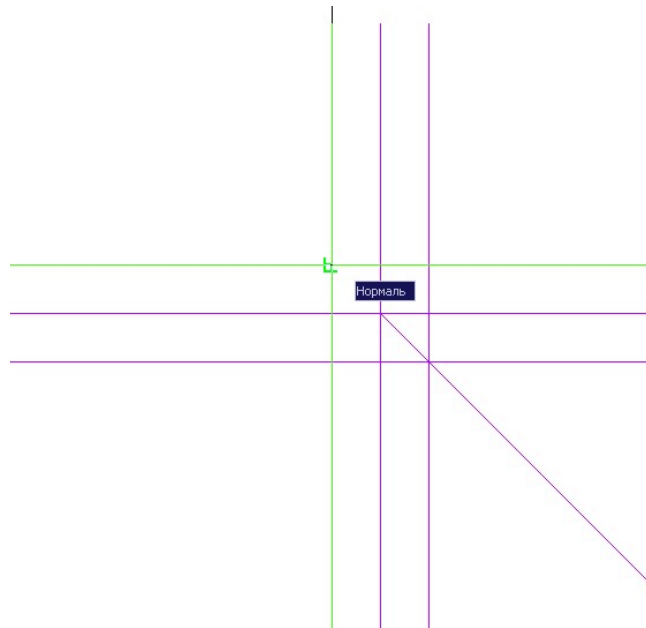
11. Перейти безпосередньо до побудови 3-х видів деталі в проєкційному зв'язку. Види повинні бути розташовані так:



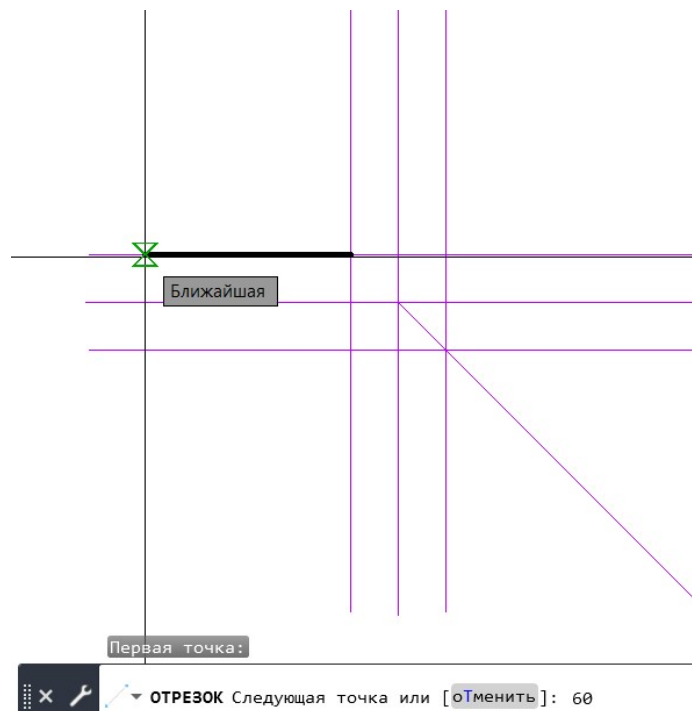
12. Зробити шар «Контур» активним:



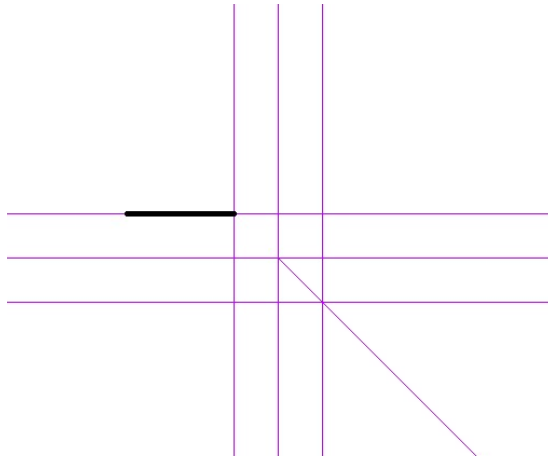
13. Вибрати команду «Рисование»→ «Отрезок» і прив'язати початкову точку з «Точка початку побудови виду спереду»:



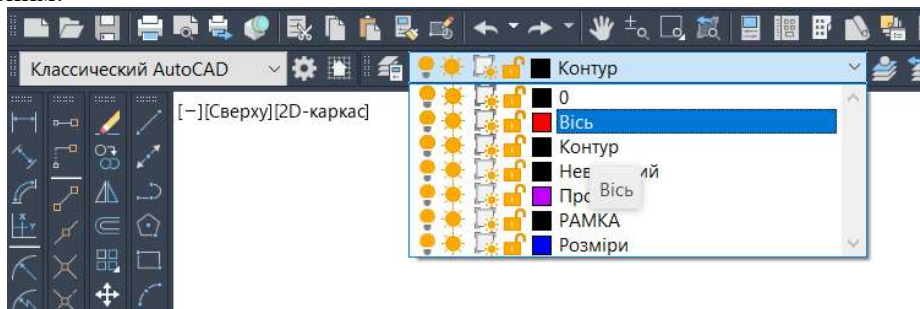
Відвести курсор вліво, щоб показати напрям подовження відрізка і набрати довжину відрізка 60 (це довжина деталі, див. рисунок 216):



Натиснути <Enter> 2 рази, щоб вийти з команди:



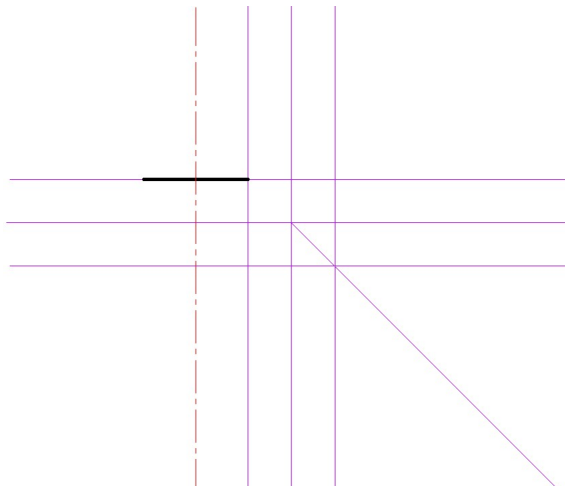
14. Так як деталь симетрична, потрібно провести центральну вісь. Для цього зробити шар «Вісь» активним:



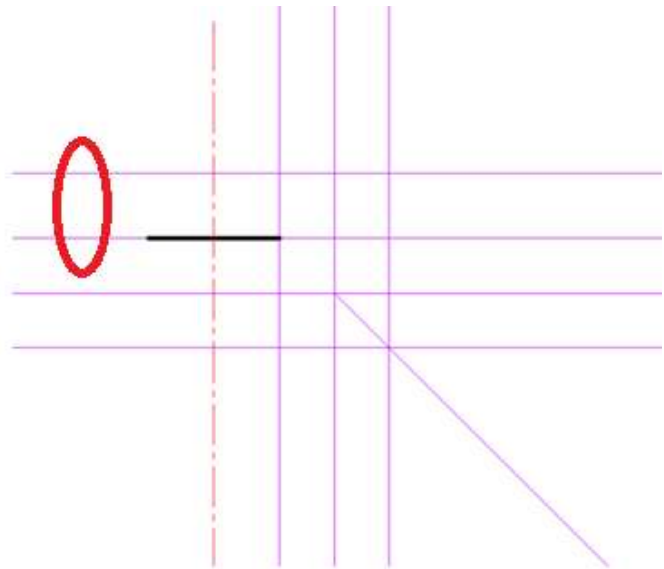
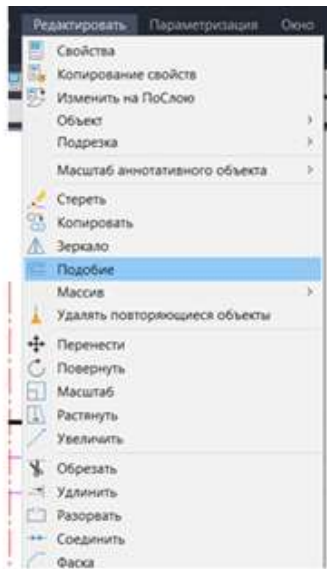
15. Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і прив'язати початкову точку до середини нового відрізка. Провести лінію вгору та клацнути лівою кнопкою миші і натиснути <Enter> або <Esc> щоб вийти з команди.

Розтягнути лінію вісі вниз за допомогою команди «Ручки».

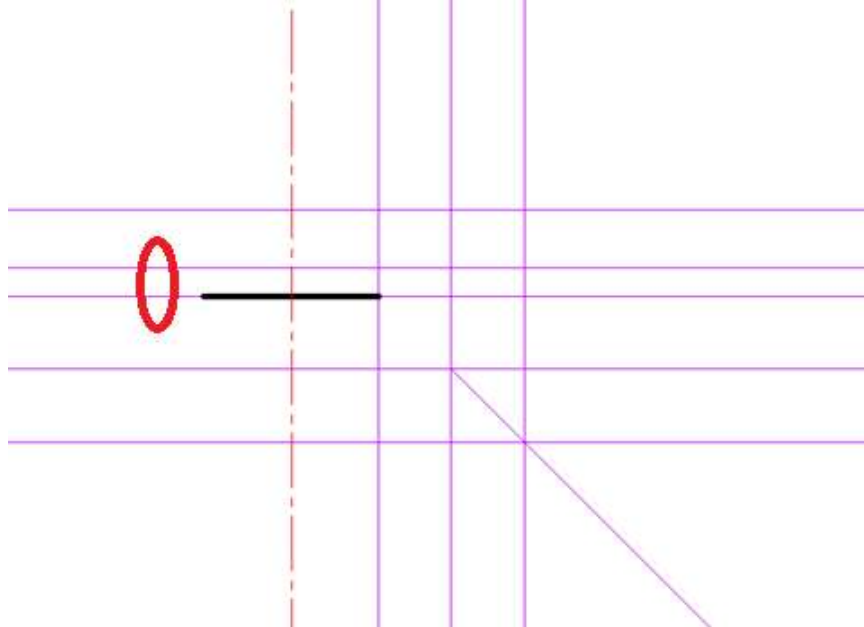
Для цього вибрати лінію вісі (клацнути по ній лівою кнопкою миші), вибрати нижню ручку «квадратик», клацнути по ньому 2 рази (він стане червоним). Потягти курсор вниз, клацнути лівою кнопкою миші і натиснути клавішу <Esc>, щоб прибрати ручки:



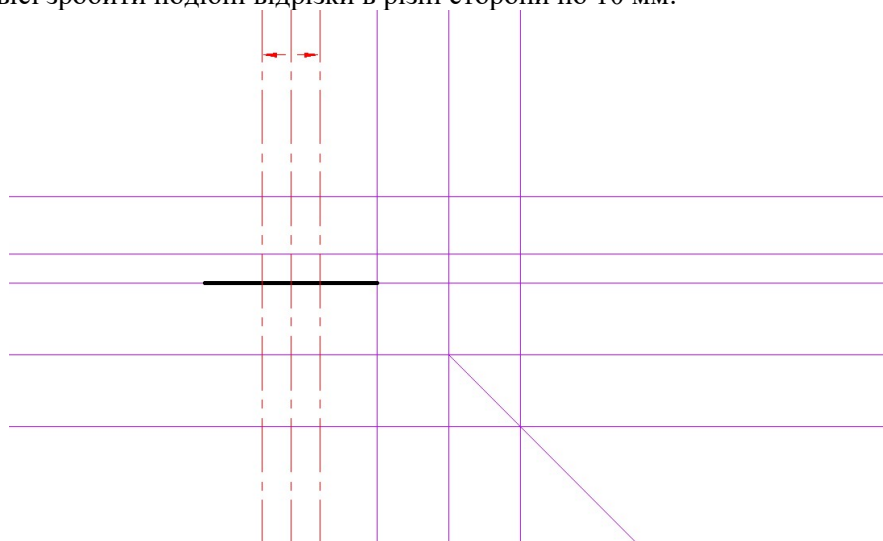
16. Згідно розмірам деталі (див. рис. 216), виконати побудови виду спереду. Відкласти габаритний розмір висоту 30 мм. Для цього вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібну лінію вгору на 30 (див. п. 6)



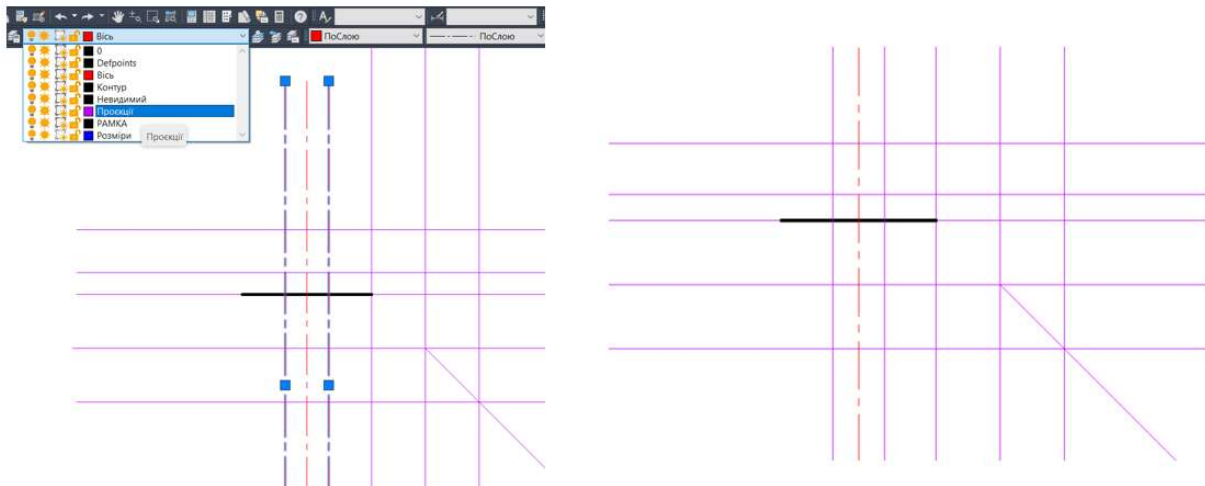
17. Потім таким же чином зробити подібний відрізок на 10 мм:



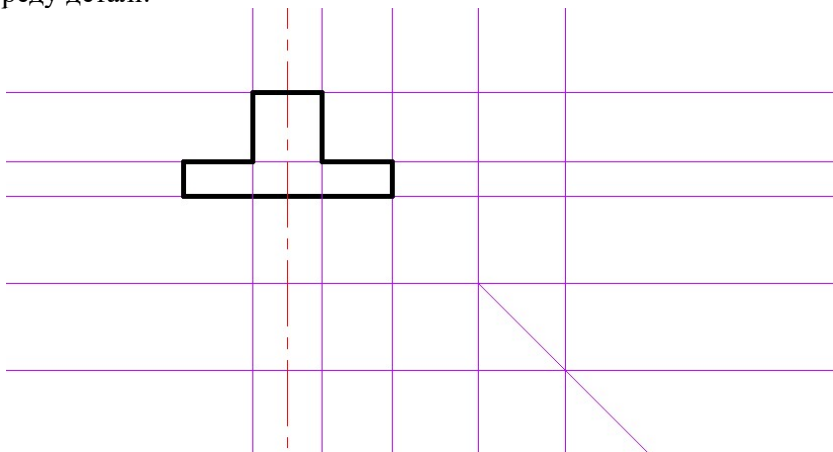
18. Від вісі зробити подібні відрізки в різні сторони по 10 мм:



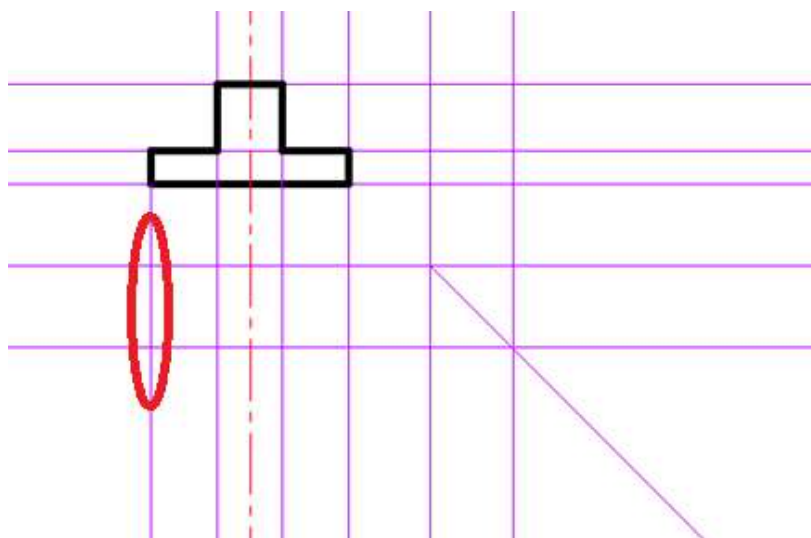
19. Червоні осьові лінії, які з'явились, перенести в шар «Проекції»



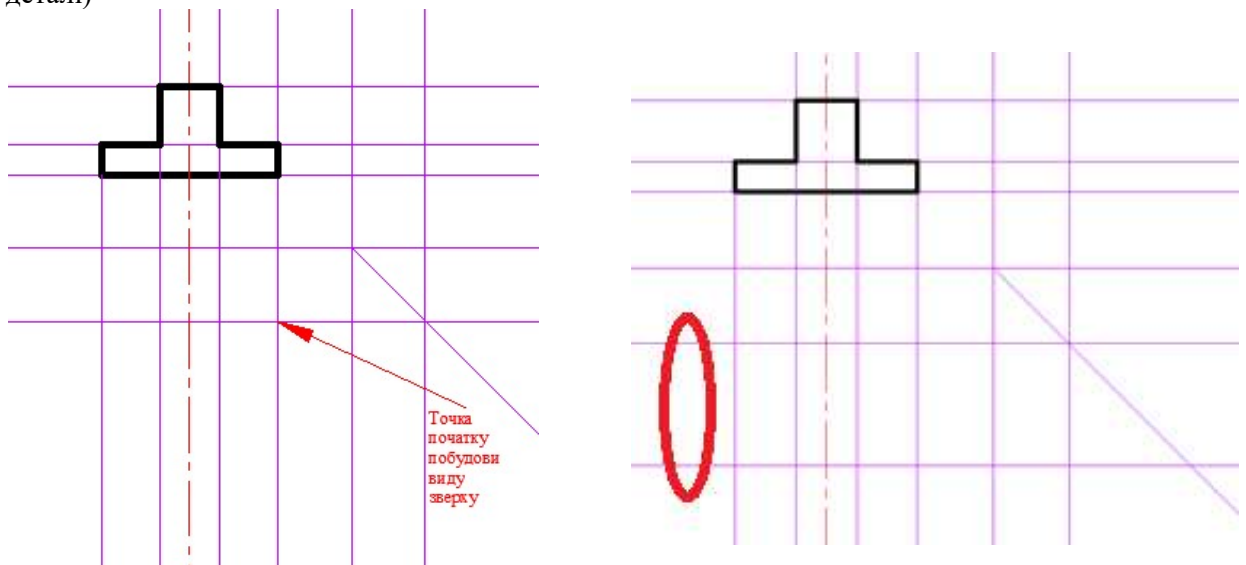
20. Зробити шар «Контур» активним. Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і обвести контур виду спереду деталі:



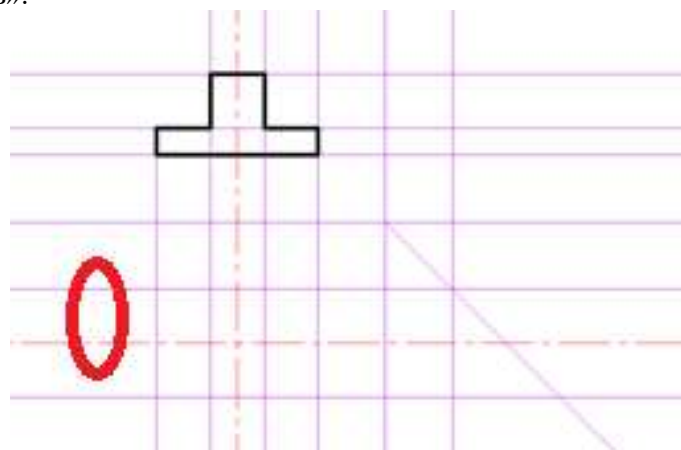
21. Перейти в шар «Проекції». Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і провести лінію проєкційного зв'язку:



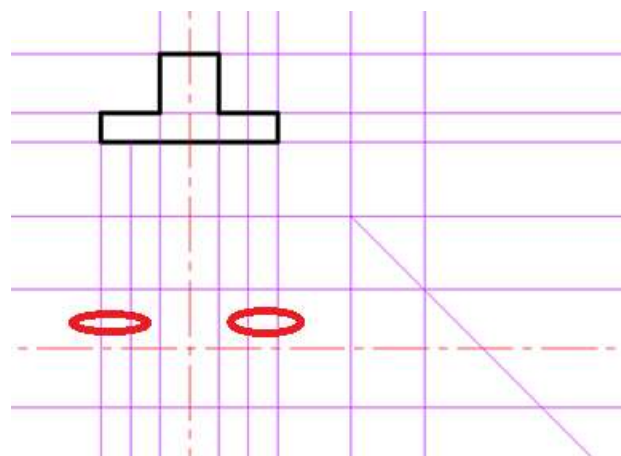
22. Перейти до побудови виду зверху. Зробити шар «Контур» активним. Вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібну лінію вниз на 40 мм (ширина деталі)



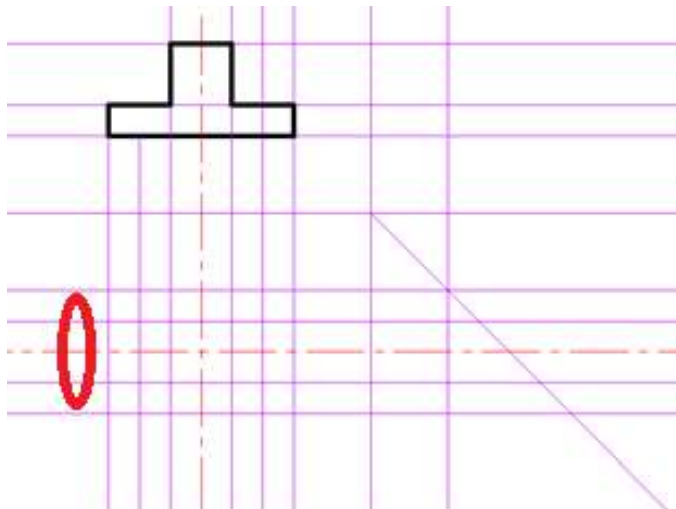
23. Так як деталь симетрична, на кожному виді потрібна вісь симетрії. Вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібну лінію вниз на 20 мм. Це буде осьова лінія, тому її треба перевести в шар «Вісь»:



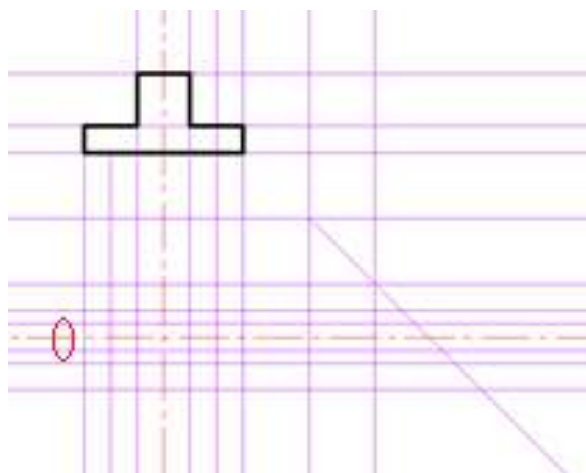
24. На виді зверху деталі з обох боків є пази довжиною 20 мм і глибиною 10 мм. Щоб їх показати, вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібні лінії на 10 мм:



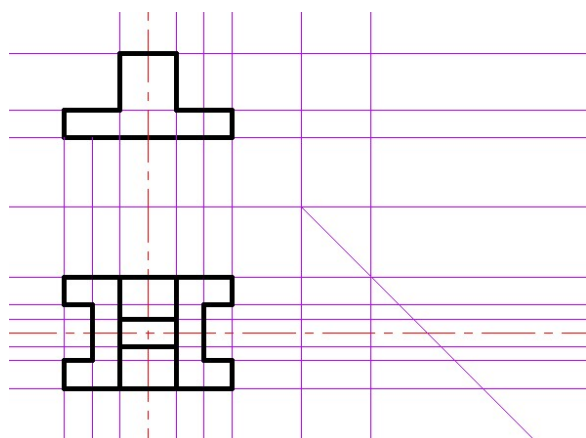
25. Також вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібні лінії на 10 мм від горизонтальної вісі в різні сторони, щоб показати довжину паза. Лінії, що з'являться, перевести в шар «Проекції»:



26. Щоб показати ще один паз довжиною 10 мм, вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібні лінії на 5 мм від горизонтальної вісі в різні сторони:



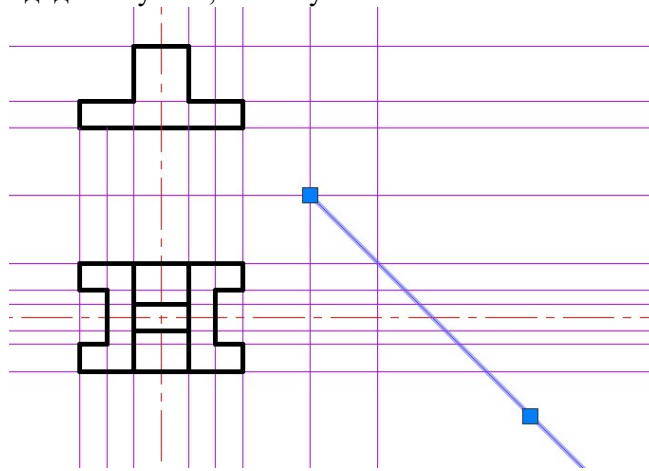
27. Шар «Контур» активний. Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і обвести потрібні лінії контура деталі:



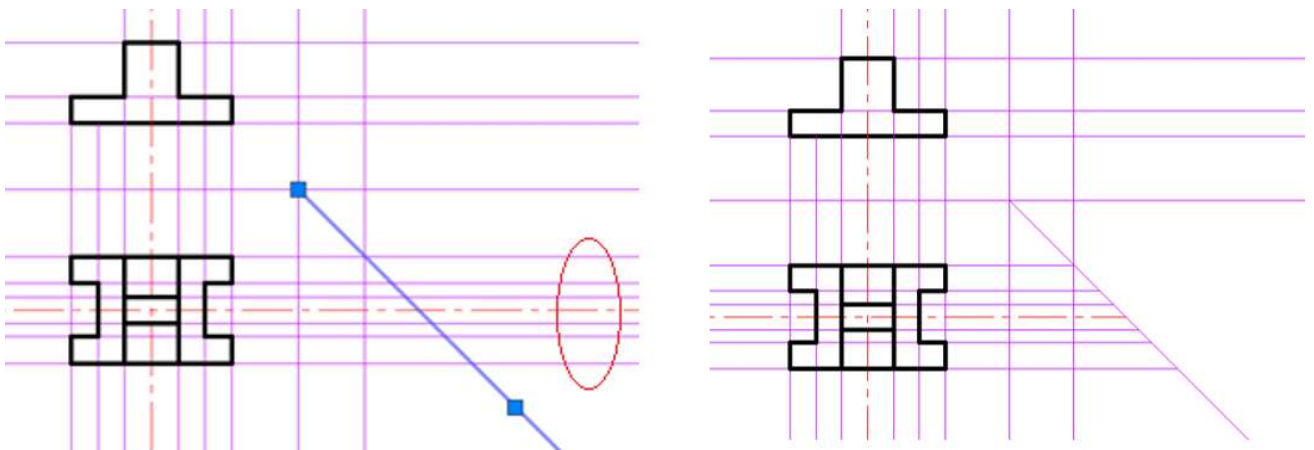
28. Перейти до побудови виду збоку деталі.

Спочатку треба відрізати зайві лінії, щоб пов'язати проєкційні лінії зв'язку на виді зверху з проєкційними лініями зв'язку на виді збоку. Для цього використати команду «Обрезать» із меню «Редактировать».

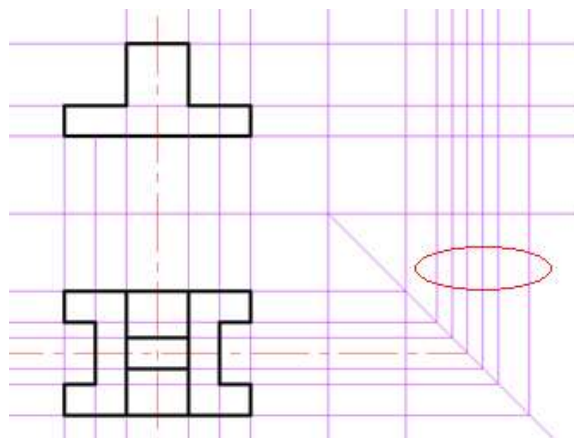
Зробити активною додаткову вісь, натиснувши на неї:

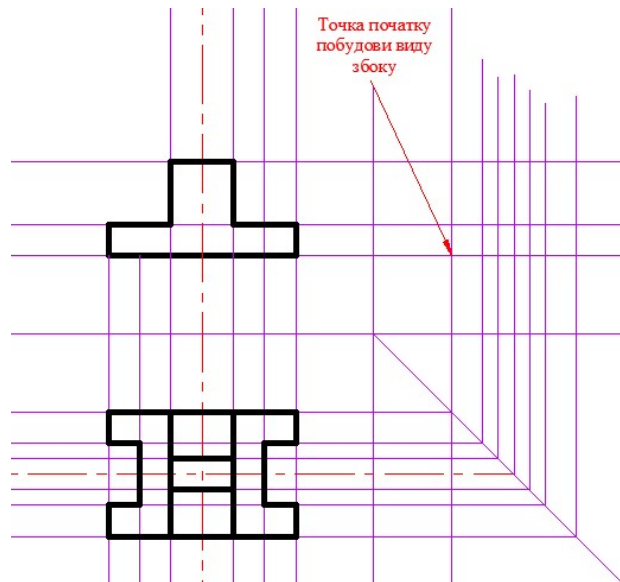


Вибрати команду «Редактировать»→«Обрезать» і по черзі натиснути на зайві кінці відрізків. Натиснути <Enter> або праву кнопку мишки щоб завершити команду:



29. Зробити шар «Проекції» активним. Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і прив'язавши до кінцевих точок провести проєкційні лінії зв'язку:

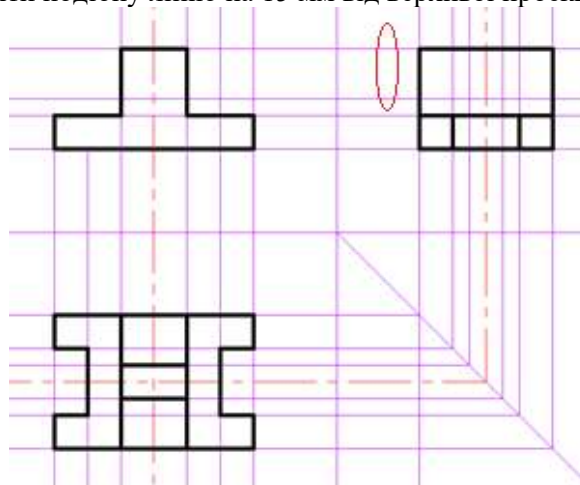




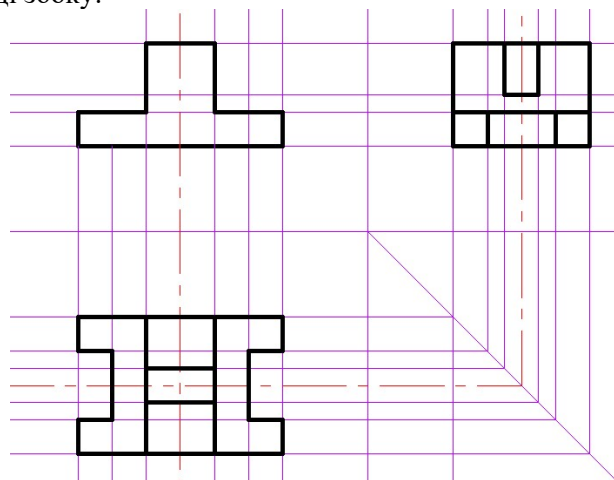
30. . Зробити шар «Контур» активним.

Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і обвести контур виду збоку:

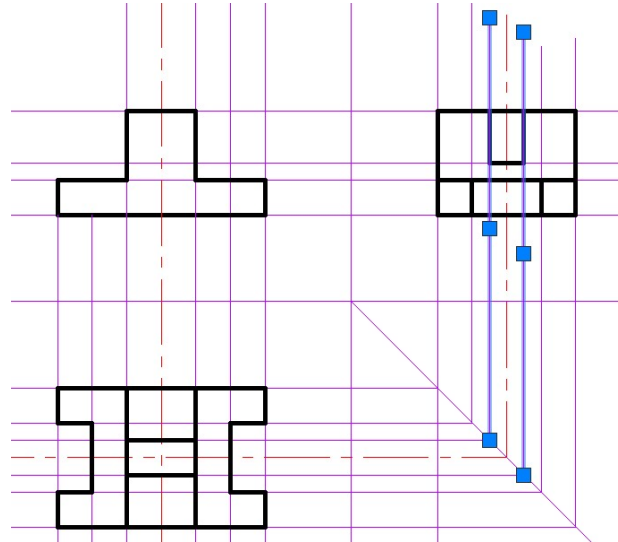
На виді збоку треба показати паз глибиною 15 мм. Тому вибрати команду «Редактировать»→«Подобие» і зробити подібну лінію на 15 мм від верхньої проєкційної лінії зв'язку вниз.



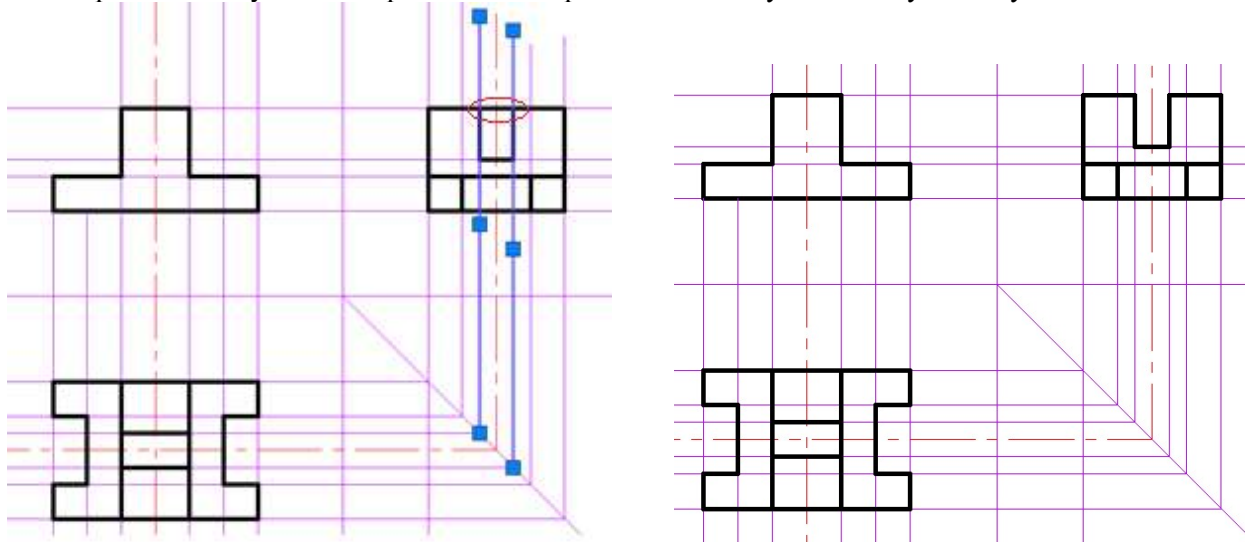
Обвести паз на виді збоку:



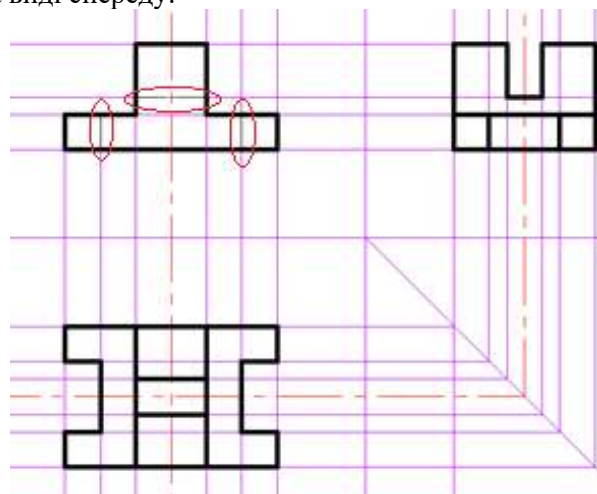
31. Щоб показати, що паз наскрізний, потрібно видалити зайву лінію. Вибрати ріжучі кромки, натиснувши на лінії:



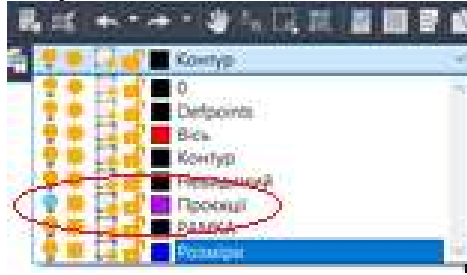
Вибрати команду «Редактировать»→«Обрезать» і натиснути на зайву ділянку лінії:



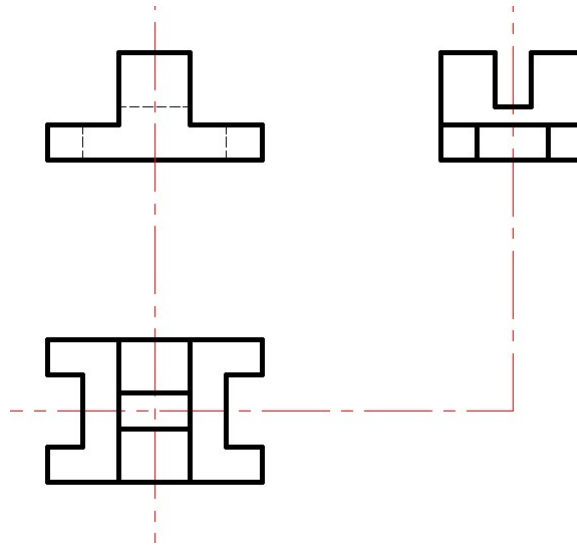
32. Зробити шар «Невидимий» активним. Вибрати команду «Рисование»→«Отрезок» і показати невидимі ділянки на виді спереду:



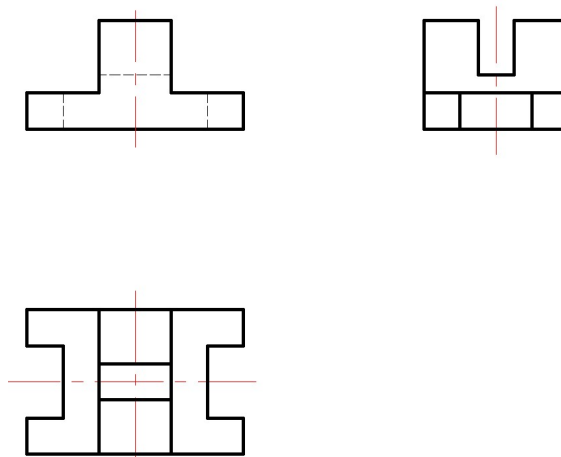
33. Перейти до оформлення кресленника.
Шар «Проекції» треба вимкнути, для цього:



Вид буде таким:



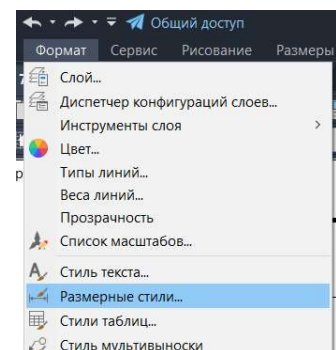
За допомогою «ручок» зробити осьові лінії коротшими:

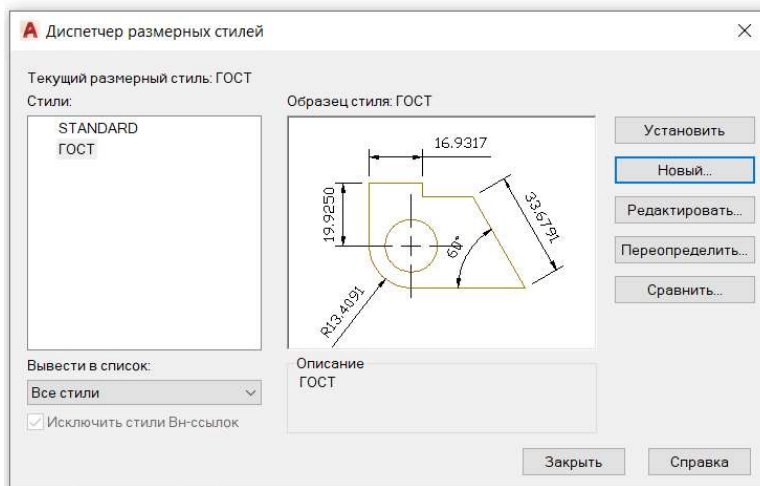


34. Перейти до проставляння розмірів. Шар «Розміри» зробити активним.

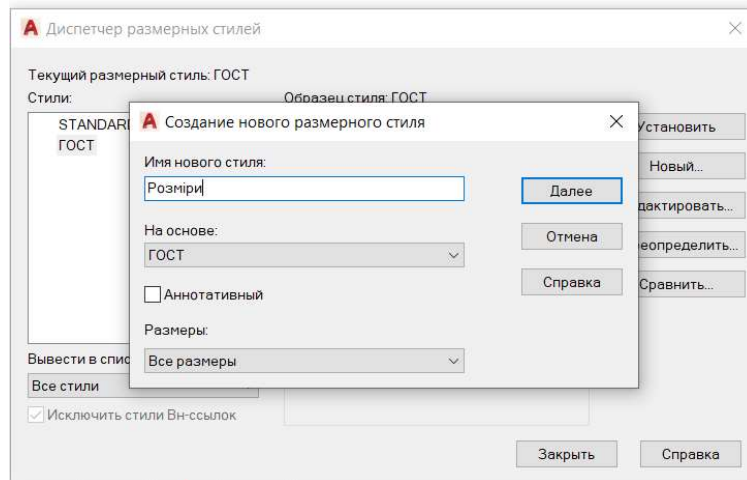
Налагодити розмірний стиль. Для цього вибрати «Формат»→«Размерные стили»:

З'явиться вікно, в якому вибрати «Новый»:

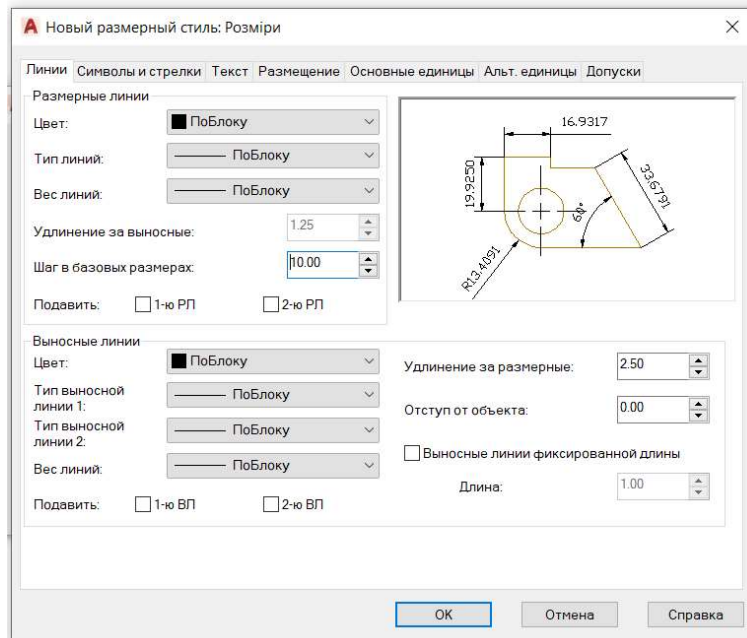




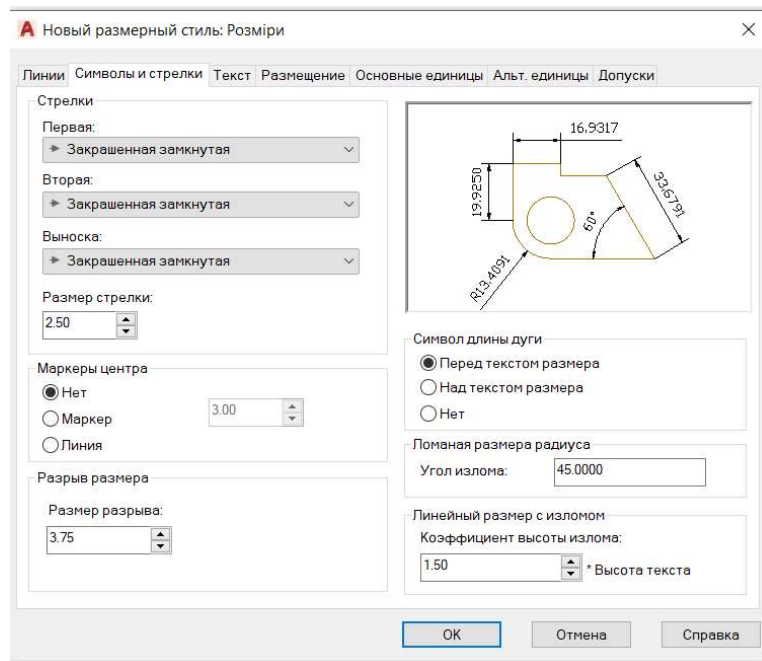
Дати назву новому стилю «Розміри»:



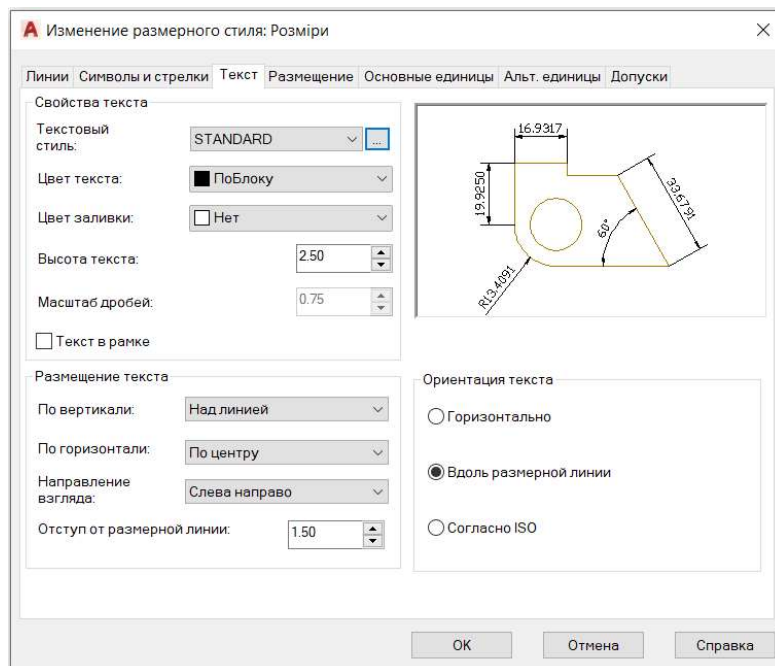
Нагиснути «Далее». В наступному вікні стрічки меню вибрати «Линии» і налагодити так як показано:



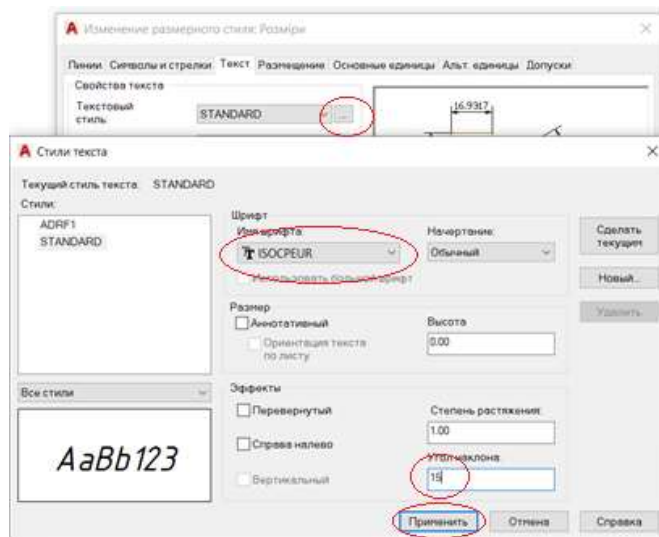
Вибрати «Символы и стрелки» і налагодити так як показано:



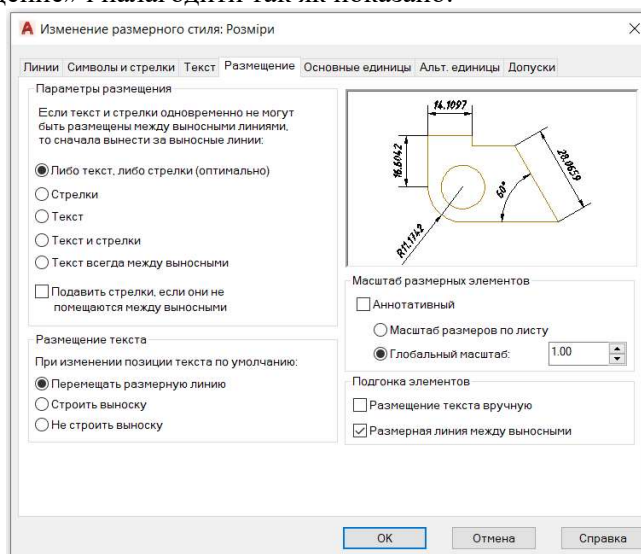
Вибрати «Текст» і налагодити так як показано:



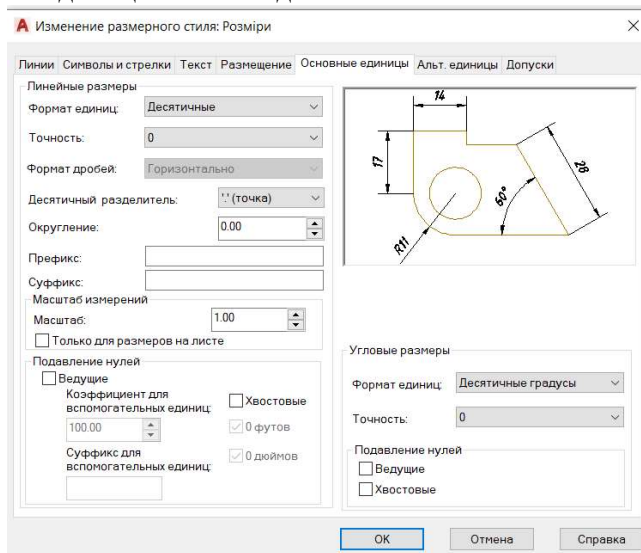
Текстовий стиль треба відредагувати:



Вибрати «Размещение» і налагодити так як показано:

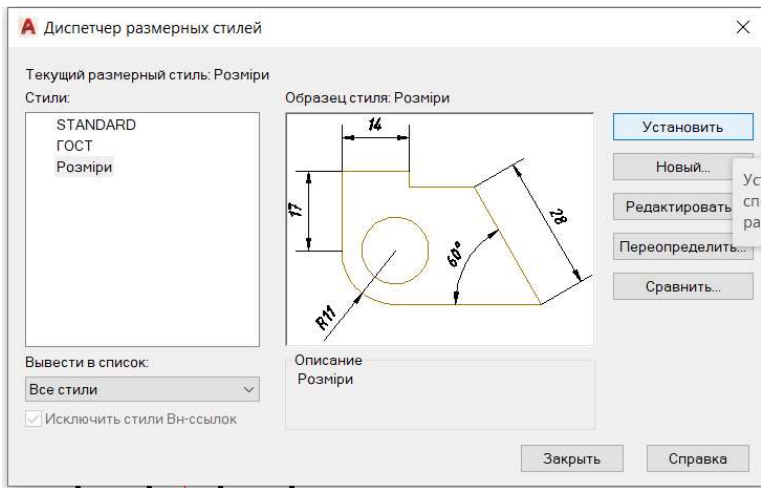


Вибрати «Основные единицы» і налагодити так як показано:



Натиснути «ОК».

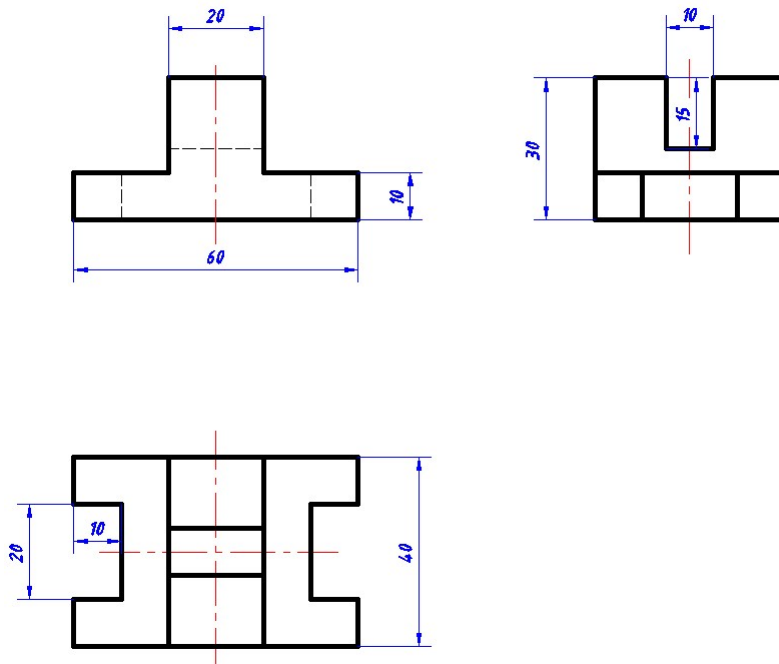
В новому вікні натиснути «Установить» і «Закреть»:



35. Проставити розміри. Всі розмірні стилі знаходяться на панелі:

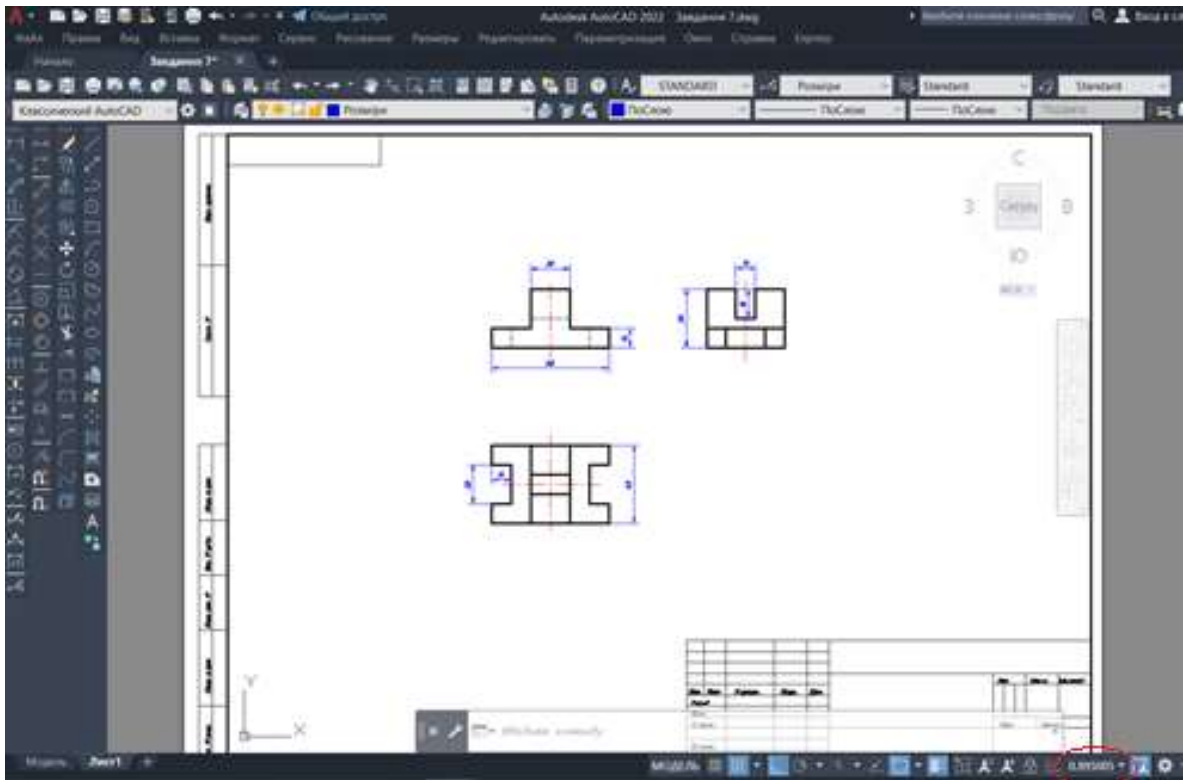


Обов'язково використовувати прив'язку, проставляючи розміри:

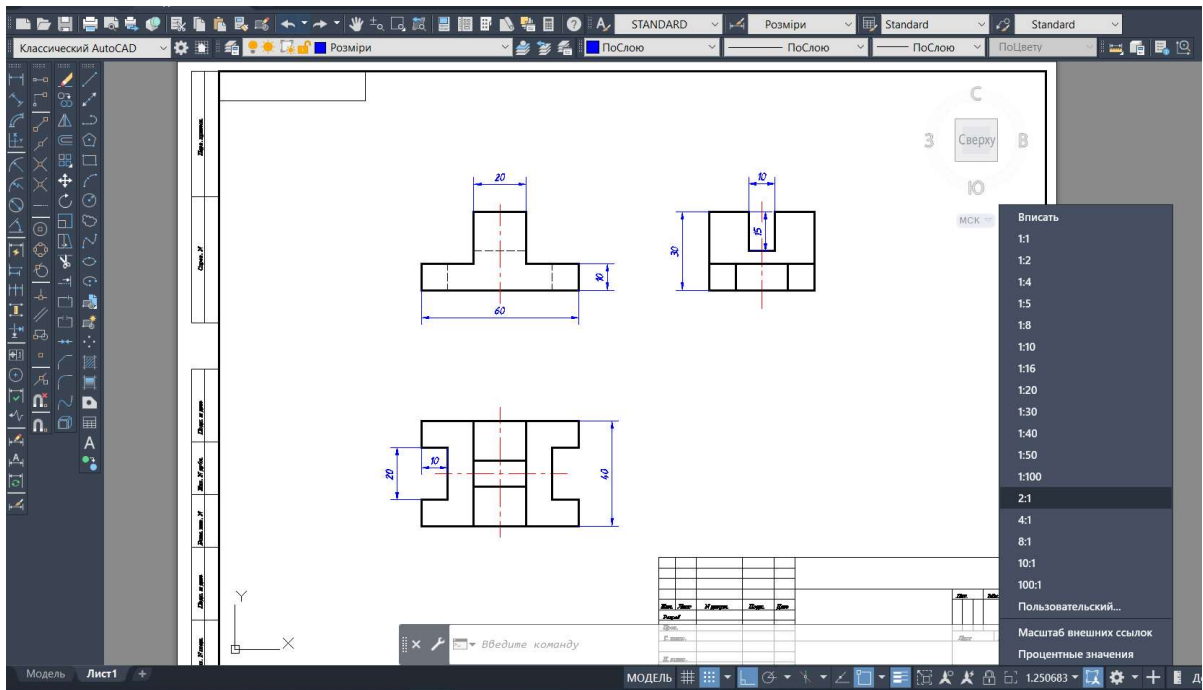


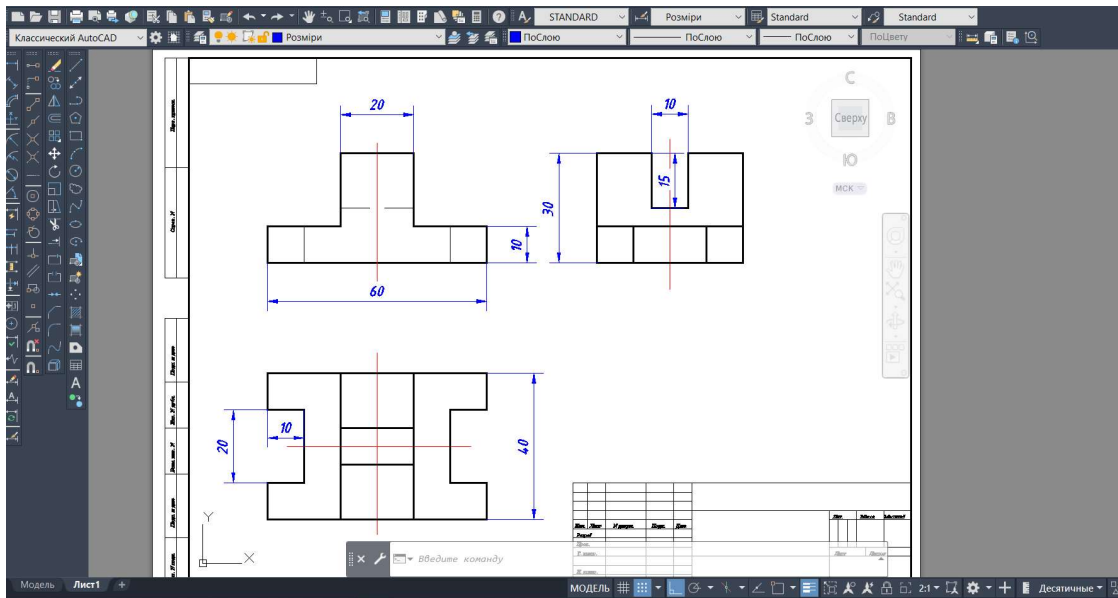
36. Вставити кресленик деталі в лист (шаблон формату **gost_A3h.dwt**). Для цього перейти в простір листа, натиснувши кнопку «Модель» в рядку стану, як показано:





Вибрати масштаб збільшення для кресленника в даному випадку 2:1. Для цього на панелі вибрати потрібний масштаб:



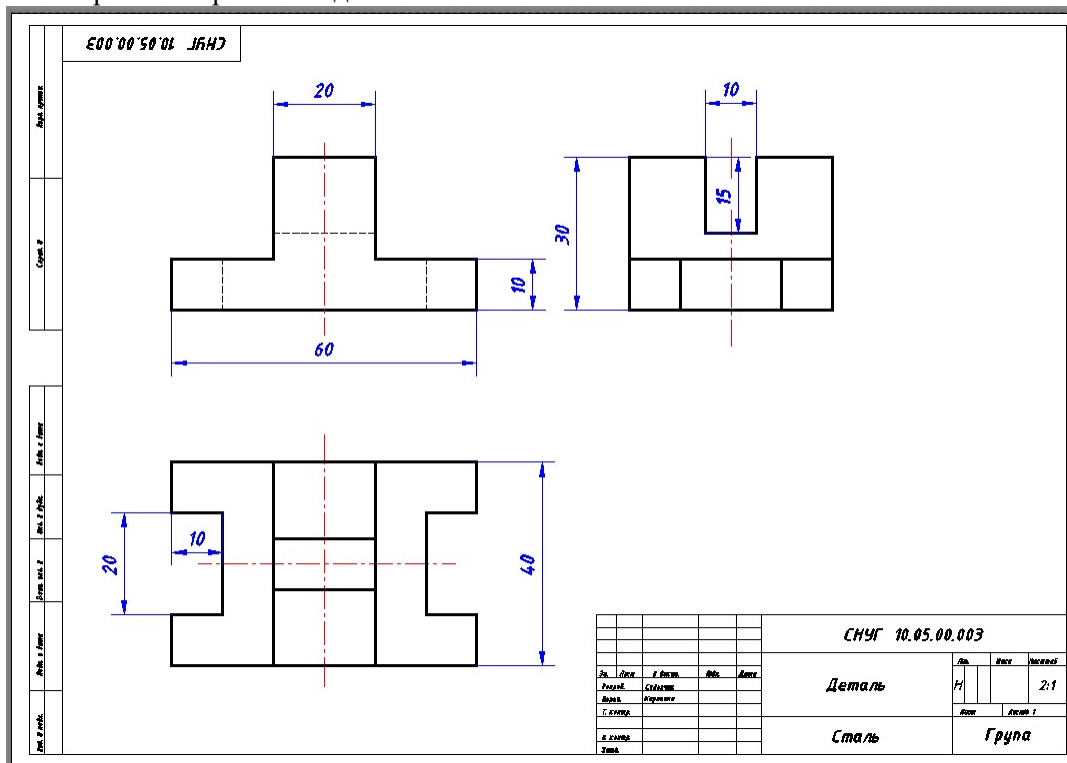


37. Кресленник потрібно підписати. Для цього перемкнуги «Модель» на «Лист» (натиснути на «Модель», вікно вище). Покрутити колесико мишки і підтягнути рамку основного напису: Зробити шар «Рамка» активним.

Викликати команду «Рисование»→«Текст». Підписати основний напис кресленника:

					<i>СНУГ 10.05.00.003</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>И докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Деталь</i>	<i>Лист</i>	<i>Листа</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Сиворучук</i>					<i>Н</i>		<i>2:1</i>
<i>Перев.</i>	<i>Карпенко</i>					<i>Лист</i>	<i>Листів 1</i>	
<i>Т. контр.</i>								
<i>И. контр.</i>					<i>Сталь</i>	<i>Група</i>		
<i>Замб.</i>								

38. Завершений кресленник деталі:



ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Карпюк Л.В., Гуліда М.І., Ревенко С.А. Комп'ютерна графіка в машинобудівних кресленнях: навч. посібник. Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2007. 132 с.
2. Ревенко С. А., Карпюк Л. В., Гуліда М. І., Архипов О. Г. Комп'ютерна графіка в хімічному апаратобудуванні: навч. посібник. Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2012. 400 с.
3. Карпюк Л. В., Татарченко Г. О., Білошицька Н. І. Комп'ютерна графіка у будівництві: Навч. посібник. Сєверодонецьк: Вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2019. 161 с.
4. Анурев В. І., Калашників Ф. Ф., Масляників І. М. Посібник конструктора-машинобудівника. Видання 2-е, перероблене та доповнене. Київ. 1962. 688 с.
5. Анурев В. І., Підручник конструктора-машинобудівника. У трьох томах. Том 1. Видання 5-е, перероблене і доповнене. Київ. 1980. 728 с.
6. О. М. Джеджула, С. І. Кормановський, А. В. Спирін, М. В. Пятак, А. Й. Островський. Курс нарисної геометрії. Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2011. 200 с.
7. Буда А. Г. Нарисна геометрія. Збірник прикладів та задач з теоретичними відомостями для студентів машинобудівних спеціальностей. Вінниця: ВНТУ, 2005. 142 с.
8. В. Є. Михайленко, М. Ф. Євстифєєв, С. М. Ковальов, О. В. Кащенко Нарисна геометрія. Підручник. К.: Вища шк., 1993. 271 с.
9. В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. Інженерна графіка: Підручник. К. : «Каравела», 2008. 272 с.
10. В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан. Збірник задач з інженерної та комп'ютерної графіки. К.: Вища шк., 2002. 300 с.
11. В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан. Інженерна та комп'ютерна графіка. Підручник. К.: Вища шк., 2001. 350 с.
12. Ванін В. В., Перевертун В. В., Надкернична Т. М., Власюк Г. Г. Інженерна графіка. К.: Видавнича група ВНУ, 2009. 400 с.
13. Ткаченко В. П., Тищенко Ю. А., Суховерхов В. К. Нарисна геометрія: навчальний посібник. Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2004. 192 с.
14. Д. М. Люлька, О. А. Єщенко. Основи комп'ютерного проектування. Навч. посібн. К.: НУХТ, 2020. 253 с.
15. Д. В. Рудаков, С. О. Давидов, Г. А. Іванова. Нарисна геометрія і інженерна та компютерна графіка. Д., 2004. 46 с.
16. С. С. Красовський. Нарисна геометрія та інженерна графіка. Навчальний посібник до самостійної роботи для студентів інженерно-технічних спеціальностей денної та заочної форм навчання. Краматорськ: ДДМА, 2016. 120 с.
17. Буда А. Г., Гречанюк М. С. Креслення. Елементи нарисної геометрії та проєкційне креслення: навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2018. 112 с.
18. В. Є. Климяк. Інженерна і комп'ютерна графіка. Навчальний посібник. Х. : Вид. ХНЕУ, 2013. 92 с.
19. Козяр М. М., Фещук Ю. В. Комп'ютерна графіка: AUTOCAD. Навч. посібн. Херсон : Вид. Олді+, 2018. 304 с.

20. Бойко А. П. Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD. Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення. Навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. 116 с.
21. ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 Єдина система конструкторської документації. Загальні положення. Вид. офіц. Київ, 2006.
22. ДСТУ ISO 5456-3:2006 Кресленики технічні. Методи проєціювання. Частина 3. Аксонометричні зображення (ISO 5456-3:1996, IDT). Вид. офіц. Київ, 2006.
23. ДСТУ ISO 5456-3:2006 Кресленики технічні. Методи проєціювання. Частина 3. Аксонометричні зображення (ISO 5456-3:1996, IDT). Вид. офіц. Київ, 2006.
24. ДСТУ ГОСТ 2.317:2014 ЄСКД. Аксонометричні проєкції (ГОСТ 2.317-2011, IDT). Вид. офіц. Київ, 2014.

Навчальне видання

Людмила Вікторівна КАРПЮК
Марина Геннадіївна ЛОРІЯ

**КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА
В ПРОЄКЦІЙНОМУ КРЕСЛЕННІ**

Навчальний посібник

Редактори

М. Г. Лорія

Л. В. Карпюк

Оригінал– макет

О.В. Могильна

Підписано до друку 15.12.2024.

Формат 60 × 84^{1/8}. Папір типогр. Гарнітура Times.

Умов. друк. арк. 26,5. Обл.-вид. арк. 27,9.

Вид. № 3400.

Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.

Адреса університета: вул. Іоанна Павла II, 17

м. Київ, 01042, Україна

e-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com