

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

В. Д. БОРИСЕНКО, О. Г. БІДНІЧЕНКО, Д. В. КОТЛЯР

**ОСНОВИ ПОБУДОВИ ОБ'ЄМНИХ
ЗОБРАЖЕНЬ У СЕРЕДОВИЩІ ПРОЕКТУВАННЯ
AUTOCAD**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів*

УДК 004.896(075.8)

ББК 30.11

Б 82

Авторський колектив:

В. Д. Борисенко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної графіки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;

О. Г. Бідніченко, кандидат технічних наук, доцент;

Д. В. Котляр, магістр

Рецензенти:

В. О. Плоский, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва та архітектури;

Ю. М. Коробанов, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,
лист 1/11-5154 від 23 червня 2011 р.*

Борисенко В. Д.

Б 82 Основи побудови об'ємних зображень у середовищі проектування AutoCAD : навчальний посібник / В. Д. Борисенко, О. Г. Бідніченко, Д. В. Котляр. – Миколаїв : НУК, 2012. – 336 с.

ISBN 978–966–321–212–8

Посібник є одним з перших видань з комп'ютерної графіки, написаних українською мовою, в якому висвітлені питання побудови тривимірних моделей технічних деталей, їх редагування та отримання плоских зображень. Викладення матеріалу супроводжується численними рисунками, прикладами, діалоговими вікнами, що полегшує не тільки вивчення, але й подальшу роботу в середовищі проектування AutoCAD.

Призначений для студентів вищих технічних навчальних закладів, аспірантів, викладачів, інженерно-технічних працівників, тобто тих, хто в тій чи іншій мірі пов'язаний з розробкою проектів і бажає виконувати їх на найвищому сучасному рівні.

**УДК 004.896(075.8)
ББК 30.11**

© Борисенко В. Д., Бідніченко О. Г.,
Котляр Д. В., 2012

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2012

ISBN 978–966–321–212–8

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	10
1.1. Прийняті умовні позначення	10
1.2. Обмеження двовимірного проектування	11
1.3. Перехід до тривимірного моделювання	13
1.4. Методи тривимірного моделювання	16
<i>Запитання для самоперевірки</i>	<i>19</i>
2. ІНТЕРФЕЙС AUTOCAD	20
2.1. Робочі вікна і зони	20
2.2. Графічна зона	21
2.3. Стрічковий інтерфейс	22
2.4. Рядок меню	26
2.5. Меню додатка	26
2.6. Падаючі меню	28
2.7. Контекстні меню	31
2.8. Вікно команд	34
2.9. Рядок стану	35
2.10. Текстове вікно	36
2.11. Смуга прокручування	36
2.12. Керування вікном програми	36
2.13. Панель швидкого доступу	37
2.14. Панелі інструментів	39
2.15. Палітри	40
<i>Запитання для самоперевірки</i>	<i>43</i>

3. РОБОЧІ ПРОСТОРИ.....	44
3.1. Панель робочих просторів	44
3.2. Налаштування робочого простору	48
3.3. Налаштування параметрів робочого екрана	49
3.4. Налаштування параметрів тривимірного моделювання	54
<i>Запитання для самоперевірки</i>	57
4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD	58
4.1. Загальна методика роботи в AutoCAD	58
4.2. Робота з мишкою	60
4.3. Початок роботи	65
4.4. Визначення розмірів креслення	68
4.5. Уведення координат точок	70
4.6. Динамічне введення декартових координат	74
4.7. Уведення тривимірних координат	79
4.8. Координатна сітка та її використання	80
4.9. Формати файлів	81
<i>Запитання для самоперевірки</i>	83
5. ПУБУДОВА ТВЕРДИХ ТІЛ	84
5.1. Команда POLYSOLID	85
5.2. Команда BOX	89
5.3. Команда WEDGE	91
5.4. Команда CYLINDER	94
5.5. Команда CONE	98
5.6. Команда SPHERE	102
5.7. Команда TORUS	105
5.8. Команда PIRAMID	107
<i>Запитання для самоперевірки</i>	111
6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	
ІЗ ДВОВИМІРНИХ	112
6.1. Видавлене тіло	112
6.2. Тіло обертання	119
6.3. Тіло зміщення	121
6.4. Тіло, створюване за допомогою перерізу	126
6.5. Витягнуте тіло	130
6.6. Об'єднання об'єктів	132
6.7. Віднімання об'єктів	134
6.8. Перетин об'єктів	136
6.9. Перевірка взаємодій	138
<i>Запитання для самоперевірки</i>	140

7. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ	141
7.1. Інструмент гізмо	143
7.2. Переміщення	144
7.3. Обертання навколо осі	146
7.4. Масштабування	151
7.5. Вирівнювання об'єктів	153
7.6. Дзеркальне відображення відносно площини	157
7.7. Багаторазове копіювання тривимірним масивом	159
7.8. Побудова перерізів	163
7.9. Побудова розрізів	171
7.10. Обрізання та подовження об'єктів у тривимірному просторі	175
<i>Запитання для самоперевірки</i>	<i>177</i>
8. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ТІЛ	178
8.1. Зняття фасок	178
8.2. Спряження граней	182
8.3. Редагування тіл командою SOLIDEDIT	185
8.4. Видавлювання граней	186
8.5. Переміщення граней	189
8.6. Зміщення граней	191
8.7. Поворот граней	193
8.8. Видалення граней	195
8.9. Зведення граней на конус	197
8.10. Копіювання граней	200
8.11. Зміна кольору граней	202
8.12. Редагування ребер	204
8.13. Оболонка	206
8.14. Спрощення	208
8.15. Перевірка коректності об'єктів	209
8.16. Поділ тіл	211
8.17. Перевірка коректності тіла	212
<i>Запитання для самоперевірки</i>	<i>213</i>
9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ	214
9.1. Простір моделі та простір аркуша	215
9.2. Іменовані вигляди	219
9.3. Екрани виглядів простору моделі	224
9.4. Майстер компоновання аркуша	231

9.5. Редагування аркуша	237
9.6. Друкування креслень	245
9.7. Друкування з простору LAYOUT (Лист)	249
9.8. Налаштування плаваючих екранів	250
9.9. Керування видимістю шарів на плаваючих екранах виглядів ...	252
9.10. Налаштування масштабу екрана виглядів	255
9.11. Використання шаблонів	259
<i>Запитання для самоперевірки</i>	262
10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ	263
10.1. Створення і налаштування системи координат користувача ...	263
10.2. Установлення напрямку погляду	268
10.3. Установлення вигляду в плані	273
10.4. Установлення ортогональних і аксонометричних виглядів ...	274
10.5. Перспектива і камери	276
10.6. Інтерактивне керування точкою погляду	279
10.7. Штурвали	286
10.8. Видовий куб	287
10.9. Візуальні стилі	289
<i>Запитання для самоперевірки</i>	291
11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ....	292
11.1. Визначення нової системи координат користувача	292
11.2. Побудова каркасної моделі	294
11.3. Побудова твердотільної моделі	299
11.4. Формування креслень із застосуванням тривимірного моделю- вання	306
11.5. Побудова креслення складальної одиниці	325
11.6. Приклади застосування тривимірного моделювання у суднобудуванні	329
<i>Запитання для самоперевірки</i>	333
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	334

ВСТУП

Цей посібник є базовим курсом з використання середовища проектування AutoCAD для побудови об'ємних об'єктів. У ньому розглянутий повний набір інструментів, який дозволяє швидко створювати й оформлювати достатньо складні тривимірні моделі технічних деталей, у тому числі судових корпусних конструкцій.

Постійно зростаючий рівень розвитку комп'ютерних технологій, програмних і апаратних засобів зумовлює перехід від традиційних методів ведення проектно-конструкторських робіт до використання нових автоматизованих систем розробки й виконання конструкторської документації.

На цей час існує багато різноманітних графічних пакетів і програм геометричного моделювання. Компанія Autodesk – один з провідних виробників систем автоматизованого проектування (САПР) і програмного забезпечення для конструкторів, дизайнерів, архітекторів. Це найбільший у світі постачальник програмного забезпечення і послуг для машинобудування, промислового та цивільного будівництва, цифрових засобів передачі інформації і бездротового зв'язку.

Середовище AutoCAD, яке розроблено лідируючою компанією Autodesk, є платформою програмного забезпечення САПР. Воно призначене не тільки для професіоналів, яким потрібно втілювати свої творчі задуми в реальні проекти, його з успіхом застосовують у навчальному процесі технічних вузів багатьох країн світу при підготовці майбутніх фахівців у різних галузях техніки.

AutoCAD працює з кресленнями (рисунками), які для нього є документами. Основна форма зберігання документа – dwg-файл.

Будь-якому конструктору знайома ситуація, коли загальний задум майбутнього виробу вже ясний, але щоб поділитися ним з іншими

учасниками процесу виробництва (робочими, технологами тощо), виріб необхідно описати мовою, зрозумілою для всіх, хто бере участь у його створенні, іншими словами, зробити його графічне зображення – креслення. Саме плоскі креслення до недавнього часу були єдиною мовою, якою могли розмовляти технічні фахівці.

Сучасні комп'ютерні технології подарували інженерові якісно більш досконалий спосіб спілкування – тривимірну модель, яка хоча й існує у пам'яті комп'ютера у вигляді ланцюжка бітів і байтів, проте має цілком реальні фізичні властивості: об'єм, густину, масу, центр ваги, моменти інерції тощо. Тривимірну модель можна розглядати з різних боків, розбирати й збирати (якщо мова йдеться про складальну одиницю) і навіть заглянути всередину.

Може виникнути цілком природний сумнів: а чи не дуже багато зусиль слід витратити на оволодіння новими технологіями до рівня, який забезпечує їх практичне застосування? Скільки на це буде потрібно часу: місяць, три місяці, рік? Найдивовижніше, мабуть, полягає в тому, що на побудову тривимірної моделі виробу часто необхідно не більше часу, ніж на розробку її плоского креслення. Зусиллями розробників у середовищі проектування AutoCAD є те, що зазвичай називають "дружнім інтерфейсом", тобто зручним і зрозумілим засобом виконання побудов. Користувач має доступ до всіх функцій AutoCAD за допомогою графічних екранних засобів, подібно до того, як це робиться в програмних продуктах зі складу Microsoft Office. У результаті в процесі створення креслення до мінімуму скорочується необхідність у використанні клавіатури, а це означає, що немає потреби переводити погляд з екрана на клавіатуру і навпаки, тому можна повністю сконцентруватися на розробці креслення.

Досвід показує, що на вивчення основ побудови тривимірних моделей технічних деталей у робочих навчальних програмах достатньо виділити половину кредитної одиниці. За цей час під керівництвом викладача студент може ознайомитися не тільки зі всіма можливостями системи, але й набути навички, необхідні для самостійної роботи. Зрозуміло, якщо Вашим викладачем буде цей посібник, то на освоєння середовища проектування AutoCAD потрібно дещо більше часу.

Мета цього посібника – навчити користувачів:

– будувати просторові моделі з ряду стандартних об'ємних примітивів (ящика, циліндра, конуса і т. д.);

* Інтерфейсом називається оболонка програмного продукту, що здійснює взаємозв'язок між користувачем і ядром програми.

- активно застосовувати різноманітні системи координат і інструментарій їх швидкої переорієнтації;
- вільно володіти засобами редагування та модифікації 3D-моделей;
- вільно володіти засобами створення й редагування в просторі аркуша декількох екранів виглядів різної форми, будувати список масштабів зображень для масштабування в екрані вигляду;
- принципово налаштувати користувача на наступне:
 - усі об'єкти слід будувати в єдиних розмірних одиницях – міліметрах – тільки в просторі моделі без нанесення будь-яких розмірів, позначень (окрім штриховки) і пояснюючих текстів;
 - решту всіх елементів креслення (основний напис, розміри, пояснюючі тексти, специфікації, умовні позначення та ін.) треба розміщувати тільки в просторі аркуша.

Автори посібника орієнтуються на англomовні версії середовища AutoCAD, хоча на ринку поширені версії AutoCAD, перекладені російською мовою. Тим не менш необхідно відзначити, що навіть в офіційних російськомовних версіях AutoCAD присутні деякі огріхи, обумовлені перекладом. Вони не є критичними, але певні незручності все-таки становлять. Англomовні версії позбавлені недоробок, однак з ними дещо складніше працювати.

Оскільки версій AutoCAD українською мовою не існує, то незважаючи на те, що посібник написаний українською мовою, переклад термінів з англійської мови на українську не виконується, ці терміни подаються російською мовою.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. Прийняті умовні позначення

У посібнику прийняті інтуїтивно зрозумілі позначення, які практично не потребують ніяких додаткових коментарів чи пояснень. Проте, щоб виключити якісь непорозуміння, є сенс усе ж таки навести деякі пояснення із цього приводу. Так, для вибору пунктів меню використовуються наступні позначення: Draw ► Rectangle (Рисование ► Прямоугольник).

Це означає, що спочатку потрібно вибрати в меню пункт Draw (Рисование), а потім у розкритому вікні вибрати пункт Rectangle (Прямоугольник).

Оскільки практично всі дії комп'ютерною мишкою закінчуються клацанням *лівої кнопки* мишки, то словосполучення "наведіть курсор мишки на об'єкт креслення і клацніть лівою кнопкою мишки" в посібнику подається у скороченому вигляді "клацніть на об'єкті мишкою". У тих же випадках, коли необхідне клацання *правою кнопкою* мишки, у посібнику про це говориться окремо.

Посібник може використовуватися для вивчення як англomовної, так і російськомовної версій програми AutoCAD. Із цією метою назви всіх термінів, елементів, команд і под. подаються двома мовами: англійською і російською. Зокрема, термін наводиться англійською мовою, а в дужках указується його російськомовний відповідник. Наприклад:

- команда Text (Текст);
- команда Move (Переместить);
- діалогове вікно Text Style (Текстовые стили).

Крім того, кожний запит командного рядка також наводиться обома мовами: англійською та російською. Наприклад:

Select objects:

Выберите объекты:

На думку авторів посібника, подібний підхід сприятиме кращому розумінню програми AutoCAD. Пов'язано це з тим, що з моменту створення AutoCAD є англomовною програмою, розробленою американською фірмою Autodesk. Тому навіть якщо користувач застосовує російськомовну версію AutoCAD, часто буває корисним мати перед очима англійське подання терміна чи фрази. У деяких випадках це дозволяє краще розуміти, що відбувається, тим більше, що навіть і при застосуванні російської версії AutoCAD команди можна вводити англійською мовою.

1.2. Обмеження двовимірного проектування

Перш ніж приступити до побудови тривимірних моделей, спробуємо відповісти на питання: а навіщо це потрібно?

На цей час більшість користувачів САПР базують свою роботу на двовимірних, тобто плоских технологіях. Це означає, що системи, які ними використовуються, працюють у режимі "електронного кульмана". У цьому випадку електронне креслення складається з окремих геометричних примітивів (відрізків, кіл, дуг і т. д.). При введенні геометричних об'єктів, складових деталі, яку креслять, конструктор може застосовувати знання й навички, набуті при кресленні на кульмані, оскільки логіка креслення в обох випадках має багато спільного.

Незважаючи на те, що 2D-системи дозволяють цілком успішно вирішувати задачі, що стоять перед більшістю користувачів, у міру розвитку нових технологій усе виразніше проявляються серйозні обмеження, властиві плоскому проектуванню.

Основний недолік 2D-систем полягає в тому, що при створенні плоского креслення конструктору доводиться мислити не в термінах проєктованої деталі (основа, отвір, ребро жорсткості), а в термінах традиційного набору геометричних примітивів: відрізок, дуга, коло і т. д. Наприклад, для побудови тонкостінної трубки на зображенні деталі *Патрубок*, показаної на рис. 1.1, конструктор має розкласти її на окремі відрізки й дуги і побудувати проєкції цих елементів на всіх необхідних виглядах деталі. Ця робота достатньо рутинна і не несе в собі творчого початку.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Якщо виникає необхідність внести до деталі будь-які зміни, то їх слід заново відобразити на всіх виглядах деталі, що знову пов'язане зі значними витратами часу.

Частково цю проблему можна вирішити за рахунок створення параметричних плоских креслень. Проте не всі сучасні 2D-системи мають такі можливості. До того ж створення складного параметричного креслення є далеко непростим завданням.

Обмеження 2D-систем особливо наочно проявляються, коли поверхня деталі має складну форму або коли необхідно побудувати аксонометричну проекцію (рис. 1.2).

Значна трудомісткість побудови складних поверхонь і аксонометричних проекцій може змусити конструктора відмовитися від їх зображення або спростити форму деталі (рис. 1.3). У першому випадку це ускладнює розуміння проекту, в другому – знижує привабливість виробу з точки зору споживача.

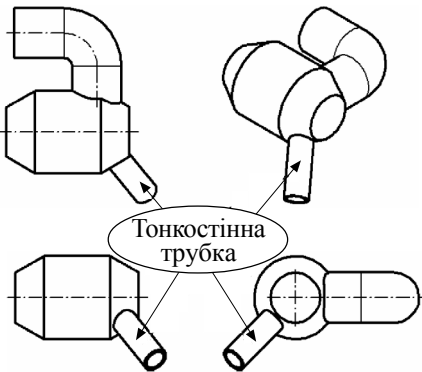


Рис. 1.1

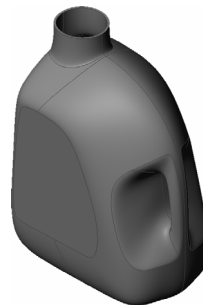


Рис. 1.2

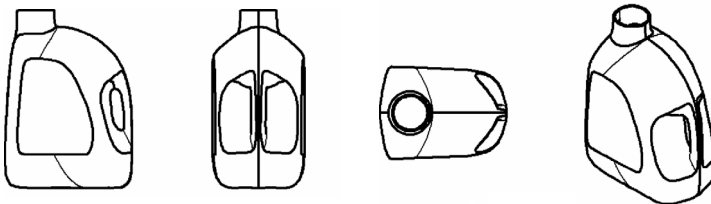


Рис. 1.3

Перелік обмежень двовимірного проектування можна продовжувати й далі. До нього можна додати складність розуміння взаємного положення і взаємодії деталей у складальних одиницях, складність або неможливість передачі даних у системи інженерного аналізу та підготовки керуючих програм для верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК).

Наведені вище приклади дозволяють зробити висновок, що використання лише двовимірних систем як засобу проектування та підготовки креслень породжує серйозні проблеми й уповільнює випуск нових виробів.

1.3. Перехід до тривимірного моделювання

Створення тривимірних моделей у сучасних версіях AutoCAD у значній мірі нагадує роботу з об'єктами в реальному світі. Проте це більш трудомісткий процес, ніж побудова проекцій на площині. Тривимірним моделям притаманні наступні переваги:

- користувач AutoCAD, створивши тривимірну модель виробу, може за лічені секунди автоматично отримати всі необхідні ортогональні проекції, а також додаткові вигляди, перерізи й розрізи. При кресленні на площині створення таких виглядів інколи віднімає дуже багато часу, особливо для виробів складної конфігурації;
- при роботі в тривимірному просторі модель виробу можна обертати в довільному напрямі, що значно полегшує завдання її сприйняття;
- користувач AutoCAD має можливість виконувати інженерний аналіз тривимірних моделей, а також отримувати такі характеристики, як координати центра мас, моменти інерції тощо, незалежно від складності конструкції;
- засоби візуалізації, що входять до складу сучасних версій AutoCAD, дозволяють отримувати фотореалістичні зображення моделі з урахуванням матеріалів, з яких виготовлена модель та її елементи, освітлення, часу доби і под.

Сучасні 3D-системи, до яких належить і AutoCAD, мають у своєму розпорядженні досить ефективні засоби моделювання, що дозволяють створювати тривимірні моделі дуже складних деталей та складальних одиниць. Використовуючи наочні методи створення об'ємних елементів, користувач оперує простими та природними поняттями: основа, бобишка,

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

ребро жорсткості, отвір, фаска, оболонка (рис. 1.4). При цьому процес проектування часто відтворює технологічний процес виготовлення деталі.



Рис. 1.4

Середовище AutoCAD має у своєму розпорядженні потужні засоби редагування моделі. Це дозволяє задавати параметричні зв'язки та асоціації як між окремими елементами деталей, так і між деталями в складальних одиницях, а також швидко вносити зміни в проект, створювати різні варіанти як окремих деталей, так і всього виробу в цілому.

На рис. 1.5 показані два варіанти деталі *Кронштейн*, які відрізняються розмірами основи. Для побудови

другого варіанта достатньо змінити значення розміру, який визначає довжину основи. Після цього модель буде перебудована зі збереженням загальної топології деталі: хомут для кріплення підшипника пов'язаний з лівою гранню деталі, а три кріпильні отвори – з правою.

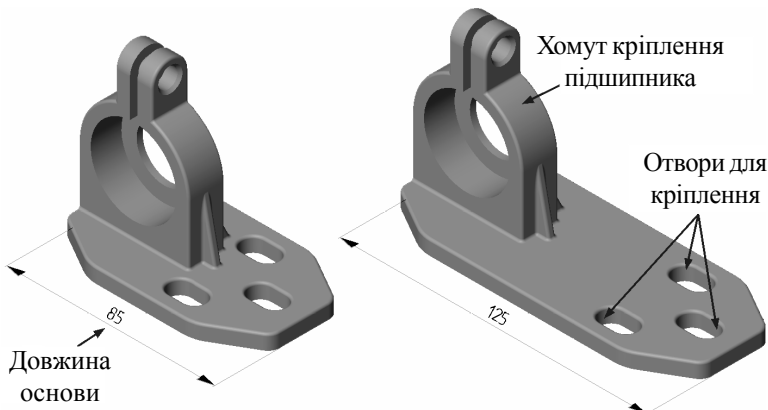


Рис. 1.5

Три деталі, що показані на рис. 1.6, – це насправді три різні конфігурації однієї й тієї ж моделі *Хрестовина*, які відрізняються своїми пара-

1.3. Перехід до тривимірного моделювання

метрами. Таким чином, для отримання всіх типорозмірів споріднених деталей, що випускаються або використовуються на підприємстві, часто достатньо побудови однієї єдиної моделі.

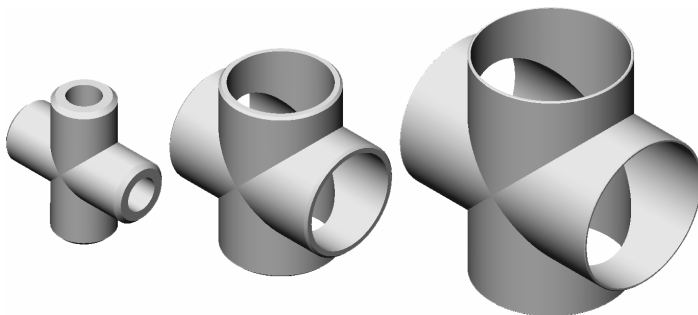


Рис. 1.6

У процесі побудови тривимірних моделей складальних одиниць користувач має можливість у будь-який момент безпосередньо на екрані монітора виконати розріз моделі стандартними чи додатковими площинами проекцій або побудувати будь-який розріз. На рис. 1.7,*а* *Вентиль* розсічений фронтальною площиною проекцій, на рис. 1.7,*б* це ж складання розрізане двома взаємно перпендикулярними площинами.

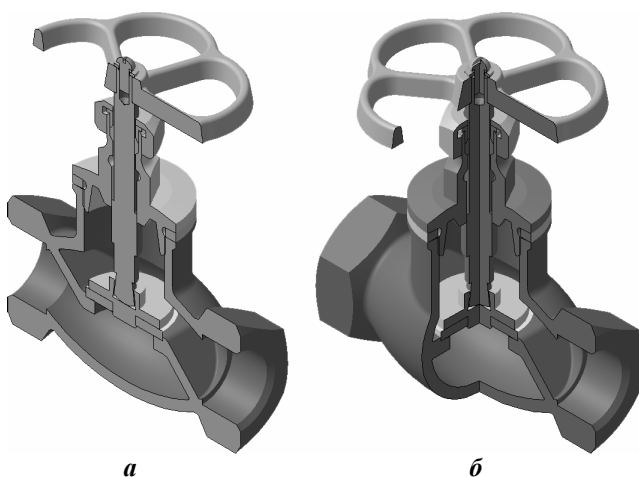


Рис. 1.7

1.4. Методи тривимірного моделювання

У сучасних графічних системах використовуються різні методи тривимірного моделювання. В AutoCAD реалізована підтримка наступних методів тривимірного моделювання.

Каркасне моделювання (Wireframe modeling). Каркасні моделі є скелетним описом тривимірного об'єкта. Вони не мають граней та складаються з прямолінійних відрізків і сегментів кривих, що описують ребра тривимірних об'єктів. Створити каркасну модель можна викреслюючи в тривимірному просторі лінії, дуги, полілінії та інші двовимірні об'єкти. Каркасні моделі не покриті поверхнями, тому завжди відображаються як абриси*. Оскільки при створенні такої моделі необхідно вручну креслити кожний з утворюючих його об'єктів та пов'язувати його з іншими об'єктами, процес створення каркасних моделей може бути складним і тривалим. Для формування каркасних моделей можна застосовувати всі вже відомі операції створення двовимірних об'єктів, з тією лише відмінністю, що креслення відбувається не на площині, а в просторі. Для розміщення двовимірних об'єктів у тривимірному просторі необхідно при їх створенні вводити тривимірні координати, настроїти відповідним чином систему координат користувача (ПСК – прийнята в літературі російськомовна аббревіатура) або розміщувати об'єкти в потрібних точках тривимірного простору після їх створення.

Твердотільне моделювання (Solid modeling). Тверді тіла (solid) в AutoCAD складаються з поверхонь і замкнутого в них об'єму. Твердотільні моделі створюються або за допомогою спеціалізованих команд твердотільного моделювання (наприклад, команд створення ящика, конуса, циліндра, кулі, клина і тора), або за допомогою переміщення вздовж напрямної двовимірних об'єктів, а також їх обертання. Отримані тим або іншим способом твердотільні об'єкти можна комбінувати з використанням булевих операцій (віднімання, об'єднання і перетин) для формування складних моделей. Відносно створення твердотільні моделі є найпростішими тривимірними об'єктами. У сучасних версіях AutoCAD метод твердотільного моделювання є основним, тому саме він розуміється в AutoCAD під моделюванням (modeling).

* Абрис (нім. abriß – креслення) – контур, начерк, обрис предмета, лінія, що показує форму якогось об'єкта.

Поверхневе моделювання (Surface modeling). Поверхневі моделі складаються з ребер і замкнених між ними поверхонь. Поверхневі моделі будуються або шляхом застосування до двовимірних об'єктів команд, що створюють ефекти підняття і товщини, або за допомогою спеціальних команд, призначених для створення тривимірних об'єктів. Поверхневі моделі складаються з окремих панелей, утворюючих багатогранну, полігональну мережу. Метод поверхневого моделювання є основним у таких системах тривимірного моделювання компанії Autodesk, як 3ds Max і Maya. У сучасній версії AutoCAD метод поверхневого моделювання також підтримується, проте в AutoCAD він вважається допоміжним.

Параметричне моделювання (Parametric modeling). Метод параметричного моделювання зводиться до створення складних тривимірних моделей на основі математичних побудов, які визначаються заданими параметрами. У AutoCAD параметричне моделювання можна забезпечити лише шляхом створення спеціальних програм мовами AutoLISP і VBA.

На відміну від усіх інших моделей, у тіл, які створюються при твердотільному моделюванні, можна аналізувати масові характеристики: об'єм, моменти інерції, центр мас і под. Дані про тіло можуть експортуватися в такі програми, як системи ЧПК і аналізу методом скінченних елементів (МСЕ). Тіла можуть бути перетворені в більш прості типи моделей – мережі та каркасні моделі.

Нижче наведені деякі поняття та визначення, прийняті в тривимірному твердотільному моделюванні:

- **грань** – обмежена частина поверхні. Якщо поверхня може бути необмеженою (наприклад, плоска, конічна, циліндрична), то грань обмежена завжди. Підтримується п'ять типів граней: плоскі, циліндричні, конічні, сферичні й тороїдальні. Грані утворюють твердотільну модель;

- **ребро** – елемент, що обмежує грань. Підтримуються чотири типи ребер: прямолінійні, еліптичні (колові), параболічні й гіперболічні. Наприклад, грань куба обмежена чотирма прямолінійними ребрами, а конічна – в основі одним еліптичним або коловим ребром;

- **півпростір** – частина тривимірного простору, що лежить по один бік від поверхні. Іншими словами, кожна поверхня є границею двох півпросторів, на які ділиться тривимірний простір. Півпростір – частина триви-

мірного простору, що має об'єм, а поверхня – частина тривимірного простору, в якій є площа, але не об'єм;

- тіло – частина простору, що обмежена замкненою поверхнею і має певний об'єм;

- тіло (примітив) – найпростіший (основний, базовий) твердотільний об'єкт, який можна створити і з якого будувати більш складні твердотільні моделі;

- область – частина площини, обмежена однією чи кількома планарними гранями, які називаються границями. Наприклад, квадрат з колом усередині має зовнішню границю, що складається з чотирьох прямолінійних ребер, і внутрішню – з одного колового ребра;

- область (примітив) – замкнута двовимірна область, яка отримана шляхом перетворення існуючих двовимірних примітивів AutoCAD, що мають нульову висоту (кіл, фігур, двовимірних поліліній, багатокутників, еліпсів, кілець і смуг), та описана як тіло без висоти;

- складова область – єдина область, що отримується в результаті виконання логічних операцій об'єднання, віднімання або перетину декількох областей. Вона може мати отвори, й для неї так само, як і для твердих тіл, можна обчислити площу та інші характеристики. Інтеграція двовимірного та об'ємного конструювання дозволяє створювати з областей тверді тіла й навпаки. Наприклад, автоматично перетворюючи переріз тіла в область, можна обчислити її площу, а видавлюючи або обертаючи області, створити складні тіла;

- об'єкт – загальне найменування області або тіл, причому тип об'єкта не має значення: це може бути область, тіло або складова модель (група об'єктів, об'єднана в єдине ціле);

- порожній об'єкт – складене тіло, що не має об'єму, або складова область, яка не має площі.

Найпростіші "цеглинки", з яких будуються складні тривимірні об'єкти, називають твердотільними примітивами або інструментами. До них належать *ящик* (паралелепіпед, куб), *циліндр* (коловий, еліптичний), *сфера*, *тор*, *конус*, *клин*. За допомогою команд BOX, CYLINDER, SPHERE, TORUS, CONE, WEDGE можна створити моделі будь-якого з цих тіл заданих розмірів, увівши необхідні значення.

Примітиви заданої форми створюються також шляхом видавлювання, здійснюваного командою EXTRUDE, або обертання двовимірного

1.4. Методи тривимірного моделювання

об'єкта – командою REVOLVE. З примітивів отримують більш складні об'ємні моделі об'єктів.

Інструменти твердотільного моделювання розглядаються нижче.

Запитання для самоперевірки

1. Які обмеження притаманні двовимірному проектуванню?
2. Назвіть переваги тривимірного моделювання.
3. Що таке твердотільний примітив?
4. Назвіть методи тривимірного моделювання.
5. Чим тіло відрізняється від тіла-примітива?



2. ІНТЕРФЕЙС AUTOCAD

2.1. Робочі вікна і зони

У вступі наголошувалося на тому, що цей посібник орієнтований на читачів, які засвоїли основи роботи в середовищі AutoCAD. Проте автори вважають за доцільне повторити деякі положення, що стосуються роботи в сучасних версіях AutoCAD і, в першу чергу, всього того, що належить до налаштування елементів інтерфейсу. Основна увага приділяється тим компонентам інтерфейсу, які в тій або іншій мірі пов'язані з побудовами об'ємних зображень в AutoCAD.

Як і будь-який додаток, розроблений для операційної системи Windows, програму AutoCAD можна запустити кількома способами. Найбільш поширеним з них є запуск версії AutoCAD, встановленої на комп'ютері користувача, подвійним клацанням лівої клавіші мишки по піктограмі AutoCAD, розміщеній на робочому столі Windows.

Розглянемо основні елементи інтерфейсу користувача програми AutoCAD.

Після запуску AutoCAD відкривається його робоче вікно (рис. 2.1), яке містить різні панелі, меню, кнопки, вкладки і под. Розташування більшості елементів у вікні та їх форма можуть бути змінені.

Примітка. Користувач може відмітити, що зовнішній вигляд робочого вікна AutoCAD у нього дещо відрізняється. Це пов'язано з деякими індивідуальними настройками, зумовленими, зокрема, тим, що на комп'ютері можливо вже була встановлена попередня версія AutoCAD.

2.2. Графічна зона

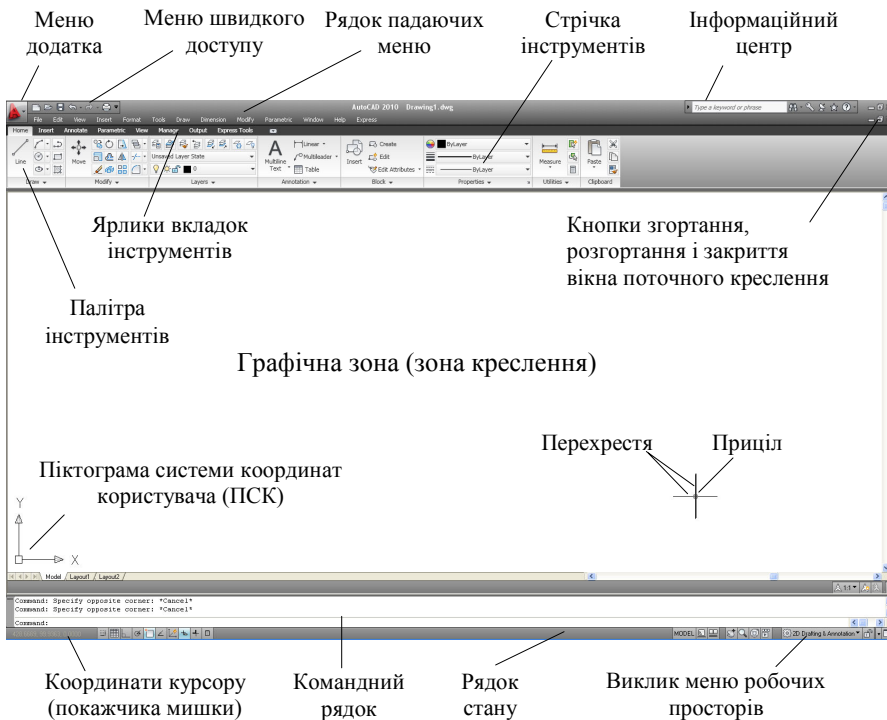


Рис. 2.1

2.2. Графічна зона

Центральна область робочого вікна програми називається *графічною зоною*, в літературі можна зустріти й інші назви (*графічний екран* або *робоча область*). У будь-якому випадку графічна зона – це велика частина простору робочого вікна AutoCAD, в якій виконуються побудови об'єктів та їх частин. Теоретично цей простір має нескінченні розміри. За умовчанням кольором графічної зони є чорний, а побудови відображаються білими лініями. Зроблено це для того, щоб у користувача менше втомлювалися очі. Слід зазначити, що креслення виглядатиме чорним тільки на екрані, при його друці все повернеться на свої місця: колір паперу буде білим, а побудови чорними.

Коли курсор мишки знаходиться в графічній зоні, він має форму хрестика з маленьким квадратиком посередині. У лівому нижньому куті графічної зони розміщується піктограма системи координат, що складається з двох стрілок, які показують додатний напрям відповідних осей координат.

У середовищі AutoCAD можна одночасно працювати з кількома кресленнями. Кожне креслення, що відкривається середовищем AutoCAD, вважається документом, і для нього створюється окреме вікно. Над вікнами документів користувач може виконувати ті ж дії, що і над будь-якими іншими вікнами. Єдине обмеження: вікна документів не можуть залишати графічний екран.

Вікно кожного документа має свої кнопки згортання, розгортання і закриття, а також при відповідному налаштуванні – смуги вертикальної та горизонтальної прокручувань.

Керування взаємним положенням вікон документів здійснюється за допомогою падаючого меню Window (Окно) і панелі Window (Окно) стрічки.

Примітка. Зазвичай вікна в AutoCAD є модальними. Модальне вікно перешкоджає роботі з документом, поки воно не буде закритим. Немодальні вікна – це особливі вікна, які можуть залишатися на екрані й надавати можливість виконання дій в іншому вікні (вікна креслення або вікна середовища AutoCAD).

2.3. Стрічковий інтерфейс

Сучасні версії AutoCAD мають *стрічковий інтерфейс*. Замість використання розрізнених панелей інструментів і рядка меню розробники AutoCAD запропонували використовувати так звану стрічку інструментів, подібно до того, як це зроблено в додатках до пакета Microsoft Office 2007 (Word 2007, Excel 2007 і т. д.).

Стрічка (Ribbon) надає доступ до команд системи через свої кнопки, які згруповані в панелі, а панелі об'єднані в групи (вкладки). Стрічка може змінювати свій вигляд і навіть може не бути присутньою на екрані. Склад стрічки не фіксований, користувач може його налагоджувати згідно зі своїми смаком і звичками. Для цього необхідно скористатися операціями адаптації інтерфейсу користувача.

Стрічка має кілька вкладок, перехід між якими здійснюється клацанням мишки по їх назвах. Назви вкладок (рис. 2.2) розміщуються над

2.3. Стрічковий інтерфейс

самою стрічкою і замінюють собою рядок меню, який за умовчанням відсутній. Кожна з вкладок стрічки містить групу або групи інструментів, призначених для виконання певного класу завдань:

- **Home** (Основная) – ця вкладка доступна при запуску AutoCAD за умовчанням і містить усі основні інструменти з рисування та редагування, а також керування шарами, вставки блоків і анотацій, задання зовнішнього вигляду ліній побудови (тип, колір, товщина);

- **Insert** (Вставка) містить інструменти для роботи з блоками і зв'язками, які дозволяють створювати, вставляти й редагувати блоки, керувати зв'язками, імпортувати файли інших форматів;

- **Annotate** (Аннотации) – ця вкладка застосовується при нанесенні розмірів, вставці й редагуванні анотації, постановці виносок, зображенні таблиці, заданні параметрів текстовому напису;

- **Parametric** (Параметризация) включає у 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;

- **View** (Вид) – вкладка містить настройки, що впливають на параметри і способи відображення креслення у вікні AutoCAD, а також на зовнішній вигляд самого вікна AutoCAD;

- **Manage** (Управление) містить інструменти для зміни різних настройок програми, адаптації інтерфейсу додатка (робочого простору, панелей інструментів, меню і поєднань клавіш) для вирішення конкретних завдань. На цій вкладці також знаходиться група команд для роботи з макросами, які створюються мовою програмування VBA;

- **Output** (Вывод) – на цій вкладці зібрані всі інструменти для попереднього перегляду документа перед друком, виведення його на друк, публікації в Інтернеті та експорту;

- **Express Tools** (Инструменты Экспресс) містить додаткові інструменти різних категорій, які прості у використанні й охоплюють широкий діапазон функцій програми AutoCAD, включаючи креслення, виділення і зміну об'єктів.



Рис. 2.2

При виборі певних об'єктів на стрічці можуть з'явитися додаткові вкладки для роботи з ними.

Послідовним клацанням правої клавіші мишки по крайній справа в рядку інтерфейсу кнопці з направленим униз трикутником  можна спочатку звернути стрічку до назв вкладок і груп інструментів, а потім повністю видалити стрічку з екрана, максимально збільшивши місце для виконання графічних робіт. Ще одним клацанням можна повернутися до початкового стану, коли стрічку можна бачити на екрані. Цього ж результату можна досягти, двічі клацнувши по вкладці Home (Основная).

Видалити всі елементи вікна AutoCAD і при цьому максимально звільнити місце для виконання креслярських робіт можна також натисненням кнопки , розташованої в правому нижньому куті рядка стану. Повторне натиснення цієї кнопки приведе до поновлення колишнього стану. Цей же результат можна досягти, якщо вибрати View ► Clean Screen (Вид ► Очистить экран). Можна просто натиснути сполучення клавіш Ctrl+0 (нуль) на клавіатурі. У цьому режимі доступними будуть тільки рядок меню і командний рядок (рис. 2.3). Для того щоб повернутися до колишнього вигляду вікна зі всіма панелями, потрібно ще раз виконати одну з вищеперелічених дій.



Рис. 2.3

У результаті деяких дій, можливо і необережних, стрічковий інтерфейс може зовсім зникнути з екрана. Для його швидкого поновлення потрібно у командному рядку ввести команду Ribbon (Лента), і стрічка знову з'явиться на своєму місці.

За бажанням користувач може змінити зміст стрічки з вкладками, для чого необхідно клацнути правою кнопкою мишки в місці розташування стрічки, при цьому з'явиться меню, в якому слід вибрати рядок Show Tabs (Показать вкладки), дістати доступ до додаткового меню з назвами вкладок і здійснити вибір потрібних чи відмовитися від існуючих вкладок. На рис. 2.4 вибрані всі основні вкладки стрічкового інтерфейсу.

Якщо є необхідність видалити з вкладки будь-яку групу команд, слід клацнути правою кнопкою мишки на вкладці й в підменю Panels

2.3. Стрічковий інтерфейс

(Групи) зняти прапорець поруч із назвою групи, яку необхідно приховати (рис. 2.5).

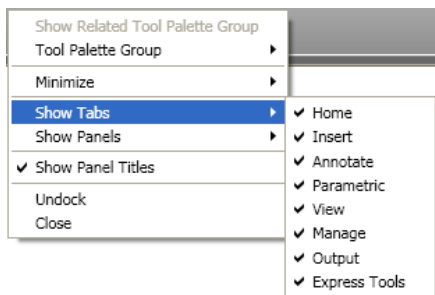


Рис. 2.4

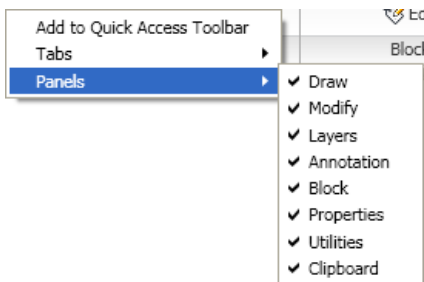


Рис. 2.5

Усі інструменти на вкладках стрічки інтерфейсу об'єднані в групи, кожна з яких обведена малопомітною прямокутною рамкою. Незважаючи на те, що на стрічці 8 вкладок, усі інструменти AutoCAD на ній не помістилися. Інструменти (доступні в ранніх версіях AutoCAD), що не помістилися, можна активізувати, якщо клацнути мишкою по значку у вигляді рівнобедреного прямокутного трикутника, розташованому на стрічці в правому нижньому куті деяких груп інструментів. Наприклад, клацнувши по такому значку, розташованому в групі Draw (Рисование) на вкладці Home (Основная), можна дістати доступ до розширеного набору команд виконання креслення (рис. 2.6).

Будь-яку вкладку можна витягнути зі стрічки і перетворити її на окрему панель (рис. 2.7), яка відображатиметься на екрані (навіть якщо буде вибрана інша вкладка) до тих пір, поки не буде натиснута на панелі кнопка Return Panels to Ribbon (Вернуть группы на ленту).

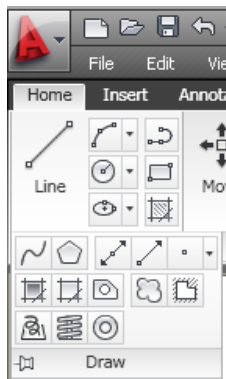


Рис. 2.6



Рис. 2.7

2.4. Рядок меню

За умовчанням у жодному з режимів роботи рядок меню (див. рис. 2.3) в AutoCAD не відображається. Мається на увазі, що доступ до всіх інструментів і можливостей AutoCAD можна отримати зі стрічки інструментів або панелі інструментів.

Керування відображенням рядка меню виконується за допомогою панелі швидкого доступу (див. нижче) або системної змінної MENUBAR. У командному рядку необхідно цій змінній присвоїти значення, що дорівнює 1 (рис. 2.8), після чого на екрані монітора одразу ж з'явиться рядок меню, показаний на рис. 2.3.

```
Command: menubar  
Enter new value for MENUBAR <0>: 1
```

Рис. 2.8

Рядок меню включає у себе багато пунктів для виклику різних команд і відкриття діалогових вікон. У ньому розташовані імена 13 падаючих меню, які зазвичай постійно знаходяться на екрані:

File (Файл);	Dimension (Размеры);
Edit (Правка);	Modify (Редактирование);
View (Вид);	Parametric (Параметризация);
Inset (Вставка);	Express (Экспресс);
Format (Формат);	Window (Окно);
Tools (Сервис);	Help (Справка).
Draw (Рисование);	

Склад рядка меню не є фіксованим. Під час роботи деяких команд можуть з'являтися додаткові меню. Так, до рядка меню можна додати ще меню dbConnect (Базы данных).

2.5. Меню додатка

Меню додатка – це спеціальне вікно (рис. 2.9), що з'являється після клацання по кнопці , яка розташовується в лівому верхньому куті вікна AutoCAD.

У лівому стовпці цього вікна показані значки та імена команд файлових операцій, які застосовуються дуже часто, а справа – список останніх

2.5. Меню додатка

використаних або відкритих у даний момент файлів. Склад правої частини регулюється за допомогою значків:



– Recent Documents (Последние документы);



– Open Documents (Открытые документы).

Крім того, у меню додатка присутні дві важливі кнопки: Exit AutoCAD (Выход из AutoCAD) і Options (Параметры), за допомогою яких можна настроїти багато параметрів роботи програми AutoCAD: наприклад, колір фону, інтервал автозбереження, розмір прицілу курсору і т. д.

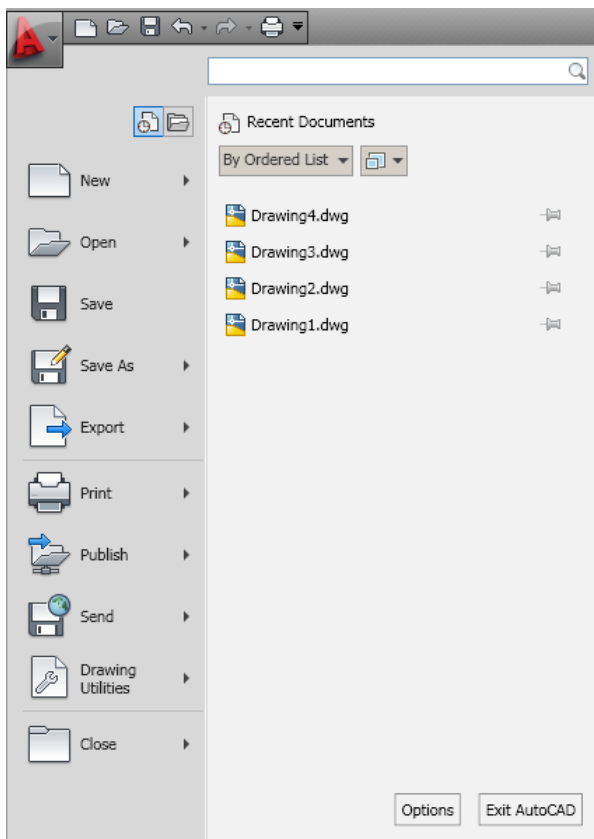


Рис. 2.9

Додатковою зручністю, що надає меню додатка, є розташований вгорі рядок пошуку команди (операції), в якій користувач може вводити будь-яку послідовність букв, а AutoCAD відразу ж відшукає і покаже відповідні елементи інтерфейсу (рис. 2.10).

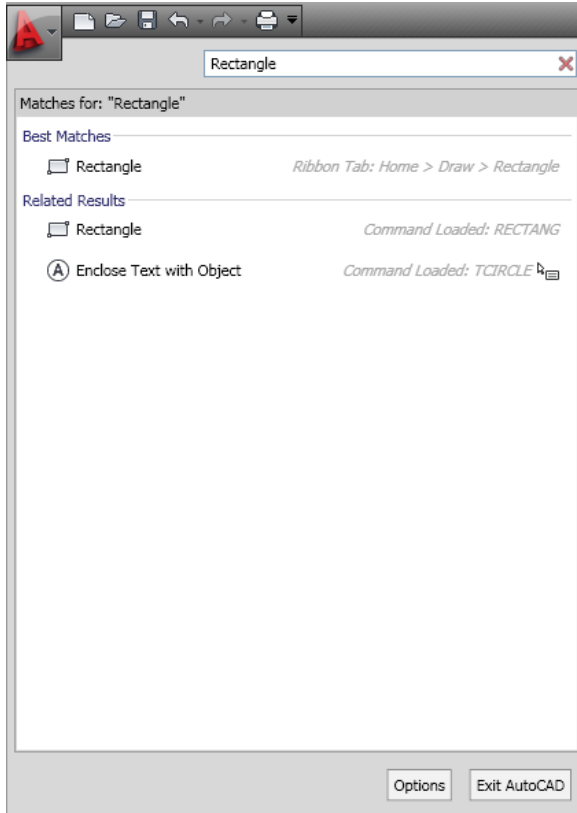


Рис. 2.10

2.6. Падаючі меню

Склад падаючих меню достатньо консервативний і змінюється від версії до версії AutoCAD несуттєво. У стандартному варіанті AutoCAD містить 13 розділів-пунктів, в які згруповані команди AutoCAD.

Об'єднання в розділи проводиться за функціональною ознакою команд, а самі ці розділи такі:

- **File (Файл)** – містить команди для роботи з файлами креслень (відкриття, збереження, друку, експорту в інші файли креслень і виходу з AutoCAD);

- **Edit (Правка)** – об'єднує в собі стандартні для Windows операції з буфером обміну (вирізати, скопіювати, вставити), а також команди спеціальної вставки, видалення, виділення й пошуку;

- **View (Вид)** – включає у себе команди керування видом креслення на екрані, команди регенерації креслень, а також керування параметрами відображення тривимірних моделей;

- **Insert (Вставка)** – це меню об'єднує у собі команди, призначені для вставки в креслення різних елементів (блоків, картинок, об'єктів OLE і т. д.);

- **Format (Формат)** – містить установлення меж креслення та одиниць вимірювань, керування стилем тексту, розмірами, роботи з шарами, кольором, типом і товщиною ліній тощо;

- **Tools (Сервис)** – розділ об'єднує команди керування просторами й палітрами, керування системою, установлення параметрів креслення і прив'язок за допомогою діалогових вікон і под.;

- **Draw (Рисование)** – містить команди дво- й тривимірного креслення різноманітних графічних елементів, створення одно- або багаторядкового тексту;

- **Dimension (Размеры)** – у розділі об'єднані команди для нанесення розмірів і керування параметрами розмірних стилів;

- **Modify (Редактировать)** – розділ містить команди редагування (зміни) графічних об'єктів, такі, як масштабування, подовження, поворот та ін.; також подані команди різних тривимірних операцій і редагування тривимірних тіл;

- **Parametric (Параметрический)** – це меню містить команди для роботи з геометричними й розмірними обмеженнями;

- **Window (Окно)** – розділ, що дозволяє за допомогою своїх команд настроїти одночасне відображення відразу кількох креслень, слугує для підтримки багатодокументного режиму роботи;

- **Help (Справка)** – містить команди звернення і роботи з довідковою службою AutoCAD (довідкові матеріали відображаються в окремому вікні та не заважають роботі з програмою);

- **Express (Дополнительные инструменты)** – розділ містить додаткові інструменти різних категорій, які охоплюють широкий діапазон AutoCAD, включаючи креслення, виділення і зміну об'єктів.

Рядок падаючих меню може бути змінений шляхом додавання або видалення тих чи інших розділів. Для цього необхідно в падаючому меню

Tools ► Customize ► Interface (Сервис ► Адаптировать ► Интерфейс), в діалоговому вікні налаштування інтерфейсу користувача Customize User Interface (Адаптація інтерфейса користувача), що з'являється на вкладці Customize (Адаптировать) в області Customization in All Files (Адаптація всіх файлів), розкрити пункт Menus (Меню). Далі встановити курсор мишки на один з пунктів меню і, натиснувши праву кнопку мишки, викликати контекстне меню, в якому вибрати відповідний пункт для створення нових падаючих меню або видалення існуючих. Діалогове вікно адаптації меню показано на рис. 2.11.

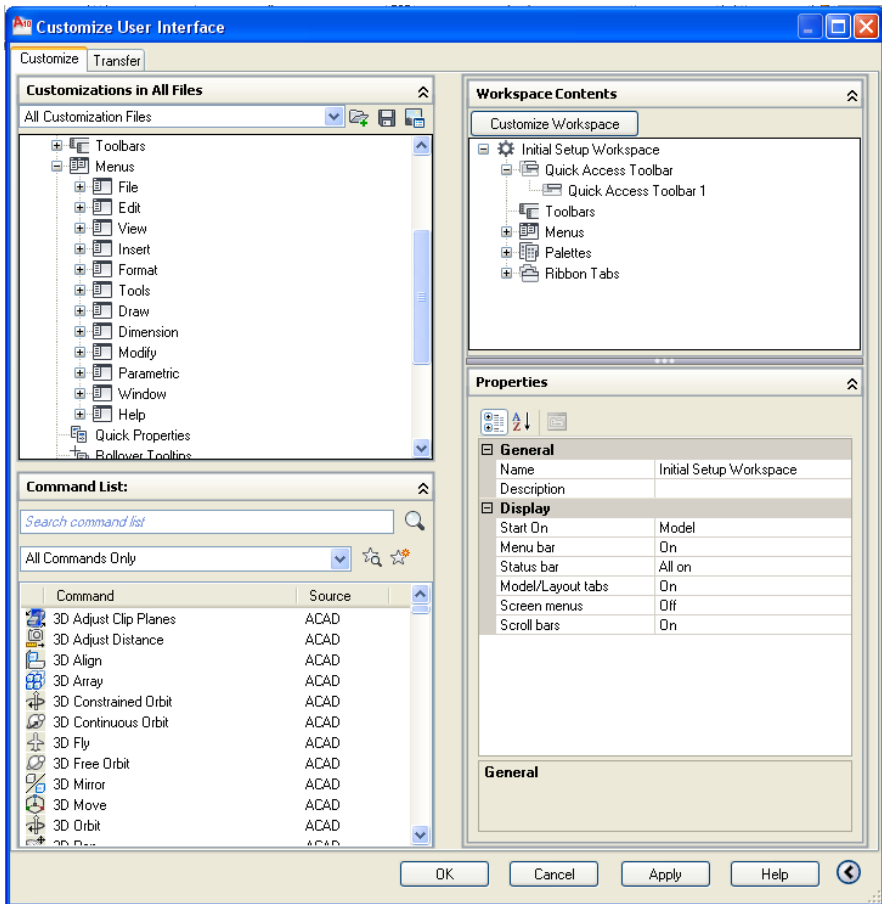


Рис. 2.11

2.7. Контекстні меню

Окрім основного меню в AutoCAD широко використовуються так звані *контекстні*, які викликаються клацанням правої кнопки мишки. Склад конкретного контекстного меню залежить від того, в який момент воно викликане і де в цей час розташований курсор мишки. Наприклад, якщо в даний момент виконується будь-яка команда, то контекстне меню містить список опцій цієї команди.

При клацанні правою кнопкою мишки в області креслення викликається одне з шести контекстних меню:

- *стандартне* – викликається за відсутності вибраних об'єктів і активних команд, містить останню використовувану команду, набір стандартних функцій, а також виклик діалогового вікна налаштування робочого середовища Options (Параметри, рис. 2.12);

- *команди* – викликається при виконанні будь-якої команди, містить набір ключів, що відображається в командному рядку і полегшує виконання поточної команди за допомогою мишки (рис. 2.13);

- *об'єктної прив'язки* – викликається при клацанні правою кнопкою мишки й одночасному натисненні клавіші Shift, дозволяє вибрати або настроїти режими об'єктної прив'язки і включити координатний фільтр (рис. 2.14);

- *редагування* – викликається при одному або кількох об'єктах і відсутності активних команд, об'єднує функції, призначені для редагування об'єктів. Набір функцій може змінюватися залежно від типу вибраного об'єкта (рис. 2.15);

- *ручок* – викликається при виділеній на об'єкті активній ручці, містить функції, що дозволяють проводити редагування за допомогою ручок (рис. 2.16).

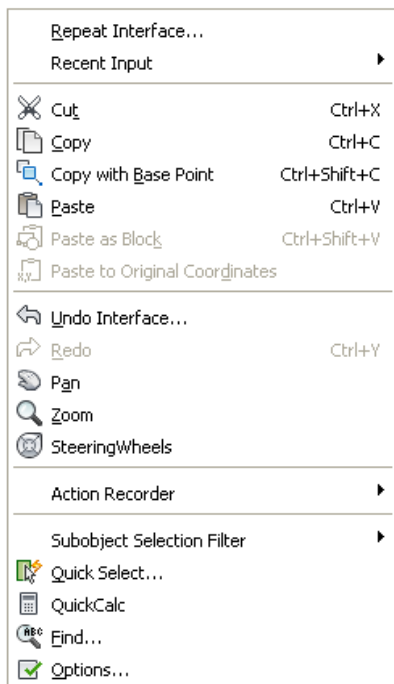


Рис. 2.12

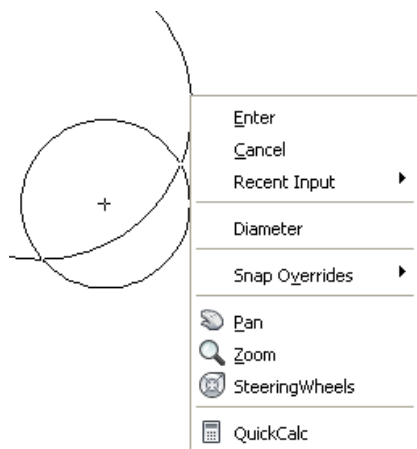


Рис. 2.13

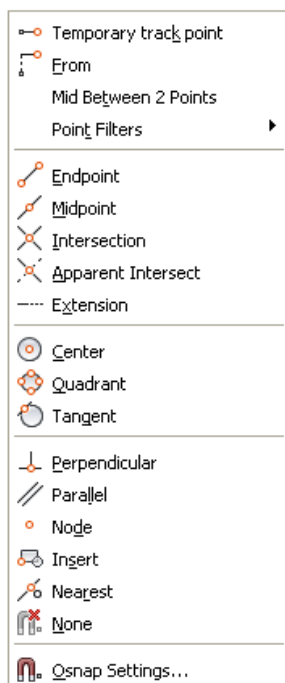


Рис. 2.14

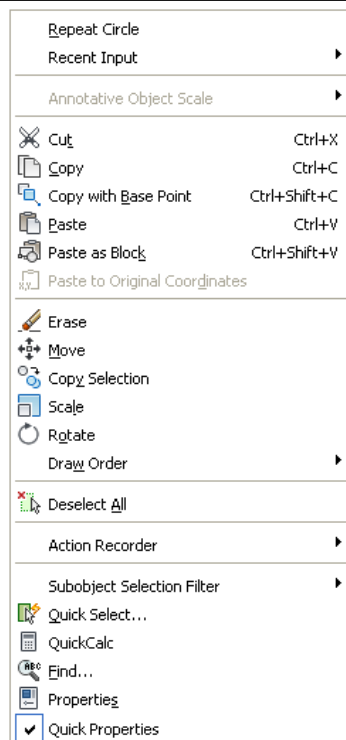


Рис. 2.15

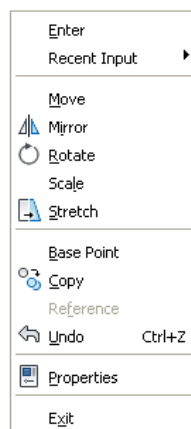


Рис. 2.16

Контекстне меню *OLE-об'єктів* у цьому посібнику не розглядається.

Контекстні меню *об'єктної прив'язки* і *ручок* завжди включені, тому їх можна викликати у будь-який момент. Контекстні меню *стандартне*, *команди* і *редагування* можна відключати. У цьому випадку клацання правою кнопкою мишки відповідатиме натисненню клавіші Enter. За умовчанням виклик цих трьох контекстних меню включений.

В AutoCAD існують контекстні меню, які можна викликати не тільки з області креслення. Так, клацанням правої кнопки мишки на вільній області правіше від стандартної панелі інструментів або на одному з інструментів можна викликати панель інструментів, що містить список панелей і призначена для їх включення, відключення або налаштування (рис. 2.17).

Діалогове вікно викликається клацанням правої кнопки мишки на елементі діалогового вікна. Воно доступне не для всіх діалогових вікон і, як правило, пов'язане зі списками, що розкриваються, або з полями для введення значень. Діалогове вікно дозволяє видаляти, перейменовувати окремі пункти або працювати з буфером обміну.

Існують й інші контекстні меню, деякі з яких будуть розглянуті нижче при поданні відповідного матеріалу.

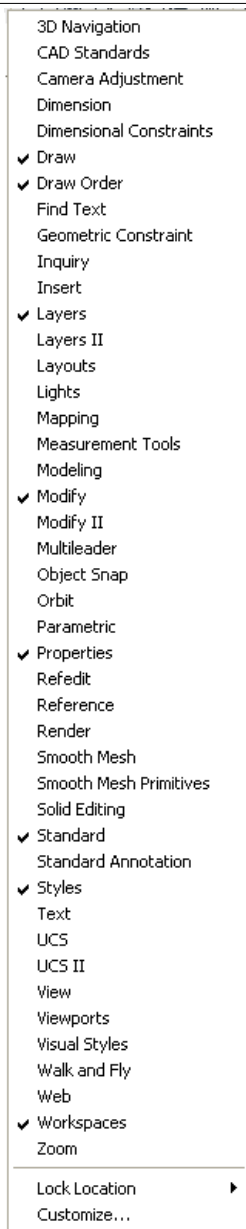


Рис. 2.17

2.8. Вікно команд

Зона командних рядків (рис. 2.18) є самостійним вікном, інтегрованим у систему вікон усередині вікна AutoCAD. Вона розташовується нижче від графічного екрана і по ширині дорівнює ширині вікна AutoCAD. За умовчанням вікно команд складається з трьох рядків, що починаються зі слова Command: (Команда:). Його розмір по висоті можна змінити мишкою, переміщенням границі вікна вгору або вниз. Перший знизу рядок, який називається командним рядком, є активним. Тут можна вводити команди і дані, які керують роботою програми.

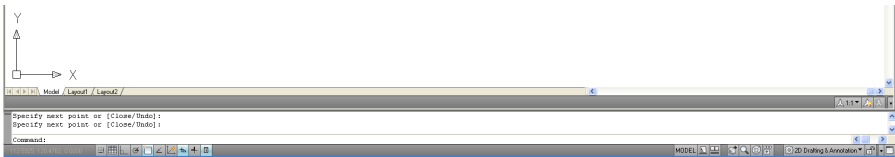


Рис. 2.18

Подвійним клацанням по лівій границі або переміщенням можна добитися плаваючого положення зони командних рядків (рис. 2.19), тоді вона перетворюється на вікно Command Line (Командная строка). Повторне подвійне клацання по лівій границі фіксує вікно на звичному місці.

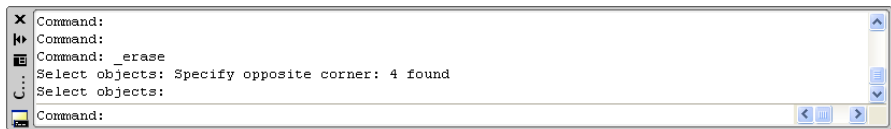


Рис. 2.19

Для видалення або відновлення вікна Command Line (Командная строка) можна користуватися пунктом меню Tools ► Command Line (Сервис ► Командная строка).

Командний рядок має контекстне меню, яке викликається клацанням правої кнопки мишки на командному рядку або у вікні команд. Меню містить список із шести команд, які виконувалися останніми, і служить для виклику деяких функцій, використовуваних при роботі з командним рядком (рис. 2.20).

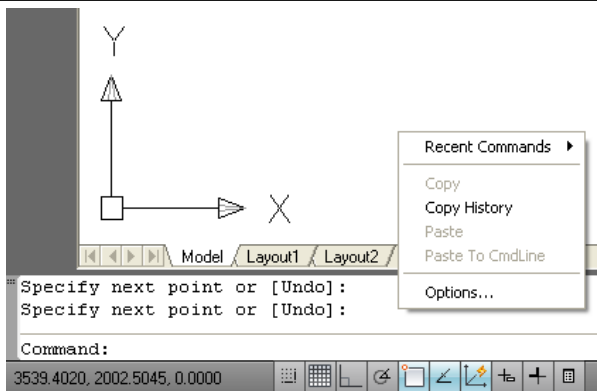


Рис. 2.20

2.9. Рядок стану

Найнижчий рядок графічного вікна програми називається *рядком стану*. У лівій його частині виводиться показчик положення курсору в зоні креслення по осях X , Y , Z (при плоскому кресленні координата Z завжди дорівнює нулю), а далі розміщуються кнопки режимів, які керують викликом *прозорих команд*. На відміну від інших, прозорі команди можуть виконуватися AutoCAD під час виконання будь-якої іншої команди. За умовчанням на цих кнопках у робочому просторі виводяться значки (рис. 2.21), які за бажанням можна замінити текстовими написами (рис. 2.22).



Рис. 2.21

Для того щоб у рядку стану повернутися до подання прозорих команд значками, потрібно клацнути правою кнопкою мишки на будь-якій з кнопок у лівій половині рядка стану і з контекстного меню (рис. 2.23) вибрати рядок *Use Icons* (Использовать значки). Список контекстного меню залежить від того, на якій кнопці воно викликається, але в ньому завжди присутній цей рядок. Видаливши з контекстного меню вибір рядка *Use Icons*, можна перейти до подання прозорих команд текстовими написами.



Рис. 2.22

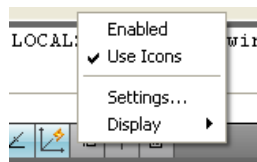


Рис. 2.23

На правій половині рядка стану виведені кнопки для керування різними функціями програми, наприклад такими, як керування зображенням і масштабуванням об'єктів на екрані та керування інтерфейсом її робочого вікна.

2.10. Текстове вікно

При натисненні функціональної клавіші <F2> або виборі пункту меню View ► Display ► Text Window (Вид ► Отображение ► Текстовое окно) з'являється текстове вікно активного документа, яке іноді називають *текстовим екраном*.

Повторне натиснення клавіші <F2> видаляє текстове вікно. Закрити текстове вікно можна також його власною кнопкою .

Текстове вікно фактично є протоколом роботи з документом. У нього заносяться імена виконаних команд і повідомлення системи. Зона командних рядків повторює останні рядки з текстового вікна. Розмір текстового вікна обмежений, він не перевищує 400 рядків.

2.11. Смуга прокручування

Як і в інших додатках Windows, вікно AutoCAD має смуги прокручування, за допомогою яких можна переміщати креслення по робочій частині вікна програми. Вони розміщені по краях області креслення (див. рис. 2.1). Для переміщення зображення в межах області креслення слід зачепити кнопку на смузі прокручування лівою кнопкою мишки й, утримуючи її, пересунути покажчик курсору так, щоб рисунок перемістився в потрібне положення по горизонталі або вертикалі відповідно.

2.12. Керування вікном програми

На правому кінці першого рядка робочого вікна розміщено три стандартні кнопки  керування вікном. Ліва кнопка (з горизонтальною границею) згортає вікно програми на панель завдань Windows, середня керує його розмірами, згортаючи або розгортаючи вікно до встановленого раніше розміру, а третя кнопка (з хрестиком) призначена для закриття вікна і виходу з програми.

2.13. Панель швидкого доступу

Правіше кнопки для виклику меню додатка знаходиться панель інструментів Quick Toolbar (Панель быстрого доступа), на якій розміщені кнопки шести найбільш часто застосовуваних команд (рис. 2.24).



Рис. 2.24

Окрім контекстного меню панель швидкого доступу має меню (рис. 2.25), що розкривається і містить список доступних інструментів, які можна виводити на панель. Це меню викликається клацанням мишки по трикутному значку в правій частині панелі швидкого доступу. Воно називається Customize Quick Access Toolbar (Настройка панели быстрого доступа) і служить для внесення змін до панелі швидкого доступу.

Прапорцями відмічені ті елементи (команди), кнопки яких вже присутні на панелі. Ще шість кнопок найбільш застосовуваних команд від Match Properties (Копирование свойств) до Render (Визуализация) можна додати на панель швидкого доступу з цього меню. За допомогою пункту More Commands (Другие команды) користувач має можливість відкрити скорочений варіант діалогового вікна Customize User Interface (Адаптация интерфейса пользователя) (рис. 2.26), в якому можна додати елементи-команди панелі швидкого доступу. Виконується це шляхом перетягування на панель потрібних макросів зі списку команд.

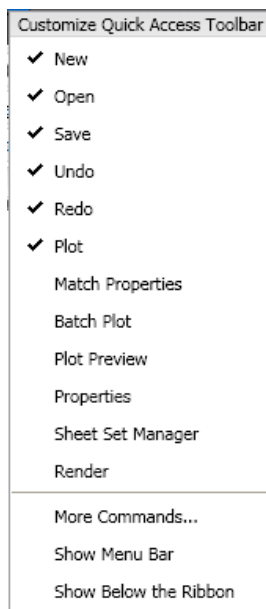


Рис. 2.25

Пункт Show Menu Bar (Показать строку меню) служить для відображення або приховування рядка меню, який містить імена падаючих меню (див. рис. 2.3). Якщо рядок меню на екрані існує, то пункт змінює свою назву на Hide Menu Bar (Скрыть строку меню), а спеціальна системна змінна MENUBAR набуває значення 1 (замість 0).

Панель швидкого доступу також має контекстне меню, що викликається клацанням правої кнопки мишки на одному з елементів панелі

(рис. 2.27). Якщо клацнути правою кнопкою мишки на розділнику або поза елементами, то контекстне меню скоротиться за рахунок одного чи двох пунктів.

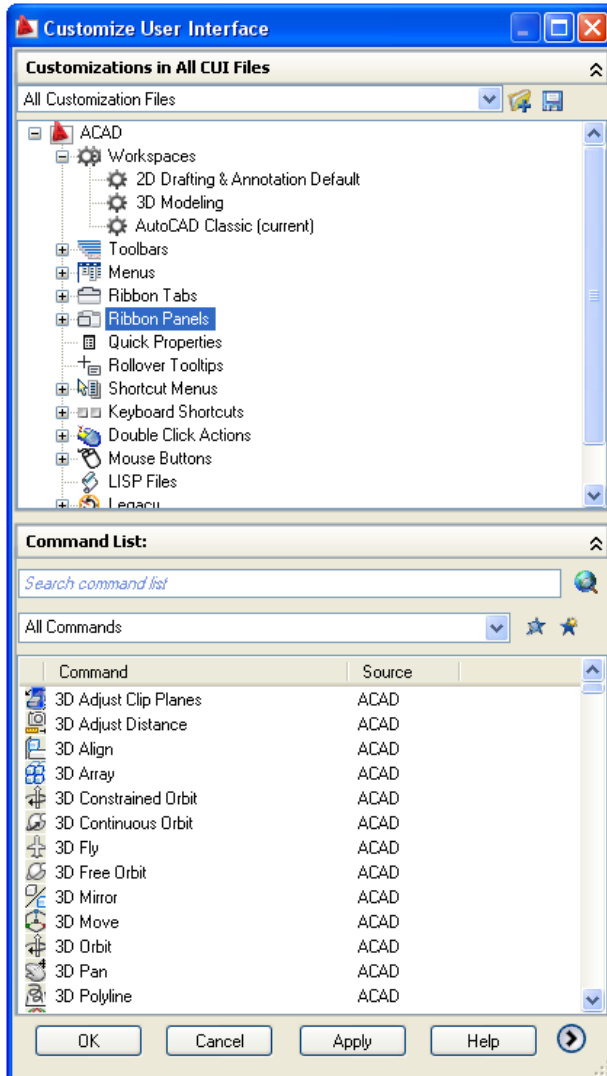
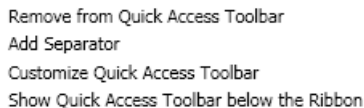


Рис. 2.26

Як завжди, у першому рядку робочого вікна виводяться назва програми та ім'я файлу з його розширенням. За умовчанням будь-якому новостворюваному файлу AutoCAD присвоюється ім'я Drawing1 (Рисунок 1). При створенні кожного наступного файлу порядковий номер креслення збільшується на одиницю.



Remove from Quick Access Toolbar
Add Separator
Customize Quick Access Toolbar
Show Quick Access Toolbar below the Ribbon

Рис. 2.27

2.14. Панелі інструментів

Панелі інструментів є компонентами, аналогічними меню (падаючим та іншим) середовища AutoCAD. До базової адаптації AutoCAD входять 44 панелі. Приклад панелі Draw (Рисование), без інструментів якої не виконується жодне креслення, показаний на рис. 2.28 (панель розташована горизонтально).



Рис. 2.28

Кожна з панелей інструментів будь-якої адаптації може знаходитися в плаваючому положенні або бути зафіксованою вздовж однієї з чотирьох сторін графічного екрана. Переміщення панелей інструментів (якщо вони не блоковані) виконується за допомогою мишки аналогічно операціям з вікнами додатків Windows.

При положенні курсору на границі панелі інструментів користувачу доступна операція зі змінення форми панелі (рис. 2.29).

Якщо встановити курсор на кнопку панелі, то поряд з курсором з'явиться підказ до тієї команди, яка пов'язана з цією кнопкою. На рис. 2.30 для прикладу показаний підказ до команди Line (Прямая), розташованої на панелі Draw (Рисование). При підведенні курсору не до кнопки, а до будь-якої з вертикальних границь панелі інструментів (права або ліва границя панелі на рис. 2.28, які показані товстою лінією) система покаже найменування панелі.



Рис. 2.29

Основний спосіб завантаження і видалення панелей – використання контекстного меню, показаного на рис. 2.17, яке з'являється після кла-

цання правою кнопкою мишки при обов'язковому положенні курсору на будь-якій з панелей даної групи. У цьому меню перераховані всі панелі даної адаптації. Альтернативою контекстному меню панелей інструментів є підменю Toolbars (Панелі інструментов) падаючого меню Tools (Сервіс).

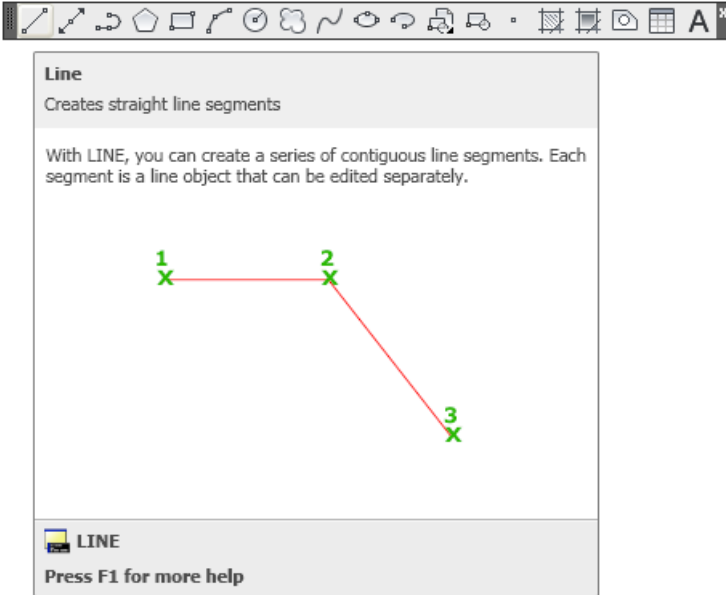


Рис. 2.30

У контекстному меню прапорцем позначаються імена тих панелей інструментів, які вже знаходяться на екрані. Клацання по рядку з ім'ям такої панелі видаляє її з екрана і закриває контекстне меню. Клацання по рядку з ім'ям панелі без встановленого прапорця викликає цю панель на екран і також закриває панель. Таким чином, контекстне меню – найшвидший інструмент завантаження або видалення однієї з панелей інструментів.

2.15. Палітри

Палітри (немодальні вікна) також належать до елементів інтерфейсу. Всього в AutoCAD існує 13 основних палітр. Для їх завантаження

і вивантаження використовуються команди меню **Tools ► Palettes** (Сервіс ► Палітри). Крім того, більшість палітр має клавіатурні еквіваленти, натиснення яких приводить до відкриття чи закриття відповідної палітри. Багато в чому принципи використання палітр подібні до принципів використання панелей інструментів. Більше того палітри поступово стають основним засобом запуску команд.

На рис. 2.31,*a* показано немодалльне вікно **Properties** (Свойства) в розгорнутому вигляді.

Немодалльність вікон палітр полягає в тому, що вони можуть бути постійно присутніми на екрані, не перешкоджаючи роботі з системою. Нагадаємо, що модалльне вікно повинно бути обов'язково закритим, якщо користувачеві необхідно продовжити роботу.

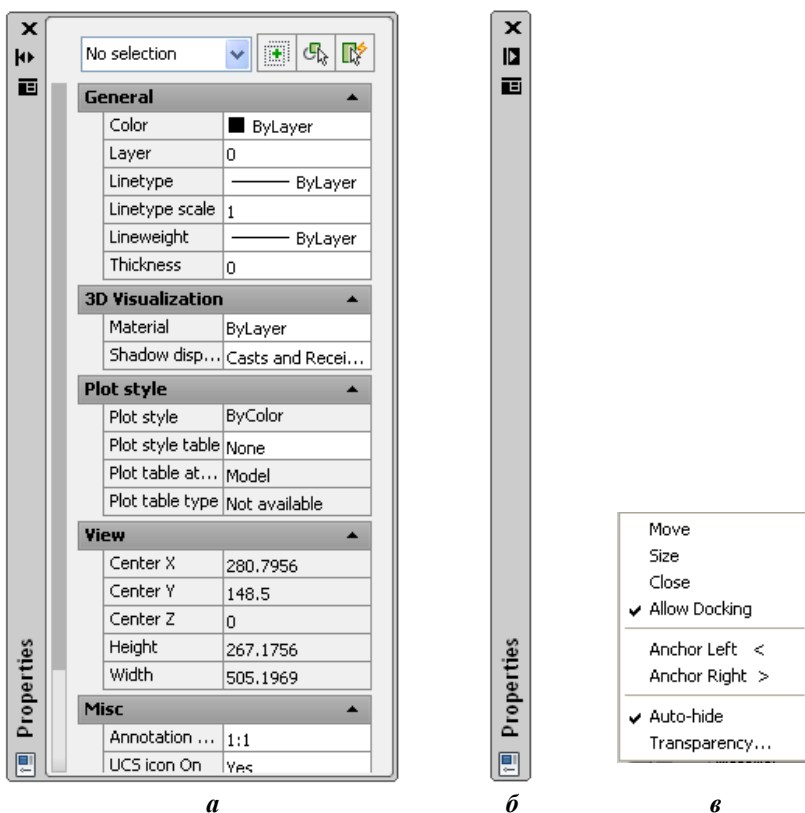


Рис. 2.31

Вікна можуть знаходитися в плаваючому положенні всередині графічної зони AutoCAD або фіксованому положенні біля лівого чи правого краю цієї зони. Деяким немодальним вікнам властива прозорість: вікно палітри робиться прозорим і не приховує палітри, що знаходяться за ним.

Вікна можуть згорнутися до вертикальної смуги заголовка вікна (див. рис. 2.31,б). Для того щоб згорнути вікно до смуги, треба клацнути мишкою по значку . Для того щоб на деякий час розкрити згорнуте вікно,

достатньо затримати над його заголовком курсор. А для того щоб розкрити вікно для постійної роботи, слід клацнути мишкою по значку .

Значок  використовується для виклику контекстного меню. Це ж меню можна викликати клацнувши правою кнопкою мишки по темній вертикальній смугі вікна. Склад контекстного меню для різних вікон може бути різним. На рис. 2.31,в показаний найпоширеніший варіант контекстного меню.

Особливу роль виконує немодальне вікно Tools Palettes (Інструментальні палітри), яке ділиться на вкладки (їх теж називають палітрами) і має спеціальні засоби для налаштування (рис. 2.32). Фактично вікно Tools Palettes (Інструментальні палітри) стає додатковим меню користувача. Воно є ефективним засобом зберігання і вставки блоків та штрихування, а також може містити інструменти, надані сторонніми розробниками.

Інструментальні палітри завантажуються командою TOOLSPALETES з падаючого меню Tools ► Palettes ► Tool Palettes (Сервіс ► Палітри ► Інструментальні палітри), сполученням клавіш Ctrl+3 або клацанням по піктограмі Tool Palettes Window на стандартній панелі інструментів.

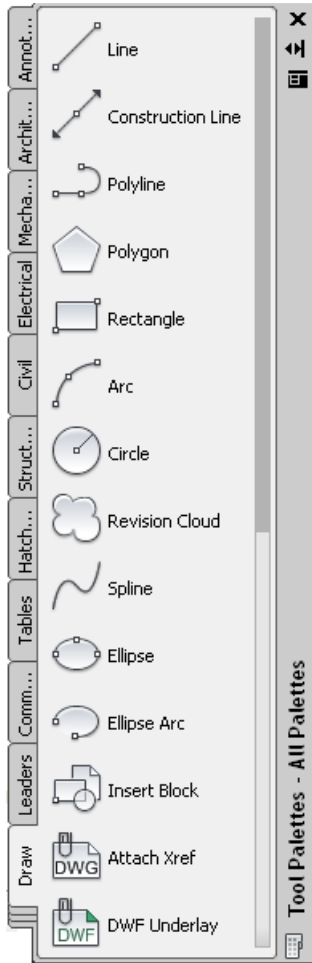


Рис. 2.32

2.15. Палітри

Вікно інструментальних палітр за необхідності можна закріпити біля правої або лівої границі вікна програми. Для того щоб уникнути закріплення, при переміщенні вікна слід утримувати натиснутою клавішу Ctrl.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке графічна зона AutoCAD?
 2. Що називається стрічковим інтерфейсом?
 3. Скільки вкладок розташовується на стрічці?
 4. Скільки падаючих меню постійно знаходиться на екрані?
 5. Для чого використовується функціональна клавіша <F2>?
 6. Яка системна змінна керує відображенням рядка меню на екрані монітора?
 7. Що називають контекстним меню та як ним користуються?
 8. Які функції виконує панель швидкого доступу?
 9. Яким чином можна переміщувати панелі інструментів по екрану?
 10. Чому в AutoCAD застосовується смуга прокручування?
-

3. РОБОЧІ ПРОСТОРИ

3.1. Панель робочих просторів

Робочий простір є іменованим переліком тих елементів інтерфейсу, який має бути присутнім на екрані при виконанні конкретного завдання (елементи, не включені до робочого простору, не будуть видні). Ім'я поточного робочого простору зберігається в системній змінній WSCURRENT.

Для відображення всіх робочих просторів поточної адаптації в AutoCAD передбачено спеціальне меню (рис. 3.1), яке викликається клацанням по кнопці  рядка стану додатка. Альтернативами цьому меню є панель інструментів Workspaces (Рабочие пространства) (рис. 3.2) і підменю Tools ► Workspaces (Сервис ► Рабочие пространства) з тими ж функціями (рис. 3.3).

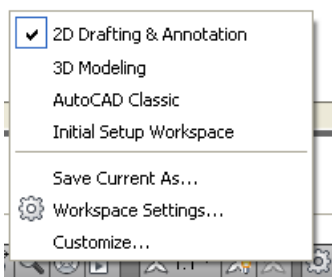


Рис. 3.1

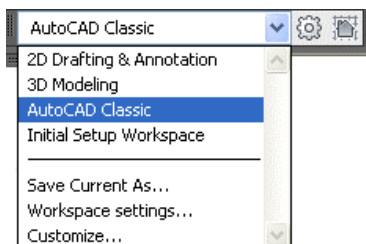


Рис. 3.2

Активний робочий простір позначається прапорцем. Вибір у меню імені робочого простору приводить до завантаження тих елементів інтерфейсу, які збережені під цим ім'ям.

3.1. Панель робочих просторів

У верхній частині меню перераховуються всі раніше створені робочі простори, які можуть включати у себе елементи інтерфейсу будь-яких завантажених адаптацій. Відомості про склад робочого простору зберігаються в головній адаптації AutoCAD (файл `acad.cuix` поточного користувача).

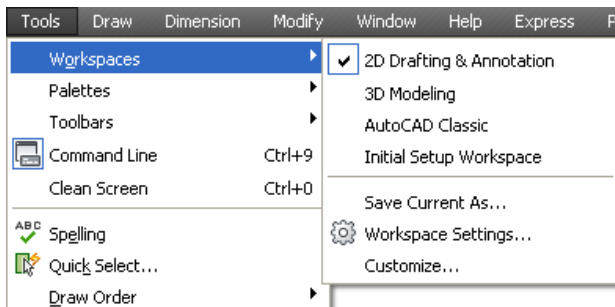


Рис. 3.3

Робочий простір містить тільки необхідні набори меню, інструментальні панелі й палітри, згруповані та впорядковані відповідно до виконуваної задачі. Елементи інтерфейсу, що не є необхідними для вирішення поточного завдання, "ховаються" максимально звільняючи область екрана, доступну для роботи.

В AutoCAD передбачені наступні стандартні простори:

- 2D Drafting & Annotation (2D рисование и аннотации) – двовимірне моделювання (робочий простір для двовимірного моделювання показаний на рис. 3.4);
- 3D Modeling – тривимірне моделювання (робочий простір для нього показаний на рис. 3.5);
- AutoCAD Classic – класичний (робочий простір класичного AutoCAD показаний на рис. 3.6).

До стандартних робочих просторів належить Initial Setup Workspaces (Рабочее пространство начальной настройки).

Крім можливості встановлювати робочий простір список панелі Workspaces, що розкривається, містить наступні пункти:

- Save Current As... (Сохранить текущее как...) – відкриття діалогового вікна Save Workspace, що дозволяє зберегти поточний робочий простір;
- Workspace settings... (Параметры рабочего пространства...) – відкриття діалогового вікна Workspace settings, що дозволяє

3. РОБОЧІ ПРОСТОРИ

настроїти поточні параметри робочого простору для подальшого використання;

- **Customize...** (Адаптація...) – відкриття діалогового вікна **Customize User Interface**, що дозволяє здійснити налаштування інтерфейсу користувача.

Перший пункт застосовується для створення нових робочих просторів або редагування існуючих.

Крім того, панель **Workspaces** (Рабочие пространства) містить наступні інструменти:

-  **Workspace settings...** – відкриття діалогового вікна **Workspace settings...**, що дозволяє настроїти поточні параметри робочого простору для подальшого використання;

-  **My Workspace** – повернення імені поточного робочого простору до інтерфейсу командного рядка і встановлення цього простору поточним.

Робочий простір **3D Modeling** включає у себе пульт керування, який забезпечує зручний доступ до функцій тривимірного моделювання. Вкладки **Model** (Модель) і **Layout** (Лист) замінені кнопками в рядку стану, завдяки чому розширена область креслення. На рис. 3.4–3.6 показані вкладки **Model** (Модель) і **Layout** (Лист). Подібне перемикання можна здійснити клацанням правої кнопки мишки на вкладках **Model** (Модель) або **Layout** (Лист).

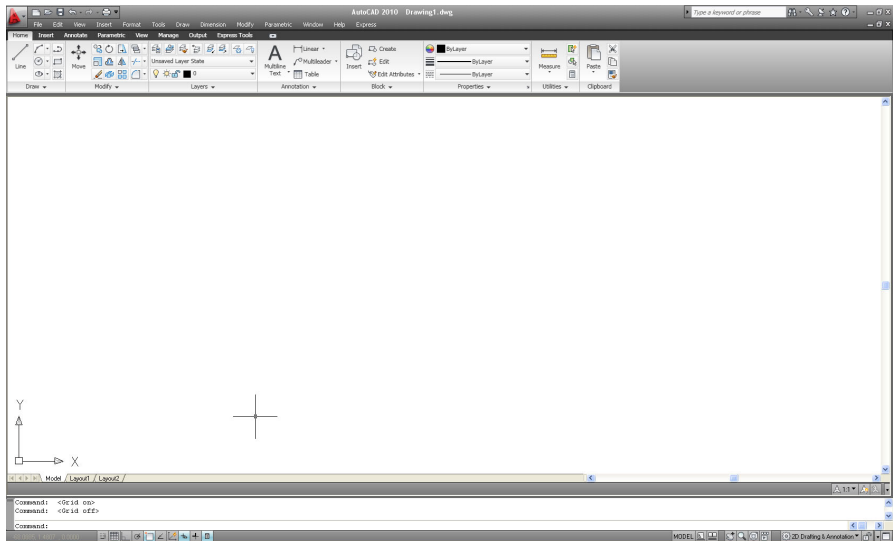


Рис. 3.4

3.1. Панель робочих просторів

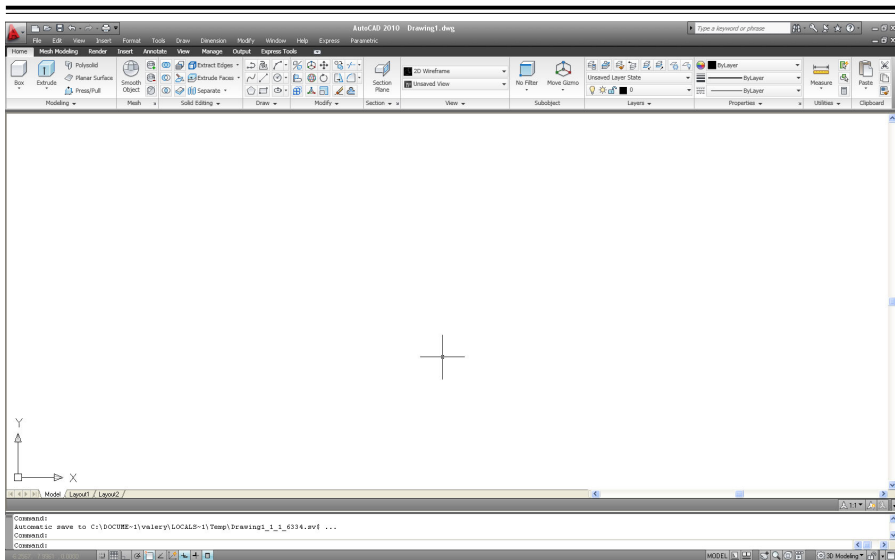


Рис. 3.5

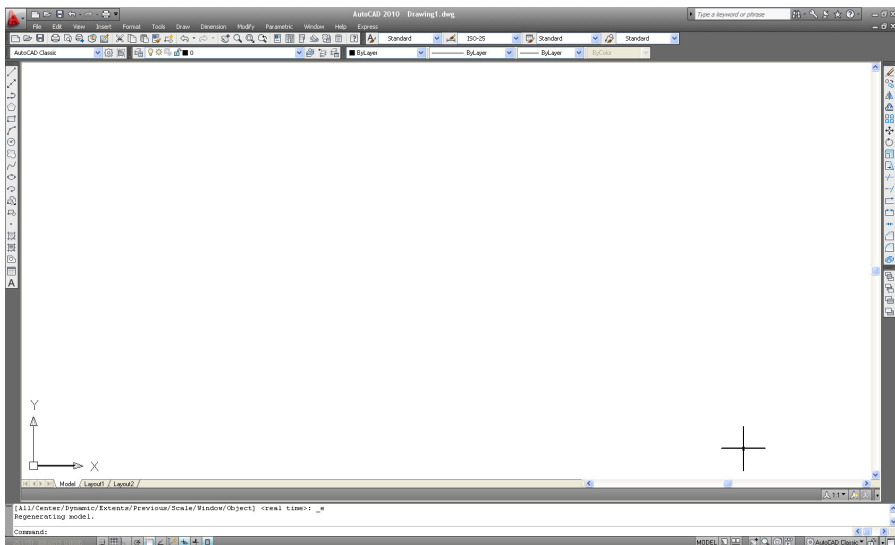


Рис. 3.6

3.2. Налаштування робочого простору

Вкладка **Customize** (Адаптація) діалогового вікна **Customize User Interface** (Адаптація інтерфейсу користувача) (рис. 3.7) дозволяє вносити зміни в параметри інтерфейсу.

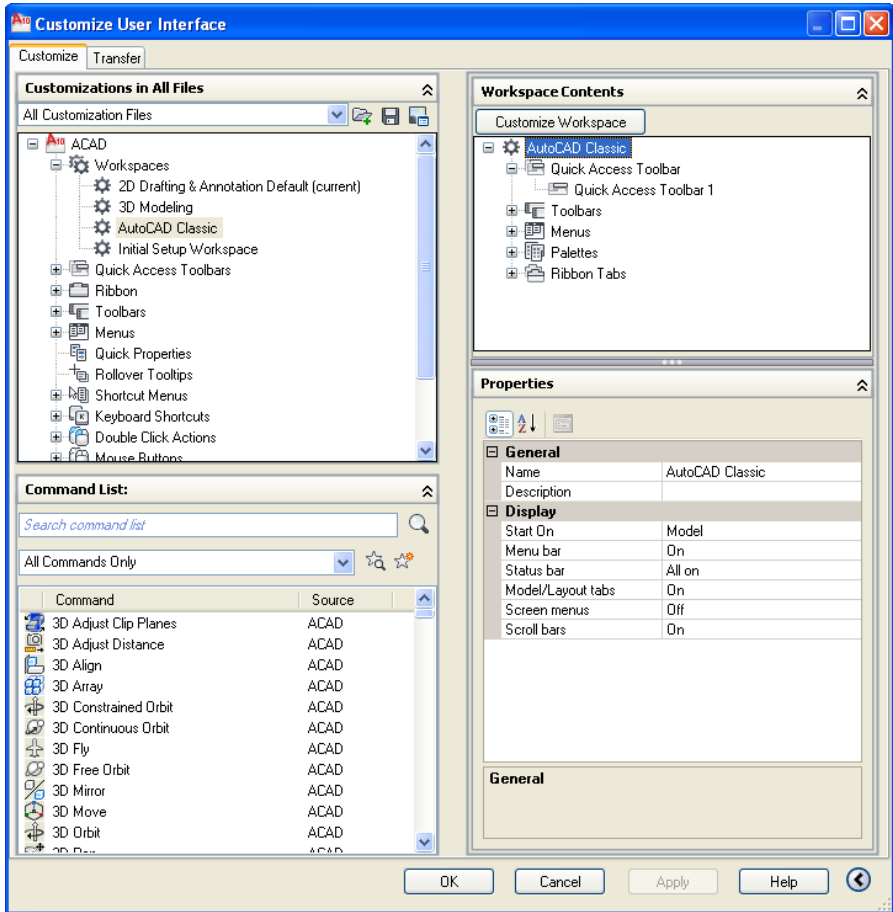


Рис. 3.7

Для цього в дереві елементів інтерфейсу в лівій верхній внутрішній вкладці слід зазначити робочий простір, що редагується. У правій частині вікна з'явиться внутрішня вкладка **Workspace Contents** (Co-

3.3. Настроювання параметрів робочого екрана

держимое робочого пространства), яка включає у себе п'ять вузлів: Quick Access Toolbar (Панель быстрого доступа), Toolbar (Панели), Menus (Меню), Palettes (Палитры) та Ribbon Tabs (Вкладки ленты). Ці вузли визначають перелік тих вкладок стрічки, панелей, падаючих меню і немодальних вікон-палітр різних груп адаптації, які задіяні у робочому просторі.

Для початку адаптації вибраного робочого простору необхідно клацнути по кнопці Customize Workspace (Адаптация рабочего пространства) вкладки Workspace Contents (Содержимое рабочего пространства). Після цього колір елементів даної вкладки зміниться на синій, що означає перехід до режиму редагування.

Якщо в дереві вкладки Workspace Contents (Содержимое рабочего пространства) виділити деякий елемент (панель, меню, вкладку або палітру), то на внутрішній вкладці Properties (Свойства) в правій нижній частині вікна будуть видні властивості поточного стану елемента. Наприклад, для панелі інструментів відображаються її положення і форма, для палітри – положення й властивості, для вкладки стрічки – стиль, видимість і орієнтація.

Для падаючих меню внутрішня вкладка Properties (Свойства) нічого не відображає. Проте дерево падаючих меню може використовуватися для коригування складу рядка меню системи AutoCAD у робочому просторі. Зміна порядку меню виконується перетягуванням елемента меню за допомогою мишки. Для видалення меню з рядка необхідно знайти його в лівій частині вікна у вузлах Menus (Меню) і Partial CUI Files (Файлы частичной адаптации) та зняти відповідний прапорець.

Після закінчення настроювання робочого простору слід клацнути по кнопці Done (Готово), яка розташовується зверху на місці кнопки Customize Workspace (Адаптация рабочего пространства), та закрити вікно за допомогою кнопок Apply (Применить) і OK.

3.3. Настроювання параметрів робочого екрана

AutoCAD надає користувачеві можливість змінювати параметри робочого середовища, що впливають на конфігурацію інтерфейсу та умови виконання графічних операцій.

Процедура настроювання робочого середовища AutoCAD здійснюється в діалоговому вікні Options... (Настройка...), яке може бути

3. РОБОЧІ ПРОСТОРИ

активоване кількома способами, але у будь-якому випадку воно викликається з контекстного меню Tools ► Options... (Сервис ► Настройка...).

Діалогове вікно Options (Настройка) можна відкрити, якщо клацнути на літері A червоного кольору, що розташована у лівому верхньому куті екрана, або у падаючому меню (див. рис. 2.9) натиснути кнопку Options (Настройка).

Діалогове вікно Options (Настройка) (рис. 3.8) містить 10 вкладок, з якими, на думку авторів посібника, читач уже знайомий. Проте має сенс акцентувати увагу на деяких дуже важливих для тривимірного моделювання моментах.

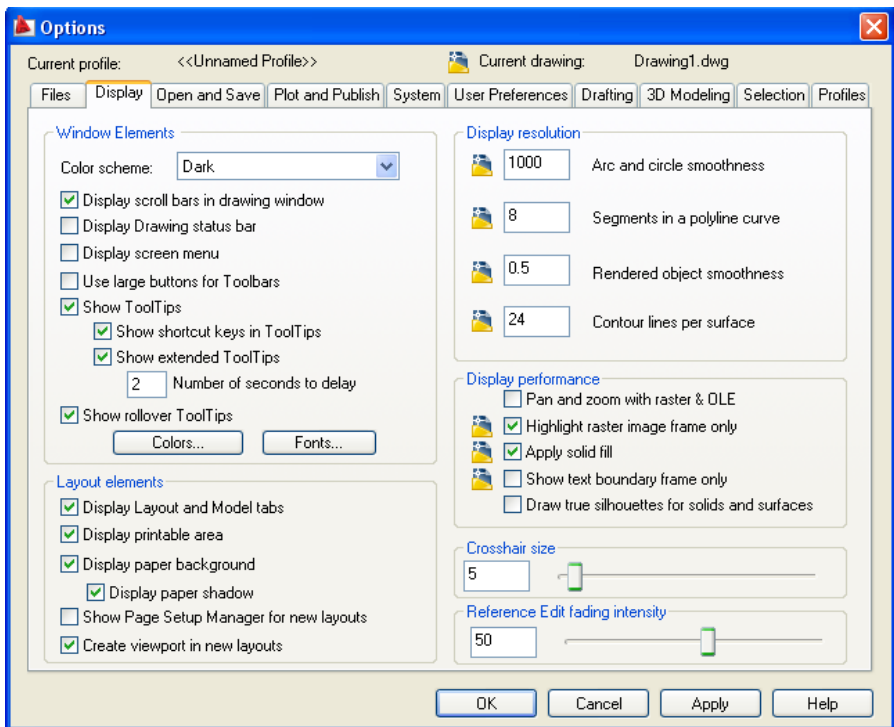


Рис. 3.8

У першу чергу йдеться про вкладку Display (Екран), яка дозволяє здійснювати налаштування параметрів робочого екрана AutoCAD.

В області елементів вікна Window Elements (Элементы окна) налаштовуються наступні параметри:

3.3. Настроювання параметрів робочого екрана

- Color Scheme – установка тону фонові області інструментів;
- Display scroll bars in drawing window – включаються/відключаються смуги прокручування;
- Display Drawing status bar (Отображение строки состояния чертежа) – включаються/відключаються інструменти рядка стану;
- Display screen menu (Отображение экранного меню) – включається/відключається екранне меню;
- Use large buttons for Toolbars – змінюється розмір піктограм інструментів із 16×15 на 24×22 пікселів;
- Show ToolTips – включаються/відключаються підкази, що спливають біля піктограм інструментів;
- Show shortcut keys in ToolTips – включаються/відключаються комбінації клавіш у підказах;
- Show extended ToolTips – включаються/відключаються детальні описи у підказах;
- кнопка Colors... – завантажується діалогове вікно Drawing Window Colors, яке призначене для зміни кольору елементів робочого стола AutoCAD:

– список Context : – вибір об'єкта, в контексті якого буде змінено колір елемента: 2D model space – простір двовимірної моделі, Sheet/layout – аркуш, 3D parallel projection – тривимірна паралельна проекція, 3D perspective projection – тривимірна перспективна проекція, Block editor – редактор блоків, Command line – командний рядок, Plot preview – перегляд друку;

– список Interface element : – вибір елемента інтерфейсу, колір якого необхідно встановити. Для простору двовимірної моделі та аркуша можна встановити: однорідний фон, перехрестя, вектор автовідслідковування, маркер автоприв'язки, підказ при кресленні, фон підказу, джерела світла, яскраву пляму, спад освітленості, початкову границю, кінцеву границю, колір позначень камер, відсічену камеру/площину відсічення, площини підрізки камер. Для тривимірної паралельної проекції можна встановити: однорідний фон, перехрестя, основні лінії сітки, проміжні лінії сітки, осьові лінії сітки і далі аналогічно простору двовимірної моделі. Для тривимірної перспективної проекції встановлюються: верх небесного фону, фоновий небесний горизонт, фоновий наземний початок, фоновий наземний горизонт, низ земного фону, фоновий земний горизонт і далі аналогічно тривимірній паралельній проекції; для редактора блоків

3. РОБОЧІ ПРОСТОРИ

– однорідний фон, перехрестя, вектор автовідслідковування, маркер автоприв'язки, підказ при кресленні, фон підказу, джерела світла яскрава пляма, спад освітленості, початкова границя, кінцева границя. Для командного рядка можна встановити однорідний фон і текст, для перегляду друку – однорідний фон;

- список Color: – вибір відтінку з кольорової палітри;
- кнопка Restore current element: – відновлення поточного елемента;
- кнопка Restore current context: – відновлення поточного контексту;
- кнопка Restore all context: – відновлення всіх контекстів;
- кнопка Restore classic colors: – відновлення класичної кольорової палітри;
- в області Preview: – показано зразок з поточним установленням кольору;

• кнопка Fonts... – завантажується діалогове вікно Command Window Font, призначене для зміни шрифту в тексті командного рядка. У цьому вікні встановлюються: Font: – шрифт, Font Style: – стиль шрифту і Size: – розмір. В області Sample Command Line Font показується зразок шрифту командного рядка.

В області Layout elements призначаються наступні параметри простору аркуша:

- Display Layout and Model tabs – керує відображенням вкладок Layout і Model;
- Display printable area – керує відображенням границь;
- Display paper background – керує відображенням фону;
- Display paper shadow – керує відображенням тіні навколо границь;
- Show Page Setup Manager for new layouts – керує виводом диспетчера параметрів для нових аркушів;
- Create viewport in new layouts – призначає створення екранів виглядів на нових аркушах.

В області екранного розділення Display resolution визначаються:

- Arc and circle smoothness – плавність відображення дуг і кіл;

3.3. Настроювання параметрів робочого екрана

- `Segments in polyline curve` – кількість сегментів у дугах поліліній;
- `Rendered object smoothness` – плавність відображення тонованих об'єктів;
- `Contour lines per surface` – кількість твірних у поверхнях.

В області `Display performance` налагоджується продуктивність відображення об'єктів:

- `Pan and zoom with raster & OLE` – керує динамічним відображенням у реальному часі растрових зображень. Поточне значення параметра зберігається у системній змінній `RTDISPLAY`;
- `Highlight raster image frame only` – керує підсвічуванням растрових зображень при їх виборі. При встановленні прапорця підсвічуються тільки границі растра. Поточне значення параметра зберігається у системній змінній `IMAGEHLT`;
- `Apply solid fill` – керує зафарбовуванням плоских фігур і поліліній ненульової ширини. При встановленні прапорця відображається зафарбовування. Поточне значення параметра зберігається у системній змінній `FILLMODE`;
- `Show text boundary frame only` – керує відображенням тексту на екрані. При встановленні прапорця відображаються тільки границі текстів. Поточне значення параметра зберігається у системній змінній `QTEXTMODE`;
- `Draw true silhouettes for solids and surfaces` – налагоджує відображення обрису тривимірного об'єкта. При встановленні прапорця викреслюються обриси силуетів тіл і поверхонь. Поточне значення параметра зберігається у системній змінній `DISPSILH`.

В області екранного розділення `Crosshair size` встановлюється розмір перехрестя у відсотках від розміру екрана, в області екранного розділення `Fade control` встановлюється затінення при редагуванні посилань.

Корисна порада. Перед тим, як починати побудову тривимірних тіл і поверхонь й отримати необхідний ступінь реалістичності їх візуалізації в області екранного розділення `Display resolution`, перевірте величину параметра, що визначає кількість твірних у поверхнях, та, за необхідності, збільште його значення.

3.4. Настроювання параметрів тривимірного моделювання

Для того щоб перейти до режиму настроювання параметрів тривимірного моделювання, можна клацнути правою клавішею мишки на робочому полі креслення та у відкритому меню вибрати строку Options... (Настройка...) (рис. 3.9).

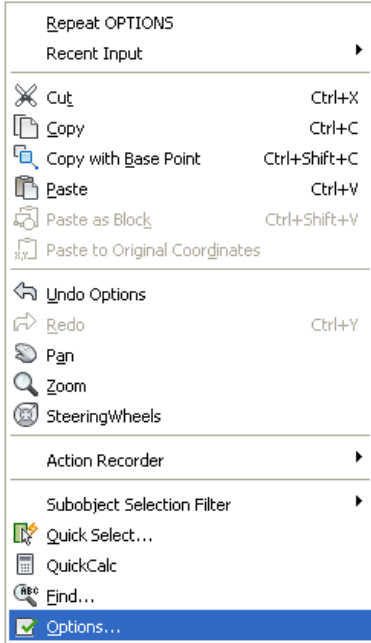


Рис. 3.9

Вкладка настроювання параметрів тривимірного моделювання 3D Modeling діалогового вікна Options, яку показано на рис. 3.10, дозволяє зробити наступні призначення.

В області 3D Crosshair визначаються параметри тривимірного перехрестя:

- Show Z axis in crosshair – показувати вісь Z у перехрестях;
- Label axes in standard crosshairs – мітки осей у стандартних перехрестях;
- Show labels for dynamic UCS – показувати мітки динамічної ПСК;
- Crosshair labels – установлення параметрів міток на перехрестях: Use X, Y, Z – використати X, Y, Z; Use N, E, z – використати N, E, z; Use custom labels – використати мітки користувача.

В області Display ViewCube or UCS Icon визначаються параметри відображення на екрані значка ПСК:

- Display UCS Icon in 2D model space – показувати значок ПСК у двовимірному просторі моделі;
- Display in 3D model space – показувати значок ПСК у тривимірному просторі моделі.

В області Display Input визначається параметр динамічного вводу: Show Z field for pointer input – показувати поле для вводу Z.

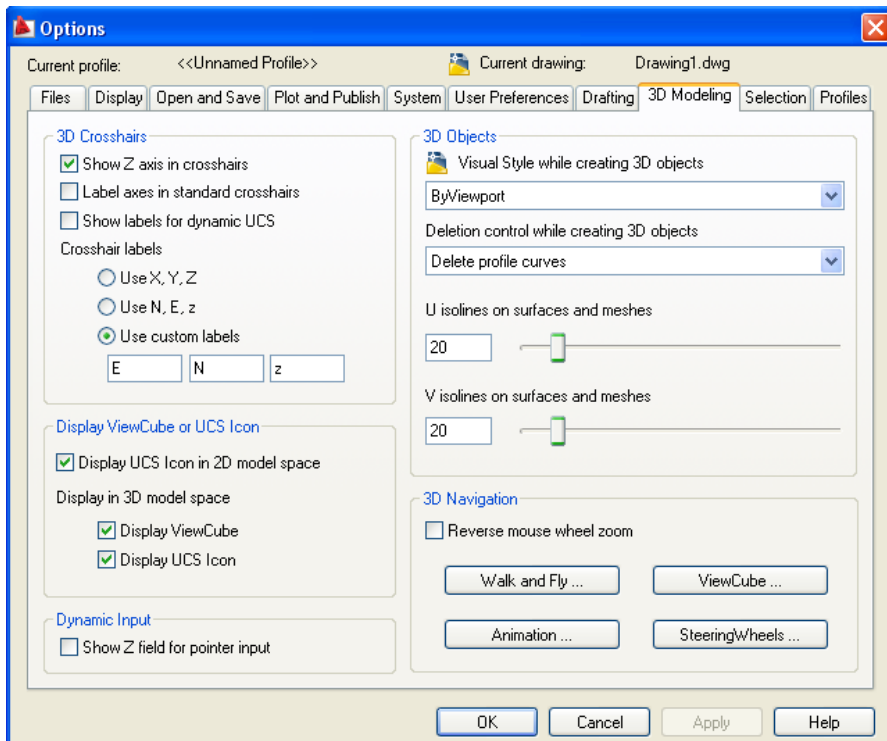


Рис. 3.10

В області 3D Objects визначаються параметри тривимірних об'єктів:

- у переліку Visual Style while creating 3D objects встановлюється візуальний стиль при створенні тривимірних об'єктів: ByViewport – на екрані виглядів, 2D Wireframe – двовимірний каркас, 3D Hidden – тривимірний прихований, 3D Wireframe – тривимірний каркас, Conceptual – концептуальний, Realistic – реалістичний;
- у переліку Deletion control while creating 3D objects визначається керування видаленням при створенні тривимірних об'єктів:

Retain defining geometry – зберігати визначені об'єкти;
Delete profile curves – видалити криві профілю;
Delete profile and path curves – видалити профіль та криволінійні траєкторії;

Prompt to delete profile curves – запит видалення профілю й криволінійних траєкторій;

Prompt to delete profile and path curves – запит видалення кривих профілю;

- Isolines on surfaces and meshes – установлення значень U - і V -ізолінії на поверхнях та сітках.

В області 3D Navigation визначаються параметри навігації:

- Reverse mouse wheel zoom – установлення реверса зумування коліщатком мишки;

- кнопка Walk and Fly... – загрузка діалогового вікна Walk and Fly Setting (рис. 3.11), яке дозволяє встановити параметри обходу та об'льоту;

- в області Settings вибирається варіант відображення на екрані вікна команд: When entering walk and fly modes – при переході до режиму обходу й об'льоту, Once per session – раз за сеанс, Never – не показувати, а також установлюється прапорець Display Position Locator window – показувати діалогове вікно локатора положення;

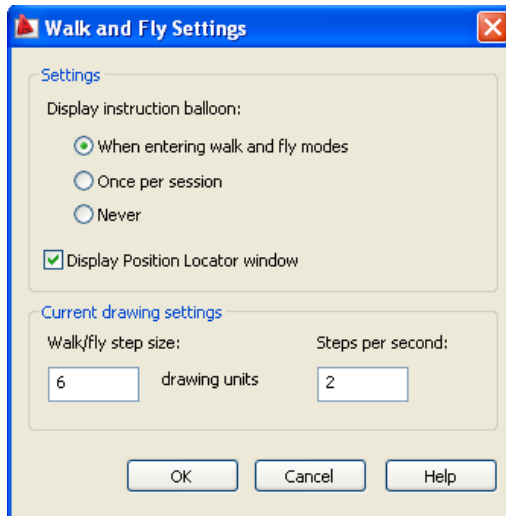


Рис. 3.11

3.4. Налаштування параметрів тривимірного моделювання

– в області Current drawing settings визначаються параметри поточного креслення: Walk/fly step size: – величина кроку обходу/обльоту в одиницях креслення, Steps per second: – кількість кроків у секунду;

• кнопка Animation... – загрузка діалогового вікна Animation Settings (рис. 3.12), яке дозволяє встановити параметри анімації: Visual style: – візуальний стиль (звичайний, тонування, тривимірний прихований, тривимірний каркас, концептуальний, реалістичний; чорновий, низький, середній, високий, презентаційний), Resolution: – розділення, Frame rate (FPS): – частота кадрів у секунду, Format – формат.

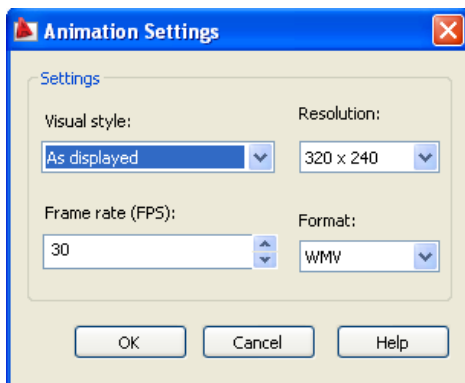


Рис. 3.12

Запитання для самоперевірки

1. Які стандартні робочі простори використовуються в AutoCAD?
 2. Укажіть способи переходу від одного робочого простору до іншого.
 3. Яка системна змінна зберігає ім'я робочого простору?
 4. По якій кнопці треба клацнути, щоб почати адаптацію вибраного робочого простору?
 5. В якому діалоговому вікні відбувається налаштування параметрів робочого екрана?
 6. Якими способами можна відкрити діалогове вікно Options?
 7. Скільки вкладок містить діалогове вікно Options?
-

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

4.1. Загальна методика роботи в AutoCAD

Основні принципи роботи в AutoCAD полягають у наступному:

1. Усі дії в середовищі AutoCAD виконуються за допомогою команд (абсолютно всі).

2. Кожна команда може бути активована, як правило, трьома способами:

- клацанням лівої клавіші мишки по відповідній піктограмі на панелі інструментів або в сучасних версіях AutoCAD на стрічці інструментів;

- вибором з рядка меню (точніше з підменю або навіть підпідменю, якщо рядок меню відображений на екрані комп'ютера), або вибором з браузера меню, що викликається натисканням на кнопку *A* у верхньому лівому куті вікна AutoCAD;

- вводом її імені у командний рядок та натисканням після цього клавіші <Enter>.

3. Використання кожної наступної команди можливо тільки після завершення попередньої (тільки декілька команд є винятком).

Універсальним є третій спосіб – введення у командний рядок. Цим способом можна викликати будь-яку бажану команду. Що стосується інших способів, то AutoCAD пропонує декілька команд, для яких не передбачено ніякої кнопки та які відсутні в підменю рядка меню. Крім того, часто буває зручніше викликати команду з командного рядка, ніж шукати її кнопку або пункт у меню.

Починати виконання нової команди можна тільки завершивши виконання попередньої команди або перервавши її натисканням клавіші <Esc>

4.1. Загальна методика роботи в AutoCAD

(можливо, неодноразовим). Про те, що AutoCAD готовий до виконання нової команди, свідчить наступний запит в командному рядку:

Command:

Команда:

Зазвичай команди завершують своє виконання самі собою (наприклад, команда Circle (Окружність)). Але деякі команди є циклічними та самі собою не завершуються (наприклад, команда Line (Прямая), яка після побудови першого відрізка не завершує своє виконання, а запропонує побудувати ще один відрізок, а після нього ще один і т. д.).

Завершити виконання будь-якої циклічної команди можна натисканням на клавішу <Enter> або <Esc>.

При кожному виклику команди (неважливо, яким способом) у командному рядку з'являється запит (підказ), характерний тільки для даної команди, а попередній рядок змищується вгору.

Запит пояснює, що саме потрібно вказати системі AutoCAD, щоб виконати викликану команду. Якщо для виконання команди потрібен тільки один параметр, то в командному рядку з'явиться тільки один запит. У разі, якщо для виконання команди потрібно кілька параметрів (наприклад, для побудови відрізка потрібно два параметри: положення початкової та кінцевої точок), то послідовно буде відображено кілька запитів – по одному на кожний параметр. При цьому робота AutoCAD виконується у такій послідовності:

1. Викликається потрібна команда (будь-яким способом). З'являється перший запит.

2. У відповідь на перший запит вводиться перший параметр. З'являється другий запит.

3. У відповідь на другий запит вводиться другий параметр.

4. І так далі, поки не будуть повністю завершені дії викликаної команди AutoCAD.

Практично всі команди мають опції, які можна вибирати під час виконання команди. Опції використовуються для зміни подальшого ходу виконання команди або вибору режиму її виконання. Перелік опцій, доступних у даний момент виконання команди, наводиться в квадратних дужках у кінці поточного запиту. Опції розділяються між собою скісною рисою. Вибрати потрібну опцію можна або в командному рядку, або з контекстного меню.

Примітка. При виборі опції з командного рядка необов'язково вводити її назву повністю. Достатньо ввести одну або дві літери, які в назві опції записані великими літерами.

4.2. Робота з мишкою

Покажчик мишки постійно знаходиться в графічному вікні програми. Функції, що ним реалізуються, залежать не тільки від того, яка кнопка мишки натиснута, але і від того, де встановлено курсор.

Так, у зоні креслення покажчик набуває вигляду ліній, що перетинаються: вертикальної та горизонтальної. У центрі розміщується прямокутний приціл зі змінюваними розмірами.

У вікні команд, текстовому вікні та полях для введення даних у діалогових вікнах і біля курсору при динамічному вводі він набуває форми миготливої латинської літери I (рис. 4.1), а у діалоговій частині програми поза вікном команд і зони креслення – форми нахиленої стрілки.

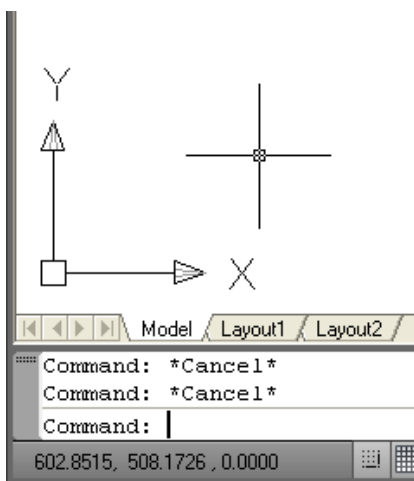


Рис. 4.1

Розглянемо послідовно функції, що реалізуються лівою і правою кнопками, а також центральним коліщатком мишки.

Ліва кнопка

Функції лівої кнопки мишки залежать від форми курсору та тієї області, в якій знаходиться покажчик курсору.

Покажчик у вигляді нахиленої стрілки

Ліва кнопка мишки з покажчиком курсору у вигляді нахиленої стрілки дозволяє виконати наступні операції:

- відкривати меню додатка та горизонтальне меню;
- викликати команду з переліку

меню або за допомогою кнопок на панелях інструментів;

- керувати кнопками в діалогових вікнах;
- переміщувати елементи інтерфейсу (наприклад, діалогові вікна або панелі інструментів по екрану);
- викликати опції команд з контекстного меню і вводити дані у вікно біля курсору при динамічному вводі.

Покажчик у вигляді перехрестя

Одне клацання лівої кнопки мишки в графічній зоні екрана з покажчиком курсору у вигляді перехрестя (рис. 4.2) дозволяє виконати наступні дії:

4.2. Робота з мишкою

- вводити координати точок під час виконання команди;
- за запрошенням команди вибирати об'єкти для редагування;
- включати рамку (січну рамку) для попереднього вибору об'єктів;
- активізувати ручки при редагуванні об'єктів.

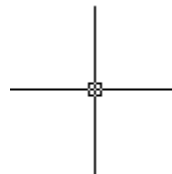


Рис. 4.2

Покажчик у вигляді відрізка

Одне клацання лівої кнопки мишки в полі введення даних переключає покажчик курсору на зображення у вигляді миготливої латинської літери I (рис. 4.3) та дозволяє після цього виконувати наступні операції:

- вводити дані з клавіатури в полях введення даних діалогових вікон;
- вводити дані з клавіатури у вікно команд;
- вводити дані з клавіатури в поля динамічного вводу біля курсору.

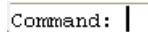


Рис. 4.3

Права кнопка

На відміну від лівої кнопки, функції правої кнопки мишки можуть бути настроєні користувачем.

Основні операції

У залежності від настроєних функцій клацання правої кнопки мишки дозволяє виконати одну з наступних дій:

- викликати контекстне меню, зміст якого залежить від того, де у межах графічного вікна програми було встановлено покажчик курсору в момент клацання кнопкою;
- після відповідного налаштування завершити виконання команди;
- викликати контекстне меню об'єктної прив'язки при натиснутій клавіші <Shift>, якщо покажчик курсору встановлено в креслярській області графічного вікна програми;
- викликати контекстне меню разом з переліком команд блокування (Lock Location) у графічному вікні панелей інструментів і діалогових вікнах, якщо покажчик курсору встановлено на кнопці  зі значком замка, розміщеного на правій границі рядка стану (рис. 4.4).

Налаштування функцій правої кнопки мишки

Функції правої кнопки мишки можна настроїти в діалоговому вікні Right-Click Customization (Правая кнопка мышки), яке викликається як результат наступної послідовності дій:

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

1. Клацніть правою кнопкою мишки у вікні команд та виберіть з контекстного меню, що з'явилося, Options (Настройка). З'явиться діалогове вікно Options (Настройка).

2. Виберіть у цьому вікні вкладку User Preferences (Пользовательские). З'явиться діалогова частина вікна, призначена для налаштування середовища рисування за бажанням користувача (рис. 4.5).

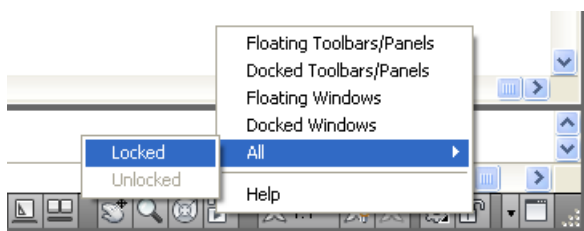


Рис. 4.4

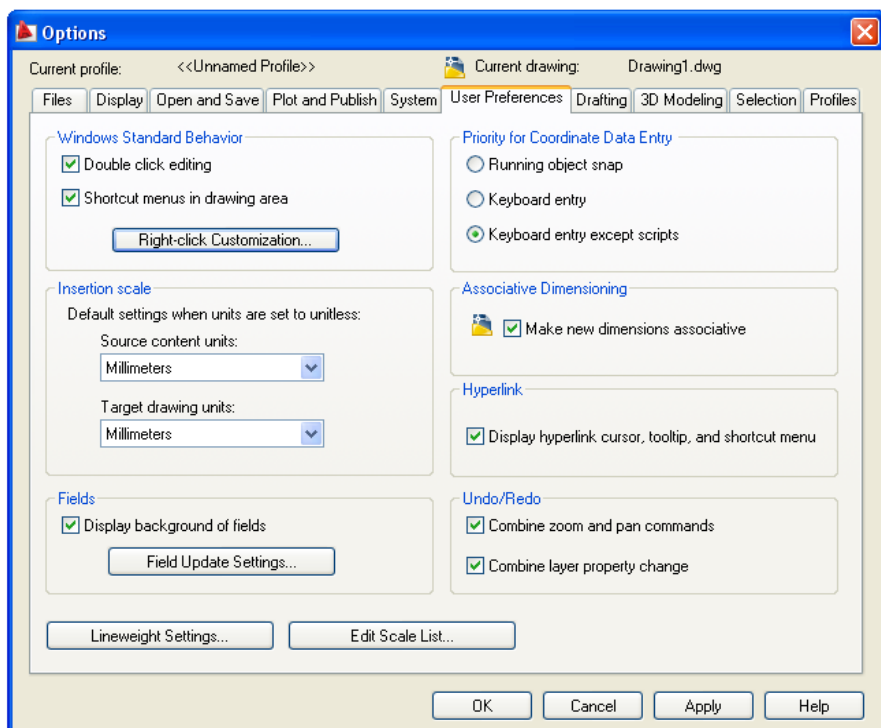


Рис. 4.5

3. Установіть прапорець **Shortcut menus in drawing area** (Контекстное меню в области рисования). Нижче цього прапорця активується кнопка **Right-click Customization** (Правая кнопка мышки). Якщо прапорець не встановлено, то під час виконання команди натискання правої кнопки мишки аналогічно натисканню клавіші <Enter>.

4. Клацніть мишкою на кнопці **Right-click Customization** (Правая кнопка мышки). З'явиться діалогове вікно **Right-Click Customization** (Обработка нажатий правой кнопки мыши) (рис. 4.6).

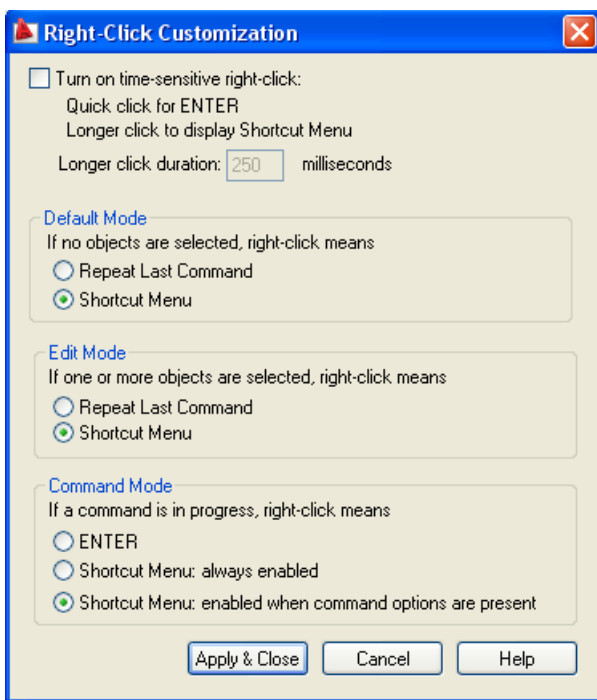


Рис. 4.6

5. У діалоговому вікні **Right-Click Customization** (Обработка нажатий правой кнопки мышки) настройте спосіб керування подіями, що відбуваються при клацанні правою кнопкою мишки (виклик контекстного меню або імітація натискання клавіші <Enter>). Діалогове вікно має три області, в яких настраюється реакція програми в різні моменти її роботи.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

- Default Mode (Обычный режим). Відсутні обрані об'єкти та команди, що виконуються:

- Repeat Last Command (Повтор последней команды). Імітація натискання клавіші <Enter>, тобто призначена для повторного виконання останньої команди;

- Shortcut Menu (Контекстное меню). Включення стандартного контекстного меню.

- Edit Mode (Режим редактирования). Задання подій, що відбуваються за клацанням правої кнопки мишки в області рисування в режимі редагування, коли обрані один або кілька об'єктів, але відсутні команди, що виконуються:

- Repeat Last Command (Повтор последней команды). Клацання правої кнопки мишки в області рисування, якщо обрані один або декілька об'єктів, при відсутності команд, що виконуються, призначено для повторного виконання останньої команди;

- Shortcut Menu (Контекстное меню). Включення контекстного меню редагування.

- Command Mode (Командный режим). Задання подій, що відбуваються за клацанням правої кнопки мишки в області рисування під час виконання будь-якої команди:

- ENTER. Відключає можливість виклику контекстного меню командного режиму та імітує натискання клавіші <Enter>;

- Shortcut Menu: always enabled (Контекстное меню: всегда доступно). Включає контекстне меню команд;

- Shortcut Menu: enabled when command options are present (Контекстное меню: доступно, если команда имеет опции). Викликає контекстне меню команд тільки в тому випадку, якщо в поточний момент у командному рядку доступними є будь-які опції. У командному рядку опції команд беруться в квадратні дужки. Якщо в командному рядку відсутні опції, то клацання правої кнопки мишки відповідає натисканню клавіші <Enter>.

Прапорець Turn on time-sensitive right-click (Включить чувствительность к продолжительности щелчка), встановлений у верхній частині діалогового вікна Right-Click Customization (Обработка нажатий правой кнопки мышки), дозволяє включити залежність операції, що виконується правою кнопкою мишки, від часу клацання. Швидко клацання відповідає натисканню клавіші <Enter>, а при натис-

4.3. Початок роботи

канні правої кнопки мишки із затримкою викликається контекстне меню. Там же можна настроїти мінімальний час затримки в мілісекундах.

Центральний коліщаток

Крім звичайної двокнопкової мишки в AutoCAD використовується мишка IntelliMouse з коліщатком-кнопкою між двома основними кнопками. Нижче наводиться перелік часто використовуваних операцій, які виконуються за допомогою цього коліщатка.

◆ Поворот коліщатка вперед збільшує, а назад – зменшує екранне зображення рисунка. Керування виводом зображення при обертанні колеса здійснюється двома системними змінними:

- швидкість виводу зображення при обертанні колеса настроюється в системній змінній ZOOMFACTOR, яка варіюється від 3 до 100. За умовчанням ZOOMFACTOR = 60;

- напрям обертання вказано в системній змінній ZOOMWHEEL. При ZOOMWHEEL = 0 обертання колеса вперед збільшує зображення, а назад – зменшує. Надання значення ZOOMWHEEL = 1 змінює реакцію зображення на протилежну.

◆ Подвійне клацання коліщатком виводить зображення в межах границь креслярського вікна.

◆ Одноразове клацання коліщатком в області креслення вікна програми приводить у залежності від встановленого значення системної змінної MBUTTONPAN до наступного результату:

- якщо MBUTTONPAN = 1, то переміщення курсору в графічній частині вікна програми з натиснутою кнопкою призводить до переміщення зображення по екрану. Цей режим встановлено за умовчанням;

- якщо MBUTTONPAN = 0, то клацання коліщатком на графічній частині вікна програми викликає контекстне меню об'єктних прив'язок.

4.3. Початок роботи

Вікно, яке зазвичай з'являється першим або після вікна початкового налаштування, – це добре відоме користувачеві діалогове вікно Startup (Начало работы) (рис. 4.7). У ньому можна вибрати відкриття існуючого креслення або один з трьох варіантів створення нового креслення. Залежно від вибору користувача змінюється зміст діалогового вікна.

За умовчанням вікно Startup (Начало работы) не відкривається при запуску AutoCAD і система відразу створює нове креслення

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

з найпростішими установленнями. Однак, якщо користувач бажає, щоб діалогове вікно початку роботи все-таки з'являлося, то слід у командному рядку змінити значення системної змінної STARTUP з 0 на 1.

Примітка. За умовчанням AutoCAD встановлює розміри креслення, які відповідають формату А3 за ГОСТ 2.301–68 з розмірами 420×297 мм.

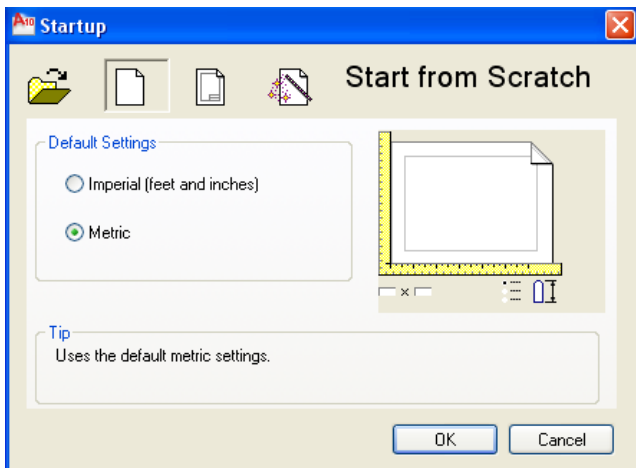


Рис. 4.7

Розглянемо послідовно призначення кнопок, розташованих у верхній частині вікна, що з'являється при запуску AutoCAD:



Open a Drawing – відкриття раніше створеного креслення. Користувач має можливість вибрати в списку одне з креслень, які відкривалися останніми, і завантажити його в AutoCAD для подальшої роботи. Для завантаження файлу, відсутнього у списку, слід натиснути кнопку огляду Browse



Start from Scratch – створення креслення, де в області Default Setting встановлюються лише одиниці вимірювання: британські (фути і дюйми) або метричні (міліметри).



Use a Template – створення креслення за шаблоном – графічний документ, установлення якого використовується як основа для нового креслення.

4.3. Початок роботи



Use a Wizard – виклик майстра установлення параметрів нового креслення. В області Select a Wizard пропонуються два режими автоматичного настроювання середовища AutoCAD: детальна підготовка Advanced Setup та швидка підготовка Quick Setup, що дозволяє вибрати одиниці вимірювання довжини Units і визначити межі області креслення Area.

При натисканні кнопки Use a Wizard на екрані монітора з'являється діалогове вікно, показане на рис. 4.8. При виборі рядка Advanced Setup можна здійснити повне установлення параметрів робочого середовища AutoCAD: призначити одиниці вимірювання довжини Units і Angle, задати початок відліку кута Angle Measure і напрям його виміру Angle Direction, визначити межі області рисунка Area.

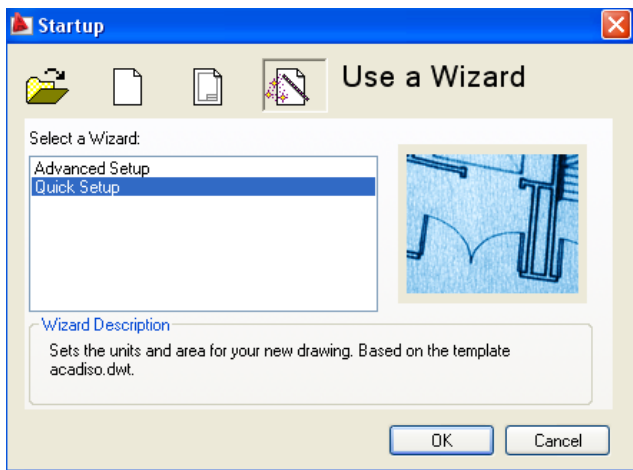


Рис. 4.8

При виборі в діалоговому вікні рядка Quick Setup можна виконати швидке установлення параметрів робочого середовища AutoCAD: вибрати одиниці вимірювання Units і визначити межі області креслення Area.

Нагадаємо ще раз. Якщо користувач під час запуску AutoCAD не виявляє на екрані діалогового вікна, показаного на рис. 4.7, то це означає, що системній змінній STARTUP було надано значення, рівне 0. Для усунення цього результату в командному рядку слід ввести STARTUP = 1.

Можлива і протилежна ситуація. Користувач не бажає щоразу перевизначати одиниці вимірювання довжини, і його влаштовує аркуш формату A3. У цьому випадку необхідно в командному рядку ввести `STARTUP=0`.

4.4. Визначення розмірів креслення

При виконанні графічних робіт в AutoCAD користувач іноді стикається із ситуацією, коли при виконанні будь-якої команди, наприклад `LINE`, введені ним координати початкової та кінцевої точок відрізка лінії приводять до несподіваного результату. Здебільшого причиною цього є неправильне установлення одиниць подання лінійних величин на кресленні. Вважаючи, що креслярські роботи виконуються в міліметрах, користувач, не підозрюючи цього, вводить розміри в дюймах. Для внесення відповідних змін до креслення, що виконується, необхідно скористатися командою `UNITS` (Единицы). Ця команда використовується для встановлення одиниць уявлення не тільки лінійних, але й кутових величин на кресленні, а також вибору базового напрямку та напрямку відліку кутів, точності подання чисел.

Фактично, перші чотири кроки настроювання майстра детальної підготовки `Advanced Setup Wizard` – це виконання команди `UNITS` з різними опціями. Цю команду можна активізувати і крім майстра, вибравши в меню `FORMAT` пункт `UNITS`, або ввівши `UNITS` у командному рядку. В результаті на екрані відкриється діалогове вікно `Drawing Units` (Единицы измерения), показане на рис. 4.9.

Команда `LIMITS` (Лимиты) встановлює ліміти креслення – розміри робочої зони – в просторі моделі та в просторі аркуша. У середовищі AutoCAD ліміти креслення виконують дві функції: визначають діапазон зміни координат точок і контролюють фрагмент рисунка, покритий видимою координатною сіткою.

За умовчанням в AutoCAD встановлюються розміри формату A3 (420×210) в горизонтальному розташуванні. Зрозуміло, що такі значення лімітів далеко не завжди можуть задовольнити користувача, тому вони повинні бути перевизначеними, виходячи з потрібних розмірів креслення. Для настроювання лімітів необхідно ввести в командному рядку `LIMITS` або вибрати в меню `FORMAT` пункт `Drawing Limits` (Лимиты). У командному рядку будуть виведені наступні запити команди `LIMITS`:

4.4. Визначення розмірів креслення

Command: limits

Reset Model space limits:

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000, 0.0000>:

Specify upper right corner <420.0000, 297.0000>:

Команда: _limits

Установите лимиты в пространстве модели:

Задайте левый нижний угол или [Вкл/Выкл]:] <0.0000, 0.0000>:

Задайте правый верхний угол <420.0000, 297.0000>:

Приклад. Необхідно перейти від креслення формату А3 до формату А4. Для цього після звернення до команди LIMITS потрібно підтвердити розташування лівого нижнього кута введенням чисел 0, 0, а правий верхній кут формату задати введенням чисел 210, 297.

Примітка. Опція ON включає у себе контроль дотримання меж. При цьому AutoCAD відкидає всі спроби ввести точку з координатами, що виходять за ліміти креслення. Опція OFF відключає контроль дотримання лімітів креслення.

Корисна порада. Перш ніж приступити до визначення лімітів формату, необхідно за допомогою команди UNITS перевірити встановлену розмірність лінійних величин.

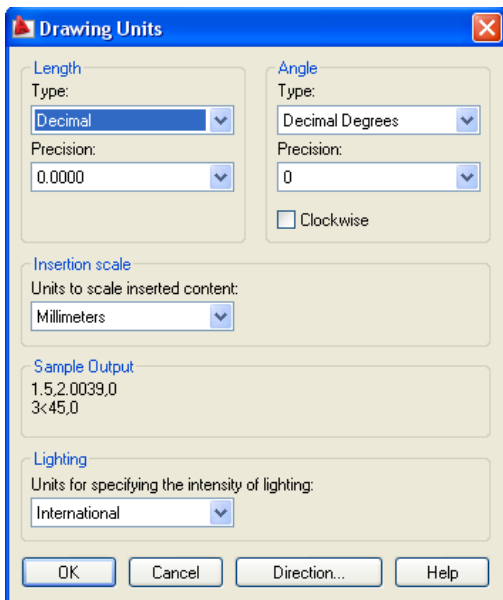


Рис. 4.9

4.5. Уведення координат точок

При створенні об'єктів в AutoCAD потрібно пам'ятати, що це графічне середовище, яке працює у векторному форматі. У подібних середовищах потрібно вводити тільки опорні точки об'єктів, що креслять, а програма потім сама будує об'єкт з невеликих відрізків у вигляді ламаної лінії.

Оскільки AutoCAD орієнтований на виконання конструкторських креслень, то він повинен створювати об'єкти з точними розмірами. Для цих цілей і використовуються системи координат.

За умовчанням у програмі завжди задіяна світова система координат, піктограма якої розміщується в лівому нижньому куті області креслення робочого вікна програми. Стило вона зазвичай позначається трьома буквами WCS (МСК). Крім світової системи координат в AutoCAD використовуються і призначені для користувача системи координат UCS (ПСК), які можна орієнтувати в площині креслення в довільному положенні щодо світової системи координат. При цьому координати в кожній з ПСК відлічуються від її початку.

Координати точок об'єктів креслення можна вводити наступними способами:

- ◆ з командного рядка з відключеним динамічним введенням (кнопка `Dynamic input` (Динамический ввод) в рядку стану є відтиснутою);
- ◆ на екрані монітора за допомогою мишки;
- ◆ у полях динамічного введення близько курсору при натиснутій кнопці `Dynamic input` (Динамический ввод) в рядку стану.

Будь-яка комбінація чисел і символів, які набираються на клавіатурі, при відключеному динамічному введенні відразу ж потрапляє в командний рядок. Для введення цієї комбінації слід натиснути клавішу `<Enter>`. В AutoCAD при введенні дійсних чисел для відділення цілої та дробової частин числа використовується точка. Роздільником між двома числами, наприклад між декартовими координатами X і Y , є кома.

Координати точок з клавіатури можна вводити в декартовій та полярній системах координат. При цьому координати можуть бути абсолютними і відносними.

Абсолютні координати X і Y визначають положення точки в декартовій системі координат у поточній ПСК, а відносні декартові координата-

4.5. Введення координат точок

ти @ X , Y є приростами координат щодо останньої введенної або використаної точки.

Абсолютні полярні координати задаються зазначенням радіуса і кута Радіус<Кут. Відстань і кут задаються відносно початку координат поточної ПСК. Відносні полярні координати задаються за принципом @Відстань<Кут.

Слід ще раз нагадати, що в AutoCAD використовується світова і призначені для користувача системи координат, а відлік координат виконується відносно поточної системи координат. Створення власних систем координат і керування ними виконується за допомогою команд, розташованих на панелі інструментів Coordinates (Координати) (рис. 4.10) вкладки View (Вид) стрічки.

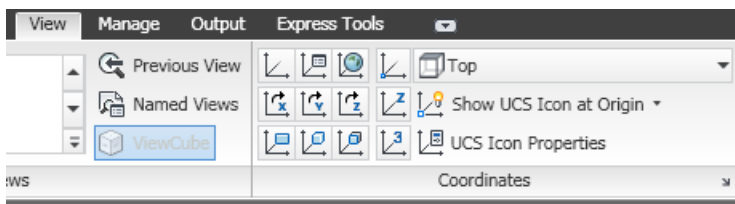


Рис. 4.10

При введенні точок з екрана монітора їх координати зчитуються програмою безпосередньо з екрана монітора. Для цього достатньо встановити курсор у потрібному місці екрана і клацнути лівою кнопкою мишки. Зазвичай для подібного введення використовуються прив'язки до точок вже побудованих об'єктів креслення або включають режим дискретного руху курсору із заданим кроком.

При введенні координат точок за допомогою прив'язки до точок вже існуючих об'єктів можна скористатися двома режимами прив'язки:

- одноразовою, яка активізується тільки на один раз за запитом команди про введення точки створюваного об'єкта;
- поточною, за якою постійно включені заздалегідь обрані способи прив'язки до характерних точок об'єктів. Вибір цих точок відбувається автоматично в момент переміщення покажчика курсору по об'єкту, а прив'язка до потрібної точки відбувається після натискання лівої кнопки мишки.

Для активації одноразової прив'язки до потрібної точки на об'єкті, який вже побудований на рисунку, можна скористатися такими способами:

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

– натиснути клавішу <Shift> i, утримуючи її, натиснути ще праву кнопку мишки, після чого з контекстного меню, що з'явилося (рис. 4.11), вибрати потрібний спосіб прив'язки;

– клацнути правою кнопкою мишки на кнопці  Object snap (Объектная привязка) у рядку стану і вибрати потрібний спосіб прив'язки з контекстного меню, що з'явилося (рис. 4.12);

– клацнути лівою кнопкою мишки на кнопці з вибраним способом прив'язки на панелі інструментів Object snap (Объектная привязка) (рис. 4.13).

За поточною прив'язкою постійно активізовані декілька способів прив'язки до точок об'єктів, і користувач сам вибирає точку, в якій потрібно прив'язуватися за допомогою одного із цих режимів прив'язки.

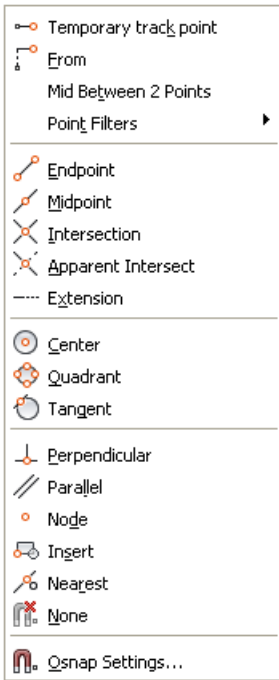


Рис. 4.11

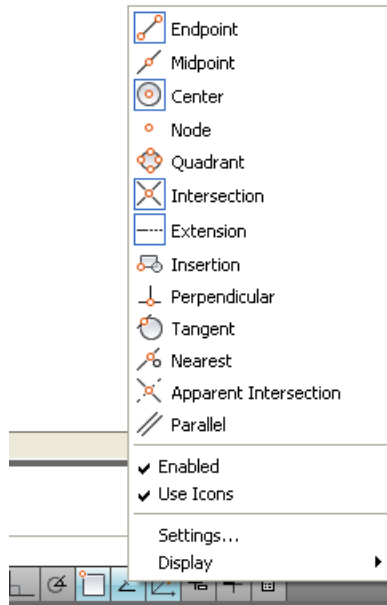


Рис. 4.12



Рис. 4.13

Для включення і виключення режиму поточної прив'язки слід натиснути клавішу <F3> або клацнути мишкою на кнопці  Object snap (Объектная привязка) у рядку стану.

Настроювання режимів поточної прив'язки виконується в діалоговому вікні Drafting Settings (Режимы рисования) на вкладці Object snap (Объектная привязка) (рис. 4.14).

Діалогове вікно Drafting Settings (Режимы рисования) викликається за допомогою контекстного меню (див. рис. 4.12), в якому слід вибрати рядок Settings (Настройка).

Корисна порада. У кресленнях, що містять велику кількість побудов, іноді більш ефективним є спосіб одноразової прив'язки, оскільки при використанні поточної прив'язки стає можливим вибір найближчої характерної точки, яка не завжди збігається з точкою, необхідною користувачу для даної конкретної побудови.

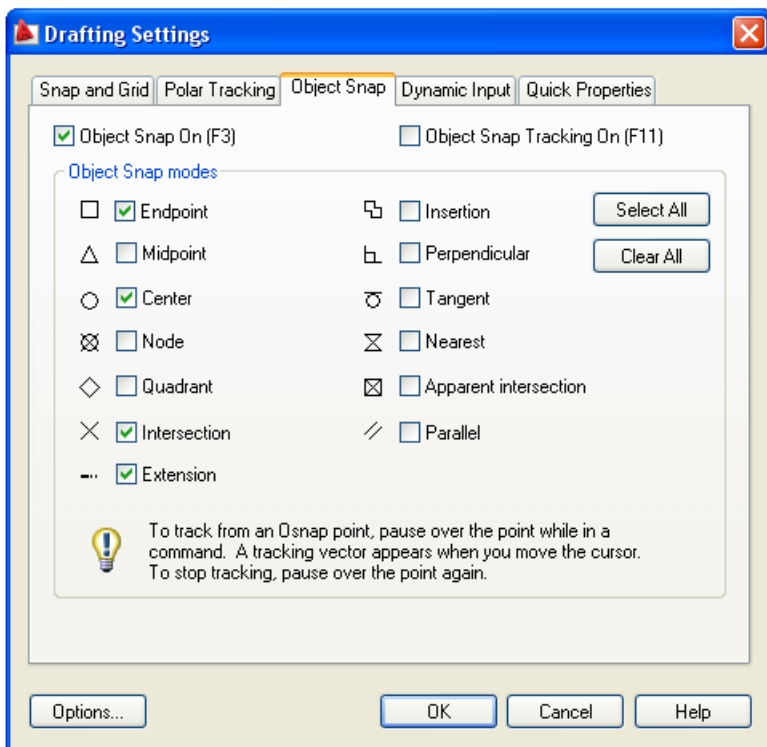


Рис. 4.14

4.6. Динамічне введення декартових координат

Вище вказувалося, що в AutoCAD можливе динамічне введення координат. При цьому існує два типи динамічного вводу:

- введення значень координат за допомогою мишки;
- введення розмірів для лінійних та кутових значень.

Для активації динамічного введення необхідно в рядку стану натиснути кнопку  Dynamic Input (Динамический ввод). При цьому в місці розташування курсору з'являються вікна, в яких можна вводити координати точок, що запитуються командами, і читати підкази, не відволікаючись на перегляд повідомлень у командному рядку. Динамічне введення можна включити/виключити циклічним натисканням клавіші <F12>.

Динамічне введення включає в себе такі компоненти:

- курсорний рядок, в який виводиться підказ та поля для введення координат точки;
- розмірне введення, яке включає в себе крім полів для введення координат точки ще й поля з підказами, які визначають положення наступної точки по відношенню до попередньої.

Для налаштування динамічного введення відносних декартових координат необхідно виконати наступні дії:

1. Клацнути правою кнопкою мишки на кнопці  Dynamic Input (Динамический ввод) в рядку стану і вибрати з контекстного меню пункт Settings (Настройка) (рис. 4.15).

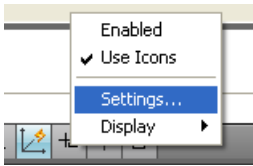


Рис. 4.15

2. У діалоговому вікні Drafting Settings (Режимы рисования) на вкладці Dynamic Input (Динамический ввод) (рис. 4.16) включити такі прапорці:

- Enable Pointer Input (Включить ввод с помощью мышки);

- Show command prompting and command input near the crosshairs (Показывать подсказку для ввода команды и вводимую команду рядом с перекрестьем).

Примітка. Вікно Drafting Settings (Режимы рисования) можна ви-кликати з падаючого меню Tools ► Drafting Settings... (Сервис ► Режимы рисования...).

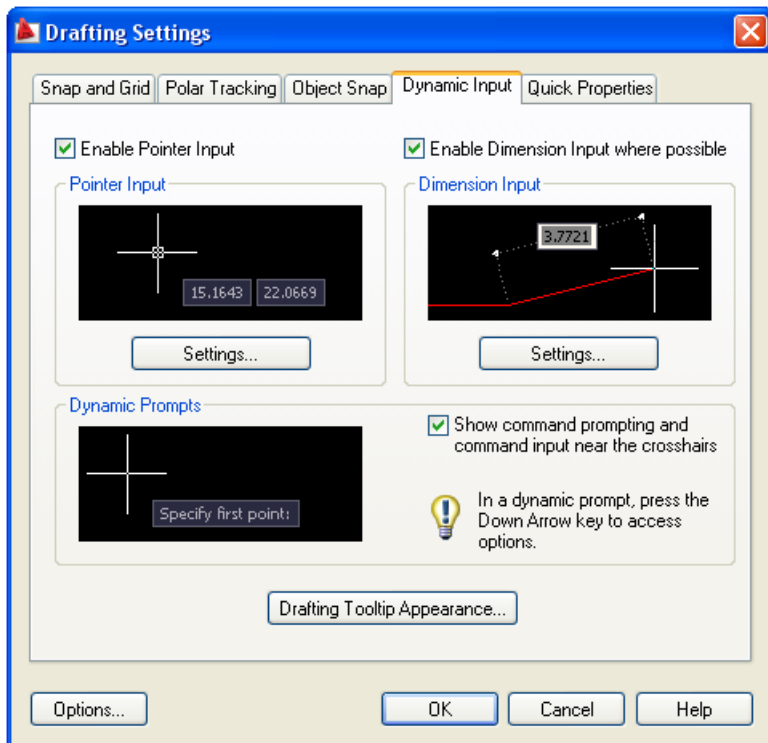


Рис. 4.16

3. Викликати діалогове вікно **Pointer Input Settings** (Параметри вводу с помощью мышки) (рис. 4.17) клацанням на кнопці **Settings** (Настройка) в області **Pointer Input** (Ввод с помощью мышки) і встановити в цьому вікні наступні перемикачі:

- **Cartesian format** (Декартов формат) в полі **Format** (Формат), щоб за умовчанням близько курсору виводилося вікно для введення декартових координат;
- **Relative coordinates** (Относительные координаты) в області **Format** (Формат), щоб за умовчанням вводилися відносні декартові координати;
- **When a command asks for a point** (Когда команда содержит запрос для точки) в області **Visibility** (Видимость), щоб виводити вікно курсорного введення тільки при запиті командою наступної точки.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

4. Налаштувати розміри й прозорість вікон динамічного введення даних у діалоговому вікні *Tooltip Appearance* (Внешний вид подсказок) (рис. 4.18), яке викликається клацанням на кнопці *Drafting Tooltip Appearance* (Внешний вид подсказок на чертеже) у діалоговому вікні *Drafting Settings* (Режимы рисования) на вкладці *Dynamic Input* (Динамический ввод) (див. рис. 4.16).

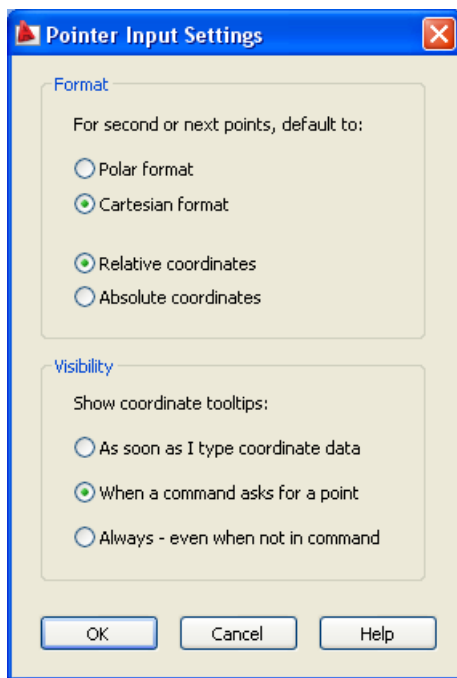


Рис. 4.17

По завершенні зазначених дій при кожному запиті введення точки близько курсору буде з'являтися підказ і два поля, в які з клавіатури можна вводити відносні декартові координати запитуваної точки (рис. 4.19).

Після введення відносної декартової координати по осі *X* у першому полі слід натиснути клавішу <Tab>, щоб перейти у друге поле, в якому вводиться відносна координата по осі *Y*. Після цього натискається клавіша <Enter>.

Курсорний рядок під час використання динамічного введення складається з наступних частин (див. рис. 4.19):

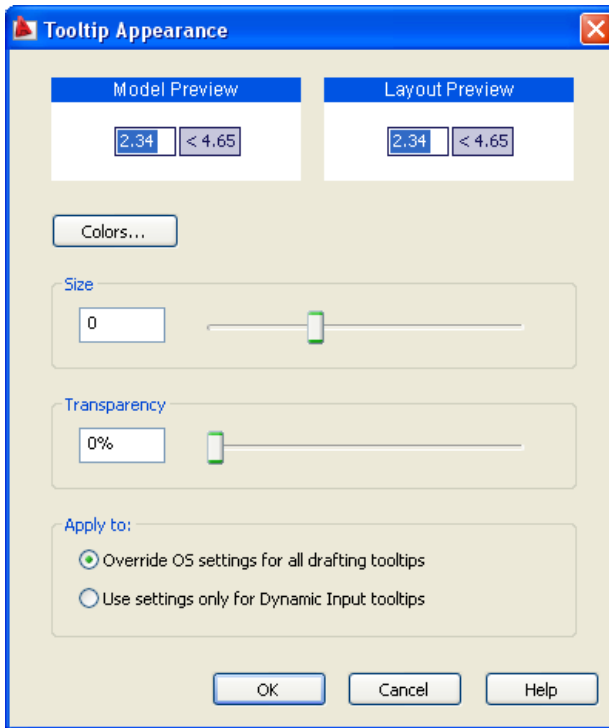


Рис.4.18

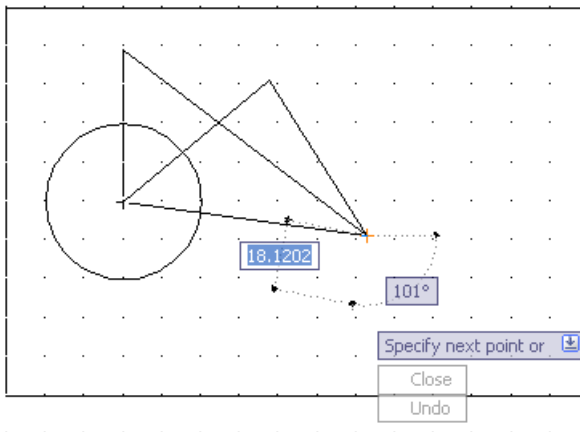


Рис.4.19

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

- підказ: *Specify next point or* (Следующая точка или);
- стрілка в рядку підказу спрямована вниз. Якщо натиснути таку ж стрілку на клавіатурі, то з'явиться меню з переліком можливостей команди. Щоб активізувати опцію команди, потрібно клацнути на ній лівою кнопкою мишки в меню, що з'явилося;
- текстові поля, в яких вводяться значення координат точки (декартові або полярні залежно від налаштування вводу). Переключення між полями виконується клавішею <Tab>.

При активізованому розмірному введенні виводиться підказ, що вказує відносні координати показника курсору (рис. 4.20). У цьому випадку потрібно встановити прапорець *Enable Dimension Input where possible* (Включить ввод размеров, где возможно) у діалоговому вікні *Drafting Settings* (Режимы рисования) на вкладці *Dynamic Input* (Динамический ввод) (див. рис. 4.16).

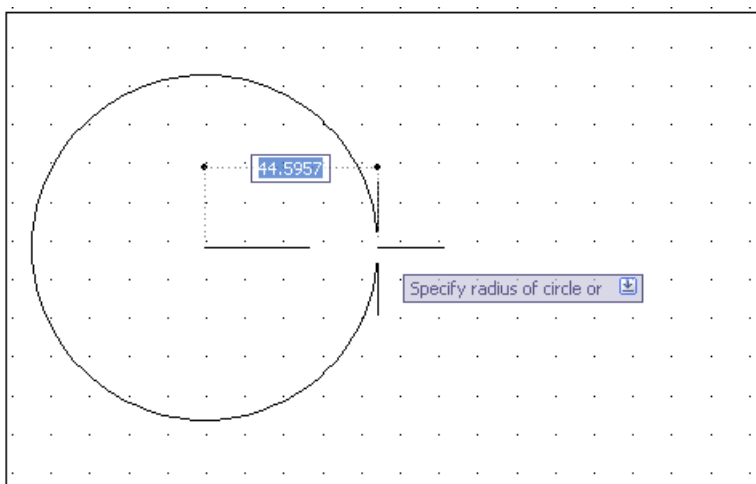


Рис. 4.20

Значення координат наступної точки вводяться з клавіатури, а перехід від одного динамічного вікна до іншого виконується за допомогою клавіші табуляції <Tab>. При натисканні клавіші <Enter> після введення координати введене значення фіксується, в полі з'являється зображення замка, а курсор автоматично переміщується в наступне поле.

4.7. Уведення тривимірних координат

Тривимірні координати задаються аналогічно двовимірним, але до двох складових по осях X і Y додається третя компонента – по осі Z . У тривимірному просторі аналогічно двовимірному моделюванню можна використовувати абсолютні та відносні координати.

Значення координат незалежно від способу їх введення завжди пов'язані з деякою системою координат. При роботі у тривимірному просторі значення координат x , y і z вказують або в світовій системі координат World Coordinate System (WCS), або в призначеній для користувача User Coordinate System (UCS).

При роботі у тривимірному просторі в AutoCAD усі системи координат формуються за *правилом правої руки*. Це правило визначає додатний напрямок осі Z тривимірної системи координат при відомих напрямках осей X і Y , а також додатний напрямок обертання навколо будь-якої з осей тривимірних координат.

Для визначення додатних напрямків осей необхідно піднести тильну сторону кисті правої руки до екрана монітора і направити великий палець паралельно осі X , вказівний – по осі Y . Якщо зігнути середній палець перпендикулярно до долоні, то він буде вказувати додатний напрямок осі Z .

Для визначення додатного напрямку обертання слід орієнтувати великий палець правої руки в додатному напрямку осі та зігнути інші пальці. Додатний напрямок обертання збігається з напрямком, що вказаний зігнутими пальцями.

Тривимірні декартові координати (x, y, z) вводяться аналогічно двовимірним (x, y) . Додатково до координат по осях X та Y необхідно ввести ще й значення координати по осі Z .

Слід зазначити, що в AutoCAD двовимірні координати не існують. Навіть якщо при побудовах вводяться тільки координати x і y , то це означає, що відсутня координата береться за умовчанням рівною нулю. При указанні декартових тривимірних координат з клавіатури вводяться три числа через кому, наприклад:

20, 25, 15

У тривимірному просторі, як і в двовимірному, широко використовуються абсолютні, що відраховуються від початку координат, і відносні координати, що відраховуються від останньої зазначеної точки. Ознака відносних координат – символ @ перед координатами точки, що вводиться, яка в цьому випадку береться відносно останньої введенної точки.

4.8. Координатна сітка та її використання

Завантаживши AutoCAD і вибравши формат аркуша, користувач, дивлячись на екран, не виявляє на ньому ніяких змін. Він не знає, де йому виконувати ті чи інші побудови, оскільки робоче поле AutoCAD являє собою креслярську дошку великого розміру, на якій десь прикріплений аркуш обраного формату. Цей аркуш займає малу площу екрана.

Для збільшення частки екрана, що покривається форматом аркуша, необхідно виконати наступну послідовність дій: View ► Zoom ► All (Вид ► Масштабирование ► Все) (рис. 4.21).

Однак навіть виконавши зазначені дії, користувачеві не вдається

визначитися з розташуванням формату аркуша на екрані, оскільки співвідношення сторін екрана і формату, як правило, не збігаються.

Для усунення цього недоліку корисно скористатися опцією Grid (Сетка). Під сіткою розуміють упорядковану послідовність точок, що покривають область креслення у межах обраного формату. При цьому побудова зображень здійснюється начебто на аркуші в клітинку, що істотно полегшує виконання графічних робіт. За умовчанням у графічній зоні екрана ніякої координатної сітки немає.

Включити або виключити сітку можна чотирма способами:

- натисканням клавіші <F7>;
- клацанням лівої клавіші

мишки по кнопці  Grid (Сетка) у рядку стану;

- переходом з рядка меню Tools ► Drafting Settings (Сервис ► Режимы рисования)

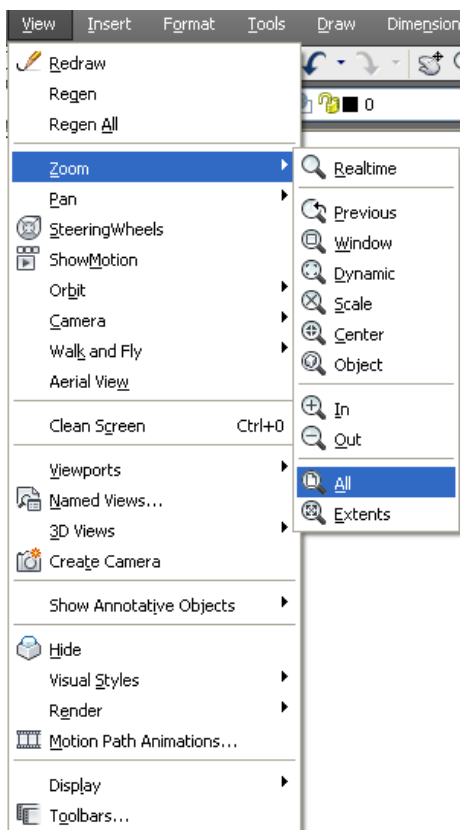


Рис. 4.21

4.9. Формати файлів

і в однойменному вікні, що з'явилося на вкладці Snap and Grid (Шаг и сетка), встановленням або видаленням прапорця Grid on (F7) (Сетка Вкл (F7));

- введенням у командний рядок Grid і відповіддю на запит Specify grid spacing (X) or [ON/OFF/Snap/Major/adaptive/Limits/Follow/Aspect] <10.0000>:
- указанням ON (Вкл) – щоб включити сітку, OFF (Откл) – щоб виключити її.

4.9. Формати файлів

Усі додатки Windows працюють з файлами власного формату. Не є винятком у цьому сенсі і AutoCAD, який створює власні файли.

Креслення в AutoCAD – це спеціальним чином організований файл, в якому крім безпосередньо рисунка міститься ряд параметрів, що визначає режими, одиниці вимірювання тощо. Повна назва файла складається з двох частин, розділених точкою. Перша частина назви файла – це його ім'я, яке може складатися з 256 символів. У назві файла дозволяється використовувати великі та малі літери, цифри, спеціальні символи: дефіс, підкреслювання та знак оклику.

Після точки пишеться розширення файла з трьох символів, яке вказує на тип файла. За умовчанням AutoCAD присвоює файлу розширення `dwg`. Однак при роботі в AutoCAD застосовуються і інші типи (формати) файлів, перелік яких можна побачити на рис. 4.22.

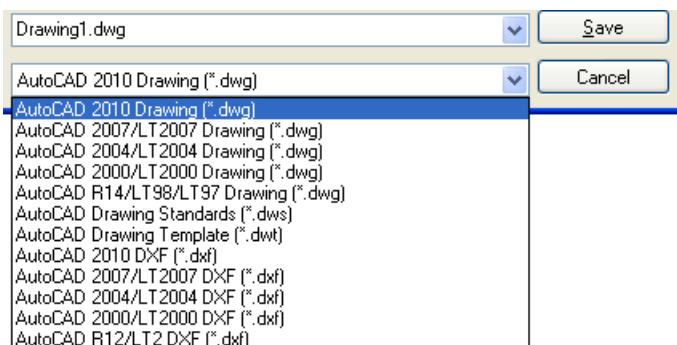


Рис. 4.22

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ В AUTOCAD

Розглянемо ці, а також деякі інші формати файлів, які відсутні на рис. 4.22:

`dwg` – стандартний формат файла рисунків AutoCAD. Слід пам'ятати, що файли нових версій програми не читаються в її старих версіях без спеціального збереження в потрібному форматі. Наступна версія програми читає файли, створені в попередніх версіях;

`bak` – це точна копія файла AutoCAD, яка створюється в момент збереження рисунка. Різниця між оригіналом і копією тільки у розширенні. Файл використовується для відновлення пошкодженого файла з розширенням `dwg`. Для цього потрібно замінити розширення `bak` на `dwg`;

`dwt` – цей тип файлів застосовується для створення шаблонів рисунків, які містять настройки параметрів креслення і повторюються та використовуються в декількох рисунках. Формат файла фактично нічим не відрізняється від формату файла `dwg`;

`dws` – цей тип файлів використовується для створення і збереження іменованих об'єктів, які потім застосовуються в усіх рисунках проекту. В ньому містяться: шари, текстові стилі, типи ліній і розмірні стилі;

`dwf` – цей тип формату використовується для збереження рисунків у мережі Інтернет. Він дозволяє переглядати рисунки за допомогою програми Autodesk Design Review на комп'ютерах, на яких відсутній встановлений AutoCAD;

`sv$` – це розширення мають файли з рисунками, що створюються при автоматичному збереженні файлів через визначені користувачем проміжки часу. Для відновлення рисунка треба перейменувати файл з розширенням `dwg`;

`dxf` – цей формат застосовується для обміну з іншими графічними редакторами. Збереження і відкриття рисунка у цьому форматі виконується так, як і у випадку файла з розширенням `dwg`;

`wmf` – цей формат призначений для створення метафайлів Windows. Він використовується для вставки рисунків у документи, які не працюють з кресленнями, наприклад у документ Microsoft Word;

`jpg` – це растровий формат, який зазвичай використовується для рисунків, що розміщуються в Інтернеті. Розміри файлів значно менші від розмірів файлів, що зберігаються в інших форматах;

`bmp` – цей растровий формат використовується для збереження рисунків, що створюються в AutoCAD;

`pdf` – це стандартний формат, який використовується для обміну електронною інформацією. Щоб перетворити файл AutoCAD з розширенням `dwg` у файл формату `pdf`, необхідно скористатися спеціальним

4.9. Формати файлів

драйвером, вбудованим в AutoCAD. Рисунок, перетворений у формат pdf, можна потім переглядати і друкувати в Adobe Acrobat Reader.

Зазначимо, що формат файла рисунка AutoCAD 2010 несумісний з форматом файлів рисунків, виконаних у попередніх версіях цього середовища проектування. Однак AutoCAD 2010 може відкрити файли рисунків, створених у попередніх версіях програми.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть способи активації команд у середовищі AutoCAD.
 2. Які функції виконує системна змінна STARTUP?
 3. Яка система координат задіяна в AutoCAD за умовчанням?
 4. В яких одиницях вимірюється довжина відрізка?
 5. Якою командою можна визначити розмір формату креслення?
 6. Що відбувається при натискуванні клавіші <F3>?
 7. З якою метою застосовується координатна сітка?
 8. Яка різниця у введенні двовимірних і тривимірних координат точок?
 9. Назвіть способи введення координат.
 10. Назвіть розширення стандартного файла AutoCAD.
 11. Назвіть розширення файла для створення шаблонів.
-

5. ПОБУДОВА ТВЕРДИХ ТІЛ

Тіла, або твердотільні об'єкти, – це тривимірні об'єкти, які мають внутрішність і об'єм. Такі об'єкти можна об'єднувати, віднімати і перетинати як тривимірні множини.

Твердотільне моделювання є основним методом у сучасних версіях AutoCAD. Завдяки його однозначності користувач практично на 100 % застрахований від випадкового створення об'єкта, який є неконструктивним або реально не може існувати.

Тіла утворюються як результат роботи команд побудови стандартних тіл (ящиків, конусів, куль і под.), як результат обертання, витискування, зміщення замкнених двовимірних примітивів, а також як результат такої складної операції, як *lofting* (побудова по перерізах). Тіла можна розрізати на частини. Над тілами можливі операції спеціального редагування, наприклад зсуву граней. Структура тіл така, що їх можна редагувати за допомогою ручок.

Для створення в AutoCAD твердотільної моделі деякої деталі її спочатку необхідно в думках розкласти на прості стандартні складові. Потім шляхом логічних операцій (об'єднання, віднімання і перетину), а також операцій редагування створити об'єкт потрібної форми.

За умовчанням твердотільні об'єкти відображаються на кресленні у вигляді каркасів. Проте для підвищення наочності користувач може приховати невидимі лінії твердотільної моделі, що розробляється, застосувати тонування її поверхонь або створити її фотореалістичне зображення.

Щільність ліній розбиття на базові елементи, що використовуються для візуалізації криволінійних поверхонь твердотільних об'єктів, визначається системною змінною ISOLINES. Системна змінна DISPSILH

керує режимом відображення силуетів криволінійних поверхонь твердотільних об'єктів, поданих у режимі каркасного відображення.

Розглянемо послідовно команди побудови стандартних твердотільних примітивів.

5.1. Команда POLYSOLID

Команда POLYSOLID (Политело) призначена для створення твердотільного політіла, або, простіше кажучи, стінки, основа якої розташована паралельно площині XY поточної системи координат користувача. Процедура створення твердотільної стінки подібна до процедури креслення полілінії з тією лише різницею, що кожен черговий сегмент стінки креслять або під прямим кутом до попереднього, або по колу із заданим радіусом. Перед початком креслення потрібно задати висоту стінки. Для завершення створення стінки треба або замкнути її, або двічі натиснути клавішу Enter.

Об'єм тіла отримується за рахунок ширини осьової лінії в поточній площині XY і висоти витискування по осі Z .

Команда POLYSOLID (Политело) викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► POLYSOLID (Рисование ► Моделирование ► Политело) або клацанням по піктограмі POLYSOLID (Политело) на панелі інструментів MODELING (Моделирование). У робочому просторі тривимірного моделювання 3D MODELING команду POLYSOLID зручно запускати з групи меню HOME (рис. 5.1).

Запити команди POLYSOLID:

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify]
<Object>: вкажіть початкову точку або виберіть один з ключів;

Specify next point or [Arc/Undo]: вкажіть наступну точку;

Specify next point or [Arc/Close/Undo]: вкажіть наступну точку або натисніть клавішу Enter.

Ключі команди POLYSOLID:

- ◆ Object (Объект) – указується об'єкт для перетворення в політіло (лінія, дуга, двовимірне полілінія або коло);

- ◆ Height (Высота) – указується висота тіла, яка за умовчанням дорівнює поточному значенню системної змінної PSOLHEIGHT;

5. ПОБУДОВА ТВЕРДИХ ТІЛ

♦ **Width (Ширина)** – указується товщина тіла, яка за умовчанням дорівнює поточному значенню системної змінної PSOLHEIGHT;

♦ **Justify (Выравнивание)** – задаються значення ширини і висоти, що забезпечують вирівнювання тіла. Вирівнювання прив'язується до початкового напрямку першого сегмента профілю:

Left – слева;

Center – по центру;

Right – справа;

♦ **Arc (Дуга)** – до тіла додається дуговий елемент. Початковим напрямком дуги за умовчанням є дотична до останнього побудованого сегмента.

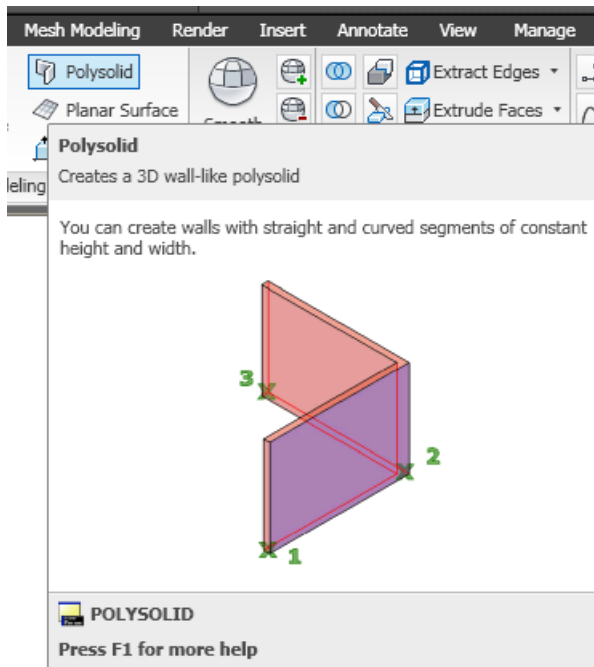


Рис. 5.1

При цьому команда видає наступні запити:

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify]
<Object>: вкажіть початкову точку або виберіть один з ключів;

5.1. Команда POLYSOLID

Specify next point or [Arc/Undo]: вкажіть наступну точку;

Specify next point or [Arc/Close/Undo]: A – перехід до режиму дуг;

Specify endpoint of arc or [Close/Direction/Line/Second point/Undo]: вкажіть кінцеву точку або виберіть один з ключів:

- Close – тіло замикається шляхом побудови лінійного або дугового сегмента від заданої останньої вершини до початкової точки тіла. Для застосування цього ключа слід вказати як мінімум дві точки;

- Direction – задання початкового напрямку дугового сегмента;

- Line – вихід з режиму побудови дугових сегментів і повернення до початкових запитів команди POLYSOLID;

- Second point – вказується друга і кінцева точки триточкового дугового сегмента;

- Undo – видалення останнього дугового сегмента, доданого до тіла.

Для завершення створення стінки необхідно двічі натиснути на клавішу <Enter> або замкнути стінку за допомогою режиму CLOSE, який стає доступним після створення двох і більше сегментів стінки.

Приклади формування політіл

Приклад 1

Звертаємося до команди POLYSOLID, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► POLYSOLID (Рисование ► Моделирование ► Политело) або клацнувши по піктограмі POLYSOLID на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_polysolid

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: h

Specify height <80.0000>: 50

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: w

Specify width <5.0000>: 10

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: 0,0

Specify next point or [Arc/Undo]: 35,25

Specify next point or [Arc/Undo]: 55,10

Specify next point or [Arc/Close/Undo]: c

Побудоване за цими даними політіло показане на рис. 5.2, на якому воно для наочності зображено у прямокутній ізометричній проекції. Побудова аксонометричних проекцій тривимірних моделей розглядається нижче.

Приклад 2

_polysolid

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: h

Specify height <80.0000>: 50

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: w

Specify width <5.0000>: 10

Specify start point or [Object/Height/Width/Justify] <Object>: 0,0

Specify next point or [Arc/Undo]: 35,25

Specify next point or [Arc/Undo]: 55,10

Specify next point or [Arc/Close/Undo]: A

Specify endpoint of arc [Close/Direction/Line/Second point/Undo]: c

Політіло, побудоване за цим прикладом, показане на рис. 5.3.

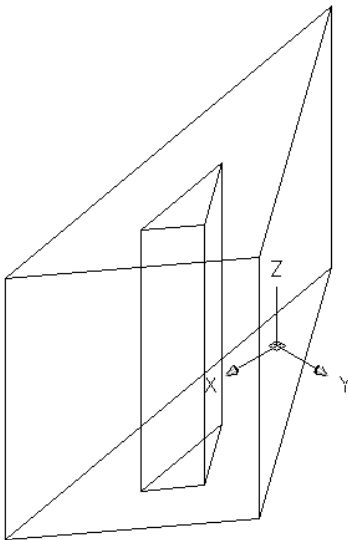


Рис. 5.2

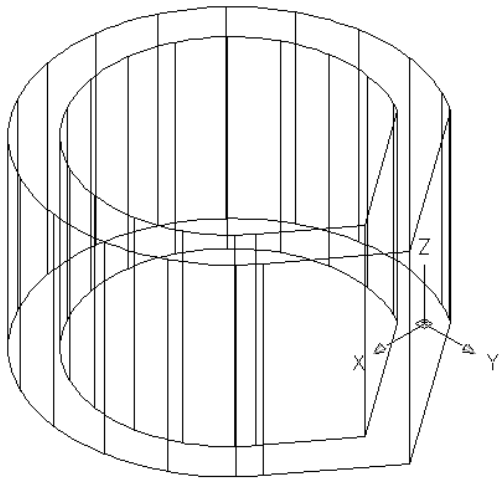


Рис. 5.3

5.2. Команда BOX

Команда BOX (Ящик) призначена для створення твердотілого паралелепіпеда, основа якого розташовується паралельно площині XY поточної системи координат користувача. AutoCAD пропонує задати місцеположення кута або центра паралелепіпеда, причому за умовчанням використовується режим задання місцеположення кута. Для завершення створення паралелепіпеда потрібно задати другий кут і висоту або переключитися в режим створення куба і вказати довжину ребра, або ввести значення всіх трьох вимірювань паралелепіпеда: довжини, ширини і висоти.

Корисна порада. Якщо для задання опорних точок паралелепіпеда не використовується об'єктна прив'язка, слід обов'язково включити режим ORTHO, оскільки інакше ребра основи паралелепіпеда будуть орієнтовані довільно, а не уздовж осей X і Y системи координат користувача. Крім того, рухом курсору слід задати напрям додатного відліку довжини ребер від початкової точки.

Команда BOX (Ящик) викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► BOX (Рисование ► Моделирование ► Ящик) або клацанням по піктограмі BOX (Ящик) на панелі інструментів MODELING (Моделирование).

У робочому просторі тривимірного моделювання 3D MODELING команду BOX зручно запускати з групи меню HOME (рис. 5.4).

Запити команди BOX:

Specify first corner or [Center]: вкажіть перший кут паралелепіпеда;

Specify other corner or [Cube/Length]: вкажіть протилежний кут паралелепіпеда;

Specify height or [2point]: вкажіть висоту паралелепіпеда.

При формуванні паралелепіпеда слід задати параметри в одному з наведених нижче варіантів:

- ◆ положення діагонально протилежних кутів;
- ◆ положення протилежних кутів основи і висоту;
- ◆ положення центра ящика з указанням кута чи висоти або довжини і ширини ящика.

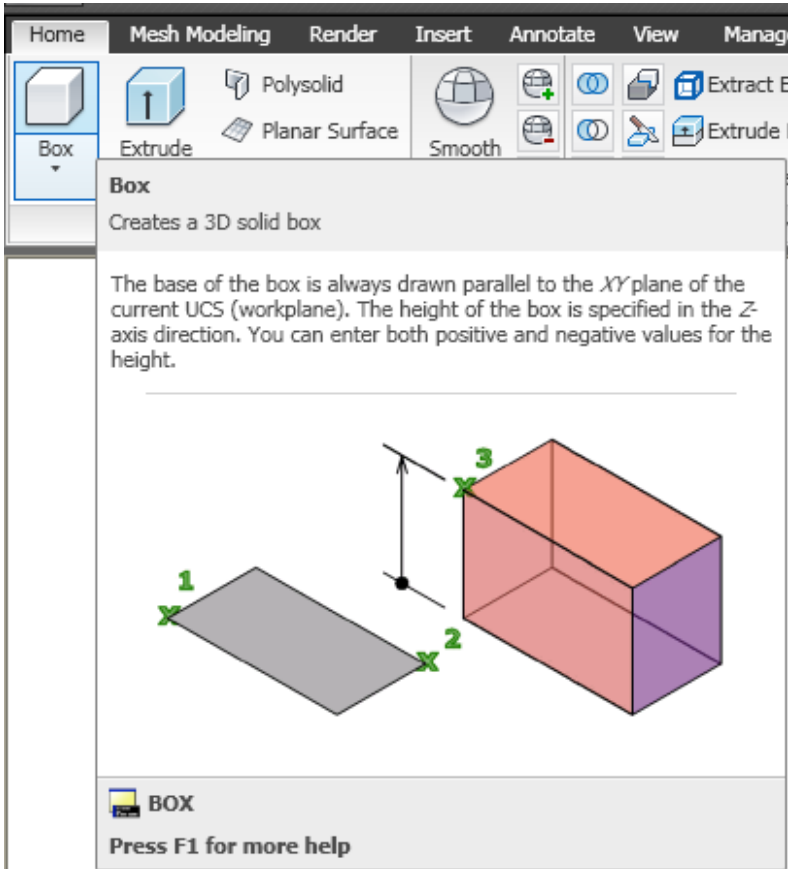


Рис. 5.4

Ключі команди BOX:

- Center (Центр) – дозволяє сформувати ящик, вказавши положення його центральної точки. При цьому видаються запити:
Specify first corner or [Center]: C – перейдіть до режиму указання центра паралелепіпеда;
Specify center: вкажіть центр паралелепіпеда;
Specify corner or [Cube/Length]: вкажіть кут;
Specify height or [2point]: вкажіть висоту.
- Cube (Куб) – створює куб – окремий випадок паралелепіпеда, у якого всі ребра рівні. Відповідаємо на запити:

5.3. Команда WEDGE

Specify first corner or [Center]: вкажіть перший кут паралелепіпеда;

Specify corner or [Cube/Length]: C – перехід до режиму формування куба;

Specify length: вкажіть довжину.

• Length (Длина) – створює паралелепіпед заданих довжини (по осі X), ширини (по осі Y) і висоти (по осі Z) поточної системи координат користувача. При цьому на екран виводяться запити:

Specify first corner or [Center]: вкажіть перший кут паралелепіпеда;

Specify other corner or [Cube/Length]: L – перехід до режиму вказування довжини, ширини і висоти;

Specify length: вкажіть довжину;

Specify width: вкажіть ширину;

Specify height or [2point]: вкажіть висоту.

Приклад формування паралелепіпеда

Звертаємося до команди BOX, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► BOX або клацнувши по піктограмі BOX на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_box

Specify first corner or [Center]: C

Specify center: 50,25

Specify corner or [Cube/Length]: L

Specify length: 100

Specify width: 50

Specify height or [2point]: 60

Побудований за цими даними паралелепіпед показаний на рис. 5.5.

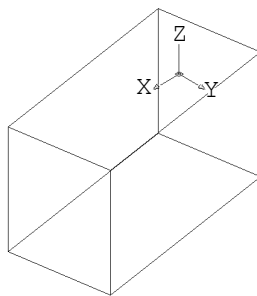


Рис. 5.5

5.3. Команда WEDGE

Команда WEDGE (Клин) створює твердотільний клин, прямокутна база якого паралельна площині XY поточної системи координат користувача, а звуження відбувається уздовж осі X . При цьому нахилена грань клина розташовується напроти першого вказаного кута основи. Висота клина, яка може мати як додатне, так і від'ємне значення, відкладається уздовж осі Z .

Команда WEDGE (Клин) викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► WEDGE (Рисование ► Моделирование ► Клин) або клацанням по піктограмі WEDGE на панелі інструментів MODELING, або з групи меню HOME робочого простору 3D MODELING (рис. 5.6).

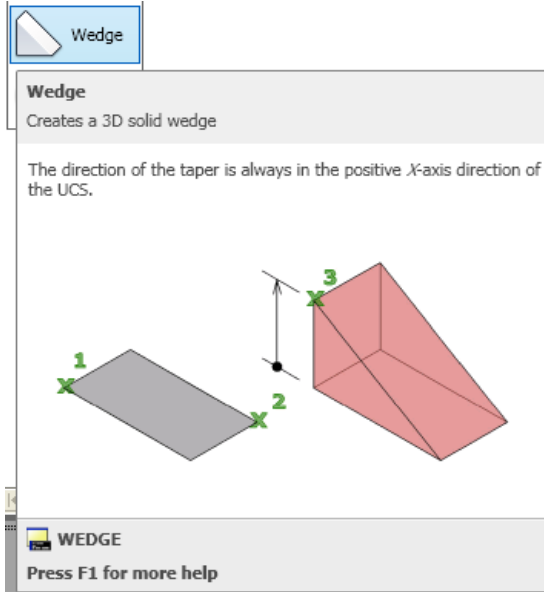


Рис. 5.6

Запити команди WEDGE:

Specify first corner or [Center]: вкажіть перший кут паралелепіпеда;

Specify other corner or [Cube/Length]: вкажіть протилежний кут паралелепіпеда;

Specify height or [2point]: вкажіть висоту паралелепіпеда.

Усі запити і ключі команди WEDGE аналогічні запитам і ключам команди BOX.

Приклад формування клина

Звертаємося до команди WEDGE, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► WEDGE або клацнувши по піктограмі WEDGE на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

5.3. Команда WEDGE

_wedge

Specify first corner or [Center]: 0,0

Specify other corner or [Cube/Length]: 25,50

Specify height or [2point]: 30

Побудований за цими даними паралелепіпед показаний на рис. 5.7,*а*.

На рис. 5.7,*б* побудовано клин з розташуванням першого і другого кутів, як у випадку, показаному на рис. 5.7,*а*, але висоту клина введено з від'ємним знаком, тобто побудова клина зроблена за такими даними:

_wedge

Specify first corner or [Center]: 0,0

Specify other corner or [Cube/Length]: 25,50

Specify height or [2point]: -30

Клин, наведений на рис. 5.7,*в*, побудовано за умови, що перший і другий кути були поміняні місцями, а висота мала додатне значення:

_wedge

Specify first corner or [Center]: 25,0

Specify other corner or [Cube/Length]: 0,50

Specify height or [2point]: 30

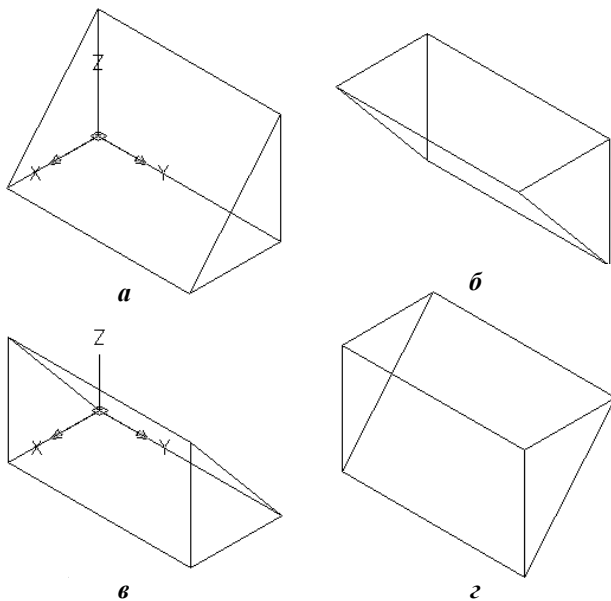


Рис. 5.7

I, нарешті, клин, показаний на рис. 5.7,2, побудований за даними попереднього варіанта, але з від'ємним значенням висоти:

```
_wedge  
Specify first corner or [Center]: 25,0  
Specify other corner or [Cube/Length]: 0,50  
Specify height or [2point]: -30
```

Таким чином, варіюючи положення кутів клина та значення висоти, яке може бути додатним або від'ємним, можна забезпечити потрібне положення діагональної площини, що дуже важливо при формуванні просторових моделей деталей складної форми.

5.4. Команда CYLINDER

Команда CYLINDER (Цилиндр) призначена для створення твердотільного циліндра з коловою або еліптичною основою, що лежить у площині XY поточної системи координат, і висотою, орієнтованою уздовж осі Z.

Команда CYLINDER викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► CYLINDER (Рисование ► Моделирование ► Цилиндр) або клацанням по піктограмі CYLINDER на панелі інструментів MODELING, або з групи меню HOME робочого простору 3D MODELING (рис. 5.8).

Запити команди CYLINDER:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
вказіть центр основи циліндра;

Specify base radius or [Diameter]: вкажіть радіус основи циліндра;

Specify height or [2point/Axis endpoint]: вкажіть висоту циліндра.

Ключі команди CYLINDER:

- 3P – буде основою циліндра у вигляді кола за трьома точками, що належать основі та не лежать на одній прямій. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
3P – перехід до режиму побудови кола за трьома заданими точками;
Specify first point: вкажіть першу точку кола;
Specify second point: вкажіть другу точку кола;

5.4. Команда CYLINDER

Specify third point: вкажіть третю точку кола;

Specify height or [2Point/Axis endpoint]: вкажіть висоту циліндра.

- 2P – будує основу циліндра у вигляді кола за двома кінцевими точками, що належать діаметру. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:

2P – перехід до режиму побудови кола за двома його заданими точками;

Specify first end point of diameter: вкажіть першу кінцеву точку діаметра;

Specify second end point of diameter: вкажіть другу кінцеву точку діаметра;

Specify height or [2Point/Axis endpoint]: вкажіть висоту циліндра.

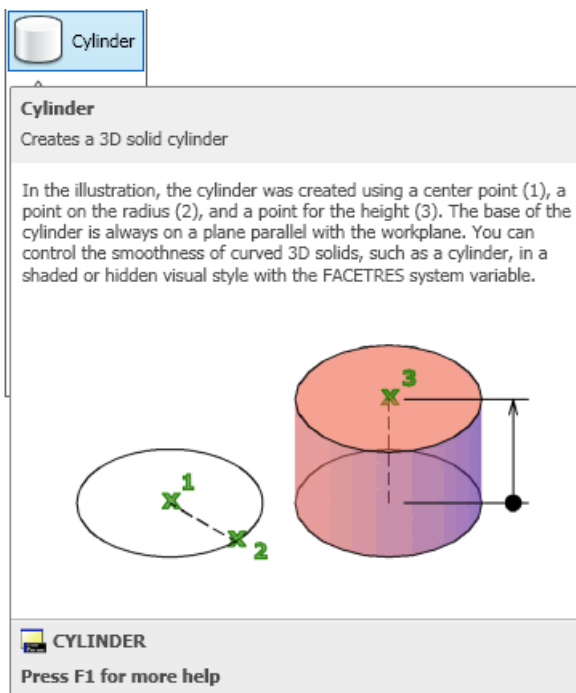


Рис. 5.8

- **Ttr** – будує основу циліндра у вигляді кола за двома дотичними і радіусом. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: Т– перехід до режиму побудови кола за двома дотичними і радіусом;

Specify point on object for first tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає першу дотичну;

Specify point on object for second tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає другу дотичну;

Specify radius of circle: вкажіть радіус кола;

Specify height or [2Point/Axis endpoint]: вкажіть висоту циліндра.

- **Elliptical** – дозволяє будувати основу циліндра у вигляді еліпса. Запити аналогічні тим, які використовуються в AutoCAD при формуванні еліпса:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: Е– перехід до режиму побудови основи циліндра у вигляді еліпса;

Specify endpoint of first axis or [Center]: вкажіть кінцеву точку осі еліпса для основи циліндра;

Specify other endpoint of first axis: вкажіть другу кінцеву точку осі еліпса для основи циліндра;

Specify endpoint of second axis: вкажіть кінцеву точку другої осі еліпса для основи циліндра;

Specify height or [2Point/Axis endpoint]: вкажіть висоту циліндра.

- **2Point** – вказує, що висотою циліндра є відстань між двома заданими точками;

- **Axis endpoint** – задає положення кінцевої точки для осі циліндра, якою є верхня точка циліндра. Кінцева точка осі може бути розташована в будь-якій точці тривимірного простору. Вона визначає довжину та орієнтацію циліндра.

Якщо необхідно побудувати циліндр спеціальної форми (наприклад, з поздовжніми пазами), слід спочатку за допомогою команди **PLINE** створити двовимірне зображення його основи у вигляді замкнутої полілінії, а потім, використовуючи команду **EXTRUDE** (ця команда розглядається нижче), задати йому висоту уздовж осі **Z**.

Приклад формування колового циліндра

Звертаємося до команди CYLINDER, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► CYLINDER або клацнувши по піктограмі CYLINDER на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

```
_cylinder
```

```
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:  
50,50
```

```
Specify base radius or [Diameter]: 25
```

```
Specify height or [2point/Axis endpoint]: 50
```

Побудований за цими даними коловий циліндр показаний на рис. 5.9, де для наочності завдяки команді ISOLINES системою AutoCAD проведено 20 твірних.

Приклад побудови еліптичного циліндра

```
_cylinder
```

```
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: E
```

```
Specify endpoint of first axis or [Center]:10,0
```

```
Specify other endpoint of first axis:50,0
```

```
Specify endpoint of second axis:30,30
```

```
Specify height or [2Point/Axis endpoint]:50
```

Побудований за цими даними еліптичний циліндр показаний на рис. 5.10.

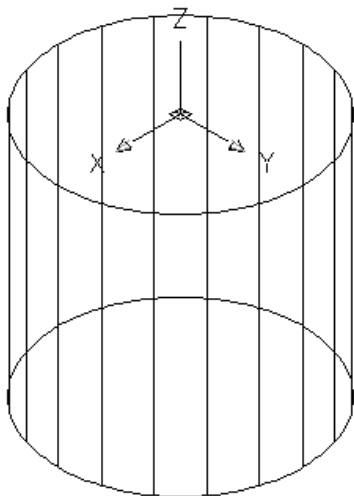


Рис. 5.9

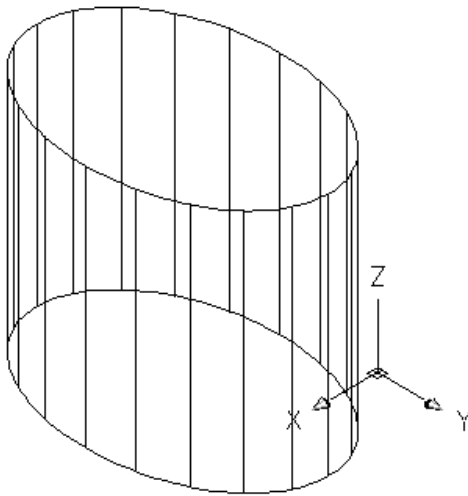


Рис. 5.10

5.5. Команда CONE

Команда CONE (Конус) призначена для створення твердотілого конуса з коловою або еліптичною основою. Від основи формується конічна поверхня, яка збігається в точці, розташованій на перпендикулярі до основи. Основа конуса лежить у площині XY поточної системи координат, а вершина розташовується на осі Z .

Команда CONE викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► CONE (Рисование ► Моделирование ► Конус) або клацанням по піктограмі CONE на панелі інструментів MODELING, або з групи меню HOME робочого простору 3D MODELING (рис. 5.11).

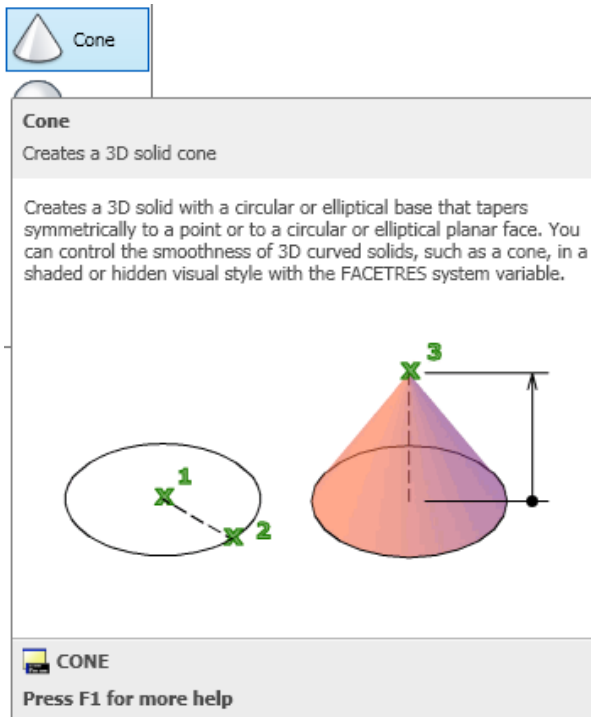


Рис. 5.11

Запити команди CONE:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
вкажіть центр основи конуса;

5.5. Команда **CONE**

Specify base radius or [Diameter]: вкажіть радіус основи конуса;

Specify height or [2point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту конуса.

Ключі команди **CONE**:

- **3P** – будує основу конуса у вигляді кола за трьома точками, що належать основі та не лежать на одній прямій. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **3P** – перехід до режиму побудови кола за трьома заданими точками;

Specify first point: вкажіть першу точку кола;

Specify second point: вкажіть другу точку кола;

Specify third point: вкажіть третю точку кола;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту конуса.

- **2P** – будує основу конуса у вигляді кола за двома точками, що належать діаметру. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **2P** – перехід до режиму побудови кола за двома заданими точками;

Specify first end point of diameter: вкажіть першу кінцеву точку діаметра;

Specify second end point of diameter: вкажіть другу кінцеву точку діаметра;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту конуса.

- **Ttr** – будує основу конуса у вигляді кола за двома дотичними і радіусом. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **T** – перехід до режиму побудови кола за двома дотичними і радіусом;

Specify point on object for first tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає першу дотичну;

Specify point on object for second tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає другу дотичну;

Specify radius of circle: вкажіть радіус кола;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту конуса.

- **Elliptical** – дозволяє будувати основу конуса у вигляді еліпса. Запити аналогічні тим, які використовуються в AutoCAD при формуванні еліпса:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: Е-перехід до режиму побудови основи конуса у вигляді еліпса;

Specify endpoint of first axis or [Center]: вкажіть кінцеву точку осі еліпса для основи конуса;

Specify other endpoint of first axis: вкажіть другу кінцеву точку осі еліпса для основи конуса;

Specify endpoint of second axis: вкажіть кінцеву точку другої осі еліпса для основи конуса;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту конуса.

- **2Point** – указує, що висотою конуса є відстань між двома заданими точками;

- **Axis endpoint** – задає положення кінцевої точки для осі конуса, якою є верхня точка конуса або центральна точка верхньої основи зрізаного конуса. Кінцева точка осі може бути розташована в будь-якому місці тривимірного простору. Вона визначає довжину та орієнтацію конуса.

- **Top radius** – визначає радіус верхньої основи зрізаного конуса.

Приклад формування колового конуса

Звертаємося до команди CONE, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► CONE або клацнувши по піктограмі CONE на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_cone

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
50, 50

Specify base radius or [Diameter]: 25

Specify height or [2point/Axis endpoint/Top radius]: 50

5.5. Команда *CONE*

Побудований за цими даними коловий конус показаний на рис. 5.12. На рис. 5.13 наведено конус з тими ж вихідними даними, але його висота має від'ємне значення, тобто дорівнює -50 .

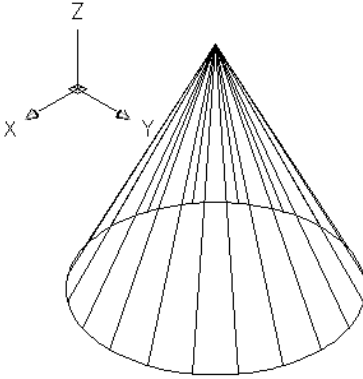


Рис. 5.12

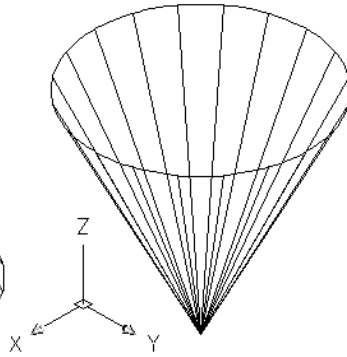


Рис. 5.13

Конус, показаний на рис. 5.14, є зрізаним. Його формування відбулося за таким переліком запитів:

```
_cone  
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/  
Elliptical]: 50,50  
Specify base radius or [Diameter]: 25  
Specify height or [2point/Axis endpoint/Top  
radius]: t  
Specify top radius: 15  
Specify height or [2point/Axis endpoint/Top  
radius]: 50
```

Приклад побудови еліптичного конуса

```
_cone  
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/  
Elliptical]: E  
Specify endpoint of first axis or [Center]:10,0  
Specify other endpoint of first axis:50,0  
Specify endpoint of second axis:10  
Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top  
radius]:50
```

Побудований за цими даними еліптичний конус показаний на рис. 5.15.

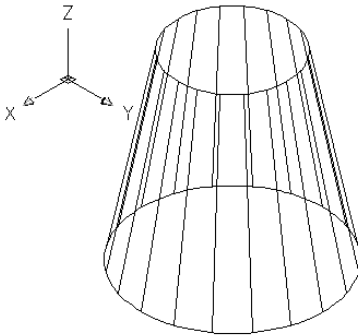


Рис. 5.14

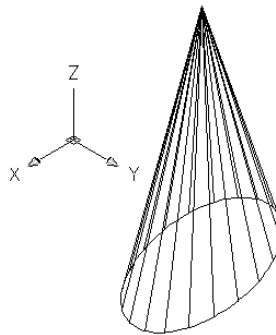


Рис. 5.15

5.6. Команда SPHERE

Команда SPHERE (Шар) призначена для створення твердотільної кулі, паралелі якої розташовуються паралельно площині XY , а центральна вісь – паралельно осі Z поточної системи координат користувача.

Команда SPHERE (Шар) викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► SPHERE (Рисование ► Моделирование ► Шар) або клацанням по піктограмі SPHERE на панелі інструментів MODELING, або з групи меню HOME робочого простору 3D MODELING (рис. 5.16).

Запити команди SPHERE:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: вкажіть центр кулі;

Specify radius or [Diameter]: вкажіть радіус кулі.

Ключі команди SPHERE:

- 3P – визначає коло кулі шляхом задання трьох точок, що не лежать на одній прямій і належать тривимірному простору. Три задані точки також визначають площину кола кулі. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 3P – перехід до режиму задання трьох точок;

Specify first point: вкажіть першу точку кола;

Specify second point: вкажіть другу точку кола;

Specify third point: вкажіть третю точку кола.

5.6. Команда SPHERE

- 2P – визначає коло кулі шляхом задання двох точок у тривимірному просторі, що належать діаметру. Площина кола кулі визначається координатою z першої точки. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 2P – перехід до режиму задання двох довільних точок;

Specify first end point of diameter: вкажіть першу кінцеву точку діаметра;

Specify second end point of diameter: вкажіть другу кінцеву точку діаметра.

- Ttr – побудова за заданим радіусом кулі, дотичної до двох об'єктів. Указані точки дотику проєкціюються на поточну систему координат користувача. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T – перехід до режиму задання дотичних і радіуса;

Specify point on object for first tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає першу дотичну;

Specify point on object for second tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає другу дотичну;

Specify radius of circle: вкажіть радіус кола.

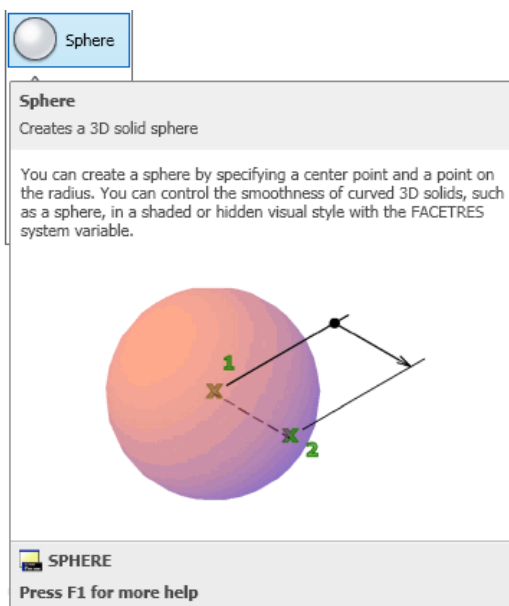


Рис. 5.16

Приклади формування кулі

Звертаємося до команди SPHERE, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► SPHERE або клацнувши по піктограмі SPHERE на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_sphere

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 50,50,30

Specify base radius or [Diameter]: 25

Побудована за цими даними куля показана на рис. 5.17.

Подібний результат буде отриманий, якщо центр кулі визначити координатами x і y , не вводячи координату z . Координату z використовують у тому випадку, коли центр кулі необхідно розташувати в конкретній точці простору.

Розглянемо побудову кулі з використанням опції Ttr.

_sphere

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T – перехід до режиму задання дотичних і радіуса;

Specify point on object for first tangent: вкажіть точку на об'єкті, що визначає першу дотичну;

Specify point on object for second tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає другу дотичну;

Specify radius of circle: 25

Куля, побудована з використанням опції Ttr, показана на рис. 5.18.

Обидві прямі, дотично до яких проведена куля, розташовуються в одній площині, паралельній площині XY.

Примітка. Прямі, дотично до яких користувач бажає провести кулю, повинні бути побудовані наперед. Режим об'єктної прив'язки має бути включеним.

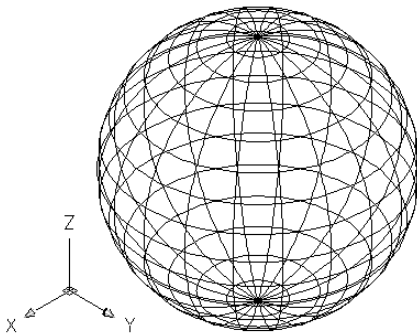


Рис. 5.17

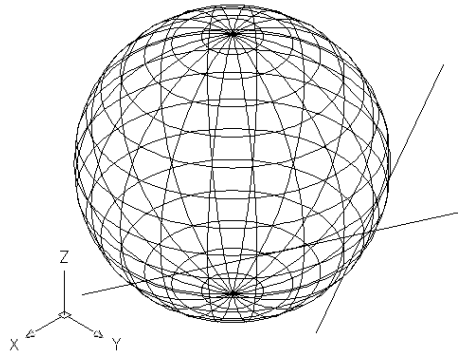


Рис. 5.18

5.7. Команда TORUS

Команда TORUS (Top) призначена для створення твердотілого тора, паралельного площині XY , з віссю, паралельною осі Z поточної системи координат користувача.

Команда TORUS (Top) викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► TORUS (Рисование ► Моделирование ► Top) або клацанням по піктограмі TORUS на панелі інструментів MODELING, або з групи меню HOME робочого простору 3D MODELING (рис. 5.19).

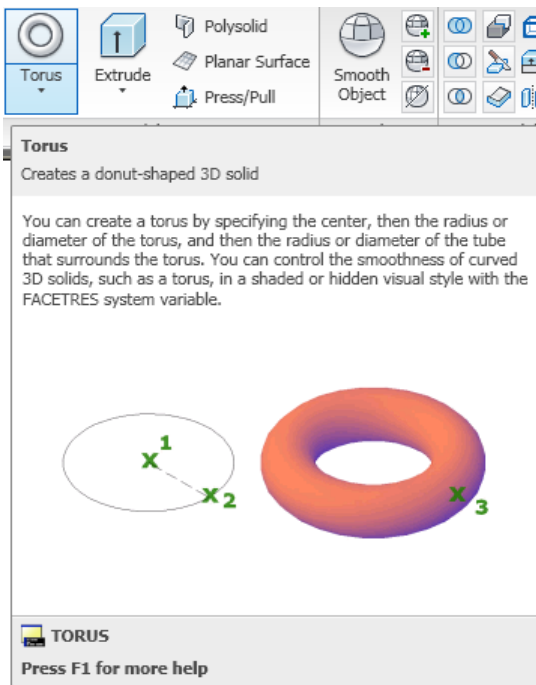


Рис. 5.19

Запити команди TORUS:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: вкажіть центр тора;

Specify radius or [Diameter]: вкажіть радіус тора;

Specify tube radius or [2Point/Diameter]: вкажіть радіус порожнини.

Примітка. Під радіусом тора розуміють радіус осьової лінії тора, а під радіусом порожнини – радіус кола-меридіана.

Ключі команди TORUS:

- 3P – задання кола тора за трьома точками. Ці три точки також визначають площину кола тора. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 3P – перехід до режиму задання трьох точок;

Specify first point: вкажіть першу точку кола;

Specify second point: вкажіть другу точку кола;

Specify third point: вкажіть третю точку кола;

Specify tube radius or [2Point/Diameter]: вкажіть радіус порожнини.

- 2P – задання кола тора двома точками. Площина кола тора визначається координатою z першої точки. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 2P – перехід до режиму задання двох точок;

Specify first end point of diameter: вкажіть першу кінцеву точку діаметра;

Specify second end point of diameter: вкажіть другу кінцеву точку діаметра;

Specify tube radius or [2Point/Diameter]: вкажіть радіус порожнини.

- Ttr – побудова тора за заданим радіусом, дотичним до двох об'єктів. Вказані точки дотику проєкціюються на поточну систему координат користувача. При цьому видаються наступні запити:

Specify center point or [3P/2P/Ttr]: T – перехід до режиму задання дотичних і радіуса;

Specify point on object for first tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає першу дотичну;

Specify point on object for second tangent: вкажіть точку на об'єкті, що задає другу дотичну;

Specify radius of circle: вкажіть радіус кола;

Specify tube radius or [2Point/Diameter]: вкажіть радіус порожнини.

Радіус тора може мати від'ємне значення, але радіус кола-меридіана повинен бути додатним і перевищувати абсолютну величину радіуса тора (наприклад, якщо радіус тора дорівнює $-25,0$, то радіус кола-меридіана тора повинен бути більше $+25,0$). Цієї умови необхідно дотримувати.

5.8. Команда *PIRAMID*

тися, щоб не отримати в результаті порожнє тіло (тіло без об'єму). При цьому сформований об'єкт має форму м'яча для регбі.

Допускається побудова закритих торів – таких, у яких коло-меридіан перетинає вісь тора.

Приклади формування тора

Звертаємося до команди **TORUS**, викликавши її з падаючого меню **DRAW ► MODELING ► TORUS** або клацнувши по піктограмі **TORUS** на панелі інструментів **MODELING**. Відповідаємо на запити:

```
_torus  
Specify center point or [3P/2P/Ttr]: 50,100  
Specify radius or [Diameter]: 50  
Specify tube radius or [2Point/Diameter]: 20  
Побудований за цими даними тор показаний на рис. 5.20.
```

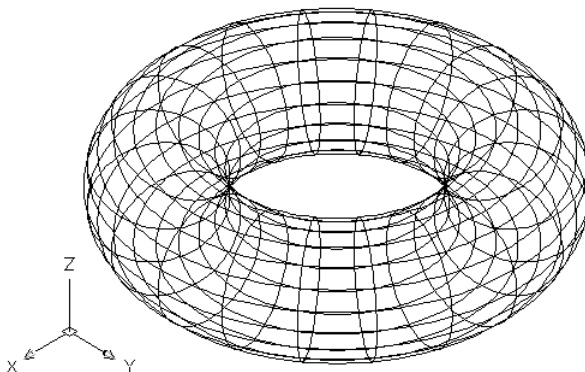


Рис. 5.20

5.8. Команда **PIRAMID**

Команда **PIRAMID** (Піраміда) формує твердотільну піраміду з основою у вигляді правильного багатокутника, описаного навколо кола заданого радіуса або вписаного у таке коло. Кількість сторін основи змінюється в діапазоні від 3 до 32. Плоскі грані піраміди збігаються в точці, розташованій на перпендикулярі до основи. Піраміда може бути зрізаною або незрізаною. У будь-якому разі вона будується відносно поточної площини побудови і тому орієнтується на площині *XY* поточною ПСК.

Команда PYRAMID (Піраміда) викликається з падаючого меню DRAW ► MODELING ► PYRAMID (Рисование ► Моделирование ► Піраміда) або клацанням по піктограмі PYRAMID на панелі інструментів MODELING, або з групи меню HOME робочого простору 3D MODELING (рис. 5.21).

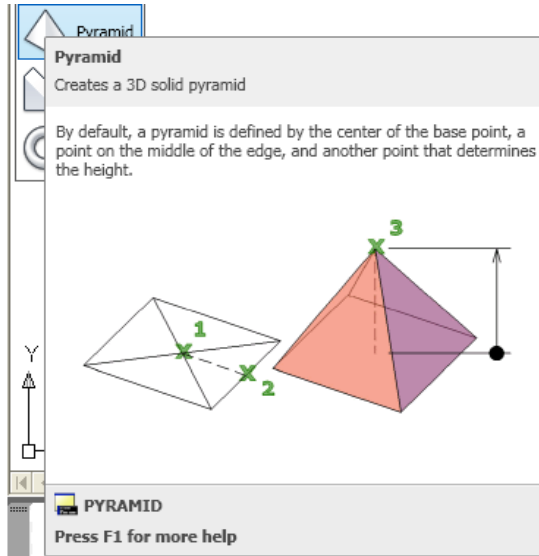


Рис. 5.21

Запити команди PYRAMID:

4 sides Circumscribed: поточні значення кількості сторін і режиму "описаний/вписаний";

Specify center point of base or [Edge/Sides]: вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Inscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту або один з ключів.

Ключі команди PYRAMID:

- Edge (Кромка) – вказується довжина однієї кромки основи піраміди. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: E – перейти до режиму вказання кромки;

5.8. Команда *PIRAMID*

Specify first endpoint of edge: вкажіть першу кінцеву точку сторони;

Specify second endpoint of edge: вкажіть другу кінцеву точку сторони;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту або один з ключів.

- Sides (Сторони) – вказується кількість сторін для піраміди. Можливо вводити значення від 3 до 32. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: S – перейти до режиму вказання кількості сторін;

Enter number of sides: вкажіть кількість сторін;

Specify center point of base or [Edge/Sides]: вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Inscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту або один з ключів.

- Inscribed (Вписанный) – вказується, що основа піраміди вписується в межах (будується усередині) радіуса основи піраміди. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Inscribed]: I – перейти до режиму побудови основи, вписаної в коло;

Specify base radius or [Circumscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту або один з ключів.

- Circumscribed (Описанный) – вказується, що основа піраміди описується навколо (будується по периметру) радіуса основи піраміди. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Circumscribed]: C – перейти до режиму побудови основи, описаної навколо кола;

Specify base radius or [Inscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту або один з ключів.

• 2Point – вказується, що висота піраміди дорівнює відстані між двома вказаними точками. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]:
вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Inscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: 2P – перейти до режиму вказання висоти піраміди за допомогою двох точок;

Specify first point: вкажіть першу точку;

Specify second point: вкажіть другу точку.

• Axis endpoint (Конечная точка оси) – вказується місце розташування кінцевої точки для осі піраміди. Ця точка є вершиною піраміди. Можливе розташування кінцевої точки в будь-якому місці 3D-простору. Кінцева точка осі визначає довжину піраміди та її положення у просторі. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]:
вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Inscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: A – перейти до режиму вказання кінцевої точки осі піраміди;

Specify axis endpoint: вкажіть кінцеву точку осі.

• Top radius (Радіус верхнього основания) – вказується верхній радіус при створенні зрізаної піраміди. При цьому видаються запити:

Specify center point of base or [Edge/Sides]:
вкажіть центральну точку основи або один з ключів;

Specify base radius or [Inscribed]: вкажіть радіус основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: T – перейти до режиму вказання верхнього радіуса піраміди;

Specify top radius: вкажіть радіус верхньої основи;

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: вкажіть висоту.

Приклад формування відсіченої піраміди

Звертаємося до команди PIRAMID, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► PIRAMID або клацанням на піктограмі PIRAMID на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

5.8. Команда *PIRAMID*

```
_piramid  
Specify center point of base or [Edge/Sides]: S  
Enter number of sides <4>: 5  
Specify center point of base or [Edge/Sides]:  
50,100  
Specify base radius or [Inscribed]: 50  
Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top  
radius]:T  
Specify top radius: 25  
Specify height or [2Point/  
Axis endpoint/Top radius]:60
```

Побудована за цими даними піраміда показана на рис. 5.22.

Слід зазначити, що застосовуючи редагування за допомогою маркерів виділення, можна легко незрізану піраміду перетворити у зрізану.

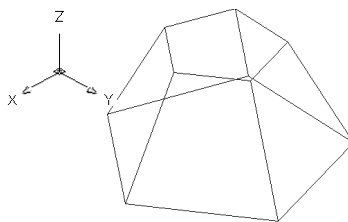


Рис. 5.22

Запитання для самоперевірки

1. Що в AutoCAD розуміють під тілом?
2. Назвіть примітиви, які застосовуються в твердотільному моделюванні.
3. Для побудови яких об'єктів застосовується команда POLYSOLID (Политело)?
4. З якою метою перед побудовою криволінійних примітивів доцільно звертатися до команди ISOLINES?
5. Чим побудова еліптичного циліндра відрізняється від побудови колового циліндра?
6. До якого результату при побудові конуса призводить заміна додатного значення його висоти на від'ємне?
7. Як мають розташовуватися дві прямі, дотично до яких будується куля?
8. Коли при побудові тора отримується тіло без об'єму?
9. В якій точці збігаються плоскі грані піраміди?

6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ДВОВИМІРНИХ

6.1. Видавлене тіло

Крім команд, що створюють твердотільні примітиви, в AutoCAD підтримуються інструменти й методи, які дозволяють створювати прості твердотільні об'єкти з двовимірних.

Для отримання об'ємних тіл шляхом видавлювання (екструзії) різних двовимірних об'єктів (профілів) на задану висоту або вздовж заданого шляху застосовується команда **EXTRUDE** (Выдавить). Об'єкти, що підлягають видавлюванню, можуть бути замкненої або незамкненої форми. Ними можуть бути полілінії, які містять не менше трьох і не більше 500 вершин, багатокутники, кола, еліпси, дуги, кільця, області, сплайни, лінії, плоскі тривимірні поверхні, плоскі грані тіл. Якщо вихідним об'єктом є замкнений профіль, то підсумком видавлювання буде тіло. Якщо ж для видавлювання використовується незамкнений профіль, то результатом буде поверхневий об'єкт. Не можна видавлювати об'єкти, що входять у блоки, а також полілінії із самоперетинними сегментами.

Команда **EXTRUDE** (Выдавить) викликається з падаючого меню **DRAW ► MODELING ► EXTRUDE** (Рисование ► Моделирование ► Выдавить) або клацанням по піктограмі **EXTRUDE** на панелі інструментів **MODELING**, або з групи меню **HOME** робочого простору **3D MODELING** (рис. 6.1).

Запити команди **EXTRUDE**:

Current wire frame density: ISOLINES=4 – поточна щільність каркаса;

Select objects to extrude: – виберіть об'єкти.

Слід послідовно вказати об'єкти, які застосовуються для видавлювання. За один прийом можна виконати видавлювання декількох об'єктів, як замкнутих, так і незамкнутих. Головне, щоб при цьому використовувалися однакові параметри. Таким чином, за одну операцію можна отримати одночасно й тіла, й поверхні. Виділення об'єктів завершується натисканням клавіші **Enter**.

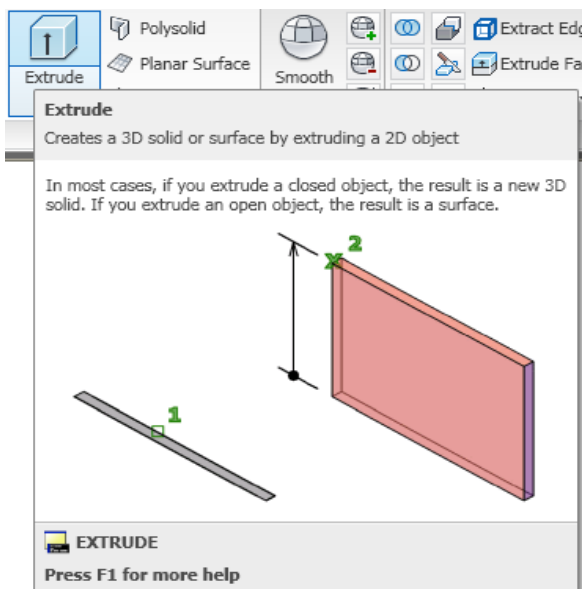


Рис. 6.1

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: – укажіть висоту видавлювання.

Ключі команди **EXTRUDE**:

- **Direction** (Направление) – визначає довжину й напрямок видавлювання. При цьому видаються наступні запити:

Select objects to extrude: – виберіть об'єкти;

Select objects to extrude: – натисніть клавішу **Enter** для завершення вибору об'єктів;

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: **D** – перейдіть у режим указання напрямку видавлювання;

6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ...

Specify start point of direction: – укажіть початкову точку напрямку;

Specify end point of direction: – укажіть кінцеву точку напрямку;

• Path (Траектория) – дозволяє вказати висоту й напрямок видавлювання за заданою траєкторією. При цьому видаються наступні запити:

Select objects to extrude: – виберіть об'єкти;

Select objects to extrude: – натисніть клавішу Enter для завершення вибору об'єктів;

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: P – перейдіть у режим указання висоти та заданої траєкторії;

Select extrusion path or [Taper angle]: – виберіть траєкторію видавлювання;

• Taper angle (Угол сужения) – дозволяє задати кут звуження конуса для видавлювання. При цьому видаються наступні запити:

Select objects to extrude: – виберіть об'єкти;

Select objects to extrude: – натисніть клавішу Enter для завершення вибору об'єктів;

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: T – перейдіть у режим указання кута звуження;

Specify angle of taper for extrusion: – укажіть кут звуження для видавлювання;

Value must be nonzero. – значення повинне бути ненульовим;

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: – укажіть висоту видавлювання.

Допустимі значення кута звуження лежать у межах $-90...+90^\circ$. При додатних значеннях кута об'єкт звужується, а при від'ємних – розширюється.

Команда EXTRUDE особливо зручна при створенні об'єктів, що мають спряження, фаски й інші аналогічні елементи, які важко відтворити не використовуючи видавлювання перерізів. При створенні об'єктів з похилими сторонами, наприклад ливарних форм, доцільно застосовувати так зване конусне видавлювання. Не рекомендується задавати великі кути нахилу сторін, оскільки твірні конуса можуть зійтися в одну точку раніше, ніж буде досягнута необхідна глибина видавлювання.

Глибину видавлювання можна визначати ненульовим значенням або указанням двох точок. При введенні додатного значення відбувається

видавлювання об'єктів уздовж додатного напрямку осі Z об'єктної системи координат, при введенні від'ємного значення – вздовж від'ємного напрямку осі Z .

Траєкторіями для видавлювання можуть бути наступні об'єкти: відрізки, кола, дуги, еліпси, дво- й тривимірні, сплайни, грані тіл і поверхонь, спіралі. Але на всіх цих об'єктах не має бути ділянок з різкою зміною кривини. Траєкторію вказують вибором відповідного об'єкта.

При видавлюванні вздовж траєкторії початковий сегмент траєкторії повинен стикатися суворо по нормалі з площиною видавлюваного об'єкта. У протилежному разі команда **EXTRUDE** не зможе виконати видавлювання, навіть якщо відключення від нормалі візуально нерозрізнене.

Примітка. При створенні тривимірного твердотілого об'єкта з двовимірного AutoCAD за умовчанням видаляє початковий об'єкт. Системна змінна **DELOBJ** керує тим, чи буде вихідний об'єкт збережений або замінений отриманим твердотілим об'єктом. Для збереження початкового об'єкта треба змінити значення системної змінної **DELOBJ**.

Але навіть якщо користувач прийме рішення не залишати початковий об'єкт (профіль), краще створити його копію або перемістити на вільне місце креслення на той випадок, якщо він буде потрібним для створення ще одного твердотілого об'єкта.

Приклад формування видавленого тіла. Побудувати твердотілий примітив шляхом видавлювання. Контур для видавлювання, заготовлений заздалегідь, показано на рис. 6.2.

Звертаємося до команди **EXTRUDE**, викликавши її з падаючого меню **DRAW ► MODELING ► EXTRUDE** або клацнувши по піктограмі **EXTRUDE** на панелі інструментів **MODELING**. Відповідаємо на запити:

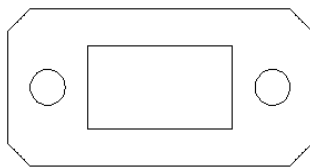


Рис. 6.2

_extrude

Current wire frame density:

ISOLINES=8 – поточна щільність каркаса;

Select objects to extrude: all – вибираємо всі об'єкти;

Select objects to extrude: Enter

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: 150.

Побудований за цими даними твердотілий примітив показано на рис. 6.3.

6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ...

На рис. 6.4 зображений профіль лопатки осьової газової турбіни, який використовувався як контур видавлювання. У результаті звертання до команди **EXTRUDE** отримана просторова твердотільна модель незакрученої по висоті робочої частини лопатки, яка наведена на рис. 6.5.

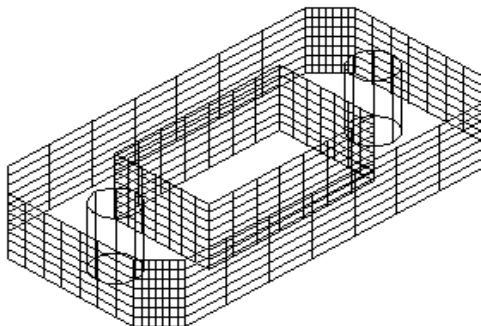


Рис. 6.3

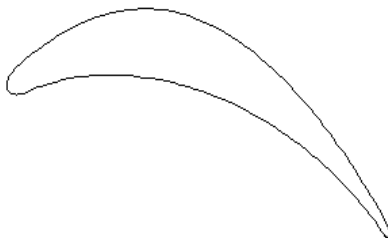


Рис. 6.4

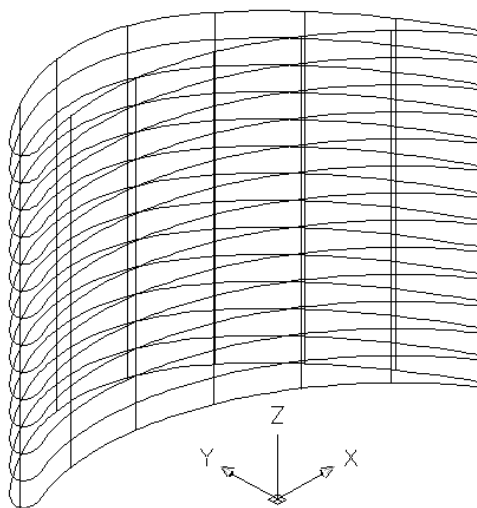


Рис. 6.5

Розглянемо ще один приклад – побудуємо ділянку твердотільної труби за допомогою команди **EXTRUDE**. У цьому випадку видавлювання області прийдеться виконувати за спеціальною траєкторією.

1. Установлюємо на порожньому екрані як вид південно-західну ізометрію (View ► 3D Views ► SW Isometric).

2. Будуємо два кола із центрами у початку координат з радіусами 100 і 75. За допомогою команди **REGION** (Область), що викликається з меню **Draw** (Draw ► Region), перетворюємо ці кола в області (рис. 6.6,*а*).

3. Від більшої області віднімаємо меншу й отримуємо область у вигляді кільця.

4. За допомогою кнопки  панелі інструментів **UCS** (ПСК) повертаємо площину **XY** на 90° (до вертикального положення, див. рис. 6.6,*б*).

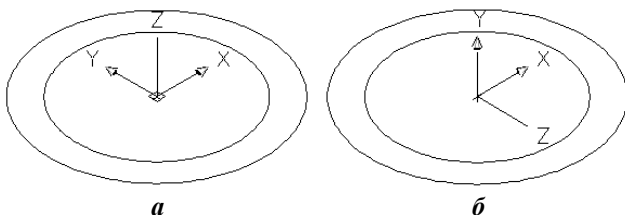


Рис. 6.6

5. У новій системі координат будуємо двовимірну полілінію з трьох сегментів (усі координати абсолютні):

- звертаємося до команди **POLYLINE**;
- будуємо перший прямолінійний сегмент з вершинами в точках з координатами (0, 0) і (0, 500);
- для побудови другого дугового сегмента звертаємося до опції **ARC** команди **POLYLINE**. Дуга кола має дотикатися до першого сегмента й закінчуватися в точці з координатами (100, 600);
- третій прямолінійний сегмент дотикається другого дугового й закінчується в точці з координатами (1000, 600).

Усі точки побудованої полілінії у новій системі координат мають нульове значення координати *z*.

6. Викликаємо команду **EXTRUDE** (Выдавить). На запит про вибір об'єктів для видавлювання вказуємо область у формі кільця.

7. Звертаємося до опції **PATH** (Траектория) і вказуємо полілінію як траєкторію видавлювання. Отримуємо зображення, показане на рис. 6.7,*а*. Відзначимо, що попередньо за допомогою команди **ISOLINES** кількість ліній, що візуалізує об'єкт, було збільшено до 20.

8. Для кращого зорового сприйняття отримане об'ємне зображення за допомогою пункту меню **View ► Visual Styles ► Conceptual** (Вид ► Стили визуализации ► Концептуальный) перетворюємо до вигляду, показаного на рис. 6.7,б.

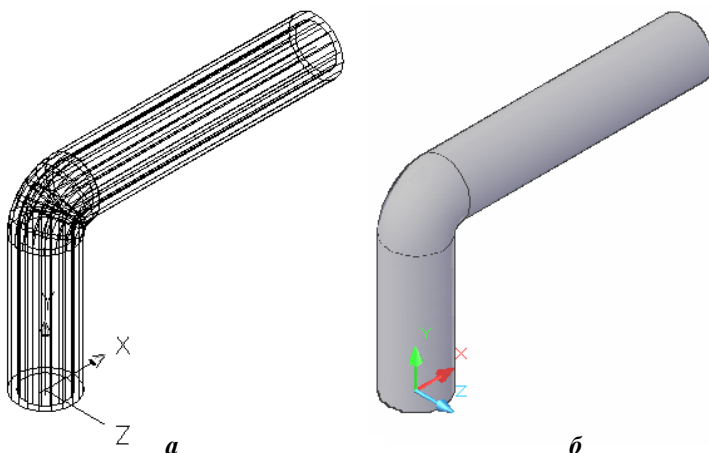


Рис. 6.7

9. Для того щоб переконатися, що отримане об'ємне тіло є порожнім, змінюємо напрямок погляду. Але перед цим за допомогою пункту меню **View ► Visual Styles ► Realistic** (Вид ► Стили визуализации ► Реалистичный) переформуємо наявне об'ємне зображення, для того щоб отримати можливість змінити кольори його зовнішньої та внутрішньої поверхонь.



Рис. 6.8

Для зміни напрямку погляду вибираємо пункт меню **View ► Orbit ► Free Orbit** (Вид ► Орбита ► Свободная орбита). Установлюємо курсор усередину зеленого орбітального кільця, що з'явилося, натискаємо ліву кнопку мишки і, не відпускаючи її, рухаємо мишку так, щоб отримати зображення, подібне до того, яке показано на рис. 6.8.

6.2. Тіло обертання

Команда **REVOLVE** (Врацать) формує твердотільні об'єкти шляхом *обертання* існуючих двовимірних об'єктів або областей на заданий кут навколо довільної осі. Як остання можуть використовуватися осі *X* або *Y* поточної ПСК, наявний об'єкт або лінія, яка проходить між двома заданими точками. При створенні об'єкта обертанням AutoCAD спочатку пропонує вибрати об'єкт, що підлягає обертанню, а потім – вісь обертання.

Команда **REVOLVE** викликається з падаючого меню **Draw ► Modeling ► Revolve** (Рисование ► Моделирование ► Врацать) або клацанням по піктограмі **Revolve** на панелі інструментів **Modeling**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling** (рис. 6.9).

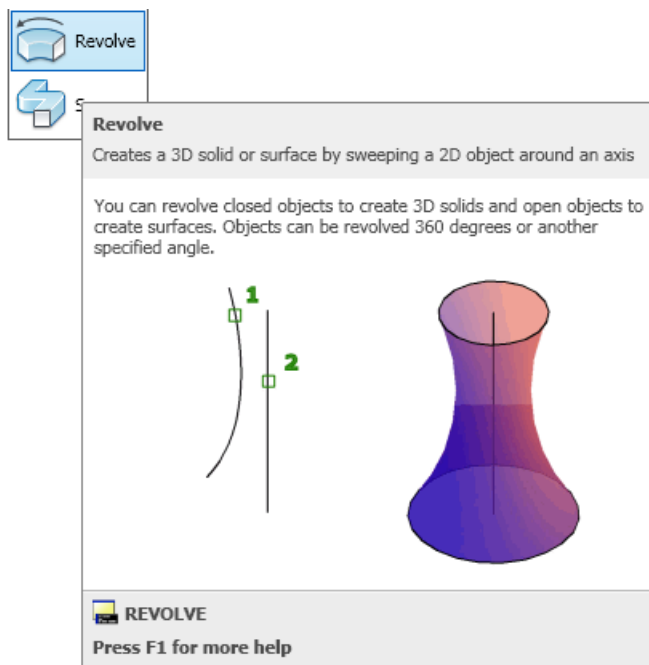


Рис. 6.9

Запити команди **REVOLVE**:

Current wire frame density: ISOLINES=4 – поточна щільність каркаса;

6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ...

Select objects to revolve: – вибрати об'єкти для обертання;
Select objects to revolve: – натиснути клавішу ENTER
для завершення вибору об'єктів для обертання;

Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>: – указати початкову точку осі обертання;

Specify axis endpoint: – указати кінцеву точку осі обертання;

Specify angle of revolution or [Start angle] <360>: – указати кут обертання.

Ключі команди REVOLVE:

- **Object** – вимагає указання об'єкта, який використовується як вісь. Кінець цього відрізка (сегмента), найближчий до вказаної точки, стає початком осі. Її додатний напрям визначається за правилом правої руки. При цьому видається запит

Select an object: – указати об'єкт як вісь обертання:

- **X** – використовує як вісь обертання додатну вісь *X* поточної ПСК;
- **Y** – використовує як вісь обертання додатну вісь *Y* поточної ПСК;
- **Z** – використовує як вісь обертання додатну вісь *Z* поточної ПСК.

Можна застосовувати для обертання такі об'єкти: відрізки, дуги, еліптичні дуги, двовимірні полілінії та сплайни, кола, еліпси, плоскі тривимірні грані, двовимірні фігури, смуги, області, плоскі грані на тілах або поверхнях. Неможливо застосувати обертання до об'єктів, які входять у блоки, а також до самоперетинних об'єктів.

Об'єкт можна обертати навколо відрізка, лінійних сегментів полілінії, двох заданих точок, лінійних кромок тіл або поверхонь. Кут обертання об'єкта задається в градусах.

Як і **EXTRUDE**, команду **REVOLVE** зручно застосовувати до об'єктів, що мають спряження та інші аналогічні елементи, які важко відтворити не використовуючи обертання перерізів.

Приклад формування тіла обертання. Побудувати твердотільний примітив шляхом обертання полілінії навколо вертикальної осі, заданої прямою лінією. Полілінія, побудована заздалегідь, показана на рис. 6.10.

Запускаємо команду **REVOLVE**, викликавши її з падаючого меню **Draw ► Modeling ► Revolve** або клацнувши по піктограмі **Revolve** на панелі інструментів **Modeling**. Відповідаємо на запити:

_revolve

Current wire frame density: ISOLINES=10 – поточна щільність каркаса;

Select objects to revolve: – вибираємо полілінію;

Select objects to revolve: – натискаємо клавішу Enter для завершення вибору об'єктів;

Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>: ○ – переходимо до режиму указання осі обертання об'єкта;

Select an object: – указуємо осьову лінію;

Specify angle of revolution or [Start angle] <360>: – натискаємо клавішу ENTER, підтверджуючи обертання на повне коло.

Побудований за цими даними твердотільний об'єкт показано на рис. 6.11.

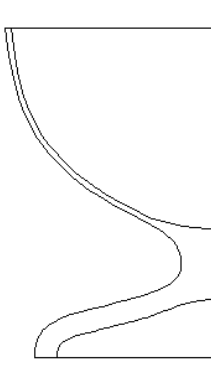


Рис. 6.10

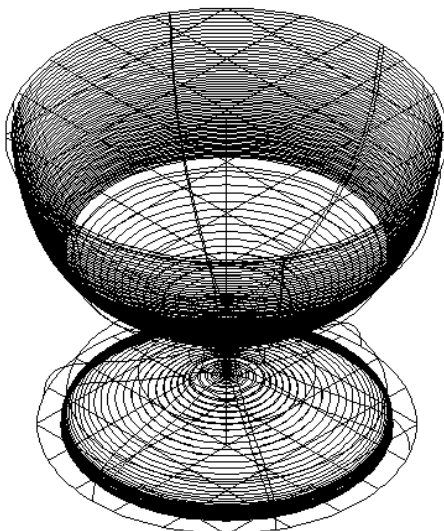


Рис. 6.11

6.3. Тіло зміщення

Команда **SWEEP** (Сдвиг) формує новий твердотільний об'єкт шляхом *зміщення* розімкнутої або замкнутої плоскої кривої (контуру) вздовж розімкненої чи замкнутої дво- або тривимірної траєкторії. Команда **SWEEP**

6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ...

є вдосконаленим варіантом команди **EXTRUDE**, оскільки краще працює при видавлюванні плоских об'єктів уздовж складних траєкторій. Ця команда не вимагає розташування площини зміщуваного об'єкта суворо по нормалі до траєкторії. Більше того, розташування зміщуваного об'єкта може бути взагалі довільним, оскільки команда **SWEEP** за умовчанням розташовує обраний об'єкт по нормалі до траєкторії. Якщо є необхідність, користувач може відключити цей режим, щоб зберегти початкове розташування зміщуваного об'єкта.

Команда **SWEEP** викликається з падаючого меню **Draw ► Modeling ► Sweep** (Рисование ► Моделирование ► Сдвиг) або клацанням по піктограмі **Sweep** на панелі інструментів **Modeling**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling** (рис. 6.12).

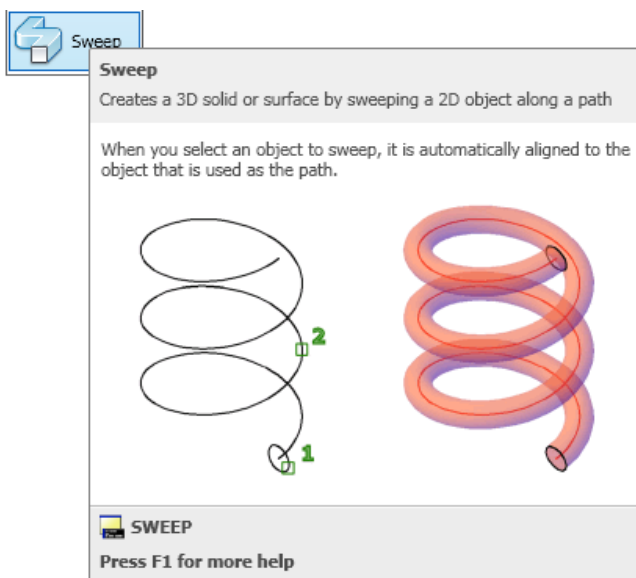


Рис. 6.12

Запити команди **SWEEP**:

Current wire frame density: ISOLINES=4 – поточна щільність каркаса;

Select objects to sweep: – вибрати об'єкти для зміщення;

Select objects to sweep: – натиснути клавішу **ENTER** для завершення вибору об'єктів для зміщення;

Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: – вибрати траєкторію зміщення або один із ключів.

Ключі команди SWEEP:

- **Alignment** (Выравнивание) – задає, чи потрібно вирівнювати двовимірний видавлюваний об'єкт перпендикулярно до траєкторії в початковій точці або ні. При цьому видаються запити:

Current wire frame density: ISOLINES=4 – поточна щільність каркаса;

Select objects to sweep: – вибрати об'єкти для зміщення;

Select objects to sweep: – натиснути клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів для зміщення;

Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: A – перейти до режиму вирівнювання;

Align sweep object perpendicular to path before sweep [Yes/ No] <Yes>: – чи встановити перед зміщенням об'єкт зміщення перпендикулярно до траєкторії;

Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: – вибрати траєкторію зміщення;

- **Base point** (Базовая точка) – указання базової точки для об'єктів, що підлягають зміщенню. Якщо зазначена точка не лежить у площині обраних об'єктів, вона проєкціюється на цю площину;

- **Scale** (Масштаб) – указання масштабного коефіцієнта для операції зміщення. Об'єкти, що зміщують з початкової точки траєкторії в кінцеву, масштабуються як єдиний об'єкт;

- **Twist** (Закручивание) – указання кута закручування для об'єктів, що підлягають зміщенню. Кут закручування визначає обертання вздовж усієї довжини траєкторії зміщення. При цьому видаються запити:

Current wire frame density: ISOLINES=4 – поточна щільність каркаса;

Select objects to sweep: – вибрати об'єкти для зміщення;

Select objects to sweep: – натиснути клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів для зміщення;

Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: T – перейти до режиму закручування;

Enter twist angle or allow banking for a non-planar sweep path [Bank]: – увести кут закручування або дозволити перекіс неплоскої траєкторії зміщення;

Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: – вибрати траєкторію зміщення.

Операція зміщення відрізняється від операції видавлювання тим, що при виконанні зміщення контур переміщується й установлюється перпендикулярно до траєкторії, потім він зміщується вздовж траєкторії.

При зміщенні вздовж замкненої кривої виходить тіло, а при зміщенні вздовж розімкненої – поверхня.

Для побудови тіла зміщення можна використати наступні об'єкти: відрізок, дугу, еліптичну дугу, двовимірну полілінію, двовимірний сплайн, коло, еліпс, плоску тривимірну грань, двовимірне тіло, смугу, область, плоску поверхню, плоскі грані тіла.

Як траєкторія застосовуються наступні об'єкти: відрізок, дуга, еліптична дуга, двовимірна полілінія, двовимірний сплайн, коло, еліпс, тривимірний сплайн, тривимірна полілінія, спіраль, кромки тіла або поверхні.

Приклад формування об'єкта зміщенням контуру вздовж траєкторії у вигляді відрізка прямої лінії. Як контур, що переміщується вздовж відрізка прямої лінії, візьмемо профіль лопатки осьової газової турбіни, показаний на рис. 6.4. Переміщуваний контур і траєкторія зміщення показані на рис. 6.13.

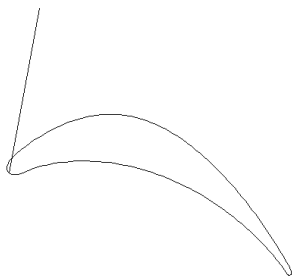


Рис. 6.13

Звертаємося до команди **SWEEP**, викликавши її з падаючого меню **DRAW ► MODELING ► SWEEP** або клацнувши по піктограмі **SWEEP** на панелі інструментів **MODELING**. Відповідаємо на запити:

`_sweep`

`Current wire frame density:`
`ISOLINES=16` – поточна щільність каркаса;

`Select objects to sweep:` – вибираємо полілінію;

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: S`

`Enter scale factor or [Reference]<1.0000>: 0.6`

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]: T`

`Enter twist angle or allow banking for a non-planar sweep path [Bank]<0.0000>: 15`

`Select sweep path or [Alignment/Base point/Scale/Twist]:` – вибираємо траєкторію зміщення.

Фронтальний вигляд об'єкта, отриманого із застосуванням команди зміщення, показано на рис. 6.14. На рис. 6.15 наведена аксонометрична проекція цього ж об'єкта.

Примітка. Положення об'єкта в тому вигляді, в якому воно зображено на рис. 6.15, отримано із застосуванням команди **Constrained Orbit**, мова про яку буде йти нижче.

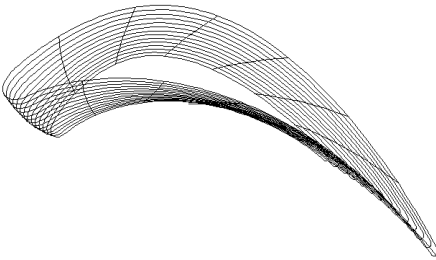


Рис. 6.14

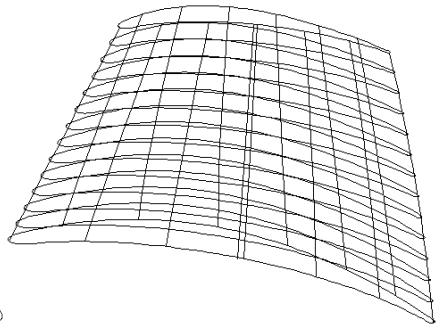


Рис. 6.15

Приклад формування тіла зміщенням з масштабуванням і закручуванням

1. Установлюємо на порожньому екрані як вид південно-західну ізометрію (View ► 3D Views ► SW Isometric).

2. Будуємо два прямокутники із центрами у початку координат і сторонами 100×40 і 90×30. За допомогою команди **REGION** (Область), що викликається з меню Draw (Draw ► Region), перетворюємо ці прямокутники в області, віднімаємо менший від більшого, отримуємо область у вигляді прямокутної рамки.

3. За допомогою кнопки  панелі інструментів UCS (ПСК) повертаємо площину XY на 90° (до вертикального положення).

4. У новій системі координат будуємо двовимірну полілінію у вигляді відрізка довжиною 150, проведеного з початку координат.

5. Викликаємо команду **SWEEP** (Сдвиг). На запит про вибір об'єктів для побудови тіла зміщенням указуємо область у формі прямокутної рамки:

- звертаємося до опції **BASE POINT** (Базовая точка) і вказуємо як базову точку початок координат;

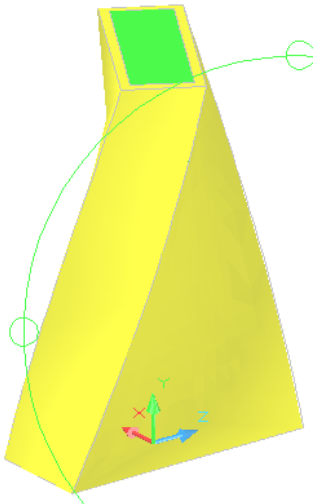


Рис. 6.16

- звертаємося до опції **SCALE** (Масштаб) і задаємо його таким, що дорівнює 0,8;
- звертаємося до опції **TWIST** (Закручивание) і задаємо кут закручування 60°;
- указуємо траєкторію переміщення.

6. Для кращого зорового сприйняття отримане об'ємне зображення перетворюємо за допомогою пункту меню **View ► Visual Styles ► Realistic** (Вид ► Стили визуализации ► Реалистичный) і змінюємо кольори зовнішньої та внутрішньої поверхонь.

7. Для зміни напрямку погляду вибираємо пункт меню **View ► Orbit ► Free Orbit** (Вид ► Орбита ► Свободная орбита). Отримуємо зображення, показане на рис. 6.16.

6.4. Тіло, створюване за допомогою перерізу

Команда **LOFT** – це вдосконалена команда **EXTRUDE**. Вона використовується для створення тривимірних твердотільних об'єктів шляхом лофтингу внутрішнього об'єму твердотільного об'єкта по наявних перерізах. Для застосування лофтингу потрібно вказати як мінімум два таких перерізи. Лофтинг може виконуватися як за найкоротшою відстанню між перерізами, так і за заданою траєкторією. Крім того, команда **LOFT** може використовувати напрямні – криві, які визначають форму твердотільного об'єкта, що створюється між перерізами. У найпростішому випадку для застосування лофтингу достатньо вибрати опорні перерізи.

Команда **LOFT** викликається з падаючого меню **Draw ► Modeling ► Loft** (Рисование ► Моделирование ► Лофтинг) або клацанням по піктограмі **Loft** на панелі інструментів **Modeling**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling** (рис. 6.17).

При побудові тіла або поверхні за допомогою команди **LOFT** треба вказати, як говорилося вище, мінімум два поперечні перерізи, що визначають форму результуючого об'єкта.

Запити команди **LOFT**:

Select cross-sections in lofting order: – виберіть поперечні перерізи у висхідному порядку;

Select cross-sections in lofting order: – натиснути клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів;

Enter an option [Guides/Path/Cross-sections only] <Cross-sections only>: – ввести один із ключів.

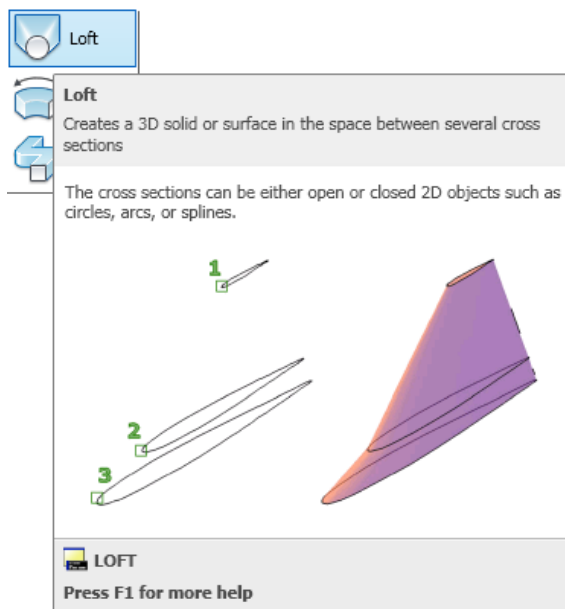


Рис. 6.17

Ключі команди **LOFT**:

◆ **Guides** (Направление) – задає напрямні криві, які керують формою створюваного об'єкта шляхом додавання інформації каркаса до об'єкта. Для отримання коректного результату кожна напрямна крива повинна перетинати кожен поперечний переріз, починатися на першому поперечному перерізі й завершуватися на останньому поперечному перерізі;

◆ **Path** (Путь) – задає одиночну траєкторію для створюваного по перерізах об'єкта, при цьому траєкторія має перетинати всі площини поперечних перерізів;

◆ **Cross-sections only** (Только поперечные сечения) – тільки поперечні перерізи.

Діалогове вікно **Loft Settings** дозволяє визначити налаштування перерізів.

♦ В області **Surface control at cross sections** налаштовують параметри керування поверхнею в поперечних перерізах:

• **Ruled** (Кусочно-линейчатая) – вказує, що тіло або поверхня є лінійчатими, тобто прямими між поперечними перерізами й такими, що мають гострі кромки на поперечних перерізах. Значення зберігається в системній змінній **LOFTNORMALS**;

• **Smooth Fit** (Гладкая) – вказує, що між поперечними перерізами розташоване гладке тіло (або поверхня), яке має гострі кромки на початковому і кінцевому поперечних перерізах. Значення зберігається в системній змінній **LOFTNORMALS**;

• **Normal to** (Нормальная к) – керує нормаллю до тіла або поверхні в місцях, в яких вона проходить через поперечні перерізи. Значення зберігається в системній змінній **LOFTNORMALS**:

– **Start cross section** (Начальному сечению) – вказує, що нормаль до поверхні є нормаллю до початкового поперечного перерізу;

– **End cross section** (Конечному сечению) – вказує, що нормаль до поверхні є нормаллю до кінцевого поперечного перерізу;

– **Start and End cross section** (Начальному и конечному сечениям) – вказує, що нормаль до поверхні є нормаллю як до початкового, так і до кінцевого поперечних перерізів;

– **All cross section** (Всем поперечным сечениям) – вказує, що нормаль до поверхні є нормаллю до всіх поперечних перерізів;

• **Draft angles** (Углы граничных условий) – керує кутом і величиною конусних обмежень першого й останнього поперечних перерізів тіла або поверхні, побудованих по перерізах. Конусні обмеження вказують початковий напрям поверхні. Нуль знаходиться зовні від площини кривої. Значення зберігається в системній змінній **LOFTNORMALS**:

– **Start angle** (Начальный угол) – вказує конусне обмеження для початкового поперечного перерізу. Значення зберігається в системній змінній **LOFTANG1**;

– **End angle** (Конечный угол) – вказує конусне обмеження для кінцевого поперечного перерізу. Значення зберігається в системній змінній **LOFTANG2**;

– **Start magnitude** (Начальный вес) – керує відносною відстанню поверхні від початкового поперечного перерізу в напрямі конусного обмеження до початку вигину поверхні до наступного поперечного перерізу. Значення зберігається в системній змінній **LOFTMAG1**;

– End magnitude (Конечный вес) – керує відносною відстанню поверхні від кінцевого поперечного перерізу в напрямку конусного обмеження до початку вигину поверхні до попереднього поперечного перерізу. Значення зберігається в системній змінній LOFTMAG2;

• Close surface or solid – замикає або розмикає поверхню чи тіло. При використанні цього налаштування поперечні перерізи повинні утворити тор, щоб отримана по перерізах поверхня або тіло утворили замкнену трубу. Значення зберігається в системній змінній LOFTPARAM;

♦ Preview changes – застосовує поточні настройки до поверхні, що отримується по поперечних перерізах, або тіла й відображає попередній вигляд змін в області креслення.

Як поперечний переріз можна використовувати відрізки, дуги, еліптичні дуги, двовимірні полілінії, двовимірні сплайни, кола, еліпси, точки (тільки для першого й останнього поперечних перерізів).

Як траєкторію перерізу можна застосовувати лінію, дугу, еліптичну дугу, сплайн, спіраль, коло, еліпс, двовимірні й тривимірні полілінії. Напрямним об'єктом можуть служити лінія, дуга, еліптична дуга, двовимірний або тривимірний сплайн, двовимірна чи тривимірна полілінія.

Системна змінна DELOBJ визначає, чи потрібне автоматичне видалення поперечних перерізів, напрямних і траєкторії після створення тіла або поверхні, а також чи буде поданий запит на видалення цих об'єктів.

Приклад формування об'єкта, заданого двома перерізами. Візьмемо за перерізи, які будуть використовуватися для формування об'єкта за допомогою команди LOFT, два профілі лопатки осьової газової турбіни, показані на рис. 6.18,а.

Звертаємося до команди LOFT, викликавши її з падаючого меню DRAW ► MODELING ► LOFT або клацнувши по піктограмі LOFT на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_loft

Select cross sections in lofting order: – вибираємо послідовно нижній і верхній профілі, натискаємо клавішу ENTER;

Enter an option [Guides/Path/Cross-sections only] <Cross-sections only>: Enter.

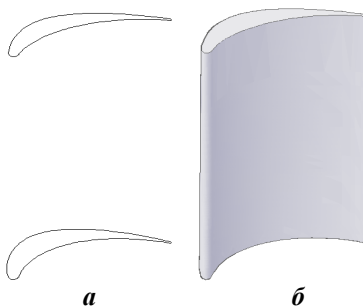


Рис. 6.18

Приклад отриманого тіла (робочої частини лопатки осьової турбіни) показано на рис. 6.18,б.

6.5. Витягнуте тіло

Команда **PRESSPULL** (Видавить грань) дозволяє стискати або розтягувати обмежені області. Команда викликається клацанням по піктограмі **Presspull** (**CTRL+ALT**) на панелі інструментів **Modeling**.

Команда **PRESSPULL** працює в інтерактивному режимі, що дозволяє наочно уявляти одержуваний результат.

Запит команди **PRESSPULL**:

Click inside bounded areas to press or pull. – клацнути кнопкою мишки в області контуру для витягування (рис. 6.19).

Допускається стискати або розтягувати обмежені області наступних типів:

- області, доступні для штрихування методом вибору точок;
- області, що замикають перетином компланарних лінійних об'єктів, включаючи кромки й геометричні об'єкти в блоках;
- замкнені полілінії, області, тривимірні грані та двовимірні тіла, що складаються з компланарних вершин;
- області, створювані геометрією, включаючи ребра на гранях, що будується компланарно будь-якій грані тривимірного тіла.

Системна змінна **IMPLIEDFACE** дозволяє вказувати, чи допускається виявлення обмеженої області та її стиск або витягування.

Приклад формування витягнутого тіла. За об'єкт для отримання витягнутого тіла за допомогою команди **PRESSPULL** візьмемо профіль несиметричного штабобульба № 5 за ГОСТ 21937–76, показаний на рис. 6.20,а.

Звертаємося до команди **LOFT**, викликавши її з падаючого меню **DRAW ► MODELING ► PRESSPULL** або клацнувши по піктограмі **PRESSPULL** на панелі інструментів **MODELING**. Відповідаємо на запит:

_presspull

Click inside bounded areas to press or pull.

Перемістивши курсор в область замкненого контуру й клацнувши лівою кнопкою мишки, можна або витягнути об'єкт, або стиснути його. Результат дії команди **PRESSPULL** показано на рис. 6.20,б.

6.5. Витягнуте тіло

За бажанням користувач може видалити з отриманого зображення невидимі лінії. Для цього потрібно в командному рядку ввести команду HIDE (рис. 6.21).

Примітка. Для досягнення більшої наочності при роботі команди PRESSPULL замкнутий контур, що витягується або стискається, доцільно перевести в аксонометричну площину.

Команду PRESSPULL можна повторно застосувати до об'єкта, отриманого при попередньому до неї зверненні.

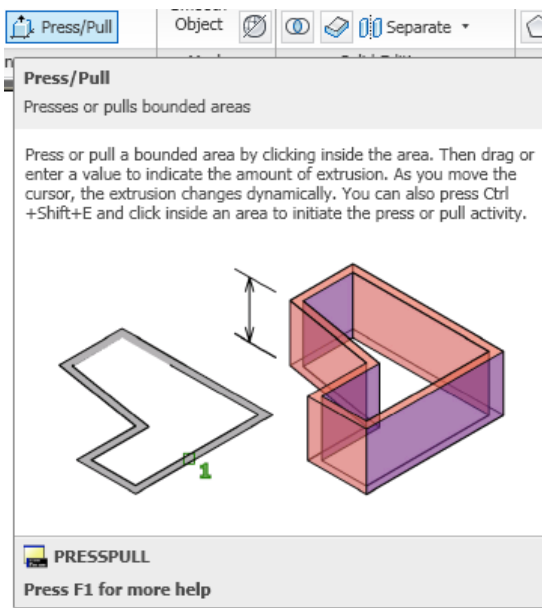
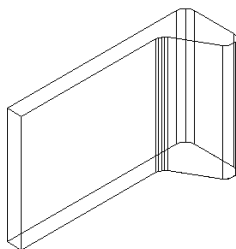


Рис. 6.19



а



б

Рис. 6.20

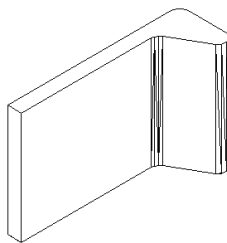


Рис. 6.21

6.6. Об'єднання об'єктів

Команди, призначені для формування складних об'єктів, викликаються з падаючого меню **Modify ► Solid Editing** (Моделирование ► Редактирование тел) або з плаваючої панелі інструментів **Solid Editing** (рис. 6.22), або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

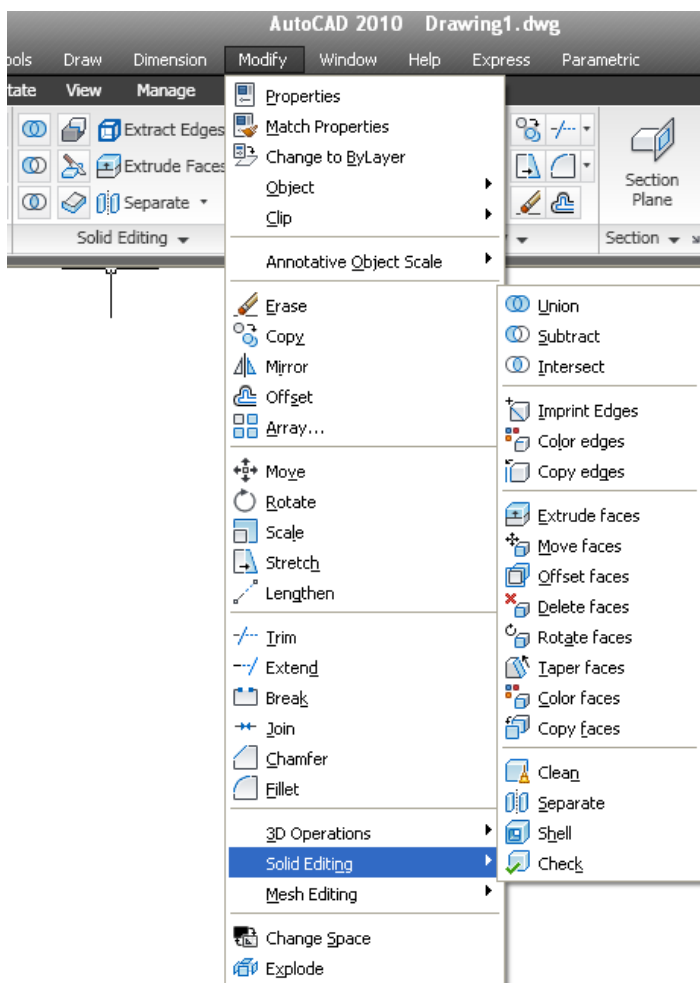


Рис. 6.22

Команда **UNION** (Объединение) (рис. 6.23) призначена для об'єднання кількох твердотільних об'єктів і створює складний об'єкт, що займає сумарний об'єм усіх його складових. Команда дозволяє створювати нові складені тіла або області з кількох існуючих тіл чи областей, у тому числі таких, що не мають загального об'єму або площі (тобто не перетинаються).

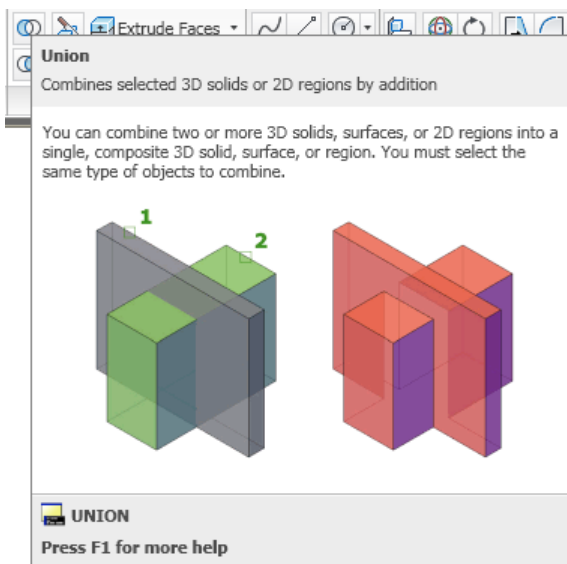


Рис. 6.23

Команда викликається з падаючого меню **Modify ► Solid Editing ► Union** (Моделирование ► Редактирование тел ► Объединение) або клацанням по піктограмі **Union** на панелі інструментів **Solid Editing**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

Запити команди **UNION**:

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу **ENTER** для завершення роботи команди.

Приклад формування тіла шляхом об'єднання об'єктів. Побудуємо фігуру, об'єднавши штабобульбовий і тавровий профілі, які широко застосовуються в суднових корпусних конструкціях (рис. 6.24).

6. ОТРИМАННЯ ПРОСТИХ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ...

Запускаємо команду **UNION**, викликавши її з падаючого меню **Modify ► Solid Editing ► Union** або клацнувши по піктограмі **Union** на панелі інструментів **Solid Editing**. Відповідаємо на запити:

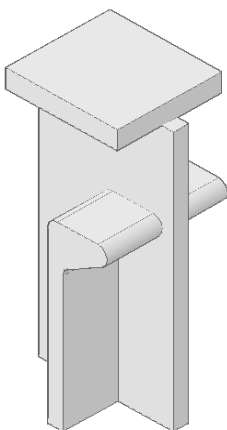


Рис. 6.24

_union

Select objects: – вибираємо штабобувальний профіль;

Select objects: – вибираємо тавровий профіль;

Select objects: – натискаємо клавішу **ENTER** для завершення роботи команди.

Для кращого наочного сприйняття отримане об'ємне зображення перетворено за допомогою пункту меню **View ► Visual Styles ► Realistic** (**Вид ► Стили визуализации ► Реалистичный**).

6.7. Віднімання об'єктів

Команда **SUBTRACT** (Вычитание) забезпечує *віднімання* одного об'єкта з іншого (рис. 6.25). Таким чином, команда дозволяє сформуванню нове складене тіло або область. Області створюються шляхом віднімання площі одного набору областей або двовимірних примітивів із площі іншого набору. Тіла створюються шляхом віднімання одного набору об'ємних тіл з іншого подібного набору. Команду можна викликати з падаючого меню **Modify ► Solid Editing ► Subtract** (Моделирование ► Редактирование тел ► Вычитание) або клацанням по піктограмі **Subtract** на панелі інструментів **Solid Editing**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

Запити команди **SUBTRACT**:

Select solids, surfaces, and regions to subtract from – вибрати тіла, поверхні й області, з яких буде виконуватися віднімання;

Select objects:

Select objects: – натиснути клавішу **ENTER** для завершення вибору об'єктів;

Select solids, surfaces, and regions to subtract – вибрати тіла, поверхні та області для віднімання;

Select objects:

Select objects: – натиснути клавішу ENTER для завершення роботи команди.

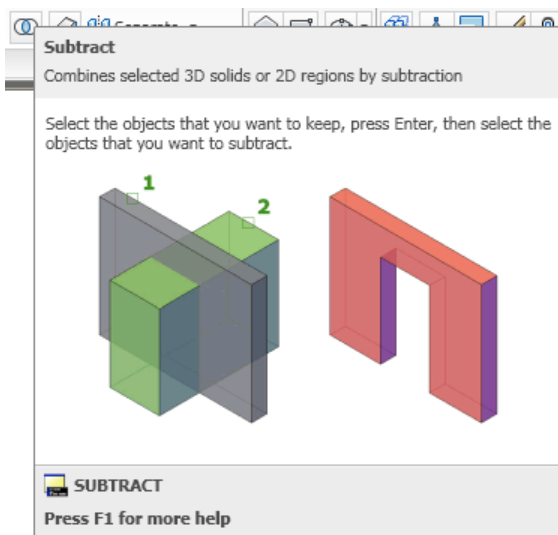


Рис. 6.25

Приклад формування тіла шляхом віднімання об'єктів. Побудуємо фігуру шляхом віднімання з вертикально розташованого циліндра іншого циліндра з горизонтальною віссю. Розглянемо послідовно всі маніпуляції, пов'язані з вирішенням поставленого завдання, починаючи з побудови циліндрів і завершуючи їхнім відніманням.

1. Установлюємо на порожньому екрані як вид південно-західну ізометрію (View ► 3D Views ► SW Isometric).

2. Будуємо вертикальний циліндр, звернувшись до однойменної команди

`_cylinder`

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 0,0;

Specify base radius or [Diameter]: 25;

Specify height or [2Point/Axis endpoint]: 100.

3. За допомогою кнопки  панелі інструментів UCS (ПСК) повертаємо площину XY на 90° (до вертикального положення).

4. У новій системі координат будемо циліндр, вісь якого розташовується горизонтально. Звертаємося до команди **Cylinder**:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 0, 50, -30;

Specify base radius or [Diameter]<25.0000>: 15;

Specify height or [2Point/Axis endpoint]: 60.

Примітка. Координати центра основи задані з використанням трьох координат, значення яких підібрані таким чином, щоб вісь циліндра пройшла через середину осі вертикального циліндра, а основа циліндра вийшла б за межі того ж циліндра.

5. Для кращого наочного сприйняття отримане об'ємне зображення перетворюємо за допомогою пункту меню **View ► Visual Styles ► Realistic** (Вид ► Стили визуализации ► Реалистичный) і змінюємо кольори зовнішньої та внутрішньої поверхонь. Отримаємо результат, показаний на рис. 6.26,а.

6. Запускаємо команду **SUBTRACT**, викликавши її з падаючого меню **Modify ► Solid Editing ► Subtract** або клацнувши по піктограмі **Subtract** на панелі інструментів **Solid Editing**. Відповідаємо на запити:

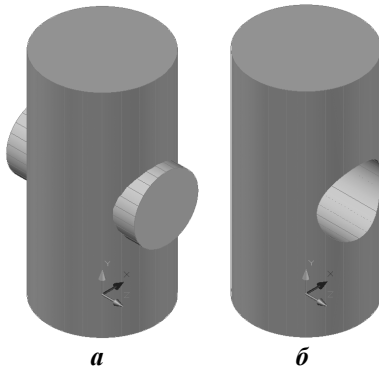


Рис. 6.26

subtract
Select solids, surfaces, and regions to subtract from
Select objects: – вибираємо вертикальний циліндр;
Select objects: – вибираємо горизонтальний циліндр;
Select objects: – натискаємо клавішу **Enter** для завершення вибору об'єктів.

По завершенні роботи команди буде отримано результат, показаний на рис. 6.26,б, на якому чітко видна просторова лінія перетину двох циліндрів.

6.8. Перетин об'єктів

Команда **INTERSECT** (Пересечение) дозволяє при перетині кількох існуючих об'єктів створювати нові складені тіла й області (рис. 6.27). Створене складне тіло займає об'єм, загальний для двох або більше

перетинних тіл, при цьому частини об'ємів, що не перетинаються, з рисунка видаляються.

Команда викликається з падаючого меню **Modify** ► **Solid Editing** ► **Intersect** (Моделирование ► Редактирование тел ► Пересечение) або клацанням по піктограмі **Intersect** на панелі інструментів **Solid Editing**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

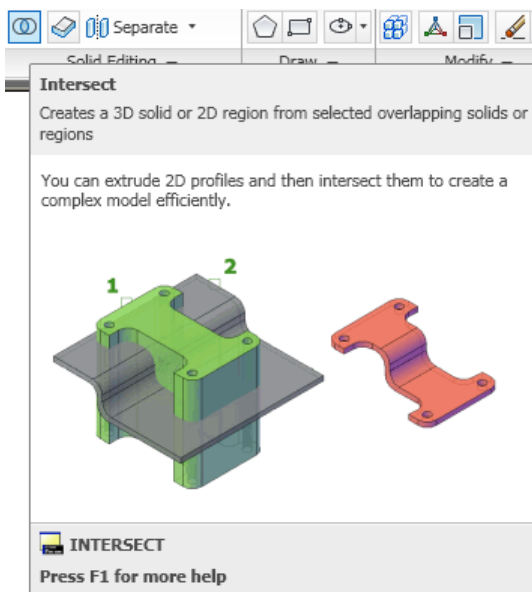


Рис. 6.27

Запити команди **INTERSECT**:

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу **Enter** для завершення роботи команди.

Приклад формування тіла шляхом перетину об'єктів. Побудуємо вертикальний і горизонтальний циліндри, для чого повторимо пункти 1–5 попереднього прикладу. Застосуємо до цих циліндрів замість команди **SUBTRACT** (Вычитание (див. п. 6) команду **INTERSECT** (Пересечение)):

_intersect

Select objects: – вибираємо вертикальний циліндр;

Select objects: – вибираємо горизонтальний циліндр;

Select objects: – натискаємо клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів.

По завершенні виконання команди INTERSECT буде створене тіло, що являє собою загальну частину двох циліндрів (рис. 6.28).

Примітка. Якщо при виконанні рис. 6.26 у п. 6 замість команди SUBTRACT (Вычитание) застосувати команду UNION (Объединение), то буде отримано твердотільний об'єкт, що відповідає об'єкту, показаному на рис. 6.26,а. Це буде один цілий об'єкт, до якого не можна буде застосувати команду SUBTRACT (Вычитание) з тієї причини, що не буде як мінімум двох об'єктів, необхідних для виконання цієї команди. Якщо команда UNION (Объединение) була використана помилково, то для віднімання об'єктів її треба скасувати скориставшись командою UNDO.

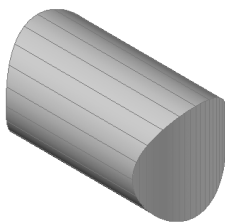


Рис. 6.28

Застосування в п. 6 попереднього прикладу команди SUBTRACT (Вычитание) приводить до результату, показаного на рис. 6.26,б. У вертикальному циліндрі утворився циліндричний отвір.

І, нарешті, якщо в п. 6 скористатися командою INTERSECT (Пересечение), то буде отримано тіло, що відповідає загальній частині двох розглянутих циліндрів (див. рис. 6.28).

6.9. Перевірка взаємодій

У тривимірному проектуванні користувач часто зіштовхується з проблемою правильного розташування одного набору тіл щодо іншої сукупності тіл (наприклад, у процесі розміщення устаткування, створеного з твердотільних елементів, усередині приміщення). Команда Interference Checking (Проверка взаємодій) дозволяє виявити взаємодії між групами тіл і створити тіло, що займає загальний об'єм.

Команді відповідає кнопка з пункту меню Modify ► 3D Operation ► Interference Checking (Моделирование ► 3D Операции ► Проверка взаимодействий).

Ця команда запитує спочатку всі тіла з першого набору, потім – усі тіла з другого набору та перевіряє попарно на перетин кожне тіло з першого набору й кожне тіло з другого набору. Після виявлення перетинів створюються тимчасові тіла взаємодій, які показуються червоними

кольорами. Інформація про результати виводиться в діалогове вікно **Interference Checking** (Перевірка взаємодій) (рис. 6.29).

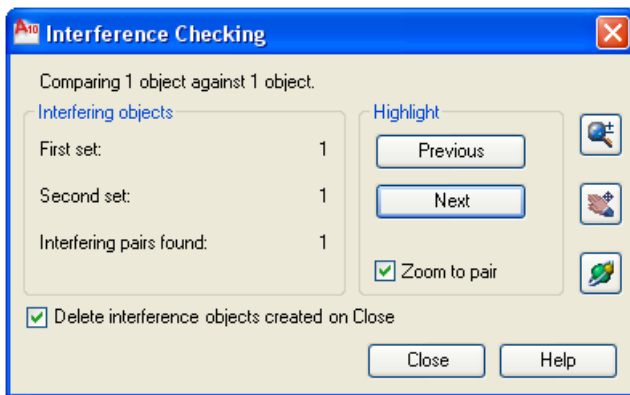


Рис. 6.29

Запити команди **Interference Checking**:

Select first set of objects or [Nested selection/Settings]: – вибрати об'єкти першої групи;

Select second set of objects or [Nested selection/check first set]<check>: – вибрати об'єкти другої групи.

Натиснути клавішу **Enter** для завершення роботи команди.

Приклад перевірки взаємодій двох тіл. За перше тіло візьмемо тіло, отримане в результаті перетину двох циліндрів, що показано на рис. 6.28. Друге тіло побудуємо за допомогою команди **Box** (Ящик) таким чином, щоб воно перетинало або врізалось в циліндричне тіло попереднього прикладу. На рис. 6.30 паралелепіпед врізається в циліндр.

Звертаємося до команди **Interference Checking** (Перевірка взаємодій):

Interference Checking

Select first set of objects or [Nested selection/Settings]: – вибираємо циліндричне тіло;

Select second set of objects or [Nested selection/check first set]<check>: – вибираємо паралелепіпед.

Натискаємо клавішу **ENTER** для завершення роботи команди. Оскільки обрані тіла мають загальну частину, то буде отримано результат, наведений на рис. 6.31, на якому тонкими лініями показані початкові тіла. А загальна їхня частина, яка отримана в результаті роботи команди

Interference Checking (Проверка взаимодействий), візуалізована в центрі рисунка.

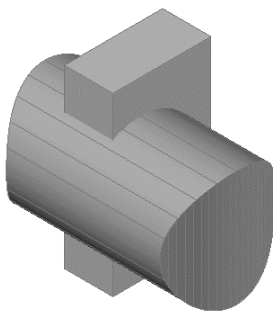


Рис. 6.30

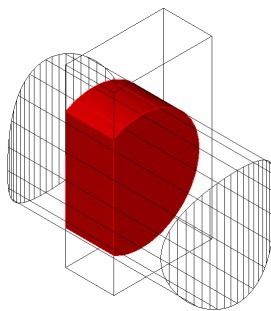


Рис. 6.31

Повернемося до рис. 6.29, що був виведений на екран монітора при перевірці взаємодії циліндра й паралелепіпеда за допомогою команди **Interference Checking** (Проверка взаимодействий). Із цього рисунка випливає, що в першому наборі присутнє одне тіло (циліндр), у другому – також одне тіло (паралелепіпед). Знайдено перетин однієї пари об'єктів. За допомогою кнопок, розташованих праворуч вертикально, можна отриманий результат збільшувати або зменшувати (верхня кнопка), переміщувати вздовж екрана (середня кнопка) чи переміщувати по орбіті (нижня кнопка).

Запитання для самоперевірки

1. Які способи формування твердих тіл використовуються в AutoCAD?
2. До яких об'єктів можна застосовувати команду **EXTRUDE**, в яких випадках утворюються тіло і поверхня?
3. Навколо яких осевих ліній можна обертати тіла командою **REVOLVE**?
4. Завдяки яким особливостям команда **SWEEP** має перевагу перед командою **EXTRUDE**?
5. Які вихідні дані необхідні для побудови тіла командою **LOFT**?
6. Які дії над тілом можна виконати за допомогою команди **PRESSPULL**?
7. Для чого використовуються команди **UNION**, **SUBTRACT** та **INTERSECT**?
8. Для чого застосовується команда **Interference Checking**?

7. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

При кресленні на площині основні трудовитрати пов'язані не стільки зі створенням, скільки з модифікацією базових елементів. Те ж саме справедливо й при тривимірному моделюванні, з тією лише різницею, що при роботі в тривимірному просторі з'являється ще одна досить відчутна стаття в трудовитратах, пов'язана з необхідністю аналізу об'єкта, що моделюється, й синтезу його тривимірної моделі з базових об'єктів. При синтезі моделі неможливо обійтися без команд модифікації тривимірних об'єктів, оскільки лише деякі об'єкти реального світу можна подати у вигляді простої комбінації базових тривимірних об'єктів.

Отже, з метою створення необхідного наочного зображення тривимірної моделі, крім команд створення твердотільних об'єктів, використовуються команди редагування. Деякі з них, які настроєні для роботи у двовимірному просторі, можуть бути використані для тривимірного моделювання, наприклад такі, як команди перенесення **MOVE**, копіювання **COPY**, повороту **ROTATE**, дзеркального відображення **MIRROR** та багаторазового копіювання масивом **ARRAY**. Однак існують такі команди, які можуть працювати тільки в тривимірному просторі. Це команди тривимірного повороту, створення тривимірного масиву об'єктів, зняття фаски, скруглення тощо.

Команди редагування тривимірних об'єктів запускаються з падаючого меню **Modify** ► **3D Operations** (Редактирование ► 3D Операции) або з плаваючої панелі інструментів **Modeling** (Моделирование) (рис. 7.1). У робочому просторі тривимірного моделювання **3D Modeling** (3D Моделирование) команди редагування зручно запускати з меню **Home** (Основная) (рис. 7.2).

7. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

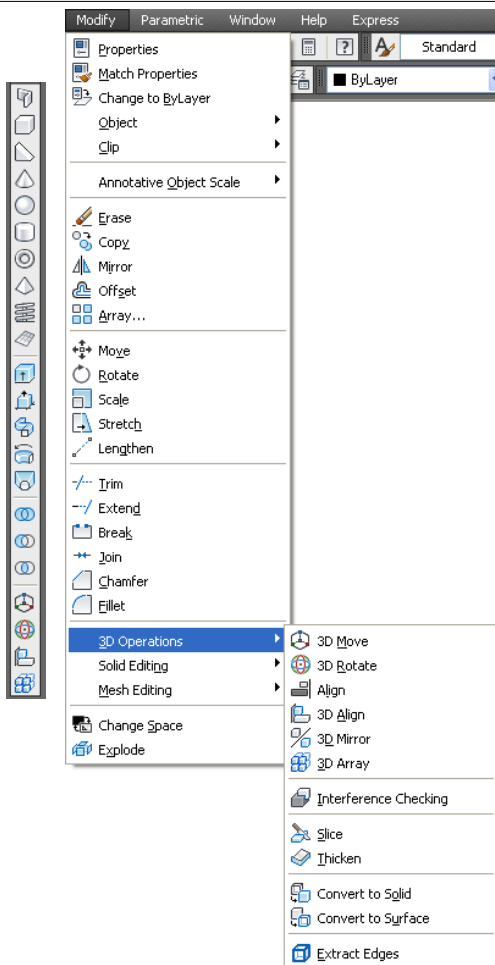


Рис. 7.1

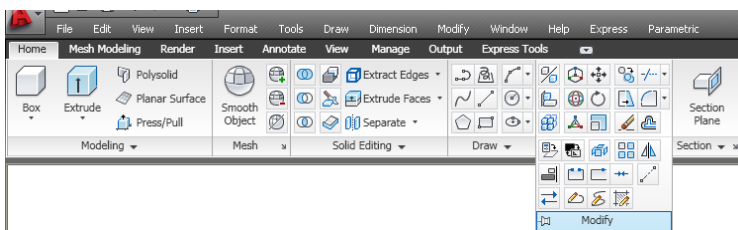


Рис. 7.2

7.1. Інструмент гізмо

В останніх версіях AutoCAD розробники цього середовища впровадили інструмент гізмо, який на екрані візуалізується у вигляді відповідного значка і використовується в командах **3D MOVE** (3D Перенос), **3D ROTATE** (3D Поворот) і **3D SCALE** (3D Масштаб) у тривимірних візуальних стилях.

У тривимірному просторі положення потрібної площини або осі значно простіше вказувати за допомогою інструмента гізмо. Варіанти значка гізмо (для переміщення, повороту й масштабування) показані на рис. 7.3.

Кожний з типів гізмо, крім осей, має додаткові лінії або об'єкти, підведення курсору і клацання кнопкою мишки по яких є для системи указанням вибору відповідної площини або осі, необхідної за умовами виконання конкретної операції.

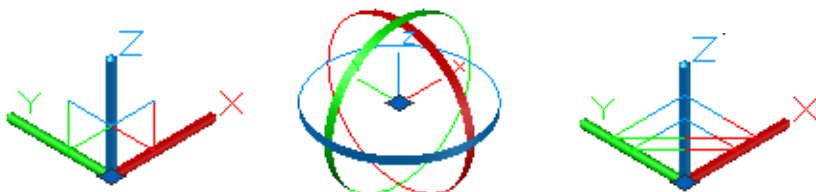


Рис. 7.3

Системна змінна **DEFAULTGIZMO** зберігає тип гізмо, що виводиться в тривимірних візуальних стилях за умовчанням при попередньому виборі об'єктів (значення 3 цієї змінної відповідає відсутності гізмо, а значення 0, 1 й 2 – гізмо переносу, повороту й масштабування відповідно). Зміна цієї системної змінної може бути виконана за допомогою панелі **Mesh Modeling** (Сетевое моделирование ► Подобъект) (рис. 7.4).

Наявність значка гізмо на обраному об'єкті значно полегшує операцію тривимірного редагування. Особливості використання гізмо зазначаються при розгляді відповідних команд тривимірного редагування об'єктів.

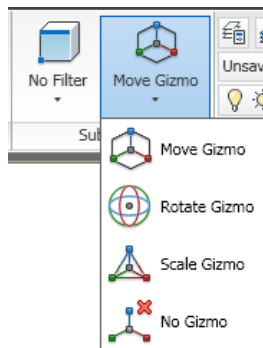


Рис. 7.4

7.2. Переміщення

Команда 3D MOVE (Перенос) здійснює переміщення одного або кількох об'єктів на задану відстань в указаному напрямі без зміни розмірів та орієнтації об'єктів (рис. 7.5). При цьому вона відображає інструмент ручки переміщення в тривимірному вигляді. Активізується команда до виконання з падаючого меню MODIFY ► 3D OPERATIONS ► 3D MOVE (Редактировать ► 3D Операции ► 3D Перенос) або натисканням піктограми 3D MOVE на панелі інструментів 3D MODELING (рис. 7.6).

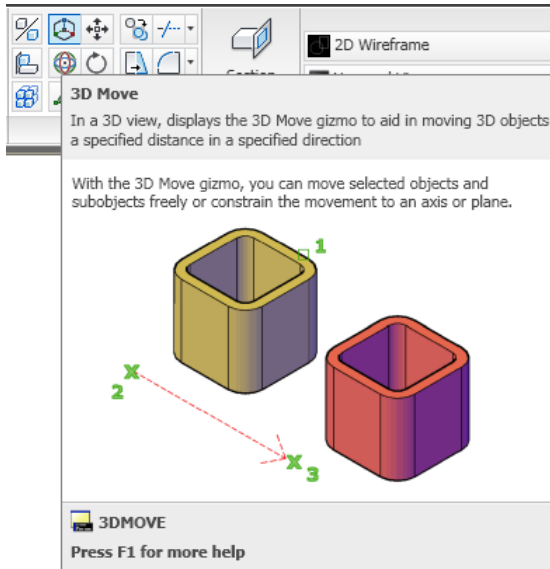


Рис. 7.5

Запити команди 3D MOVE:

Select objects: – виберіть об'єкти для переносу;

Select objects: – натисніть клавішу Enter для завершення вибору об'єктів;

Specify base point or [Displacement] < Displacement >: – укажіть базову точку;

Specify second point or [use first point as displacement] <Displacement>: – укажіть другу точку або вважайте переміщенням першу точку.

Інструмент ручки переміщення відображається в заданій базовій точці. Для обмеження руху переміщенням по осях необхідно натиснути ручку осі.

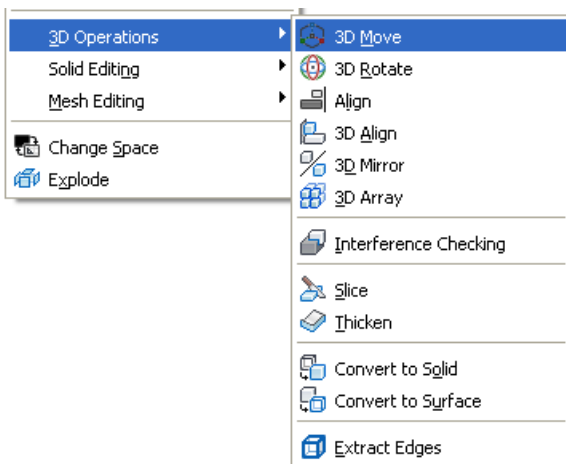


Рис. 7.6

Приклад переміщення тривимірного об'єкта

За об'єкт переміщення візьмемо циліндр, побудований за допомогою команди CYLINDER у південно-західній ізометрії (рис. 7.7,а).

Звертаємося до команди 3D MOVE, викликавши її з падаючого меню MODIFY ► 3D OPERATIONS ► 3D MOVE або клацнувши по піктограмі 3D MOVE на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_3dmove

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр – для переміщення;

Select objects: – натискаємо клавішу ENTER;

Specify base point or [Displacement] <Displacement>: – указуємо базову точку в місці перетину осей інструмента гізмо, курсором мишки знаходимо в інструменті гізмо місце, в якому візуалізується прямий кут між осями X і Y (забарвлюється в жовті кольори) (див. рис. 7.7,б). У подібній ситуації інструмент гізмо дозволяє переміщувати об'єкт у горизонтальній площині.

Клацаємо лівою кнопкою мишки на позначенні прямого кута між осями X і Y , яке тільки що з'явилося. У командному рядку читаємо:

Specify move point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: – не відпускаючи ліву кнопку мишки, переміщуємо циліндр у потрібне місце. Для завершення роботи команди 3D MOVE клацаємо лівою кнопкою мишки на циліндрі.

Оскільки системній змінній DRAGMODE було надано значення auto, то після звернення до команди 3D MOVE і вибору циліндра як об'єкта переміщення зазначений циліндр у початковому місці його знаходження буде поданий на екрані штриховими лініями (див. рис. 7.7,б).

Примітка. При виборі кожної з координатних осей (обрана вісь забарвлюється в жовтий колір) інструмента гізмо переміщення об'єкта можливо тільки вздовж цієї осі.

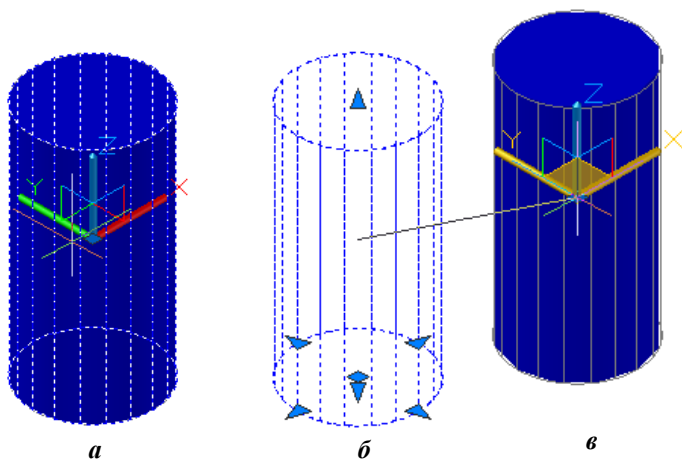


Рис. 7.7

7.3. Обертання навколо осі

У двовимірному просторі команда ROTATE здійснює обертання об'єкта навколо базової точки. Під базовою точкою розуміють саме ту точку, навколо якої обертається графічний об'єкт. Вона може належати об'єкту, а може знаходитися в будь-якому місці креслення (рис. 7.8).

Напрямок обертання при цьому визначається поточною ПСК. Кут обертання відраховується від того положення, в якому об'єкт був орієнтованим. Якщо значення кута додатне, то обертання йде проти годинникової стрілки, якщо від'ємне, об'єкт обертається за годинниковою стрілкою.

7.3. Обертання навколо осі

Для обертання тривимірного об'єкта можна використовувати як команду **ROTATE**, так і її тривимірний аналог – команду **3D ROTATE**. Ця команда дає можливість змінювати орієнтацію об'єктів у просторі.

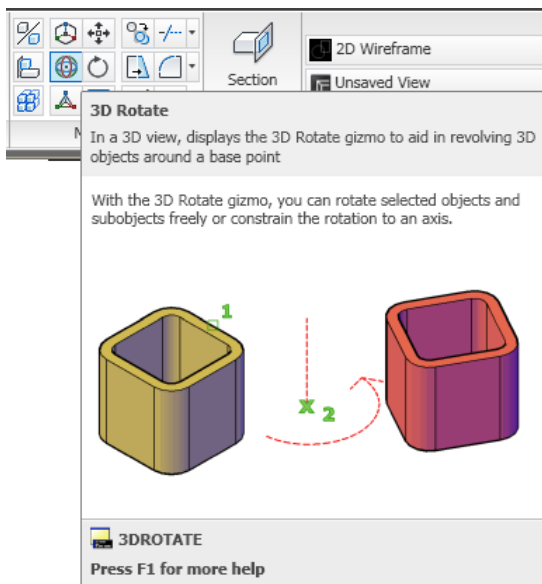


Рис. 7.8

Однак на відміну від двовимірного обертання командою **ROTATE** при роботі в тривимірному просторі вибирається вісь, навколо якої виконується обертання. Вісь може бути визначеною однією з осей координат (X , Y або Z), двома заданими точками (довільними або на лінії, що існує на кресленні), а також поточним напрямком погляду.

Для обертання тривимірних об'єктів у системі AutoCAD існують дві команди **3D ROTATE** і **ROTATE 3D**.

Розглянемо як працюють ці команди. Команда **3D ROTATE** викликається з падаючого меню **MODIFY ► 3D OPERATIONS ► 3D ROTATE** (Редактировать ► 3D Операции ► 3D Вращение) або клацанням по піктограмі **3D ROTATE** на панелі інструментів **MODELING**, або з групи меню **HOME** робочого простору **3D MODELING**. З рис. 7.6 видно, що команда **3D ROTATE** розташовується нижче рядка команди **3D MOVE**.

Запити команди 3D ROTATE:

Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise
ANGBASE=0 – поточне установлення відліку кутів у ПСК;

Select objects: – виберіть об'єкти для повороту;

Select objects: – натисніть клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів;

Specify base point: – укажіть базову точку;

Pick a rotation axis – укажіть вісь обертання;

Specify angle start point: – вкажіть точку на першому промені кута;

Specify angle end point: – вкажіть точку на іншому промені кута.

Приклад обертання тривимірного об'єкта

За об'єкт, який модифікуємо із застосуванням команди 3D ROTATE, візьмемо циліндр, побудований за допомогою команди CYLINDER у південно-західній ізометрії. Центр основи циліндра розташований у точці з координатами (0, 0), радіус основи дорівнює 20, а висота – 70 (рис. 7.9,*a*).

Звертаємося до команди 3D ROTATE, викликавши її з падаючого меню MODIFY ► 3D OPERATIONS ► 3D ROTATE або клацнувши по піктограмі 3D ROTATE, розташованій на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

3drotate

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр – для повороту;

Select objects: – натискаємо клавішу ENTER.

Після вибору об'єкта модифікації з'являється значок гізмо, прив'язаний до середини вертикальної осі циліндра. Одночасно у командному рядку можна побачити запит:

Specify base point: 0,20,35

Після введення зазначених координат базової точки інструмент гізмо переміщується таким чином, що перетин його осей розташовується в базовій точці (див. рис. 7.7,*a*).

Pick a rotation axis – скориставшись інструментом гізмо, вибираємо вісь *X* як вісь обертання. Вибір цієї осі здійснюємо мишкою, курсор якої наводимо на вісь *X* інструмента гізмо. При цьому з'являється пряма червоного кольору, що є віссю обертання, а відповідний їй еліпс забарвлюється в жовтий колір.

Specify angle start point or type an angle: – клацаємо лівою кнопкою мишки на еліптичній кривій жовтого кольору інструмента гізмо (оскільки в розглянутому прикладі метою є продемонструвати роботу команди **3D ROTATE**, то клацаємо мишкою в довільному місці).

Повертаємо циліндр на деякий кут, значення кута повороту можна оцінювати за величиною сектора, прив'язаного до базової точки. Одне з проміжних положень циліндра при його обертанні відносно осі X , що проходить через точку з координатами (0, 20, 35), показане на рис. 7.9,б.

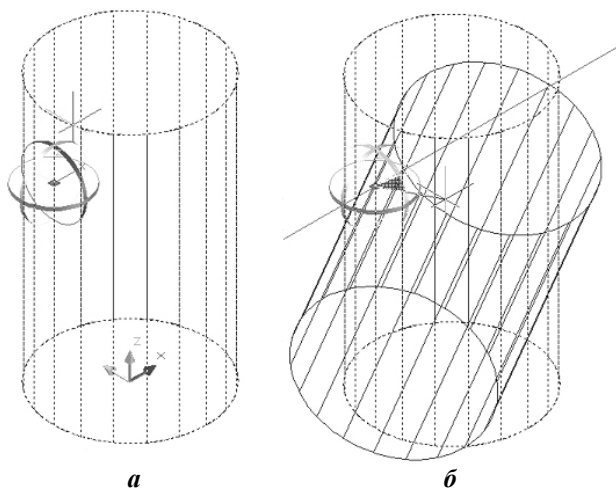


Рис. 7.9

Команда **ROTATE3D** здійснює *поворот* об'єктів у тривимірному просторі навколо будь-якої заданої в цьому просторі осі, на якій необхідно задати дві точки.

Запити команди **ROTATE3D**:

Current positive angle: **ANGDIR=counterclockwise**
ANGBASE=0 – поточне установлення відліку кутів;

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу **Enter** для завершення вибору об'єктів;

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: – вказати першу точку осі;

Specify second point on axis: – вказати другу точку осі;
Specify rotation angle or [Reference]: – вказати кут повороту.

Ключі команди ROTATE3D:

- **Object** – поворот навколо двовимірного об'єкта, який вибрано. Такими об'єктами можуть бути відрізок, коло, дуга або сегмент двовимірної полілінії. Вісь обертання буде розташованою на вказаній лінії або на відрізку полілінії. При виборі дуги або кола вісь обертання перпендикулярна до площини, в якій вони знаходяться, та проходить через їх центр. Опція не дозволяє використовувати ребро монолітного об'єкта;

- **Last** – поворот навколо осі, яка використовувалася під час виконання останньої команди повороту;

- **View** – поворот навколо осі, що є вирівняною вздовж напрямку погляду поточного екрана вигляду (тобто перпендикулярно до екрана) та проходить через задану точку;

- **Xaxis, Yaxis, Zaxis** – поворот навколо осі, що є вирівняною відповідно вздовж напрямку осі *X*, *Y* або *Z* та проходить через задану точку;

- **2point** – поворот навколо осі, що проходить через дві задані точки. Якщо використовується опція за умовчанням, то можна задавати точки на існуючих тривимірних об'єктах з використанням режиму об'єктної прив'язки.

Приклад обертання тривимірного об'єкта

За об'єкт, який повернемо за допомогою команди ROTATE3D, візьмемо циліндр, побудований у розглянутому вище прикладі.

Звертаємося до команди ROTATE3D, набравши її в командному рядку. Відзначимо, що ця команда не включена до меню MODIFY (Редактировать). Отже, ввівши в командному рядку ROTATE3D, відповідаємо на запити:

_rotate3d

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр;

Select objects: – натискаємо клавішу Enter.

Після вибору об'єкта інструмент гізмо не з'являється.

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: –20, 0, 70 – указуємо першу точку осі;

Specify second point on axis: 20, 0, 0 – указуємо другу точку осі;

Specify rotation angle or [Reference]: 30 – указуємо кут повороту.

Отриманий при цьому результат показано на рис. 7.10,*а*. На рис. 7.10,*б* показаний цей же циліндр, але після звертання до команди **Conceptual** з падаючого меню **View ► Visual Style ► Conceptual**.

З наведених прикладів видно, що команда **3D ROTATE** дозволяє обертати тривимірний об'єкт навколо осей координат, у той час як команда **ROTATE3D** дозволяє обертати тривимірний об'єкт як відносно осей координат, так і відносно будь-якої іншої довільної осі. Інші наявні опції роблять команду **ROTATE3D** ще більш універсальною.

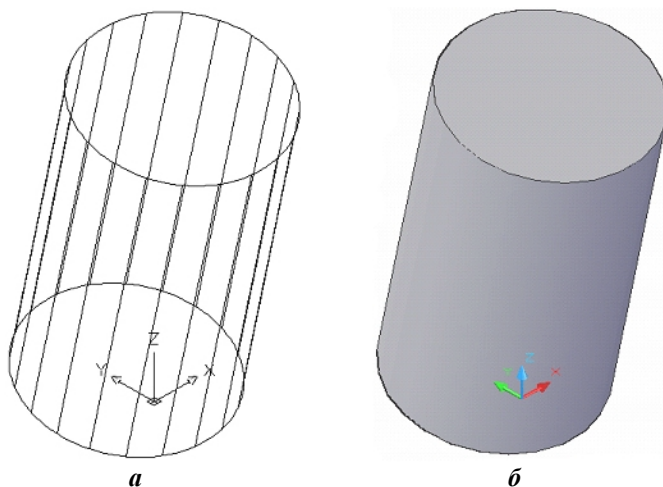


Рис. 7.10

7.4. Масштабування

Масштабування тривимірних об'єктів здійснюється за допомогою команди **3D SCALE** (3D Масштаб). Ця команда також показує гізмо й виконує операцію масштабування аналогічно команді **SCALE** (Масштаб). Команда не включена до меню **MODIFY** (Редактировать), тому її необхідно вводити в командному рядку з клавіатури.

Запити команди 3DSCALE:

Select objects: – виберіть об'єкти для масштабування;

Select objects: – натисніть клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів;

Specify base point: – укажіть базову точку;

Pick a scale axis or plane: – укажіть вісь або площину масштабування;

Specify scale factor or [Copy/Reference]: – укажіть масштабний коефіцієнт або [Копіювати/Посилання].

Приклад масштабування тривимірного об'єкта

За об'єкт масштабування візьмемо циліндр з попередніх прикладів (рис. 7.11,*а*).

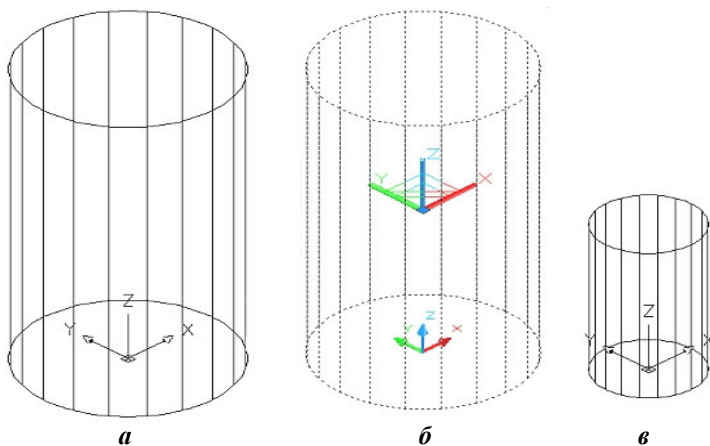


Рис. 7.11

Звертаємося до команди 3DSCALE, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

_3dscale

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр;

Select objects: – натискаємо клавішу ENTER.

Після вибору об'єкта з'являється гізмо (див. рис. 7.11,*б*).

Specify base point: 0, 0 – укажуємо базову точку;

Pick a scale axis or plane: – укажуємо вісь або площину масштабування.

За допомогою гізмо вибираємо горизонтальну площину (вона буде забарвлена в жовтий колір).

Specify base point: – укажіть базову точку;

Pick a scale axis or plane: – укажіть вісь або площину масштабування;

Specify scale factor or [Copy/Reference]<1.0000>: 0.5 – укажіть масштабний коефіцієнт.

Результат масштабування циліндра показано на рис. 7.11,в.

7.5. Вирівнювання об'єктів

Команда **ALIGN** здійснює *вирівнювання* об'єктів відносно інших об'єктів як у двовимірному, так і у тривимірному просторах (рис. 7.12).

Викликається команда з падаючого меню **Modify ► 3D Operations ► Align** (Редактировать ► 3D Операции ► Выравнивание) або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

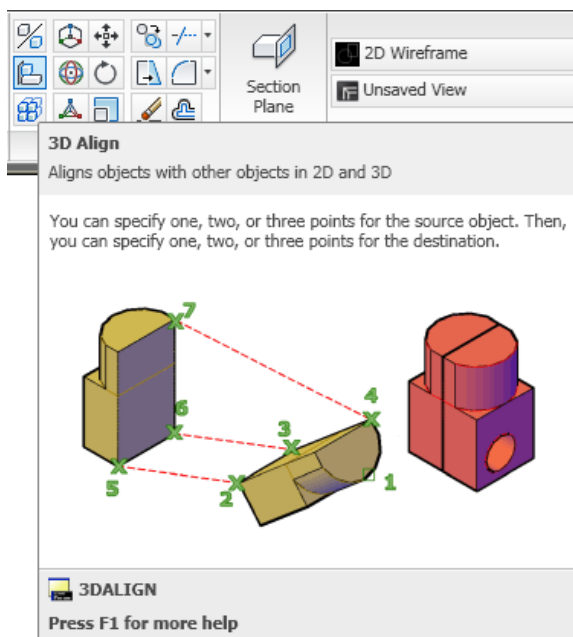


Рис. 7.12

Запити команди **ALIGN**:

Select objects: – виберіть об'єкти;

Select objects: – натисніть клавішу **ENTER** для завершення вибору об'єктів;

Specify first source point: – укажіть першу початкову точку;

Specify first destination point: – укажіть першу цільову точку;

Specify second source point: – укажіть другу початкову точку;

Specify second destination point: – укажіть другу цільову точку;

Specify third source point or <continue>: – укажіть третю початкову точку або продовжити;

Specify third destination point or [exit] <X>: – укажіть третю цільову точку.

У тому випадку, коли заданою є тільки одна пара початкових і цільових точок, вибрані об'єкти можуть бути переміщеними в площині або в просторі на відстань, задану точками.

Задання двох пар початкових та цільових точок дає можливість маніпулювати об'єктами в площині або в просторі (переміщувати, повертати та масштабувати). Перша пара точок задає базову точку вирівнювання, а друга визначає кут повороту. Після цього йде запитання про масштабування об'єкта, яке стає можливим тільки після задання двох пар точок. За опорну довжину під час масштабування вибирається відстань між першою та другою цільовими точками. Масштабування доступне тільки при вирівнюванні за допомогою двох пар точок.

Якщо потрібно перемістити та повернути об'єкти в просторі, то слід задавати три пари початкових та цільових точок. Спочатку об'єкти переміщуються вздовж вектора, проведеного з початкової точки до цільової, потім початковий об'єкт обертається, вирівнюючись із цільовим об'єктом. Далі початковий об'єкт обертається ще раз, вирівнюючись із цільовим об'єктом.

Команда **3D ALIGN** здійснює вирівнювання об'єктів відносно інших об'єктів у тривимірному просторі. Запускається команда до виконання з падаючого меню **Modify ► 3D Operations ► 3D Align** або

7.5. Вирівнювання об'єктів

натисканням піктограми 3D Align на панелі інструментів Modeling, або з групи меню Home робочого простору 3D Modeling.

Запити команди 3D ALIGN:

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу ENTER для закінчення вибору об'єктів;

Specify source plane and orientation ... – початкова площина та орієнтація;

Specify base point or [Copy]: – вказати базову точку або копіювати;

Specify second point or [Continue] <C>: – вказати другу точку або продовжити;

Specify third point or [Continue] <C>: – вказати третю точку або продовжити;

Specify destination plane and orientation ... – цільова площина та орієнтація;

Specify first destination point: – вказати першу цільову точку;

Specify second destination point or [eXit] <X>: – вказати другу цільову точку;

Specify third destination point or [eXit] <X>: – вказати третю цільову точку.

Для початкового об'єкта можна вказати одну, дві або три точки. Далі можливо вказати також одну, дві або три точки для остаточного вирівнювання. Під час виконання перетворень вибраний об'єкт переміщується та повертається таким чином, що збігаються базові точки та осі X і Y початкового об'єкта та остаточного його місця в тривимірному просторі.

Під час роботи команди 3D ALIGN використовується динамічна система координат користувача, що дає можливість динамічно перетягувати об'єкти та вирівнювати їх з гранню твердотільного об'єкта.

Приклад вирівнювання тривимірних об'єктів

За об'єкти вирівнювання візьмемо два циліндри, попередньо побудовані командою CYLINDER. Центр основи першого циліндра (0, 0), радіус 60, висота 20, центр основи іншого циліндра (90, 70), радіус 30, висота 50 (рис. 7.13).

Звертаємося до команди 3D ALIGN, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

_3dalign

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр з радіусом основи, що дорівнює 30 мм;

Select objects: – натискаємо клавішу Enter;

Specify base point or [Copy]: 90,70,0 – вказуємо базову точку, що знаходиться в центрі нижньої основи вибраного циліндра;

Specify second point or [Continue] <C>: – натискаємо клавішу Enter;

Specify first destination point: 0, 0, 20 – вказуємо цільову точку, яка знаходиться в центрі верхньої основи циліндра з радіусом основи 60;

Specify second destination point or [eXit] <X>: – натискаємо клавішу Enter.

Результат вирівнювання циліндрів зображено на рис. 7.14.

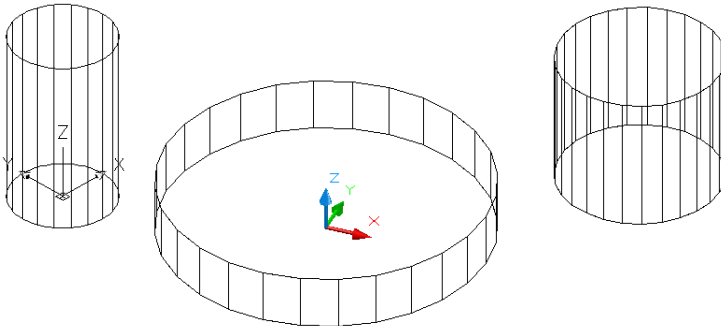


Рис. 7.13

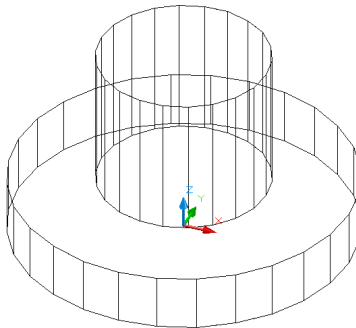


Рис. 7.14

7.6. Дзеркальне відображення відносно площини

Команда **MIRROR3D** виконує дзеркальне відображення об'єктів відносно заданої площини (рис. 7.15). Викликається до виконання з падаючого меню **Modify ► 3D Operations ► 3D Mirror** (Редактировать ► 3D Операции ► 3D Зеркало).

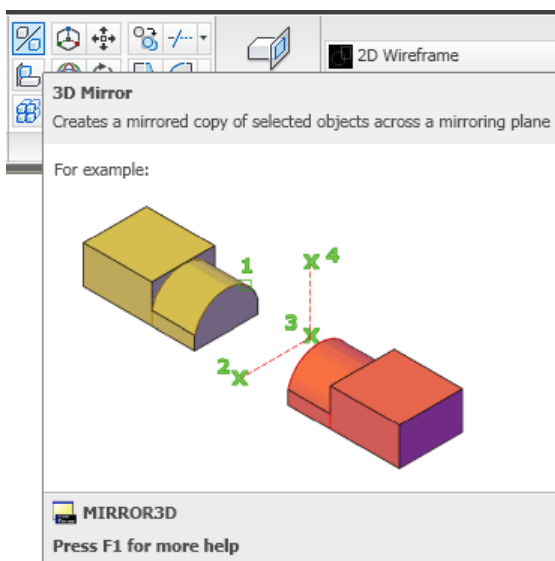


Рис. 7.15

Запити команди **MIRROR3D**:

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу **ENTER** для закінчення вибору об'єктів;

Specify first point of mirror plane (3points) or [Object /Last/Zaxis/View XY/YZ/ZX/3points] <3points>: – вказати першу точку площини відображення;

Specify second point on mirror plane: – вказати другу точку площини відображення;

Specify third point on mirror plane: – вказати третю точку площини відображення;

Delete source objects? [Yes/No] <N>: – чи потрібно видалити початкові об'єкти.

Ключі команди MIRROR3D:

- **Object** – відображення відносно вибраного плоского об'єкта (відрізка, кола, дуги або сегмента двовимірної полілінії);
- **Last** – відображення відносно площини, що використовувалася в попередній команді відображення;
- **Zaxis** – відображення відносно площини, яка задана двома точками, перша з яких лежить у площині, а друга визначає вектор нормалі до площини;
- **View** – площина відображення орієнтується відносно площини погляду поточного екрана вигляду (тобто перпендикулярно до екрана) та проходить через задану точку;
- **XY, YZ, ZX** – площина відображення орієнтується вздовж однієї із стандартних площин (XY, YZ або ZX) та проходить через вказану точку;
- **3points** – відображення відносно площини, що проходить через три задані точки.

Площина відображення може бути заданою такими способами:

- площина побудови двовимірного об'єкта;
- площина, що паралельна одній з площин координат (XY, YZ або XZ) поточної системи координат користувача та проходить через задану точку;
- площина, яка визначається трьома вказаними точками.

Приклад дзеркального відображення тривимірного об'єкта відносно площини

За об'єкт віддзеркалення візьмемо сполучення двох циліндрів, попередньо побудованих командами CYLINDER та 3D ALIGN у підрозділі 7.5 (див. рис. 7.14).

Звертаємося до команди MIRROR3D, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

`_mirror3d`

`Select objects:` – вибираємо об'єкт – циліндр меншого радіуса (рис. 7.16,*a*);

`Select objects:` – вибираємо об'єкт – циліндр більшого радіуса;

`Select objects:` – натискаємо клавішу ENTER.

Віддзеркалення виконуємо відносно площини, що проходить на відстані 10 мм паралельно площині XY ($Z = 20$).

`Specify first point of mirror plane (3points) or [Object/Last/Zaxis/View XY/YZ/ZX/3points] <3points>:`
0, 0, 20 – вказуємо першу точку площини відображення;

Specify second point on mirror plane: 20, 20, 20 – вказуємо другу точку площини відображення;

Specify third point on mirror plane: 10, 5, 20 – вказуємо третю точку площини відображення;

Delete source objects? [Yes/No] <N>: N – початковий об'єкт видаляти не потрібно.

Результат віддзеркалення циліндричної конструкції зображено на рис. 7.16,б.

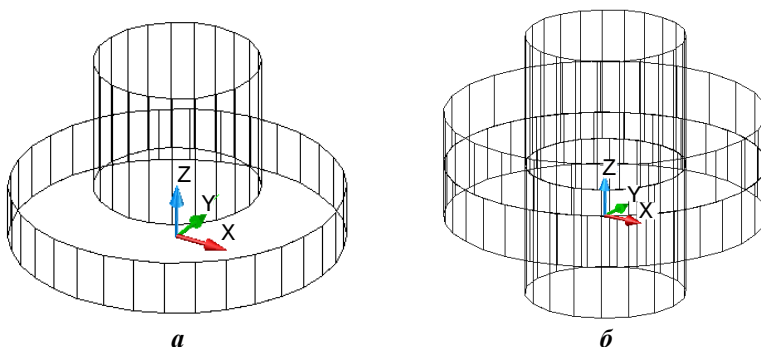


Рис. 7.16

7.7. Багаторазове копіювання тривимірним масивом

Команда 3D ARRAY створює прямокутні та колові масиви об'єктів у тривимірному просторі (рис. 7.17). На відміну від двовимірного моделювання під час створення прямокутного масиву об'єктів потрібно крім кількості стовпців та рядків вказати ще кількість рівнів для копіювання. Створення колового тривимірного масиву вимагає задання осі обертання замість центральної точки при двовимірному моделюванні.

Викликається команда для роботи з падаючого меню **Modify** ► **3D Operations** ► **3D Array** (Редактировать ► 3D Операции ► 3D Массив) або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

Запити команди 3D Array:

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів;

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: – вказати тип масиву.

7. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

За умовчанням застосовується прямокутний масив та ведеться такий діалог:

Enter the number of rows (-) <1>: – указати кількість рядків;

Enter the number of columns (|||) <1>: – указати кількість стовпців;

Enter the number of levels (...) <1>: – указати кількість рівнів;

Specify the distance between rows (-): – указати відстань між рядками;

Specify the distance between columns (|||): – указати відстань між стовпцями;

Specify the distance between levels (...): – указати відстань між рівнями.

На ці запити вводять значення відповідно відстаней між рядками, між стовпцями та рівнями.

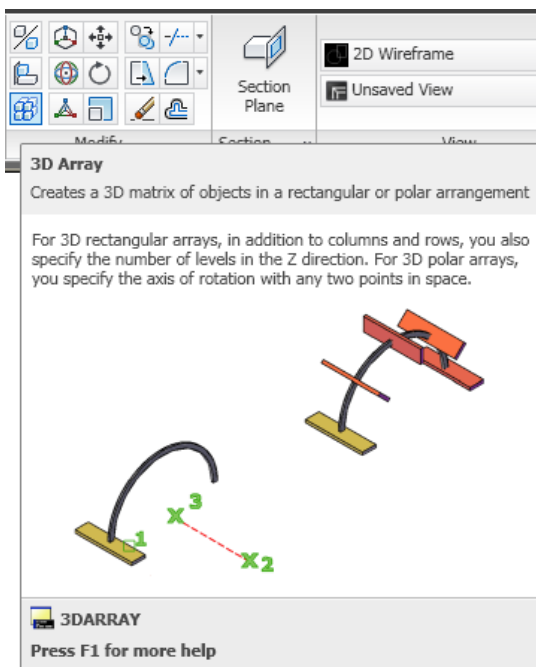


Рис. 7.17

Зазвичай той об'єкт, що копіюється, розташовується в центрі системи координат користувача, а копіювання йде вздовж додатних напрямів системи координат. Якщо потрібно зробити навпаки, то можна відстані вводити від'ємними числами.

Після введення всіх параметрів система починає формувати копії об'єкта.

Приклад копіювання тривимірного об'єкта тривимірним прямокутним масивом

За об'єкт копіювання візьмемо циліндр, попередньо побудований командою CYLINDER. Центр основи циліндра розташований у точці з координатами (0, 0), радіус основи дорівнює 20, а висота – 70.

Звертаємося до команди 3D ARRAY, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

`_3darray`

`Select objects:` – вибираємо об'єкт – циліндр;

`Select objects:` – натискаємо клавішу ENTER;

`Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:` R;

`Enter the number of rows (- - -) <1>:` 2 – указуємо кількість рядків;

`Enter the number of columns (| | |) <1>:` 2 – указуємо кількість стовпців;

`Enter the number of levels (...) <1>:` 3 – указуємо кількість рівнів;

`Specify the distance between rows (- - -):` 50 – указуємо відстань між рядками;

`Specify the distance between columns (| | |):` 50 – указуємо відстань між стовпцями;

`Specify the distance between levels (...):` 80 – указуємо відстань між рівнями.

Результат копіювання циліндра за допомогою тривимірного прямокутного масиву зображено на рис. 7.18.

Для формування колового масиву потрібно на запитання `Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:` відповісти P (Polar).

Після цього команда веде такий діалог:

`Select objects:` – вибираємо об'єкти;

`Select objects:` – натискаємо клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів;

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:
 R – вибираємо коловий тип масиву;
 Enter the number of items in the array: – указуємо кількість елементів у масиві;
 Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>: – указуємо кут заповнення;
 Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: – вказуємо, чи потрібно повертати об'єкти масиву під час копіювання;
 Specify center point of array: – указуємо центральну точку масиву;
 Specify second point on axis of rotation: – указуємо другу точку осі повороту.

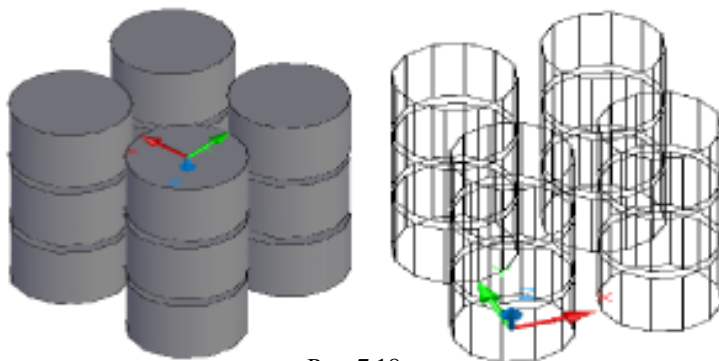


Рис. 7.18

Приклад копіювання тривимірного об'єкта тривимірним масивом

За об'єкт копіювання візьмемо сполучення двох циліндрів, попередньо побудованих командами CYLINDER та 3DALIGN у розділі 7.5 (див. рис. 7.14).

Звертаємося до команди 3D ARRAY, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

_3darray

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр меншого радіуса;

Select objects: – вибираємо об'єкт – циліндр більшого радіуса;

Select objects: – натискаємо клавішу ENTER;

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: p – вибираємо коловий тип масиву;

Enter the number of items in the array: 5 – указуємо кількість елементів у масиві;

Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>: 360 – указуємо кут заповнення;

Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: Y – указуємо, що потрібно повертати об'єкти масиву під час копіювання;

Specify center point of array: 170, 40, 0 – указуємо центральну точку масиву;

Specify second point on axis of rotation: 170, 40, 10 – указуємо другу точку осі повороту.

Результат копіювання циліндричної конструкції за допомогою тривимірного масиву зображено на рис. 7.19.

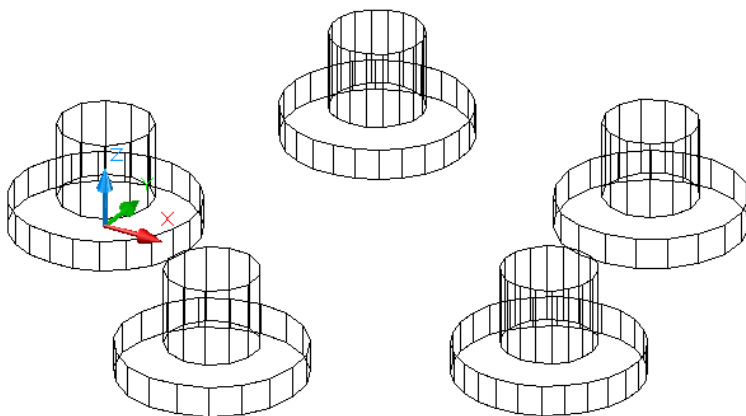


Рис. 7.19

7.8. Побудова перерізів

У тих випадках, коли потрібно показати внутрішню структуру складної тривимірної моделі, можна створювати поперечні перерізи за допомогою команди **SECTION**. Переріз є новим об'єктом, безпосередньо тверdotільний об'єкт командою **SECTION** ніяк не змінюється. Створивши переріз, можна змінити його розташування, заштрихувати, нанести розміри і навіть використати як базу для видавлювання нового тверdotільного об'єкта.

Отже, команда **SECTION** виконує побудову *поперечного перерізу* твердого тіла у вигляді області чи неіменованого блока. Поперечний переріз – це переріз вибраного тіла площиною. Розташування січної площини можна задавати по площині існуючого об'єкта, осі поточного напрямку погляду, по одній з трьох стандартних площин ПСК або по трьох довільних точках тривимірного простору.

Команда **SECTION** не включена в меню **MODIFY** (Редактировать), тому її необхідно вводити в командному рядку з клавіатури. Після запуску команди спочатку потрібно вибрати об'єкти, які підлягають перерізу, а потім задати січну площину.

Запити команди **SECTION**:

Select objects: – вибрати об'єкти;

Select objects: – натиснути клавішу **Enter** для завершення вибору об'єктів;

Specify first point on Section plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: – указати першу точку на січній площині або один з ключів.

За умовчанням вибирається спосіб задання за трьома точками з таким діалогом:

Specify second point on plane: – указати другу точку на площині;

Specify third point on plane: – указати третю точку на площині.

У разі необхідності вибору будь-якої з перелічених опцій, у командному рядку набираються відповідні літери, що вказані великими літерами.

Ключі команди **SECTION**:

- **Object** – задання січної площини у вигляді двовимірного об'єкта, яким може бути сегмент кола або еліптичної дуги, сплайна або полілінії;

- **Zaxis** – визначення січної площини за допомогою двох точок, одна з яких належить осі **Z**;

- **View** – січна площина проходить паралельно площині вигляду на поточному екрані вигляду. Місце розташування площини визначається заданою точкою;

- **XY** – січна площина проводиться паралельно площині **XY** поточної ПСК;

- **YZ** – січна площина проводиться паралельно площині **YZ** поточної ПСК;

- ZX – січна площина проводиться паралельно площині ZX поточної ПСК;

- 3points – задання січної площини трьома точками.

Середовище AutoCAD розміщує січну площину на поточному шарі. Поперечний переріз, який є областю або неіменованим блоком, формується на поточному шарі, а не на шарі, в якому розташоване тривимірне тіло, переріз якого утворюється.

Приклад побудови перерізів тривимірних об'єктів

Як об'єкт для ілюстрації перерізу візьмемо циліндричну конструкцію з внутрішнім циліндричним вирізом, попередньо побудовану командами CYLINDER, 3D ALIGN і Subtract (рис. 7.20).

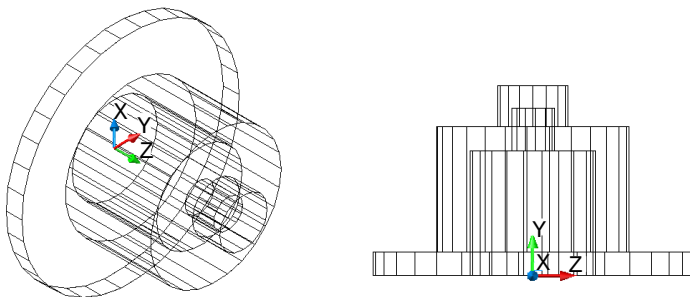


Рис. 7.20

Звертаємося до команди Section, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

_section

Select objects: – вибираємо об'єкт;

Select objects: – натискаємо клавішу Enter;

Specify first point on Section plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: xy – указуємо ключ, що відповідає за площину перерізу XY;

Specify a point on the XY-plane <0,0,0>: 0,0,0 – указуємо базову точку площини перерізу.

Результат побудови перерізу зображений на рис. 7.21.

Примітка. Хоча при створенні перерізу можна вибирати будь-які об'єкти й користуватися для цього будь-яким методом вибору, переріз буде створено тільки для твердотільних об'єктів. AutoCAD проігнорує всі інші обрані об'єкти. Якщо буде обрано кілька твердотільних об'єктів, AutoCAD створить окремий переріз для кожного з таких об'єктів.

7. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Команда **SECTION PLANE** створює переріз не у вигляді областей, а у вигляді спеціальних об'єктів перерізів (рис. 7.22). Ці об'єкти дозволяють створювати довільні перерізи і розрізи, а також динамічно змінювати їх, не змінюючи при цьому форму й об'єм твердотільної моделі. Приклад роботи команди **SECTION PLANE** показаний на рис. 7.23.

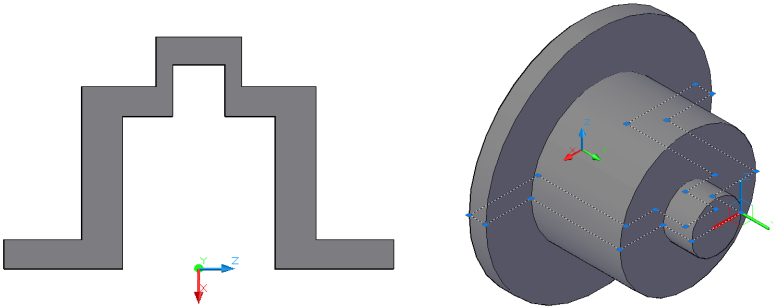


Рис. 7.21

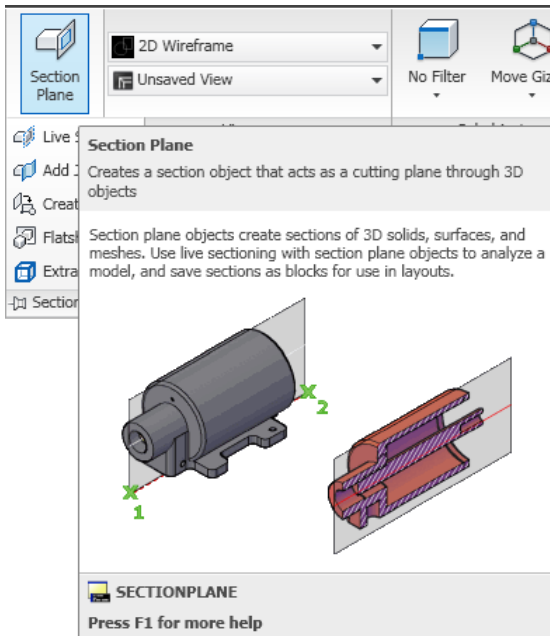


Рис. 7.22

Для того щоб створити розріз, достатньо просто накреслити лінію, що визначає в поточній ПСК розташування ламаної січної площини. Лінія повинна будуватися в площині XY поточної ПСК, а площина розташовуватися вздовж осі Z ПСК. Клацнувши на лінії розрізу, можна змінити або форму, або розташування січної площини за допомогою маркерів виділення, а також настроїти параметри команди **SECTION PLANE** за допомогою контекстного меню.

Крім звичайних маркерів виділення у січної площини є два спеціальні маркери. Один з них, що має вигляд широкої стрілочки, позначає напрямок погляду. Клацнувши на цій стрілочці, можна змінити напрям погляду на протилежний.

Існує ще один спеціальний маркер виділення, що має вигляд трикутної стрілки, спрямованої вниз. Це так званий маркер вибору (**selection grip**, рис. 7.24), який використовується у динамічних блоках. Клацнувши на цьому маркері, можна відкрити меню, що визначає вигляд об'єкта перерізу. За умовчанням цей об'єкт створюється в режимі **SECTION BOUNDARY**. Якщо буде потрібно, користувач може переключитися в режим **SECTION PLANE**, в якому відображаються тільки сама січна площина та лінія розрізу без відображення границі січної площини.

Третій режим – це режим **SECTION VOLUME**, в якому відображається границя січної площини. Усі елементи моделі, які перебувають усередині або зовні цієї границі (залежно від напрямку погляду), відсікаються.

Підготувавши і настроївши розташування січної площини, а також вибравши режим її відображення, можна створити статичні об'єкти, що являють собою дво- або тривимірні перерізи твердотільної моделі. Для цього потрібно з контекстного меню вибрати команду **GENERATE 2D/3D SECTION**. У діалоговому відкритому вікні **GENERATE SECTION/ELEVATION** (рис. 7.25) можна вибрати перемикач **2D SECTION/**

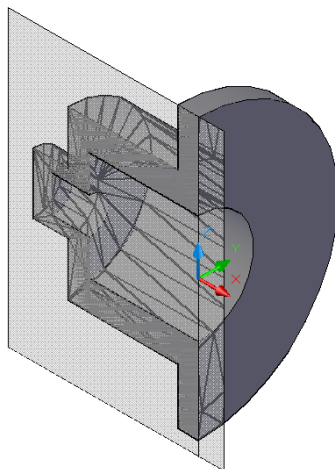


Рис. 7.23

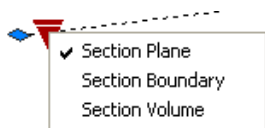


Рис. 7.24

7. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ

ELEVATION для створення плоского блока, який є перерізом (або розгорткою для ламаної січної площини) твердотільного об'єкта, отриманого при його поділі за заданою лінією розрізу. Якщо потрібно створити тривимірний об'єкт, що являє собою переріз заданої моделі, розташований так, як проходить у просторі лінія розрізу, необхідно вибрати перемикач **3D SECTION**. Потім можна настроїти параметри нового об'єкта (наприклад, створити його у вигляді файлу на диску) або клацнути на кнопці **CREATE** для створення перерізу.

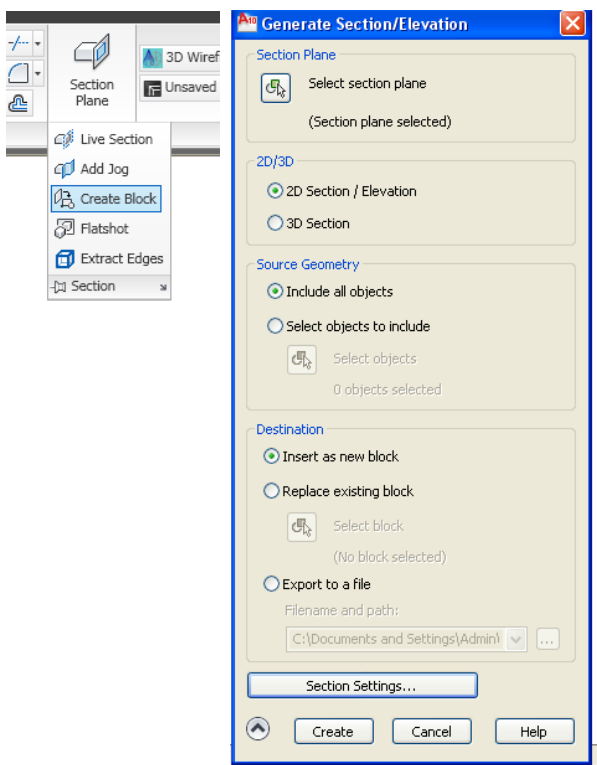


Рис. 7.25

При розсіченні моделі у випадку вибору перемикача **2D SECTION/ELEVATION** система AutoCAD створює плоский об'єкт. При створенні об'єкта користувач може вибрати точку вставки, масштабні коефіцієнти по осях X , Y і Z , а також кут розвороту об'єкта в просторі.

Якщо ж вибрати перемикач **3D SECTION**, в області креслення з'явиться тривимірне зображення моделі, що відповідає поточним параметрам настроювання команди **SECTION PLANE** і напрямку погляду. Після вибору точки розташування перерізу в області креслення з'явиться або тривимірний переріз, або тривимірний переріз і видима частина моделі залежно від параметрів настроювання.

Слід пам'ятати, що тривимірний об'єкт, який вставляється в креслення в режимі **3D SECTION**, є блоком, у якому знаходяться відповідний твердотільний об'єкт і переріз. Для витягування твердотільного об'єкта із цього блока необхідно застосовувати команду **EXPLODE**.

Для настроювання параметрів перерізів, що створюються, треба клацнути на кнопці **SECTION SETTINGS** діалогового вікна **GENERATE 2D/3D SECTION** або вибрати з контекстного меню лінії розрізу команду **Live Section setting**. У діалоговому вікні **SECTION SETTINGS** (рис. 7.26), що відкрилося, можна настроїти як параметри створюваних плоских і тривимірних перерізів, так і параметри *інтерактивного відображення псевдорозрізів (live sectioning)* заданої моделі, вибравши відповідний перемикач.

Для створення інтерактивного псевдорозрізу за допомогою площини, паралельної ортогональним площинам (рис. 7.27), потрібно виконати наступні операції.

1. Запустити команду **SECTION PLANE**, вибравши з меню команду **DRAW ► MODELING ► SECTION PLANE** (Рисование ► Моделирование ► Плоское сечение).

2. У відповідь на запит AutoCAD клацнути на грані, паралельно якій має бути створена січна площина. Можна також вибрати точку, що не лежить на жодній площині, а потім задати розташування січної площини шляхом вибору другої точки в площині *XY*

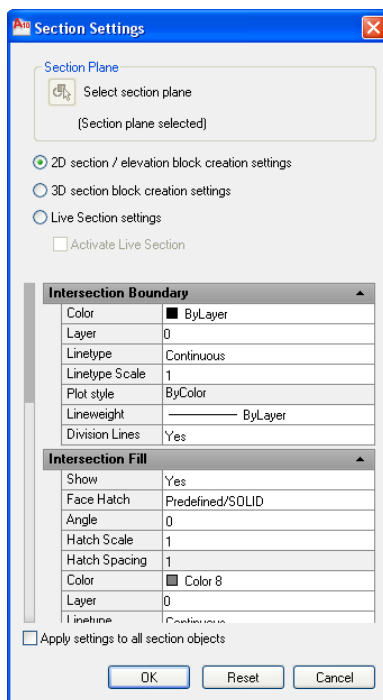


Рис. 7.26

поточної ПСК. Для креслення ламаної лінії розрізу треба ввести **DRAW**, а потім накреслити лінію розрізу, задаючи точки на кресленні. Однак простіше скористатися режимом **ORTHOGRAPHIC**, для чого необхідно в командному рядку ввести його назву.

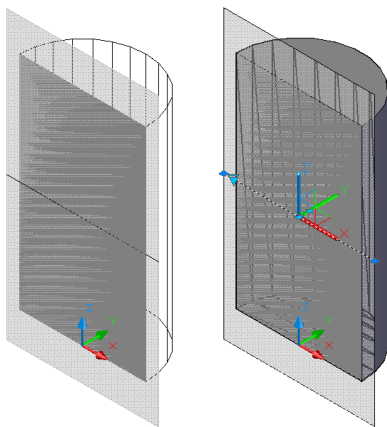


Рис. 7.27

3. Середовище AutoCAD запропонує вибрати режим вирівнювання січної площини паралельно основним ортогональним площинам. Необхідно ввести назву режиму або відповідний псевдонім.

4. AutoCAD створить січну площину, паралельну обраній ортогональній проекції з урахуванням напрямку погляду, а також автоматично розмістить її в центрі об'єкта.

5. Налаштувати параметри і (або) розташування січної площини, згенерувати потрібні перерізи і розрізи, а потім видалити січну площину, якщо необхідність її використання відпала.

Примітка. Січну площину, як і будь-який інший об'єкт AutoCAD, можна помістити на окремий шар, заморожуючи й розморожуючи його в міру необхідності.

Приклад побудови псевдорозрізу тривимірного об'єкта ортогональними площинами

За об'єкт, для якого потрібно побудувати псевдорозріз ортогональною площиною, візьмемо циліндр, попередньо побудований командою **CYLINDER**. Центр основи циліндра розташований у точці з координатами (0, 0), радіус основи дорівнює 20, висота 70.

Звертаємося до команди **SECTIONPLANE**, набравши її в командному рядку. Відповідаємо на запити:

`_sectionplane`

`Select face or any point to locate section line or [Draw section/Orthographic]: orthographic` – вибираємо ключ, що відповідає за вибір ортогонального перерізу;

`Align section to: [Front/back/Top/Bottom/Left/ /Right] <Top>: front` – вибираємо площину XZ , що має назву фронтальної проекційовальної площини.

7.9. Побудова розрізів

Як відзначалося вище, при створенні тривимірних моделей складних виробів досить часто виникає ситуація, коли необхідно показати їх внутрішню будову. В інженерній графіці подібна проблема вирішується за допомогою перерізів і розрізів. Розрізи можна створювати вручну, використовуючи прийоми, розроблені в традиційному кресленні. Однак набагато зручніше використовувати спеціальні команди AutoCAD, які дозволяють автоматизувати виконання таких креслень.

Команда **SLICE** виконує побудову нового тіла шляхом *розрізання* заданою площиною будь-якого тіла, що вже існує на кресленні (рис. 7.28). Команда активізується з падаючого меню **Modify** ► **3D Operations** ► **Slice** (Редактировать ► 3D Операции ► Разрезать) або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

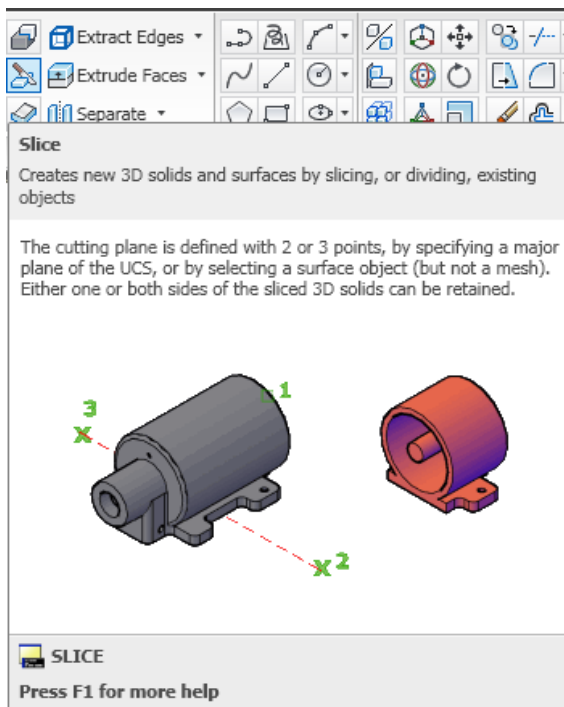


Рис. 7.28

Запити команди SLICE:

Select objects to slice: – виберіть об'єкти;

Select objects to slice: – натисніть клавішу ENTER для завершення вибору об'єктів;

Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3points>: – укажіть першу точку на січній площині;

Specify second point on plane: – укажіть другу точку на площині;

Specify a point on desired side or [keep Both sides]<Both>: – вкажіть точку з потрібної сторони від площини.

Отримані частини можна залишити на кресленні або ж видалити одну з них. Розрізані тіла усядкують шар і кольори вихідного тіла, але є новими складеними тілами. При розрізуванні за умовчанням січна площина задається трьома точками, а потім указується, яка частина (або обидві) повинна бути збережена. При використанні інших способів січна площина може визначатися іншим об'єктом, площиною поточного вигляду, віссю Z або однією з координатних площин (XY, YZ або ZX).

Ключі команди SLICE:

- **planar Object** – задає площину за допомогою обраного плоского об'єкта (відрізка, кола, дуги, еліпса, еліптичної дуги, двовимірного сплайна або сегмента двовимірної полілінії);

- **Surface** – задає поверхню;

- **Zaxis** – задає площину двома точками, перша з яких лежить на ній, а друга визначає вектор нормалі до площини;

- **View** – задає площину, що є вирівняною з площиною вигляду поточного екрана вигляду та проходить через задану точку;

- **XY, YZ, ZX** – задають площину, яка вирівняна відповідно з площиною XY, YZ або ZX і проходить через задану точку;

- **3points** – установлений за умовчанням режим, у якому визначається площина, що проходить через три задані точки;

- **keep Both sides** – залишає обидві частини розрізаного тіла.

Приклад виконання розрізу тривимірного об'єкта

За об'єкт, який розріжемо за допомогою команди SLICE, візьмемо паралелепіпед з початковою точкою з координатами (0, 0), довжиною 100, шириною 50 і висотою 40, у центрі якого зроблено циліндричний отвір з радіусом основи 20. Концептуальна південно-західна ізометрична проєкція тривимірного об'єкта показана на рис. 7.29,а.

Звертаємося до команди **SLICE**, викликавши її з падаючого меню **MODIFY ► 3D OPERATIONS ► SLICE** або клацнувши по піктограмі **SLICE** на панелі інструментів **MODELING**. Відповідаємо на запити:

`_slice`

Select objects: – вибираємо об'єкт;

Select objects: – натискаємо клавішу **ENTER**;

Specify start point of slicing plane or [planar Object / Surface / Z axis / View / XY / YZ / ZX / 3points]<3points>: **ZX** – вибираємо січну площину, паралельну фронтальній площині проєкції;

Specify a point on the ZX-plane <0,0,0>: **0,25,0** – задаємо січну площину, що проходить посередині ширини паралелепіпеда;

Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>: – указуємо точку на тій частині тривимірного тіла, яка розташовується за січною площиною.

Отриманий результат показано на рис. 7.29,б.

На практиці дуже часто доводиться будувати аксонометричну проєкцію деталі з вирізом однієї четвертої її частини. Розглянемо один з можливих способів побудови подібної аксонометричної проєкції. Як приклад візьмемо модель (див. рис. 7.29,б).

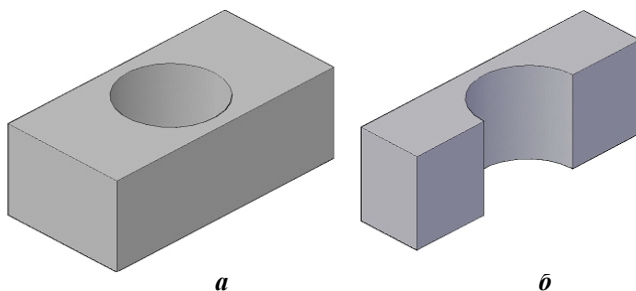


Рис. 7.29

Звертаємося до команди **SLICE**:

`_slice`

Select objects: – вибираємо об'єкт;

Select objects: – натискаємо клавішу **ENTER**;

Specify start point of slicing plane or [planar Object / Surface / Z axis / View / XY / YZ / ZX /

`3points]<3points>:zx` – вибираємо січну площину, паралельну фронтальній площині проєкцій;

`Specify a point on the ZX-plane <0,0,0>: 0,25,0` – задаємо січну площину, що проходить посередині ширини паралелепіпеда;

`Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>:` – вибираємо опцію, запропоновану за умовчанням, тобто залишаємо дві половини моделі.

Повторно звертаємося до команди **SLICE**:

`_slice`

`Select objects:` – вибираємо об'єкт – половину моделі, розташовану ближче до спостерігача;

`Select objects:` – натискаємо клавішу **ENTER**;

`Specify start point of slicing plane or [planar Object / Surface / Z axis / View / XY / YZ / ZX / 3points]<3points>:yz` – вибираємо січну площину, паралельну профільній площині проєкцій;

`Specify a point on the YZ-plane <0,0,0>: 50,25,0` – задаємо січну площину, що проходить посередині довжини паралелепіпеда;

`Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>:` – указуємо точку на тій частині тривимірного тіла, що розташовується за січною площиною.

Звертаємося до команди **UNION**:

`_union`

`Select objects: 1 found` – вибираємо перший об'єкт (половину моделі);

`Select objects: 1 found, 2 total` – вибираємо другий об'єкт (четверту частину моделі);

`Select objects:` – натискаємо на клавішу **ENTER**.

Отриманий результат показано на рис. 7.30, на якому вихідна модель наведена з вирізаною однією четвертою частиною.

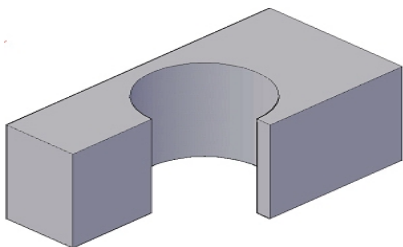


Рис. 7.30

7.10. Обрізання та подовження об'єктів у тривимірному просторі

Поверхні та тривимірні тіла неможливо обрізати чи подовжити, це можна зробити тільки з двовимірними плоскими об'єктами в тривимірному просторі. Обрізання і подовження об'єктів у тривимірному просторі виконується за допомогою команд **Trim** та **Extend** відповідно, що викликаються до виконання з падаючого меню **Modify ► Trim (Extend) (Редактировать ► Обрезать (Удлинить))**. Для роботи в тривимірному просторі використовують опцію **Project (Проекция)**. Опція **Project** містить у собі три ключі:

- **None (нет)** – подовжуються чи урізаються об'єкти, які дійсно перетинаються чи можуть перетинатися в тривимірному просторі;
- **UCS (ПСК)** – задається за умовчанням. Цільові об'єкти проєкціюються на площину *XY* поточної ПСК. Тому, якщо координати двох ліній по осі *Z* відрізняються, то одну з них можна подовжити чи обрізати з посиланням на іншу, незважаючи на те, що вони в дійсності не перетинаються, а є мимобіжними в тривимірному просторі;
- **View (Вид)** – об'єкти проєкціюються паралельно поточному вигляду. Об'єкти подовжуються чи обрізаються відповідно до того, який вигляд вони мають на екрані.

Запити команди **Extend**:

_extend

Select boundary edges ...

Select objects or <select all>: – вибрати тривимірний об'єкт (ребро);

Select objects: – натиснути клавішу **ENTER** для закінчення вибору об'єктів;

Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]: – вибрати ключ проєкції для роботи в тривимірному просторі;

Enter a projection option [None/Ucs/View] <Ucs>: – вибрати ключ режиму подовження для роботи в тривимірному просторі;

Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]: – вибрати об'єкт подовження.

Обрізання виконується аналогічним чином за допомогою команди Trim.

Приклад подовження плоского об'єкта в тривимірному просторі

За об'єкт подовження візьмемо сторони багатокутника $ABCDEF$ (рис. 7.31), побудованого за допомогою команди POLYLINE, а за тривимірне тіло візьмемо циліндр, побудований із застосуванням команди CYLINDER. Центр основи циліндра розміщений у точці з координатами $(0, 0, 0)$, радіус основи дорівнює 20, а висота – 70. Багатокутник побудований у площині $Z = -5$, довжини сторін AB і AF дорівнюють 30, сторони BP і FE – 10.

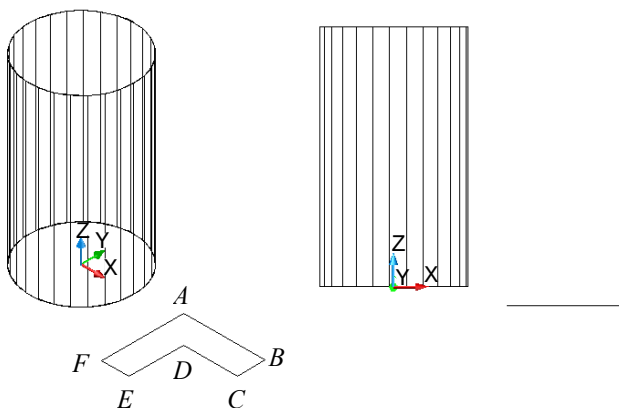


Рис. 7.31

Звертаємося до команди EXTEND, викликавши її з падаючого меню MODIFY ► EXTEND, у командному рядку відповідаємо на запити:

`_extend`

Select boundary edges ...

Select objects or <select all>: – вибираємо ребро нижньої основи циліндра;

Select objects: – натискаємо клавішу ENTER для закінчення вибору об'єктів;

Select object to extend or shift-select to trim or [Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]: Project – вибираємо ключ проекції для роботи в тривимірному просторі;

7.10. Обрізання та подовження об'єктів у тривимірному просторі

Enter a projection option [None/Ucs/View] <Ucs>:
Ucs – вибираємо ключ режиму подовження двовимірного об'єкта;

Select object to extend or shift-select to trim or
[Fence/Crossing/Project/Edge/Undo]: – вибираємо об'єкт подовження, у нашому випадку це відрізки AB і CD .

Результат подовження сторін AB і CD багатокутника до циліндра в тривимірному просторі зображено на рис. 7.32.

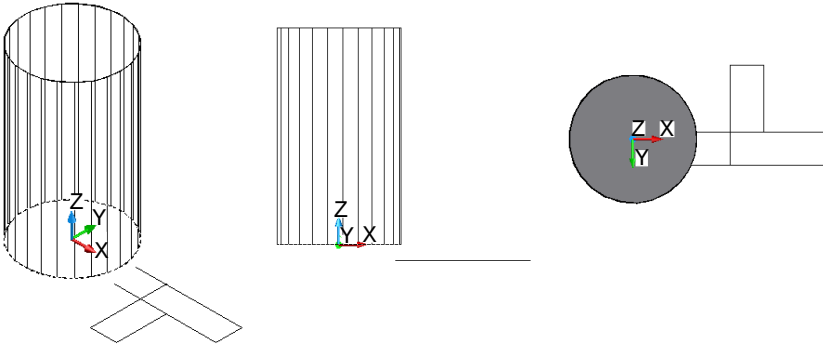


Рис. 7.32

Запитання для самоперевірки

1. Які дії можна виконати інструментом гізмо?
2. Якою командою здійснюють переміщення об'єктів у тривимірному просторі?
3. Яка різниця між командами 3D ROTATE і ROTATE3D?
4. Як можна задати вісь обертання при перетворенні об'єктів у тривимірному просторі?
5. За допомогою яких команд можливе обрізання та подовження об'єктів у тривимірному просторі?
6. Які масиви створює команда 3D ARRAY?
7. Які дії над об'єктами виконує команда 3D ALIGN?
8. Чи можна обрізати або подовжити тривимірний об'єкт?
9. Яка різниця між командами SECTION і SLICE?

8. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ТІЛ

У цьому розділі описуються прийоми редагування тривимірних твердотільних об'єктів: зняття фасок, спряження, побудова розрізів, перерізів і поділ тіл на частини.

Команди редагування тривимірних тіл запускаються з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING** (Редактировать ► Редактирование тела) або плаваючої панелі інструментів **SOLID EDITING**.

8.1. Зняття фасок

У двовимірній графіці AutoCAD дозволяє з'єднувати два непаралельних об'єкти лінією, створюючи при цьому скошену кромку або фаску. Подібні дії можливі й з твердотільними об'єктами, на них також можна утворювати скошену кромку, створюючи нову поверхню між двома непаралельними поверхнями.

Команда **CHAMFER** (Фаска) здійснює зняття фасок на перетинах суміжних граней тіл, як і у двовимірному просторі (рис. 8.1). Команда викликається з падаючого меню **MODIFY ► CHAMFER** (Редактировать ► Фаска) або клацанням по піктограмі **CHAMFER** на панелі інструментів **MODIFY**, або з групи меню **HOME** робочого простору **3D MODELING**. При використанні команди необхідно спочатку вибрати базову поверхню, потім увести розміри фаски й вибрати ребра.

Запити команди **CHAMFER**:

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000 – параметри фаски;

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: – вибрати перший відрізок або один із ключів;

8.1. Зняття фасок

Base surface selection... – вибрати базову поверхню;

Enter surface selection option [Next/OK (current)]

<OK>: – натиснути клавішу ENTER, якщо підсвічено потрібну поверхню. Якщо потрібна інша поверхня, треба ввести N , для того щоб підсвітити суміжну поверхню, а потім натиснути клавішу ENTER;

Specify base surface chamfer distance: 10 – указати довжину фаски для базової поверхні;

Specify other surface chamfer distance <10.0000>: 10 – указати довжину фаски для іншої поверхні;

Select an edge or [Loop]: – вибрати ребро;

Select an edge or [Loop]: – вибрати ребро.

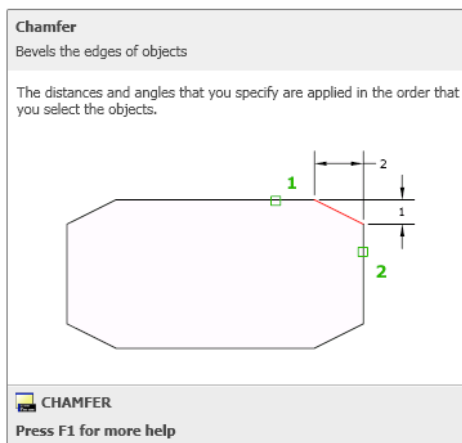
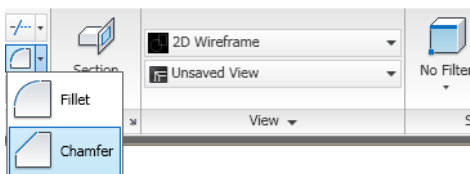


Рис. 8.1

Ключі команди CHAMFER:

- Undo – скасовує попередню операцію в команді;
- Polyline – побудова фасок уздовж усієї полілінії. При цьому перетинні сегменти полілінії з'єднуються фаскою в кожній вершині полілінії. Лінії фасок стають новими сегментами полілінії. Якщо полілінія включає

у себе сегменти, які набагато коротше від довжини фаски, у цих сегментах фаска не знімається;

- **Distance** – задання довжин фасок, тобто відстаней від обраного перетину до кінців лінії фаски. Якщо обидва значення довжини задані рівними нулю, дві лінії подовжуються або відрізаються так, щоб вони закінчувалися в одній точці;

- **Angle** – задання як параметрів фаски одну з її довжин і величину кута;

- **Trim** – визначає, чи відрізаються обрані грані по кінцевих точках фаски. Якщо системна змінна **TRIMMODE** має значення 1, то перетинні лінії відрізаються по кінцевих точках лінії фаски. Якщо обрані лінії не перетинаються, то команда **CHAMFER** подовжить або обрізає їх так, щоб вони перетиналися. Якщо змінній **TRIMMODE** задано значення 0, то фаска знімається без обрізання обраних ліній;

- **mEthod** – визначає, чи використовується для побудови фаски значення двох довжин або довжини чи величина кута;

- **Multiple** – створює фаски для кромок декількох наборів об'єктів. Ребра можна вибирати індивідуально або відразу всі, якщо використати ключ **Loop** і потім указати будь-яке ребро.

Приклад виконання фасок. Як об'єкт для побудови фасок за допомогою команди **CHAMFER** візьмемо паралелепіпед з початковою точкою з координатами (0, 0), довжиною 100, шириною 50 і висотою 40, у центрі якого виконано циліндричний отвір радіусом 12, а посередині коротких сторін паралелепіпед зроблені вертикальні пази напівциліндричної форми з радіусом основи 12. Концептуальна південно-західна ізометрична проекція тривимірного об'єкта показана на рис. 8.2,а.

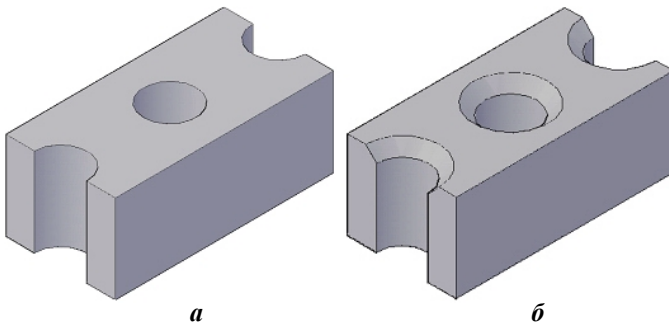


Рис. 8.2

8.1. Зняття фасок

Звертаємося до команди CHAMFER, викликавши її з падаючого меню MODIFY ► CHAMFER або клацнувши по піктограмі CHAMFER на панелі інструментів MODELING. Відповідаємо на запити:

_chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: d

Specify first chamfer distance <0.0000>: 5

Specify second chamfer distance <5.0000>: 5

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]: m

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

Base surface selection...

Specify base surface chamfer distance <5.0000>:

Specify other surface chamfer distance <5.0000>:

Select an edge or [Loop]:

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

Base surface selection...

Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>:

Specify base surface chamfer distance <5.0000>:

Specify other surface chamfer distance <5.0000>:

Select an edge or [Loop]:

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/mEthod/Multiple]:

Base surface selection...

Specify base surface chamfer distance <5.0000>:

Specify second point:

Specify other surface chamfer distance <5.0000>:

Select an edge or [Loop]: – указуємо ребро, на якому повинна бути знята фаска.

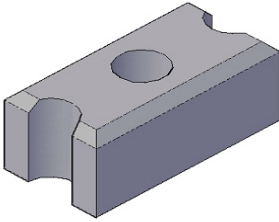


Рис. 8.3

Отриманий результат зняття фасок із циліндричних поверхонь моделі показаний на рис. 8.2,б.

На рис. 8.3 наведений приклад зняття фасок з прямолінійних ребер моделі. Порядок дій при цьому такий же, як у попередньому прикладі. Відмінність полягає тільки у виборі кромки, з яких знімаються фаски, тобто замість кіл або півкіл вибираються прямі лінії.

8.2. Спряження граней

Команда **FILLET** (Сопряжение), яка широко застосовується у двовимірному моделюванні (рис. 8.4), може використовуватися при плавному спряженні (скругленні) граней, що прилягають до одного або кількох ребер, а також у твердотільному моделюванні. При цьому AutoCAD визначає, що користувач має намір створити спряження на твердотільному об'єкті, внаслідок чого запиту, що відображаються в командному вікні, будуть відрізнятися від тих, що видаються при використанні цієї команди для спряження двовимірних об'єктів.

Для скруглення тіл можна скористатися кількома способами. По-перше, як і у випадку плоских об'єктів, можна задати радіус скруглення, а потім указати ребра. Другий спосіб – можна вказувати радіус скруглення для кожного ребра. І, нарешті, третій спосіб – скругляти послідовність дотичних ребер.

Команда **FILLET** викликається з падаючого меню **MODIFY** ► **FILLET** (Редактировать ► Сопряжение) або клацанням по піктограмі **FILLET** на панелі інструментів **MODIFY**, або з групи меню **Home** робочого простору **3D Modeling**.

Запити команди **FILLET**:

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0,0000 – поточні настройки;

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/ Multiple]: – вибрати перший об'єкт;

Enter fillet radius <0.0000>: – вказати радіус спряження;

Select an edge or [Chain/Radius]: – вибрати ребро;

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]: – натиснути клавішу ENTER для завершення роботи команди.

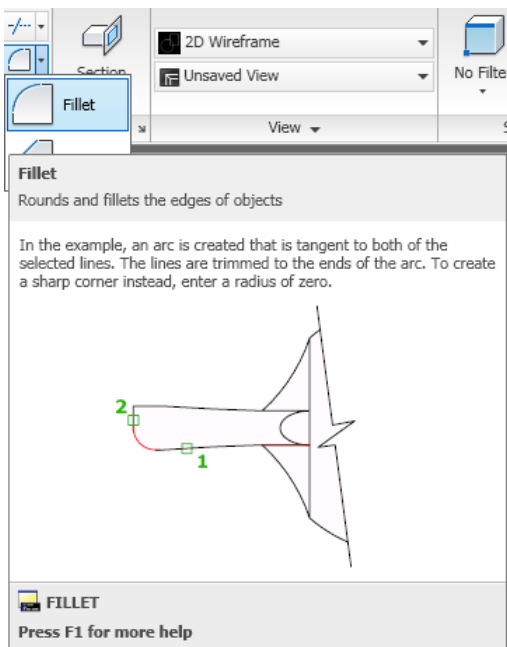


Рис. 8.4

Ключі команди **FILLET**:

- **Undo** – скасовує попередню операцію в команді;
- **Polyline** – будує дуги спряження у всіх точках перетину лінійних сегментів двовимірної полілінії. Якщо два лінійних сегменти розділені дугою, при наближенні до якої вони збігаються, то ця дуга замінюється спряжною дугою;
- **Radius** – задання радіуса спряжної дуги;
- **Trim** – визначає, чи відрізаються обрані кромки по кінцевих точках дуги спряження;
- **Multiple** – скруглення кутів у кількох наборах об'єктів.

Якщо потрібно виконати спряження на ребрах, які послідовно стикаються одне з одним, можна скористатися режимом **CHAIN**. У цьому випадку AutoCAD намагається визначити, чи існує ребро, дотичне до

виділеного ребра, або ребро, для якого виділене ребро є дотичним. Якщо таке ребро існує, AutoCAD перевіряє наступне ребро, і так доти, поки ланцюжок з дотичних ребер не замкнеться або не перерветься в точці, що являє собою кут ламаної, яка утворюється двома дотичними ребрами. Якщо ребер із плавним переходом з одного ребра в інше немає, режим CHAIN працює ідентично режиму EDGE.

Приклад сполучення граней. Як об'єкт для спряження граней за допомогою команди FILLET візьмемо паралелепіпед з початковою точкою з координатами (0, 0), довжиною 100, шириною 50 і висотою 40. Концептуальна південно-західна ізометрична проекція тривимірного об'єкта показана на рис. 8.5,а.

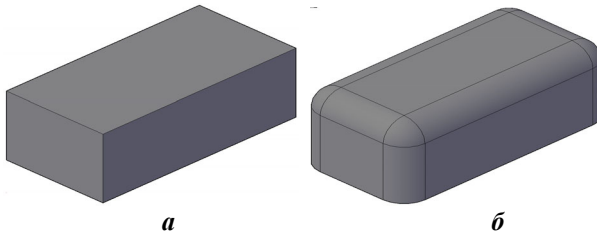


Рис. 8.5

Звертаємося до команди FILLET і відповідаємо на запити:

_fillet

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/ Multiple]: – клацаємо мишкою на тривимірному об'єкті;

Enter fillet radius: 10 – задаємо радіус скруглення;

Select an edge or [Chain/Radius]: – вибираємо ребра;

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

Select an edge or [Chain/Radius]:

8 edge(s) selected for fillet. – натискаємо клавішу

ENTER для завершення роботи команди.

На рис. 8.5,б показана твердотільна модель зі скругленими верхньою та бічною гранями.

8.3. Редагування тіл командою **SOLIDEDIT**

Деякі інструменти, що реалізують розглянуті вище функції (наприклад, видавлювання, переміщення, обертання й ін.), виконані у вигляді незалежних команд AutoCAD, однак частина з них фактично є спеціалізованими командами режимів редагування граней, ребер та об'єктів твердотільних моделей однієї й тієї ж команди **SOLIDEDIT**, яку можна запустити тільки з командного вікна.

При запуску команди **SOLIDEDIT** система AutoCAD виводить наступний запит:

```
Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1  
Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/  
Undo/eXit] <eXit>:
```

Користувач може вибрати один з режимів команди, три з яких призначені для безпосереднього редагування твердотільних об'єктів:

- **FACE** – режим редагування граней;
- **EDGE** – режим редагування ребер;
- **BODY** – режим редагування об'єму;
- **UNDO** – скасування всієї операції редагування з моменту запуску команди;

- **EXIT** – завершення роботи команди.

На практиці команду **SOLIDEDIT** застосовують дуже рідко, оскільки набагато простіше відразу запускати потрібну команду одного з трьох її основних режимів редагування (**FACE**, **EDGE**, **BODY**), використовуючи кнопки панелей інструментів або команди меню. При такому способі запуску команди **SOLIDEDIT** система AutoCAD пропускає перший запит команди й відразу запускає команду редагування граней, ребер або об'єму, що відповідає обраному режиму роботи.

Крім того, в останніх версіях AutoCAD реалізована досить серйозна підтримка редагування твердотільних об'єктів за допомогою маркерів виділення. Користувач, використовуючи спеціальний режим виділення, може редагувати окремі ребра, грані або весь об'єкт у цілому, не прибігаючи до спеціалізованих інструментів, заснованих на команді **SOLIDEDIT**.

8.4. Видавлювання граней

Для редагування або, інакше кажучи, видавлювання граней командою редагування тіл **SOLIDEDIT** варто викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► EXTRUDE FACES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Выдавить грани) або на піктограмі **EXTRUDE FACES** (рис. 8.6) на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. При цьому видаються наступні запити:

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/color/mAterial/Undo/eXit] <eXit>:

Користувач може вибрати одну з наступних команд режиму редагування граней:

- **Extrude** – видавлювання обраних плоских граней на задану висоту або вздовж напрямної;

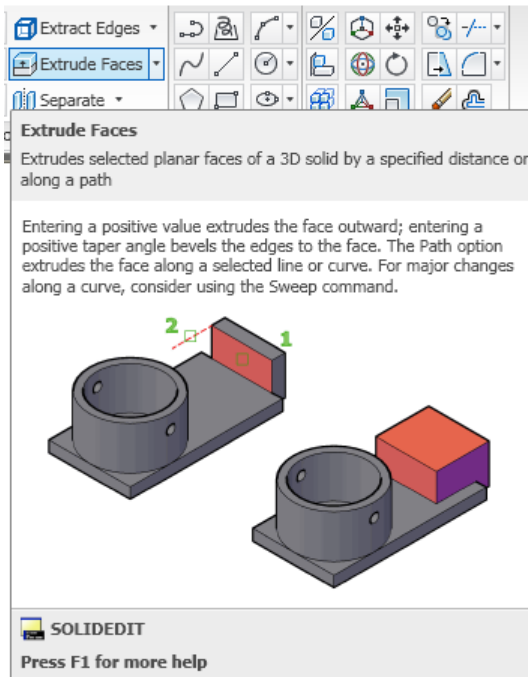


Рис. 8.6

- **Move** – переміщення обраних граней на задану відстань;
- **Rotate** – обертання обраних граней навколо заданої осі;
- **Offset** – зміщення обраних граней на задану відстань;
- **Taper** – звуження обраних граней під заданим кутом;
- **Delete** – видалення обраних граней;
- **Copy** – копіювання обраних граней у вигляді області або контуру;
- **coLoR** – зміна кольорів обраних граней;
- **maTeRial** – зміна матеріалу, призначеного для обраних граней;
- **Undo** – скасування всіх раніше виконаних операцій;
- **eXit** – вихід з режиму редагування граней з виводом основного

запиту команди **SOLIDEDIT**.

Перш ніж приступити до редагування граней, необхідно вибрати ті з них, які з тих або інших міркувань підлягають редагуванню. Ці грані можна вибирати окремо, створювати при цьому так званий *обмежений набір* (boundary set), використовувати *пересічну полірамку* (crossing window) або *пересічну лінію* (fence). Обмежений набір є множиною граней, що визначається за допомогою замкнутого обмежуючого контуру, який складається з ліній, дуг, кіл, еліптичних дуг і сплайнових кривих. Для визначення обмеженого набору спочатку потрібно вибрати деяку точку твердотільного об'єкта. AutoCAD створює обмежений набір, що складається з однієї грані. Якщо ще раз вибрати ту ж саму точку, то AutoCAD виділить суміжну грань. У такий спосіб можна вибрати додаткові грані, всі грані або видалити обрані грані. Після вибору потрібних граней необхідно натиснути **ENTER** для застосування конкретної команди редагування грані.

При звертанні до команди **EXTRUDE FACES** видаються наступні запити про вибір режиму **EXTRUDE**:

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу **ENTER** для переходу до налаштування параметрів;

Specify height of extrusion or [Path]: – вказати глибину видавлювання;

Specify angle of taper for extrusion <0>: – вказати кут звуження для видавлювання;

Solid validation started. – виконується перевірка тіла;

Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;

Enter a face editing option
 [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/
 coLoR/mATerial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER;
 Solid editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 –
 автоматична перевірка тіл при редагуванні.

Примітка. При заданні висоти видавлювання додатні значення приводять до видавлювання грані в додатному напрямку (в бік збільшення об'єму), а від'ємні – до видавлювання грані у від'ємному напрямку (в бік зменшення об'єму).

Приклад видавлювання граней. Як об'єкт редагування візьмемо куб зі стороною, що дорівнює 100. На рис. 8.7,*а* наведена його концептуальна південно-західна аксонометрія.

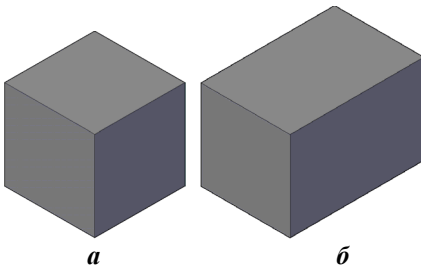


Рис. 8.7

Перетворимо куб у паралелепіпед витягуванням лівої грані на 50. Звертаємося до команди EXTRUDE FACES і відповідаємо на запити:

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/
 Offset/Taper/Delete/Copy/
 coLoR/mATerial/Undo/eXit]
 <eXit>:

_extrude
 Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found –
 вибираємо ліву грань куба;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – натискаємо кла-
 вішу ENTER для переходу до налаштування параметрів;

Specify height of extrusion or [Path]: 50

Specify angle of taper for extrusion <0>:

Solid validation started.

Solid validation completed.

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/
 coLoR/mATerial/Undo/eXit] <eXit>:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/
 Undo/eXit] <eXit>: – натискаємо клавішу ENTER для завершен-
 ня роботи команди.

Отриманий у результаті перетворення паралелепіпед показаний на рис. 8.7,б.

На рис. 8.8 наведений твердотільний об'єкт, побудований на умовах попереднього прикладу. Відмінність полягає в тому, що замість нульового кута звуження при видавлюванні грані був заданий кут 30° . Кут звуження може задаватися як додатним, так і від'ємним. Додатний кут звуження грані викликає зменшення грані, а від'ємний – її збільшення.

Відзначимо, що задання занадто великих значень кутів звуження може призвести до того, що об'єкт при необхідній глибині видавлювання може звузитися до нуля, не досягши заданої висоти. У подібних випадках видавлювання не виконується.

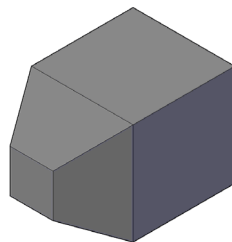


Рис. 8.8

Для видавлювання за заданою траєкторією після вибору грані треба використовувати ключ **Path**. Уздовж зазначеної траєкторії зміщуються всі контури, що утворюють обрану грань. Траєкторіями можуть служити відрізки прямих, дуги кіл, еліпсів, полілінії, сплайни. Слід пам'ятати, що траєкторія не має лежати в одній площині з видавлюваною граню і не повинна мати ділянок з великою кривиною. На рис. 8.9,а зображені куб і прикріплений до лівої нижньої вершини довільний відрізок. На рис. 8.9,б показаний результат видавлювання лівої грані за зазначеною траєкторією. Нижче наведений фрагмент із командного рядка, що реалізує зазначені перетворення:

Specify height of extrusion or [Path]: p
– вибір ключа задання траєкторії;

Select extrusion path: – указуємо траєкторію переміщення грані.

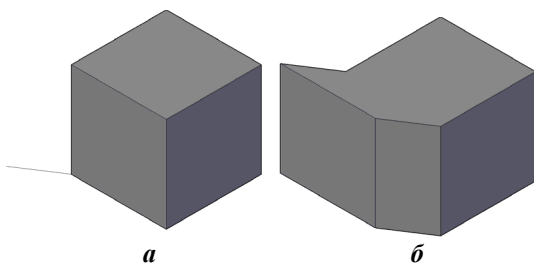


Рис. 8.9

8.5. Переміщення граней

Для редагування граней переміщенням у просторі треба викликати команду **MOVE FACES** з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► MOVE FACES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Переместить

8. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМИРНИХ ТІЛ

грани) або на піктограмі **MOVE FACES** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face – перехід у режим редагування граней;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _move – перехід до режиму переміщення граней;

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу **ENTER** для переходу до настроювання параметрів;

Specify a base point or displacement: – указати базову точку;

Specify a second point of displacement: – указати другу точку переміщення;

Solid validation started. – виконується перевірка тіла;

Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу **ENTER**;

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу **ENTER** для завершення роботи команди.

При переміщенні граней їх орієнтація залишається незмінною.

Приклад переміщення граней. Як об'єкт редагування переміщенням грані візьмемо твердотільний об'єкт, отриманий відніманням з паралелепіпеда зі сторонами $100 \times 50 \times 25$ меншого паралелепіпеда з розмірами $50 \times 25 \times 25$. Початок координат обох паралелепіпедів розміщується в точці з координатами (0, 0). Зазначений твердотільний об'єкт показаний на рис. 8.10,*а*. Звертаємося до команди **MOVE FACES** і відповіда-

8.6. Зміщення граней

смо на запити, перелік яких наведений вище, тому немає необхідності їх повторювати. Наведемо відповіді тільки тих запитів, які є найбільш характерними для даного перетворення.

Для переміщення вибираємо меншу грань, паралельну фронтальній площині проєкцій:

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – натискаємо клавішу ENTER для переходу до налаштування параметрів;

Specify a base point or displacement: – указуємо ліву верхню вершину грані;

Specify a second point of displacement: 0,40 – вводимо координати другої точки:

Solid validation started.

Solid validation completed.

У результаті виконаного переміщення буде отримана твердотільна модель, яку показано на рис. 8.10,б.

Другим перетворенням перемістимо меншу грань тіла паралельно профільній площині проєкцій.

Як базову точку вибираємо праву верхню вершину грані, вказуємо координати другої точки. Результат, показаний на рис. 8.10,в, отримано з використанням координат (25, 0) для другої точки.

Після кожного переміщення здійснюється перевірка тіла на коректність його існування.

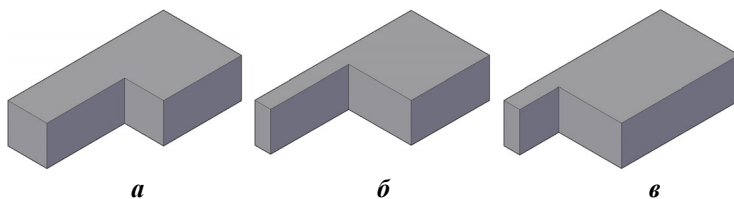


Рис. 8.10

8.6. Зміщення граней

Для рівномірного зміщення граней команду редагування тіл SOLIDEDIT слід викликати з падаючого меню MODIFY ► SOLID EDITING ► OFFSET FACES (Редактировать ► Редактирование тела ► Сместить грани) або на піктограмі OFFSET FACES на плаваючій

8. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ТІЛ

панелі інструментів SOLID EDITING. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face – перехід до режиму редагування граней;

Enter a face editing option
[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _offset – перехід до режиму зміщення граней;

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу ENTER для переходу до настроювання параметрів;

Specify the offset displacement: – указати відстань зміщення;

Solid validation started. – виконується перевірка тіла;

Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER;

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: <eXit>: – натиснути клавішу ENTER для завершення роботи команди.

Зміщення кожної грані виконується в напрямку нормалі до неї. Додатне значення зміщення відповідає збільшенню об'єму тіла, від'ємне – зменшенню. Величину зміщення можна також задати неявно, вказавши на кресленні точку, через яку повинна проходити нова грань.

Приклад зміщення граней. Як об'єкт редагування зміщенням грані візьмемо твердотільний об'єкт, отриманий відніманням з паралелепіпеда зі сторонами 100×50×40 циліндра з радіусом основи 15 і висотою 40. Вісь циліндра проходить через центр горизонтальної грані паралелепіпеда. На рис. 8.11,*a* показана південно-західна ізометрія твердотільної моделі

8.7. Поворот граней

в концептуальному вигляді з вирізанням однієї четвертої частини. У цьому випадку видалення однієї четвертої частини моделі здійснено відніманням з паралелепіпеда з отвором меншого паралелепіпеда з розмірами 50×25×40. Звертаємося до команди **OFFSET FACES** і відповідаємо на запити. Як і у попередньому прикладі, наводимо відповіді тільки тих запитів, які є найбільш характерними для даного перетворення.

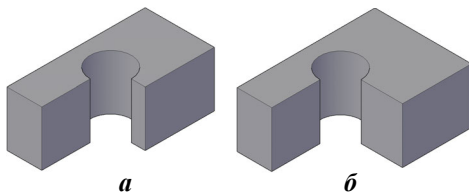


Рис. 8.11

Для зміщення вибираємо меншу грань, паралельну фронтальній площині проєкцій:

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]:

Specify the offset distance: 20

Solid validation started.

Solid validation completed.

У результаті виконаного зміщення буде отримана твердотільна модель, яка показана на рис. 8.11,б. Таким чином, ширина моделі буде збільшена на 20 одиниць і при цьому циліндричний отвір не буде розташовуватися в центрі грані.

8.7. Поворот граней

Для повороту граней у просторі команду редагування тіл **SOLIDEDIT** треба викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► ROTATE FACES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Повернуть грани) або на піктограмі **ROTATE FACES** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: **SOLIDCHECK=1** – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: **_face** – перехід до режиму редагування граней;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAtErial/Undo/eXit] <eXit>: **_rotate** – перехід до режиму повороту граней;

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу ENTER для переходу до настроювання параметрів;

Specify an axis point or [Axis by object/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis] <2points>: – укажіть точку на осі;

Solid validation started. – виконується перевірка тіла;

Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/color/material/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER;

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER.

Слід зазначити, що за допомогою команди ROTATE FACES виконується поворот грані навколо обраної осі на заданий кут, як це відбувається при використанні команди ROTATE 3D.

Ключі команди ROTATE FACES:

- **AXIS BY OBJECT** – вісь повороту визначається наступним об'єктом: лінією, колом, дугою, еліпсом або сплайном. При виборі лінії, полілінії або сплайна вісь буде проходити вздовж об'єкта (або через кінцеві його точки). При виборі дуги, кола або еліпса вісь буде представлена лінією, яка перпендикулярна до об'єкта і проходить через його центральну точку;

- **VIEW** – вісь повороту визначається напрямом перегляду екрана вигляду. AutoCAD пропонує задати точку на площині поточного вигляду, через яку проходить вісь;

- **XAXIS, YAXIS, ZAXIS** – за вісь повороту вибирається лінія, паралельна одній з осей поточної ПСК. AutoCAD пропонує задати точку, через яку проходить вісь;

- **2POINTS** – вісь повороту визначається двома точками в тривимірному просторі (режим, що використовується за умовчанням).

Після того як буде обрана вісь повороту, AutoCAD запропонує задати кут повороту за допомогою наступного запиту:

Specify a rotation angle or [Reference]: – укажіть кут повороту.

Для того щоб повернути обрані грані на заданий кут, необхідно ввести значення кута повороту. При виборі Reference середовище AutoCAD запропонує задати опорний і новий кути, як при використанні команди ROTATE 3D.

Приклад повороту граней. Як об'єкт, грані якого повернемо за допомогою команди ROTATE FACES, візьмемо твердотільний об'єкт із вищерозглянутого прикладу.

Звертаємося до команди ROTATE FACES і відповідаємо на запити. Наводимо відповіді тільки тих запитів, які є найбільш характерними для даного перетворення.

Для повороту вибираємо грань, паралельну фронтальній площині проєкцій:

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Specify an axis point or [Axis by object/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis] <2points>: – указуємо верхню вершину лівого ребра моделі (рис. 8.12,*а*);

Specify the second point on the rotation axis: – указуємо нижню вершину лівого ребра моделі;

Specify a rotation angle or [Reference]: 10 – указуємо кут повороту.

У результаті виконаного повороту буде отримана твердотільна модель, яка показана на рис. 8.12,*а*.

Здійснимо поворот верхньої грані моделі на кут 10° відносно правого верхнього її ребра. Отриманий при цьому результат показано на рис. 8.12,*б*.

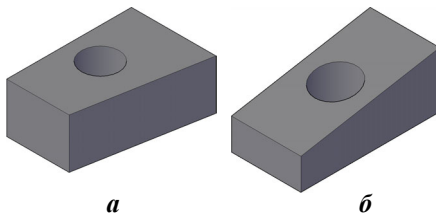


Рис. 8.12

8.8. Видалення граней

Для видалення граней у просторі команду редагування тіл SOLIDEDIT слід викликати з падаючого меню MODIFY ► SOLID EDITING ► DELETE FACES (Редактировать ► Редактирование тела ► Удалить грани) або на піктограмі DELETE FACES на плаваючій панелі інструментів SOLID EDITING. При цьому видаються наступні запити:

8. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ТІЛ

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face – перехід до режиму редагування граней;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _delete

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу ENTER для переходу до настроювання параметрів;

Solid validation started. – виконується перевірка тіла;

Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER;

Solid editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER.

За допомогою команди **DELETE FACES** виконується видалення граней твердотільних об'єктів, включаючи грані, утворені спряженням і фасками. Можливості цієї команди досить широкі: її можна застосовувати навіть для видалення отворів із твердотільних об'єктів.

Приклад видалення граней. Як об'єкт для видалення граней візьмемо довільний паралелепіпед із двома скрізними отворами різного радіуса (рис. 8.13,*а*). Звертаємося до команди **ROTATE FACES** і відповідаємо на запити.

Вибираємо два циліндричні отвори, які плануємо видалити (див. рис. 8.13,*б*).

Двічі натискаємо клавішу ENTER для завершення виконання команди (див. рис. 8.13,*в*).

На рис. 8.14 наведений приклад видалення граней, отриманих у результаті спряження.

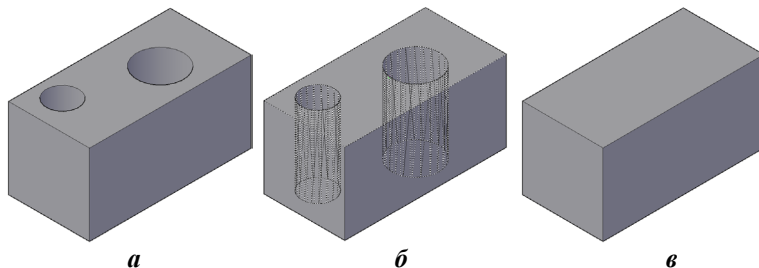


Рис. 8.13

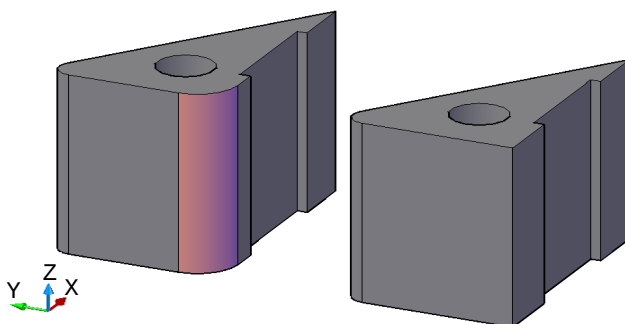


Рис. 8.14

8.9. Зведення граней на конус

Для зведення граней (загострення тіла) вздовж заданого напрямку потрібно звернутися до команди **TAPER FACES** (рис. 8.15), яку також можна викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► TAPER FACES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Свести грани) або на піктограмі **TAPER FACES** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: **SOLIDCHECK=1** – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: **_face** – перехід до режиму редагування граней;

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/
coLoR/mAtEriAl/UnDo/eXit] <eXit>: _taper
 Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;
 Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;
 Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір
 граней або натиснути клавішу ENTER для переходу до настроювання
 параметрів;
 Specify the base point: – указати базову точку;
 Specify another point along the axis of tapering: –
 указати іншу точку на осі вектора;
 Specify the taper angle: – указати кут звуження;
 Solid validation started. – виконується перевірка тіла;
 Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;
 Enter a face editing option
 [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/
coLoR/mAtEriAl/UnDo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу
 ENTER;

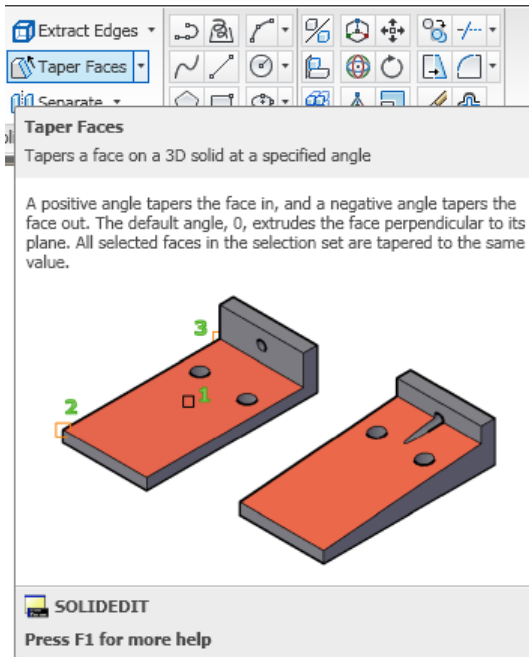


Рис. 8.15

Solid editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER.

При зведенні граней твердотільних об'єктів на конус використання додатного значення кута приводить до скошування граней усередину твердотільного об'єкта, а від'ємного значення – до скошування граней назовні. Не рекомендується задавати великі значення кутів звуження, оскільки твірні грані можуть перетнутися до того, як буде досягнута необхідна глибина.

Приклад скошування граней. Як об'єкт для зведення граней на конус візьмемо довільний паралелепіпед зі скрізним циліндричним отвором, вісь якого проходить через центр грані, що паралельна горизонтальній площині (рис. 8.16,*а*). Звертаємося до команди TAPER FACES і відповідаємо на запити.

Вибираємо для зведення на конус ліву грань паралелепіпеда. Як базову точку вибираємо ліву верхню вершину площини, паралельної фронтальній площині проєкції. Як другу точку беремо ліву нижню вершину цієї ж грані. Задаємо кут звуження 10° . Подібні дії здійснюємо відносно грані, паралельної щойно перетвореній. У результаті отримаємо твердотільний об'єкт, показаний на рис. 8.16,*б*.

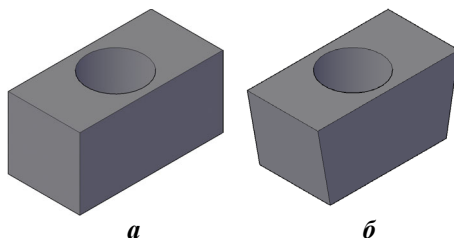


Рис. 8.16

Назва команди *зведення граней на конус* не завжди відповідає дійсності, особливо коли вона застосовується відносно гранного об'єкта. Проте команда TAPER FACES у ряді випадків дозволяє здійснити зведення поверхні на конус, наприклад, якщо мова йдеться про циліндричну поверхню. Подібне перетворення показане на рис. 8.17. Як видно із цього рисунка, вершина конуса розташовується під нижньою гранню об'єкта, а передбачувана основа розташовується вище від верхньої грані. Подібний результат був отриманий унаслідок того, що базова точка була обрана

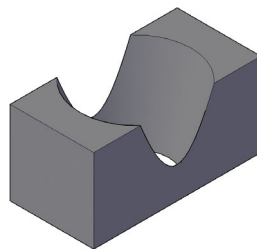


Рис. 8.17

розташованою в центрі нижньої основи циліндричного отвору, а друга точка – у центрі верхньої його основи.

З рисунка також випливає, що передбачуваний конус виходить за межі паралелепіпеда й читач чітко бачить дві гіперболи, що є результатом перетину конуса двома гранями моделі, паралельними осі конуса.

Відзначимо, що використання додатного кута зведення приводить до збільшення діаметра вихідного отвору, а від'ємного значення – до його зменшення.

8.10. Копіювання граней

Для копіювання граней треба звернутися до команди **COPY FACES** (рис. 8.18), яку також можна викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► COPY FACES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Копировать грани) або на піктограмі **COPY FACES** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face – перехід до режиму редагування граней;

Enter a face editing option[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _copy

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу **ENTER** для переходу до налаштування параметрів;

Specify a base point or displacement: – указати базову точку або зміщення;

Specify a second point of displacement: – указати другу точку зміщення;

Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLoR/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу **ENTER**;

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл під час редагування;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу **ENTER**.

Командою **COPY FACES** можна виконати копіювання однієї або кількох граней. Вибравши грані, що підлягають копіюванню, необхідно задати базову точку або величину переміщення, а також другу точку переміщення, як при використанні команди **COPY** двовимірного редагування. Після цього відбудеться копіювання обраних граней без зміни їх орієнтації в просторі.

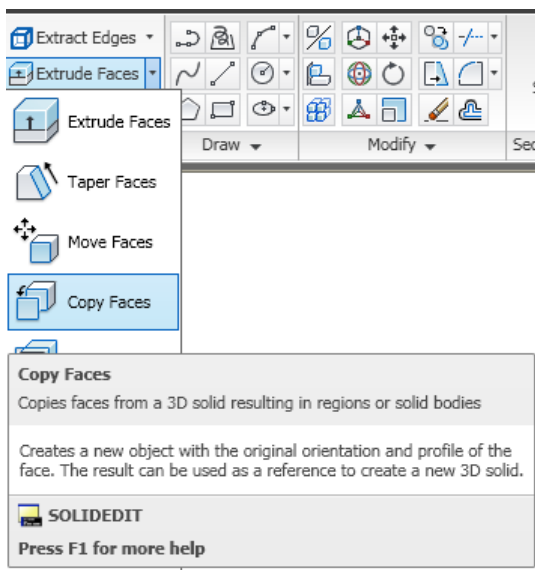


Рис. 8.18

Приклад копіювання граней. Як об'єкт для копіювання граней візьмемо довільний паралелепіпед (рис. 8.19). Звертаємося до команди **COPY FACES** і відповідаємо на її запити. На рис. 8.19 послідовно скопійовані верхня (див. рис. 8.19,а), ліва (див. рис. 8.19,б) і передня (див. рис. 8.19,в) грані.

Примітка. Хоча скопійовані грані можуть виглядати як твердотільний об'єкт, насправді вони є поверхневою моделлю. Це означає, що за допомогою копіювання граней не можна, наприклад, створити отвір у твердотільному об'єкті. З іншого боку, в практиці проектування технічних деталей часто використовується копіювання граней (як правило, грані, що мають складну геометричну форму або довільну орієнтацію в просторі) на нульову відстань з наступним видавлюванням отриманої області для утворення твердотільного об'єкта, що складно отримати іншим шляхом.

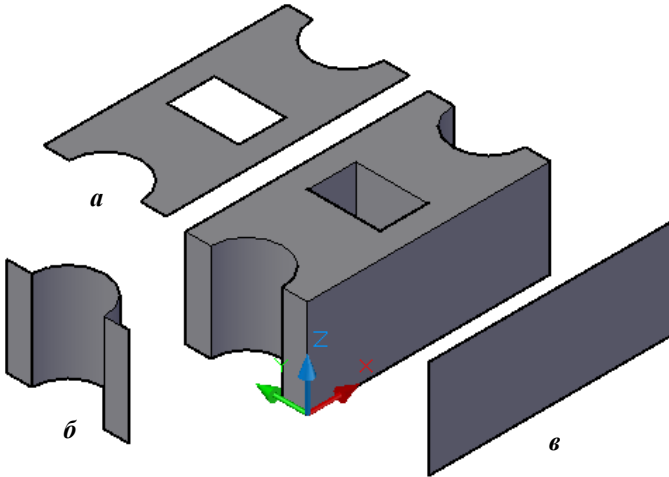


Рис. 8.19

8.11. Зміна кольору граней

За допомогою команди **COLOR FACES**, що відповідає команді **COLOR** режиму **FACE** команди **SOLIDEDIT**, виконується призначення кольору одній або декільком граням у тих випадках, коли необхідно, щоб їх колір відрізнявся від кольору об'єкта. Команду **COLOR FACES** можна викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► COLOR FACES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Изменить цвет граней) або на піктограмі **COLOR FACES** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face – перехід до режиму редагування граней;

Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: _color

Select faces or [Undo/Remove]: – вибрати грані;

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: – продовжити вибір граней або натиснути клавішу ENTER для переходу до налаштування параметрів.

Після вибору граней, колір яких потрібно змінити, AutoCAD відкриває діалогове вікно SELECT COLOR (Выбор цвета) (рис. 8.20). Обраний у цьому діалоговому вікні колір призначається граням незалежно від кольору, який мав твердотільний об'єкт відповідно до параметрів шару.

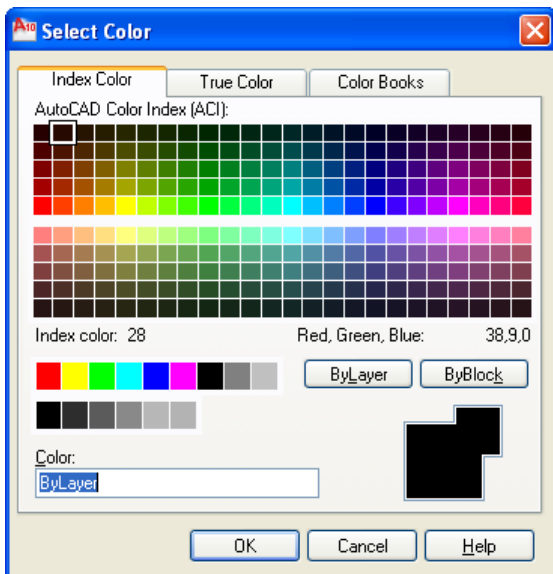


Рис. 8.20

Після цього в командному вікні видається характерна для команди SOLIDEDIT інформація:

Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mATerial/Undo/eXit] <eXit>:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body / Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER.

Приклад зміни кольору граней. Як об'єкт для зміни кольору граней візьмемо твердотільну модель попереднього прикладу. Звертаємося

до команди **COLOR FACES** і відповідаємо на її запити. На рис. 8.21 показана та ж модель зі зміненим кольором верхньої грані.

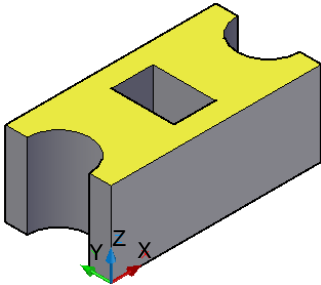


Рис. 8.21

Примітка. Призначений колір ураховується тільки при використанні візуальних стилів **REALISTIC** і **CONCEPTUAL**. У режимі приховання невидимих ліній обраним кольором виділяються лише ребра відповідних граней.

Якщо у файлі креслення визначено матеріали, то можна призначити обраним граням один з таких матеріалів, увівши його ім'я у відповідь на запит команди **MATERIAL** режиму **FACE** команди **SOLIDEDIT**.

8.12. Редагування ребер

За допомогою команди **SOLIDEDIT** можна модифікувати не тільки грані, але й окремі ребра твердотільних об'єктів. Для цього треба після запуску команди **SOLIDEDIT** вибрати режим редагування ребер **EDGE**. AutoCAD відобразить у командному вікні наступний запит:

```
Command: solidedit
Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1
Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/
Undo/eXit] <eXit>: e
```

```
Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/ eXit] <eXit>:
```

У режимі редагування ребер можна використовувати одну з наступних команд:

- **COPY** – копіювання ребер у вигляді ліній, дуг кіл, еліпсів або сплайнів;
- **COLOR** – зміна кольору обраних ребер;
- **UNDO** – скасування попередньої операції;
- **EXIT** – вихід з режиму редагування ребер і виведення основного запитів команди **SOLIDEDIT**.

Перед операцією редагування потрібно вибрати ребра, до яких необхідно застосувати ту або іншу команду. Ребра можна вибрати як клацаючи на них окремо, так і скориставшись перетинною полірамкою (**crossing polygon**), перетинною рамкою (**crossing window**) або перетинною лінією (**fence**). Створивши набір обраних ребер, мож-

на додати або виключити ребра. Закінчивши вибір ребер, слід натиснути клавішу ENTER для продовження команди у режимі редагування ребер.

Команда COPY EDGES. За допомогою команди COPY EDGES, що відповідає команді COPY режиму EDGE команди SOLIDEDIT, виконується копіювання обраних ребер твердотільного об'єкта. Команду COPY EDGES набагато простіше запускати вибравши її з меню команди MODIFY ► SOLID EDITING ► COPY EDGES (Редактировать ► Редактирование тела ► Копировать ребра). Вибравши ребра, що підлягають копіюванню, задають базову й кінцеву точки зміщення, як це має місце при використанні команди COPY. Після цього AutoCAD скопіює обрані ребра, перетворивши їх у лінії, дуги, кола, еліпси або сплайни без зміни їх просторової орієнтації.

Приклад копіювання ребер. Як об'єкт для копіювання ребер візьмемо твердотіlnу модель, показану на рис. 8.21. Звертаємося до команди COPY EDGES і відповідаємо на її запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _edge

Enter an edge editing option [Copy/coLoR/ Undo/eXit] <eXit>: _copy

Select edges or [Undo/Remove]: – вибираємо ребра;

Select edges or [Undo/Remove]: – продовжуємо вибір ребер або натискаємо клавішу ENTER для переходу до налаштування параметрів;

Specify a base point or displacement: – указуємо базову точку або зміщення;

Specify a second point of displacement: – указуємо другу точку зміщення;

Enter an edge editing option [Copy/coLoR/ Undo/eXit] <eXit>: – натискаємо клавішу ENTER.

На рис. 8.22 наведений приклад копіювання всіх ребер верхньої грані моделі. На перший погляд може здатися, що подібний результат отриманий на рис. 8.19. Слід пам'ятати, що на рис. 8.19 показана верхня грань, а на рис. 8.22 – її зовнішня й внутрішня границі.

Команда COLOR EDGES. За допомогою команди COLOR EDGES, що відповідає команді COLOR режиму EDGE команди SOLIDEDIT, можна призначити ребрам твердотіlnої моделі довільний колір у тому випадку,

якщо колір ребер має відрізнитися від кольору самої моделі. Команду **COLOR EDGES** простіше запускати вибравши її з меню команди **MODIFY ► SOLID EDITING ► COLOR EDGES** (Редактировать ► Редактирование тела ► Изменить цвет ребер).

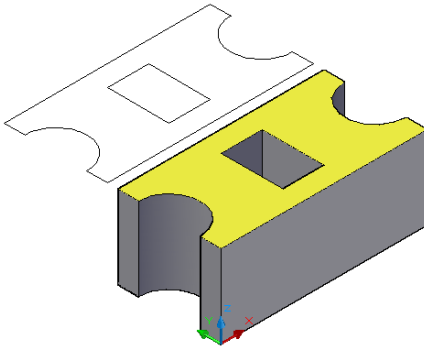


Рис. 8.22

Після вибору ребер, колір яких потрібно змінити, AutoCAD відкриває діалогове вікно **SELECT COLOR** (див. рис. 8.20). Обраний у цьому діалоговому вікні колір буде призначений ребрам незалежно від кольору, який надано твердотільному об'єкту відповідно до параметрів шару.

*Команда **EXTRACT EDGES**.*

Ця команда є незалежною від розглянутих вище двох команд редагування ребер. Вона застосовується в тих випадках, коли необхідно отримати копію всіх ребер твердотільного

об'єкта, тобто фактично створити каркасний об'єкт із твердотільної моделі. Для запуску команди **EXTRACT EDGES** слід вибрати з меню команди **MODIFY ► 3D OPERATIONS ► EXTRACT EDGES** (Редактировать ► 3D Операции ► Извлечь ребра).

Після вибору об'єктів, ребра яких потрібно витягти, AutoCAD створює відповідні каркасні об'єкти на тому ж місці, що й початкові об'єкти.

Перевагою команди **EXTRACT EDGES** перед командою **COPY EDGES** є те, що команда **EXTRACT EDGES** дозволяє витягувати ребра не тільки твердотільних моделей, але також ребра областей і поверхонь. Інакше кажучи, команда **EXTRACT EDGES** є більш універсальною, ніж команда **COPY EDGES**.

Примітка. Для витягування тільки деяких ребер потрібно у відповідь на запит AutoCAD вибрати початкові об'єкти, натиснути клавішу <Ctrl> і, утримуючи її, клацнути по ребрах, що підлягають витягуванню.

8.13. Оболонка

За допомогою команди **SHELL**, що відповідає режиму **BODY** команди **SOLIDEDIT**, можна виконати перетворення суцільного твердотільного об'єкта в порожній, тобто у твердотільний об'єкт, що є тонкостінною оболонкою. Однак при практичній роботі команду **SHELL** доцільно виклика-

ти з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► SHELL** (Редактировать ► Редактирование тела ► Оболочка) або на піктограмі **SHELL** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**. У команді використовуються ключі **BODY** і **SHELL**. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _body – перехід до режиму редагування тіла;

Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/ eXit] <eXit>: _shell – перехід до режиму створення оболонки;

Select a 3D solid: – виберіть тривимірне тіло;

Remove faces or [Undo/Add/ALL]: – виберіть грані для видалення;

Remove faces or [Undo/Add/ALL]: – натисніть клавішу **ENTER** для завершення вибору граней;

Enter the shell offset distance: – укажіть товщину стінок оболонки;

Solid validation started. – виконується перевірка тіла;

Solid validation completed. – перевірка тіла завершена;

Enter a body editing option[Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу **ENTER**.

Перетворити тіло в тонкостінну оболонку можна тільки один раз. У результаті перетворення створюються нові грані за допомогою зміщення існуючих граней. Якщо згодом буде потрібно змінити товщину оболонки, необхідно скористатися командою **EXTRUDE FACES** або **PRESSPULL**.

Додатне значення величини зміщення приводить до створення оболонки, в якій грані зміщуються всередину, тобто без зміни розмірів початкового твердотільного об'єкта, тоді як від'ємне – до збільшення розмірів початкового твердотільного об'єкта за рахунок додавання товщини стінки, що утвориться, зовні наявних граней.

Примітка. Відмінність порожнинних твердотільних об'єктів від поверхневих моделей у тому, що твердотільні оболонки, якими тонкими вони б не були, завжди мають певну товщину. Поверхневі ж моделі складаються з площин й (або) мереж нескінченно малої (тобто нульової) товщини.

Приклад створення оболонки. Як об'єкт для створення оболонки візьмемо твердотільну модель, показану на рис. 8.21. Звертаємося до команди **SHELL**, викликаючи її з падаючого меню **MODIFY > SOLID EDITING > SHELL**, і відповідаємо на її запити:

Solids editing automatic checking: **SOLIDCHECK=1**
Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: **_body**

Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/ eXit] <eXit>: **_shell**

Select a 3D solid: – вибираємо твердотільну модель;

Remove faces or [Undo/Add/ALL]: **1 face found, 1 removed.** – вибираємо верхню грань;

Remove faces or [Undo/Add/ALL]: – натискаємо клавішу **ENTER** для завершення вибору граней;

Enter the shell offset distance: **3** – указуємо товщину стінок оболонки.

Далі виконуються дії, зазначені вище. Приклад перетворення твердотільної моделі в оболонку показаний на рис. 8.23. Оскільки товщина стінок оболонки була зазначена малою, то відбулося виділення внутрішньої прямокутної області в окремий елемент.

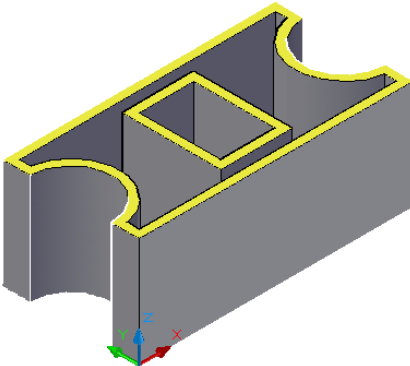


Рис. 8.23

8.14. Спрощення

Спрощення тривимірного тіла виконується за допомогою команди **CLEAN** режиму **BODY** команди **SOLIDEDIT**. Воно пов'язане з видаленням збіжних поверхонь, злиттям суміжних ребер або вершин, що лежать на одній поверхні або кривій, а також видаленням усіх надлишкових ребер, вершин і геометрії, що не використовується. Команду **CLEAN** доцільно викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► CLEAN** (Редактировать ► Редактирование тела ► Упростить) або клацанням по піктограмі **CLEAN** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**.

При запуску команди **CLEAN** виконуються перевірка граней або ребер твердотільного об'єкта й наступне об'єднання накладених граней, що утворюють ту ж саму поверхню, шляхом видалення надлишкових ребер.

Примітка. Команду **CLEAN** рекомендується застосовувати тільки в тих випадках, коли робота над твердотільною моделлю закінчена. Однак перш ніж спрощувати модель, доцільно створити резервну копію креслення, оскільки, якщо в майбутньому виникне необхідність внести в модель зміни, відновити видалену інформацію не вдасться.

8.15. Перевірка коректності об'єктів

З перевіркою коректності об'єктів пов'язаний інструмент **INTERFERENCE CHECKING**, який не має відношення до команди **SOLIDEDIT** та виконаний у вигляді незалежної команди **INTERFERENCE**. Його призначення полягає в створенні тимчасового твердотільного об'єкта, який являє собою перетин двох обраних наборів твердотільних об'єктів.

Необхідність використання **INTERFERENCE CHECKING** викликана тим, що в процесі створення складних об'єктів за допомогою команди **INTERSECT** дуже легко припуститися помилки, виправлення якої може вимагати значних витрат сил і часу. Тому набагато простіше виконати попередній перегляд отриманого в результаті об'єкта та за необхідності внести корективи у форму й (або) взаємне розташування базових примітивів.

Для перевірки коректності об'єктів слід вибрати з меню команду **MODIFY ► 3D OPERATIONS ► INTERFERENCE CHECKING** (Редактировать ► 3D Операции ► Проверка корректности), виділити об'єкти, що входять до першого набору, потім вибрати об'єкти, які входять до другого набору. Після вибору першого набору об'єктів можна замість вибору другого набору об'єктів натиснути клавішу **ENTER**, для того щоб перевірити взаємний перетин об'єктів першого набору. Якщо були створені два набори об'єктів, то натиснувши клавішу **ENTER** можна перевірити перетин обох об'єктів.

При цьому на екрані з'явиться перетин об'єктів, що за умовчанням відображається червоним кольором у візуальному стилі **REALISTIC** (інші об'єкти поточного екрана вигляду відображаються у вигляді тривимірних каркасів). На рис. 8.24 показаний приклад перетину найпростіших

8. РЕДАГУВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ТІЛ

твердотільних примітивів: паралелепіпеда й циліндра. На ньому чітко видно ту частину примітивів, що належить обох тілам.

Далі за допомогою кнопок діалогового вікна **INTERFERENCE CHECKING** (рис. 8.25) вибирають потрібну пару наборів перетинних об'єктів. Для полегшення роботи можна скористатися кнопками **ZOOM REALTIME** або **PAN REALTIME** для масштабування чи панорамування креслення.

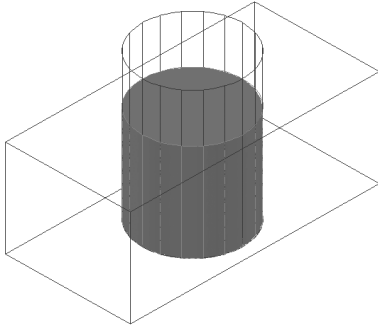


Рис. 8.24

Якщо вигляд тимчасового об'єкта влаштовує користувача, то можна відразу створити переріз, знявши встановлений за умовчанням прапорець **DELETE INTERFERENCE OBJECTS CREATED ON CLOSE**. У цьому випадку не знадобиться після завершення роботи **INTERFERENCE CHECKING** використовувати команду **INTERSECT** для отримання відповідних перерізів. Можливі ситуації, коли виникне необхідність скористатися командою **UNION**, якщо AutoCAD створить кілька об'єктів перетинів.

Результат зняття зазначеного вище прапорця відносно розглянутого прикладу показаний на рис. 8.26.

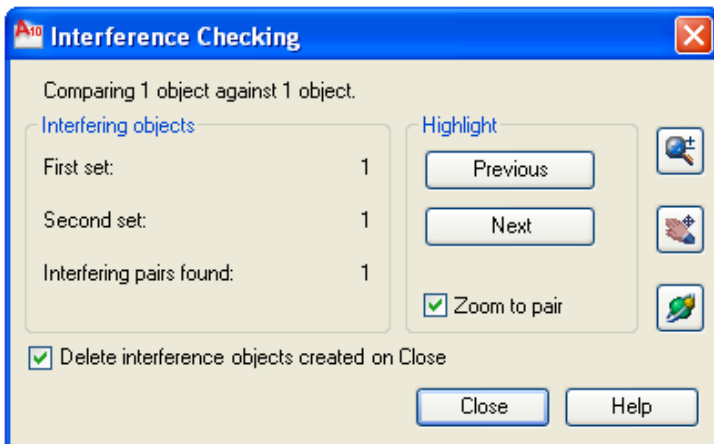


Рис. 8.25

Для завершення роботи команди **INTERFERENCE CHECKING** треба клацнути мишкою по кнопці **CLOSE**.

Таким чином, за допомогою команди **INTERFERENCE CHECKING** можна швидко створювати складні розрізи твердотільних моделей у ході перевірки їхніх взаємодій з допоміжними примітивами.

Потрібно зазначити, що в AutoCAD є більш ефективні засоби, за допомогою яких можна створювати складні розрізи без використання допоміжних об'єктів.

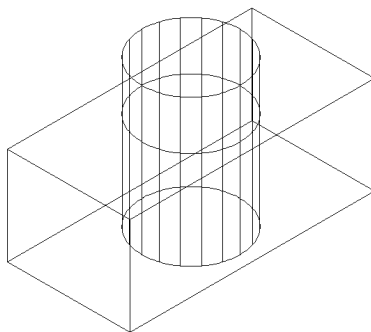


Рис. 8.26

8.16. Поділ тіл

При створенні твердотільних моделей іноді виникає необхідність видалення зайвих елементів складної моделі, які не мають загальних точок. Такі елементи розглядаються в AutoCAD як єдиний об'єкт. Це питання можна вирішити шляхом створення допоміжних твердотільних примітивів, що повністю включають у себе зайві елементи, та їхнього наступного віднімання з відповідного об'єкта.

Однак в AutoCAD передбачений більш зручний спосіб вирішення цього завдання. Він полягає у використанні команди **SEPARATE**, яка дозволяє поділити тривимірне тіло і входить до команди **SOLIDEDIT**. Команду редагування **SOLIDEDIT** можна викликати з падаючого меню **MODIFY ► SOLID EDITING ► SEPARATE** (Редактировать ► Редактирование тела ► Разделить) або клацанням по піктограмі **SEPARATE** на плаваючій панелі інструментів **SOLID EDITING**.

Складний твердотільний об'єкт, що формується з незалежних один від іншого елементів, поділяється на окремі об'єкти. Після такого поділу кожен з отриманих об'єктів можна модифікувати або видаляти без будь-якого впливу на інші об'єкти, які до поділу становили єдине ціле.

Слід урахувати, що поділ не діє на тіла, частини яких мають загальний об'єм. Такі тіла, як правило, були отримані в результаті застосування логічних операцій.

8.17. Перевірка коректності тіла

Перевірка коректності зазначеного користувачем об'єкта як твердотільного виконується за допомогою команди CHECK режиму BODY команди SOLIDEDIT.

Команду CHECK можна викликати з падаючого меню MODIFY ► SOLID EDITING ► CHECK (Редактировать ► Редактирование тела ► Проверить) або клацанням по піктограмі CHECK на плаваючій панелі інструментів SOLID EDITING. При цьому видаються наступні запити:

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _body – перехід до режиму редагування тіла;

Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/ eXit] <eXit>: _check – перехід до режиму перевірки;

Select a 3D solid: – виберіть тривимірне тіло;

This object is a valid ShapeManager solid. – об'єкт є коректним тілом ShapeManager;

Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/mAterial/Undo/eXit] <eXit>: – натиснути клавішу ENTER;

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 – автоматична перевірка тіл при редагуванні;

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body /Undo/eXit] <eXit>:>: – натиснути клавішу ENTER для завершення роботи команди.

AutoCAD у переважній більшості випадків створює тільки коректні твердотільні об'єкти незважаючи на будь-які їхні модифікації. Однак, якщо користувач змінить значення системної змінної SOLIDCHECK (за умовчанням SOLIDCHECK = 1) для збільшення продуктивності програми, AutoCAD може створити некоректний твердотільний об'єкт. При редагуванні коректних твердотільних об'єктів повідомлення про помилки не видаються, тоді як будь-яка спроба модифікації некоректного об'єкта неминуче буде завершена таким повідомленням.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке редагування тривимірних тіл?
 2. Як діють команди **CHAMFER** та **FILLET**?
 3. Які можливості надає команда **SOLIDEDIT**?
 4. До яких результатів приводять додатний і від'ємний кути звуження граней?
 5. Чи є різниця між копіюванням грані й копіюванням усіх ребер грані?
 6. З якою метою виконується спрощення тривимірного тіла?
 7. У чому полягає відмінність порожнинних твердотільних об'єктів від поверхневих моделей?
 8. З якою метою виконується перевірка коректності об'єктів?
 9. Які можливості надає команда **SEPARATE**?
 10. Що розуміється під перевіркою коректності тіла?
-

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Однією з найважливіших переваг AutoCAD перед традиційними засобами створення креслень є наявність у цій САПР широкого спектра інструментів і методів керування режимами перегляду креслень, починаючи від переміщення креслення по екрану і закінчуючи масштабуванням зі створенням набору іменованих виглядів.

Зазначимо також, що формування в AutoCAD тривимірної моделі об'єкта не є самоцілью. Воно робиться для подальшого використання моделі в системах кінематичних і міцнісних розрахунків, отримання проектно-конструкторської документації, експорту в інші програми комп'ютерної графіки тощо. В усіх випадках застосування тривимірної моделі необхідно її відображення або на екрані монітора, або у вигляді твердої копії.

Середовище AutoCAD дає користувачеві можливість відображати й редагувати тривимірні моделі об'єктів у двох просторах: просторі моделі MODEL SPACE і просторі аркуша PAPER SPACE.

Простір моделі, представлений в AutoCAD аркушем MODEL, – це термін AutoCAD, який використовується для позначення основного робочого середовища. Він призначений для створення дво- і тривимірних об'єктів у світовій координатній системі (WCS) або системі координат користувача (UCS). За умовчанням все вікно поточного креслення в просторі моделі заповнює один екран вигляду.

Простір аркуша – це допоміжне робоче середовище AutoCAD, призначене для виконання компонування креслення на паперовому аркуші. У цьому середовищі також можна створювати різні види креслення, підготовлені в просторі моделі, та розташовувати їх на аркушах компонування так, як це прийнято в інженерній графіці. В AutoCAD аркуші компонуван-

ня представлені аркушами, названими за умовчанням LAYOUT N , де N – номер аркуша.

Користувачеві AutoCAD дуже важливо розібратися з тим, як і коли доцільно працювати в просторі моделі, а коли в просторі аркуша. Чітко визначившись із цим питанням, можна значно прискорити процес розробки виробу й істотно підвищити його продуктивність.

9.1. Простір моделі та простір аркуша

Створення й редагування креслення об'єкта, що розробляється, зазвичай здійснюють у просторі моделі, а в просторі аркуша формують відображення цього об'єкта на площині, тобто креслення з усіма необхідними графічними зображеннями, основним написом, іншою графічною і текстовою інформацією, потрібною для виведення готового креслення на плотер або принтер.

Запускаючи AutoCAD і починаючи будувати будь-які об'єкти, користувач напевно вже звернув увагу на те, що всі свої дії він здійснює в просторі моделі. При цьому при створенні нового креслення у просторі моделі формується один екран вигляду (viewport), який займає всю область креслення, що створюється середовищем AutoCAD на екрані монітора.

Нагадаємо, що простір моделі – це простір AutoCAD, де виконується вся творча частина роботи користувача, тобто формуються моделі об'єктів як при двовимірному, так і тривимірному моделюванні. Про те, що у вікні AutoCAD на поточний момент встановлено простір моделі, свідчать відповідна піктограма ПСК на робочому полі креслення, індикація кнопок MODEL у нижній частині робочого поля (рис. 9.1) і MODEL у рядку стану.

Для переходу в простір моделі необхідно або вибрати закладку MODEL, або зробити поточним плаваючий екран вигляду на аркуші. Для того щоб зробити екран вигляду поточним, достатньо установити на нього покажчик мишки й клацнути її лівою кнопкою. Щоб зробити поточною закладку MODEL, можна також увести в командному рядку MSPACE.

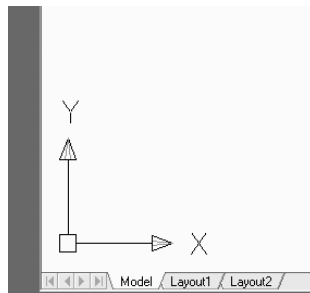


Рис. 9.1

Саме в закладці MODEL працює користувач, створюючи й редагуючи об'єкт. Якщо закладка MODEL активна, це завжди означає, що робота ведеться в просторі моделі. Ця закладка може бути розділена на неперекривні екрани виглядів (вікна). У кожному із цих екранів виглядів можуть відображатися однакові чи різні дво- або тривимірні вигляди, дотичні один до одного по границях екрана. На аркуші MODEL одночасно можна працювати тільки в будь-якому одному з таких екранів виглядів, а роздруковувати тільки поточний екран вигляду.

Під час виконання команд можна переходити з одного екрана вигляду в інший. При цьому виконання команди не буде перервано.

Екран вигляду (VIEWPORT) – це ділянка графічного екрана, на якому відображається деяка частина простору моделі рисунка.

Існують два типи екранів вигляду: неперекривні та перекривні (рис. 9.2). *Неперекривні екрани виглядів*, які ще називають зістикованими (tiled), розташовуються на екрані монітора так, що їх границі дотикаються, але

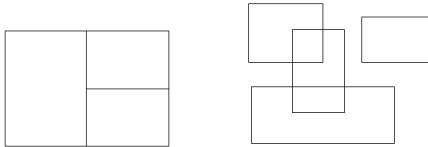


Рис. 9.2

у жодному випадку не перетинаються, а самі екрани виглядів не накладаються один на одного. Неперекривні екрани виглядів повністю заповнюють графічну зону. На плотер або принтер вони виводяться тільки поодиночі.

Перекривні екрани виглядів, які називають плаваючими (floating), подібні до прямокутних вікон, що розташовуються на екрані та переміщуються по ньому довільним чином. Ці екрани виглядів можуть накладатися один на одного і виконуватися одночасно.

Якщо у вікні програми присутні кілька перекривних екранів виглядів, то редагування, зроблене в одному з них, відображається на всіх інших. Тому вибирати об'єкти, що підлягають редагуванню, можна на будь-якому екрані вигляду. При цьому об'єкти виділяються тільки на тому екрані вигляду, на якому вони були вибрані. Якщо користувач спробує перетягнути вибрані об'єкти, це приведе до виділення всіх об'єктів поточного екрана вигляду. На інших екранах виглядів виділяються тільки ті об'єкти, які були вибрані саме на них.

На рис. 9.3 наведена аксонометрична проекція деякого твердотілого об'єкта, яка виконана й розташована в просторі моделі.

9.1. Простір моделі та простір аркуша

Тривимірне моделювання в AutoCAD можливе виключно в просторі моделі. Знаходячись на аркуші MODEL, користувач може переглядати тривимірне креслення AutoCAD у будь-якому ракурсі.

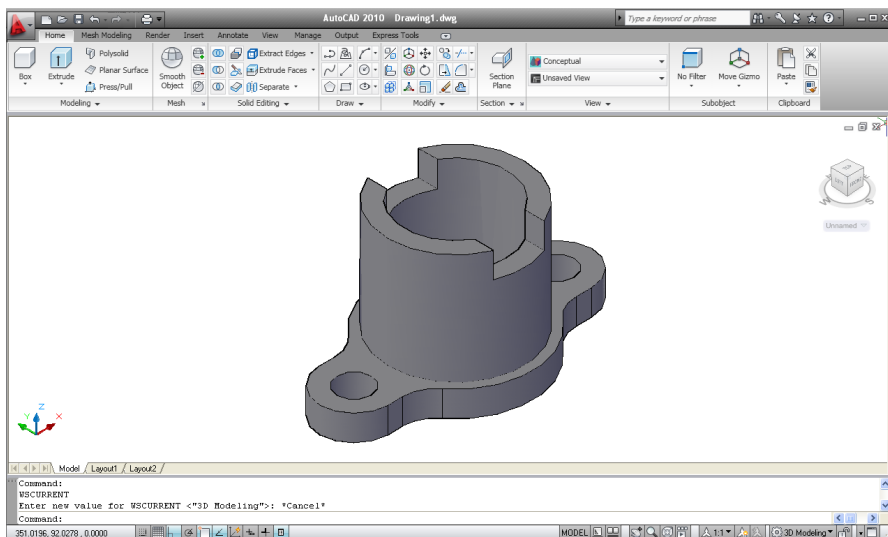


Рис. 9.3

Якщо користувач AutoCAD працює тільки з двовимірними об'єктами, йому немає особливої потреби переходити в простір аркуша, оскільки всі зображення об'єкта, а також додаткова інформація (рамка формату, розміри, основний напис, текстова інформація тощо) можуть формуватися в просторі моделі.

Поруч із закладкою MODEL (Модель) розташовані закладки LAYOUT (Лист). За умовчанням AutoCAD створює дві такі закладки. Клацнувши кнопкою мишки на такій закладці, користувач перейде в простір аркуша.

Як приклад на рис. 9.4 показана та ж, що й на рис. 9.3, твердотільна просторова модель, але виведена в просторі аркуша. Відзначимо, що перш ніж приступати до створення компонування, потрібно встановити в системі хоча б один принтер або графопобудовник.

Прямокутна область білого кольору в середній частині цього рисунка відповідає на екрані формату паперу, на який настроєний пристрій для друку. Границі ж області друку позначені штриховими лініями. Наявність цієї області обумовлюється тим, що більшість принтерів не може

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

виводити текстову і графічну інформацію поблизу границі аркуша. Крім того, за умовчанням на аркуші створюється один плаваючий екран вигляду, обмежений прямокутною рамкою, яка виконана суцільною лінією.

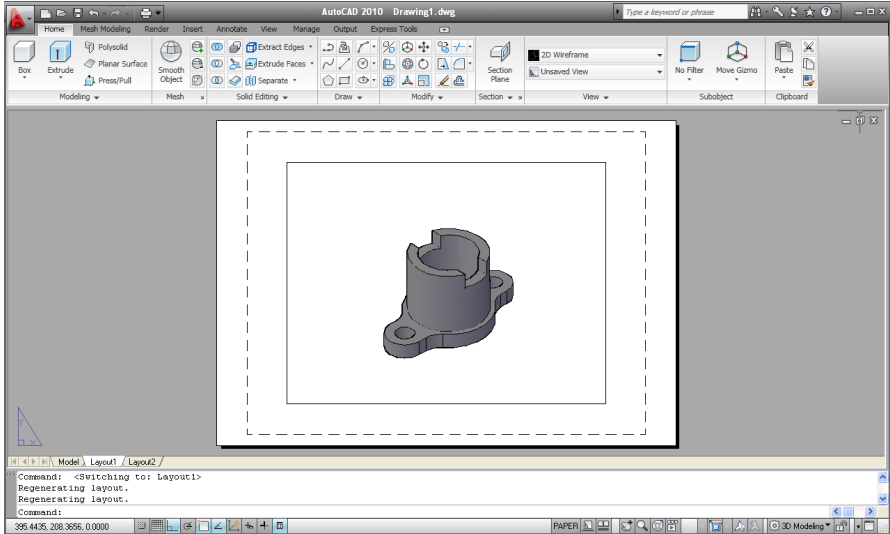


Рис. 9.4

При переході в простір аркуша піктограма ПСК змінюється, вона здобуває форму прямокутного трикутника (рис. 9.5).

Перебуваючи в просторі аркуша, можна створювати плаваючі екрани виглядів з розміщенням на них різних виглядів об'єкта. Залежно від ситуації можна накреслити зміст одного або кількох екранів виглядів, задати елементи креслення, що виводяться на плотер, вибрати спосіб компоновання зображення на аркуші паперу. При цьому рисунок простору моделі не захирашується, що прискорює й полегшує редагування об'єкта, який розробляється. Якщо б простір аркуша не використовувався, то довелося б захирашувати простір моделі графічною інформацією, необхідною лише для формування креслярських аркушів. Адже такі елементи, як рамка

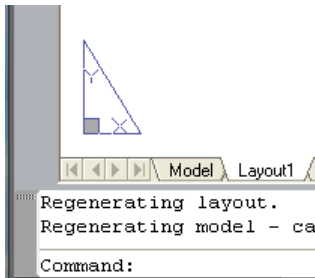


Рис. 9.5

креслярського аркуша, основний напис й інша графічна та текстова інформація, не мають відношення до реальної моделі та потрібні тільки в роздруку.

На кресленні в просторі аркуша, як правило, подані ортогональні (прямокутні) проєкції об'єкта з різних точок зору на тривимірну модель, а іноді й її аксонометричне зображення. Усі зображення повинні перебувати у відповідних областях перегляду. Створення вікон перегляду, вибір і модифікація виглядів, які показані через ці вікна, необхідно як при формуванні тривимірних моделей, так і при їхній модифікації. Якісне відображення тривимірних об'єктів дозволяє істотно спростити роботу з графічною моделлю.

У просторі LAYOUT компонується уявлення розробленої моделі або тієї, що розробляється, на віртуальному аркуші креслення у вигляді плоского рисунка, причому одна модель може бути представлена кількома компонуваннями на різних вкладках. Робота в просторі аркуша аналогічна роботі конструктора за кульманом, оскільки будь-яка вкладка аркуша імітує паперовий аркуш. Перемикаючись із закладки MODEL на закладку LAYOUT, користувач фактично переходить із тривимірного простору моделі у двовимірний простір аркуша, на якому ця модель подана. Після переходу на чергову закладку LAYOUT можна приступати до компонування креслення з елементів моделі, створених у просторі моделі. Формування компонування виконується активізацією команд контекстного меню, що реалізується клацанням правої кнопки мишки на корінці закладки LAYOUT.

Нагадаємо, що в середовищі AutoCAD контекстне меню є переліком опцій, доступних у контексті виконуваної операції.

І на завершення відзначимо, що якщо зберегти креслення, яке у цей момент представлене певним чином у кількох екранах виглядів, то і відкриватися воно буде в тому ж вигляді, в якому воно було збережено. Таким чином, можна створювати кілька різних копій того ж самого креслення з різними компонуванням і налаштуванням екранів виглядів.

9.2. Іменовані вигляди

Вигляди з метою наступного їхнього використання можна зберігати під унікальними іменами. Екран вигляду можна зберігати цілком або тільки деякі його частини. Якщо використовується кілька екранів виглядів, то відновлюється вигляд на активному екрані вигляду. Відновлюючи різні

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

вигляди на різних екранах виглядів, можна одночасно отримати кілька виглядів однієї й тієї ж моделі з відновленням наступних характеристик:

- центральна точка;
- напрямок погляду;
- коефіцієнт зумування;
- перспектива (фокусна відстань).

Може бути також збережена поточна ПСК, якщо вона була збережена з виглядом.

При роботі в тривимірному просторі одним із загальних практичних прийомів креслення є використання стандартного методу прямокутного проєкціювання. Відповідно до цього методу двовимірні подання тривимірного об'єкта створюються шляхом проєкціювання об'єкта на шість граней куба. Ці зображення називаються основними виглядами, причому за головний вигляд приймається зображення на фронтальній площині проєкцій.

Оскільки стандарти на оформлення креслень пропонують зводити до мінімуму кількість виглядів на кресленні, дуже важливо правильно вибрати головний вигляд моделі. У свою чергу, це означає, що при роботі в тривимірному просторі користувач повинен мати можливість як задавати напрямок перегляду (*viewing direction*) на нерухому модель, так і обертати цю модель, не змінюючи напрямок перегляду.

При побудові тривимірної моделі доводиться працювати більш ніж з одним виглядом об'єкта. Можливий варіант, коли зображення об'єкта буде досить інформативним на одному вигляді й нечитабельним на іншому. У будь-якому випадку при роботі з тривимірними об'єктами доцільно встановити кілька екранів виглядів, наприклад один – з виглядом зверху, інший – з виглядом зліва, третій – з аксонометричною проєкцією.

Щоб підвищити зручність роботи, для кожного екрана вигляду можна задати й зберегти окрему ПСК. Незалежно від того, що відбувається із ПСК на поточному екрані вигляду, системи координат на інших екранах виглядів залишаються незмінними та при переключенні між екранами не відбувається втрати інформації про ПСК кожної з них.

Збереженням ПСК для кожного екрана вигляду керує системна змінна UCSVP. На екранах виглядів, де $UCSVP = 1$, ПСК, що використовувався безпосередньо перед переходом на інший екран вигляду, запам'ятовується; при поверненні відбувається її відновлення. Якщо системна змінна $UCSVP = 0$ для деякого екрана вигляду, то його ПСК завжди збігається із ПСК поточного активного екрана вигляду.

У просторі моделі можна зберігати вигляд тільки на одному екрані вигляду. При відновленні збережений вигляд замінює той, що раніше перебував на обраному екрані вигляду.

Настроювання відображення будь-якого екрана виглядів зберігається під унікальним ім'ям і потім відновлюється за допомогою команди VIEW, що викликає діалогове вікно керування видами VIEW MANAGER... (рис. 9.6). Це ж діалогове вікно можна відкрити з падаючого меню VIEW ► NAMED VIEWS... (Вид ► Именованные виды...) або клацанням по піктограмі NAMED VIEWS... на панелі інструментів VIEW.

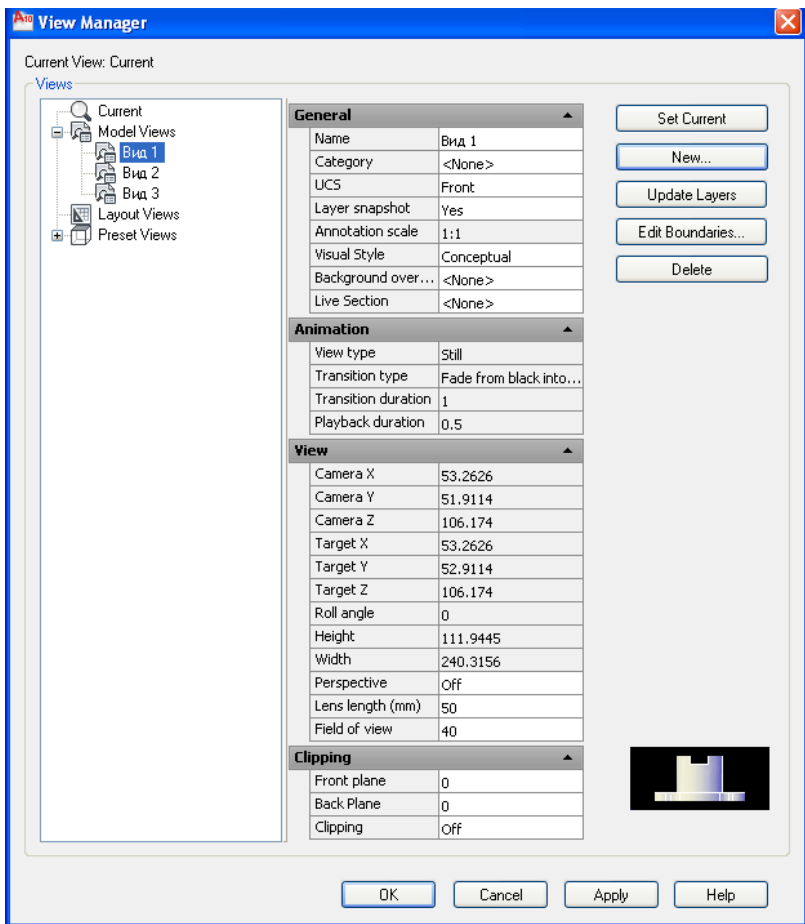


Рис. 9.6

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Для створення вигляду необхідно натиснути кнопку NEW... і в діалоговому вікні, що з'явилося, NEW VIEW (рис. 9.7) призначити наступні параметри:

- ♦ У текстовому полі VIEW NAME: – указати ім'я вигляду.
- ♦ У текстовому полі VIEW CATEGORY: – указати категорію для іменованого вигляду. Необхідно вибрати категорію зі списку, що випадає, ввести ім'я нової категорії або залишити це поле порожнім.

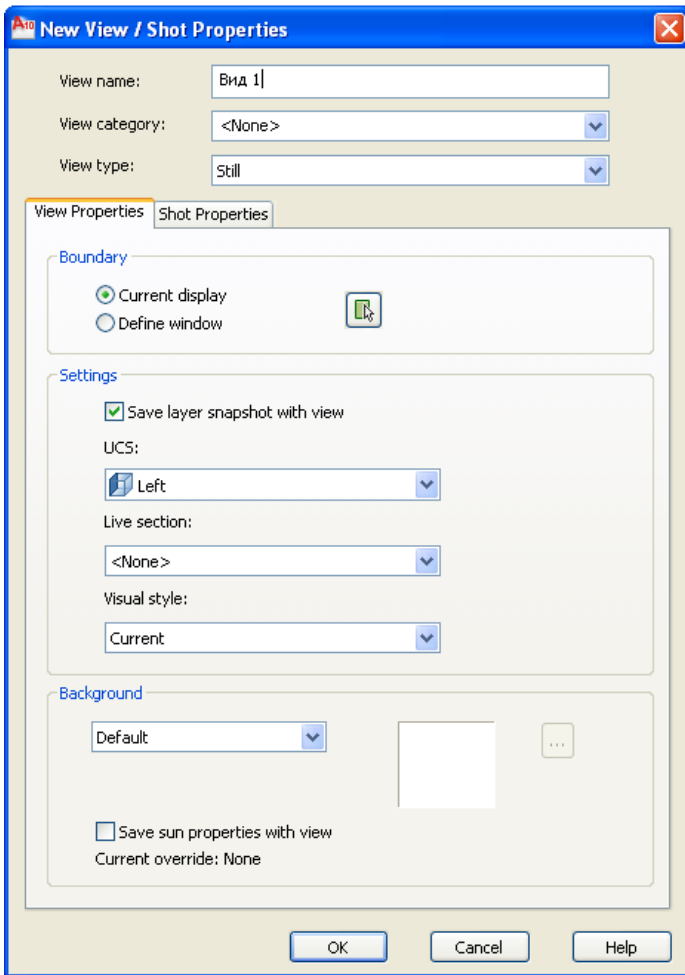


Рис. 9.7

◆ В області **BOUNDARY** : – визначити границі:

- **CURRENT DISPLAY** – як границі для створюваного вигляду використати границі поточного екрана;

- **DEFINE WINDOW** – як границі нового вигляду використовується вікно, задане в області рисунка за допомогою рамки по двох протилежних кутах;

- кнопка **DEFINE VIEW WINDOW** – дозволяє задавати границі нового вигляду за допомогою мишки.

◆ В області **SETTINGS** – визначити наступні параметри:

- **SAVE LAYER SNAPSHOT WITH VIEW** – зберегти налаштування видимості поточного шару разом зі створюваним виглядом;

- **UCS** : – для збереження з новим видом указується ПСК для вигляду моделі й вигляду на аркуші;

- **LIVE SECTION** : – для виглядів моделей указується псевдопереріз, що застосовується при відновленні вигляду;

- **VISUAL STYLE** : – указується візуальний стиль для виглядів моделей:

NONE – немає;

CURRENT – поточний;

2D WREFRAME – двовимірний каркас;

3D HIDDEN – тривимірний схований;

3D WREFRAME – тривимірний каркас;

CONCEPTUAL – концептуальний;

REALISTIC – реалістичний.

◆ В області **BACKGROUND** – визначити фон для виглядів моделей, значення візуального стилю яких відмінно від **2D WIREFRAME**:

- список призначений для перевизначення стандартного фону й завантаження діалогового вікна **BACKGROUND**, параметри якого дещо розрізняються залежно від обраного типу:

TYPE : – тип фону: **SOLID** – тіло, **GRADIENT** – градієнт, **IMAGE** – зображення;

GRADIENT OPTIONS – параметри градієнта: **THREE COLOR** : – три кольори, **TOP COLOR** : – верхній колір, **MIDDLE COLOR** : – середній колір; **BOTTOM COLOR** : – нижній колір, **ROTATION** : – кут повороту;

PREVIEW – вікно перегляду;

- **CURRENT OVERRIDE** : – відображення типу перевизначення поточного фону, якщо він заданий.

◆ Кнопка... – якщо обрано параметр `VERRIDE DEFAULT BACKGROUND`, то відкривається діалогове вікно `BACKGROUND`, у якому можна змінити вибір поточного фону.

9.3. Екрани виглядів простору моделі

При роботі з моделлю тривимірного об'єкта зручно графічне вікно ділити на частини, в кожній з яких можна встановлювати свій вигляд однієї і тієї ж моделі. Як указувалося вище, кожна з таких частин називається екраном виглядів простору моделі.

Система AutoCAD дозволяє створювати конфігурацію з будь-якої кількості неперекривних екранів виглядів і кожній такій конфігурації давати ім'я, за яким ця конфігурація може бути в будь-який час відновлена. Більше того, будь-який екран виглядів, який застосовується як поточний, може бути розділеним на два, три або чотири екрани виглядів. Кількість і розташування екранів виглядів визначається користувачем.

Конфігурацію екранів виглядів можна створити за допомогою команди `VPORTS` (Видовые экраны), якій відповідає кнопка  панелі `VIEW` ► `VIEWPORTS` (Вид ► Видовые экраны) стрічки (рис. 9.8) і панелі інструментів `VIEWPORTS` (Видовые экраны) (рис. 9.9) та пункт меню `VIEW` ► `VIEWPORTS` ► `NEW VIEWPORTS` (Вид ► Видовые экраны ► Новые видовые экраны).

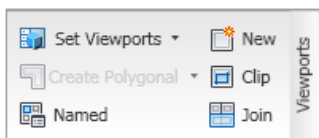


Рис. 9.8



Рис. 9.9

Панель екрана виглядів (див. рис. 9.8) містить наступні опції: `SET VIEWPORTS` (Список конфигураций видовых экранов), `CREATE POLYGONAL` (Создать многоугольный), `NAMED` (Именованные), `NEW` (Создать), `CLIP` (Подрезать), `JOIN` (Соединить).

Команда `VPORTS` (Видовые экраны) відкриває вкладку `NEW VIEWPORTS` (Новые видовые экраны) діалогового вікна `VIEWPORTS` (Видовые экраны) (рис. 9.10).

9.3. Екрани виглядів простору моделі

На лівій панелі цієї вкладки розташований список стандартних конфігурацій екранів виглядів, а на правій – схема поділу екрана відповідно до того або іншого варіанта конфігурації. Слід відзначити, що вибір варіанта SINGLE (Один) завжди перетворює область креслення в єдиний екран виглядів. Варіанти FOUR: EQUAL (Четыре: Равномерно), FOUR: RIGHT (Четыре: Справа) і FOUR: LEFT (Четыре: Слева) можуть застосовуватися тільки до всієї області креслення і доступні тільки в просторі моделі. Інші вісім варіантів конфігурації можуть застосовуватися як до всієї області креслення, так і до поточного екрана виглядів.

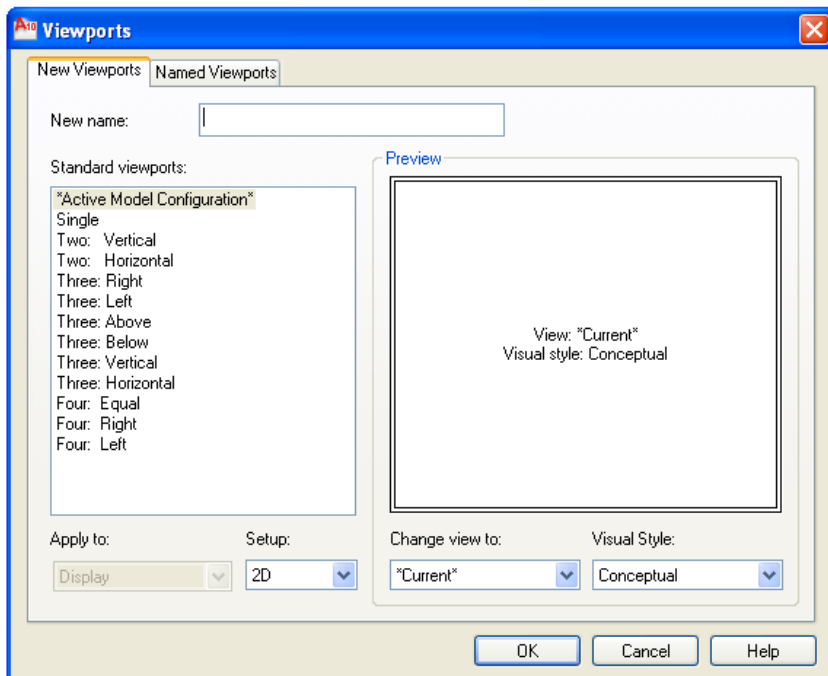


Рис. 9.10

Поле NEW NAME (Новое имя) цього вікна призначено для задання імені створюваної конфігурації екранів виглядів. Якщо ім'я не задати, то нова конфігурація все ж таки буде створена і графічний екран буде поділений на необхідні частини. Однак така конфігурація не буде збережена, тобто після переходу користувача до наступної конфігурації ця конфігурація не може бути відновлена через відсутність імені.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Для присвоєння варіанта конфігурації екранів виглядів імені й наступного збереження цієї іменованої конфігурації необхідно в діалоговому вікні VIEWPORTS (Видовые экраны) перейти на вкладку NAMED VIEWPORTS (рис. 9.11).

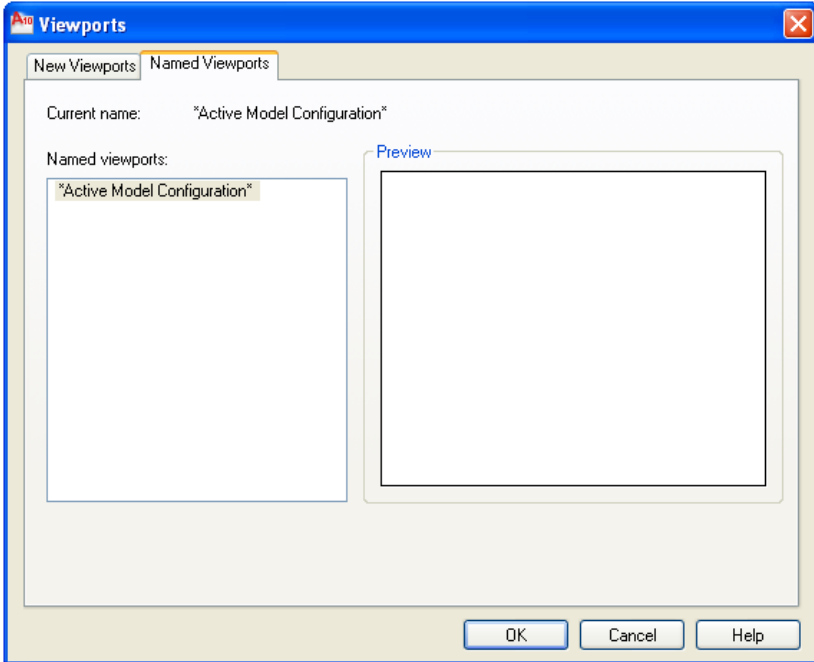


Рис. 9.11

На лівій панелі цієї вкладки розташований список раніше збережених варіантів конфігурації екранів виглядів, а на правій наведено зображення попереднього перегляду обраного варіанта конфігурації екранів виглядів.

Для відновлення іменованої конфігурації екрана виглядів необхідно вибрати команду **VIEW ► VIEWPORTS ► NAMED VIEWPORTS** (Вид ► Видовые экраны ► Именованные видовые экраны), а далі зі списку **NAMED VIEWPORTS** вибрати той варіант іменованої конфігурації екранів виглядів, який потрібно відновити.

Для видалення іменованої конфігурації екранів виглядів необхідно на вкладці **NAMED VIEWPORTS** діалогового вікна **VIEWPORTS** вибрати зі

9.3. Екрани виглядів простору моделі

списку варіант конфігурації, що підлягає видаленню, а потім натиснути клавішу <Delete> або клацнути правою кнопкою мишки й вибрати з контекстного меню команду DELETE.

Поле перегляду в області PREVIEW (Образец) (див. рис. 9.11) відображає зовнішній вигляд тієї конфігурації (варіанта розділення на частини), що відзначена в списку STANDARD VIEWPORTS (Стандартные конфигурации). У розкритому списку APPLY TO (Применить к) можна вибрати одне з двох значень, що вказує, до якої частини графічного екрана буде застосовуватися операція розділення на частини: DISPLAY (Ко всему экрану) або CURRENT VIEWPORT (К текущему видовому экрану). Друга опція застосовується в тих випадках, коли необхідно один з екранів виглядів розділити ще на частини.

У списку, що розкривається, SETUP (Режим) користувачеві доступні тільки два значення:

- ◆ 2D – при виборі цього режиму новий варіант конфігурації екрана виглядів створюється таким чином, щоб на всіх дочірніх екранах виглядів відображався вміст поточного екрана;

- ◆ 3D – при виборі цього режиму на екранах виглядів відображаються основні вигляди (вигляд зверху, спереду і зліва).

Поле перегляду розбивається на частини відповідно до обраної схеми розділення, причому один з екранів виглядів є активним. Активізація екрана виконується простим клацанням мишки. Список, що розкривається, CHANGE VIEW TO (Сменить вид на) дозволяє встановити необхідний вигляд у тому екрані виглядів, що є активним у полі перегляду. У режимі 3D у розкритому списку значень доступні імена стандартних та ізометричних виглядів, імена збережених виглядів й ім'я *CURRENT* (*Текущий*). За допомогою списку VISUAL STYLE (Визуальный стиль), що розкривається, для виділеного екрана виглядів встановлюється стиль візуалізації.

Після закриття діалогового вікна клацанням кнопкою OK екран буде розділений на частини відповідно до обраної схеми. На рис. 9.12 на прикладі розглянутої вище деталі показано результат розділення графічного вікна на чотири частини (варіант FOUR: EQUAL (Четыре: Равные)), коли в розкритому списку SETUP (Режим) обраний варіант 3D, а за допомогою списку, що розкривається, CHANGE VIEW TO (Сменить вид на) у лівому верхньому екрані виглядів встановлений вигляд FRONT (главный вид), у лівому нижньому – вигляд TOP (вид сверху), у правому

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

верхньому – вигляд LEFT (вид слева) і, нарешті, у правому нижньому – аксонометрична проекція.

Із чотирьох екранів виглядів, зображених на рис. 9.12, тільки один є активним – це той екран, рамка якого показана лінією більшої товщини. У нашому випадку активним є лівий верхній екран виглядів. Якщо необхідно активізувати інший екран, треба клацнути на ньому лівою кнопкою мишки.

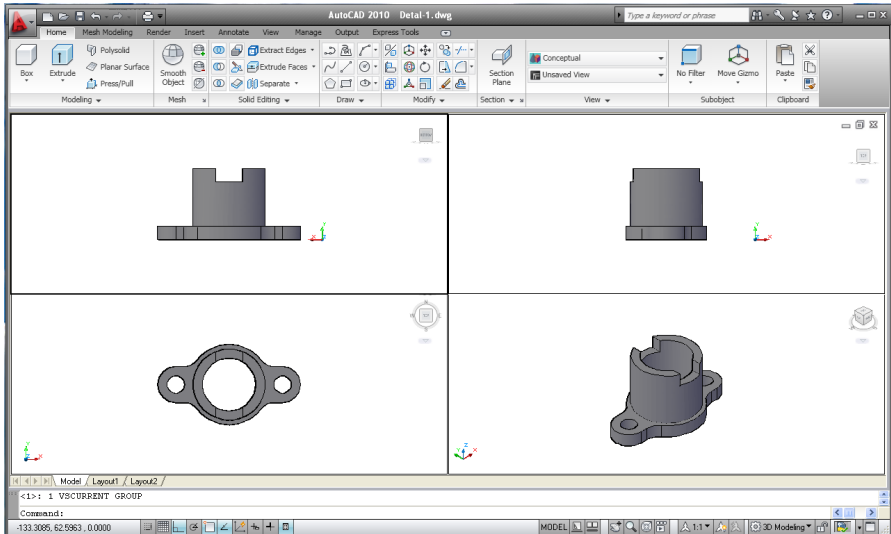


Рис. 9.12

У разі необхідності можна об'єднати (Join) суміжні екрани виглядів для створення нестандартних варіантів конфігурації. Для цього потрібно, щоб дотримувалася одна умова – екран виглядів, який виходить у результаті об'єднання, повинен мати прямокутну форму. Для об'єднання двох екранів виглядів потрібно виконати наступні операції:

1. Виберіть команду VIEW ► VIEWPORTS ► JOINS (Вид ► Видові екрани ► Об'єднати). Після запуску цієї команди AutoCAD видає запити:

Select dominant viewport <current viewport>:

Выберите основной видовой экран <текущий видовой экран>:

9.3. Екрани виглядів простору моделі

2. Клацніть на полі екрана виглядів, що містить вигляд, який необхідно зберегти. AutoCAD видає запит:

Select viewport to join:

Выберите видовой экран для объединения:

3. Клацніть усередині сусіднього екрана виглядів для приєднання його до першого екрана виглядів.

По завершенні роботи створену конфігурацію необхідно зберегти, щоб мати можливість знову до неї звернутися. Якщо при збереженні створеної конфігурації система виявить, що конфігурація з таким ім'ям вже існує, то буде задане питання:

Viewport configuration "Name" already exists.
Replace it? <N>

Конфигурация видовых экранов "Name" уже существует. Заменить ее? <N>

При відповіді Y (Д) конфігурація із зазначеним ім'ям буде замінена на нову, при відповіді N (Н) – нова конфігурація не буде створена.

Разом з конфігурацією екранів виглядів система запам'ятовує параметри виглядів кожного екрана виглядів, систему координат і властивості піктограми ПСК.

Команда –VPORPTS (Видовые экраны), що працює в режимі командного рядка, дозволяє зберегти, відновити, видалити, об'єднати, перейти до одного екрана виглядів, отримати довідкову інформацію про конфігурації екранів виглядів, тобто опції цієї команди аналогічні за можливостями до команди VIEWPORTS (Видовые экраны). При зверненні до довідкової інформації про конфігурації екранів виглядів видається лістинг таких відомостей, у якому наводяться дані про екрани виглядів, які виражені в частках від розмірів усього графічного вікна.

Для зміни положення креслення щодо поточного екрана виглядів можна використовувати прокручування або панорамування. При цьому можна перейти до іншої частини креслення, не змінюючи поточного ступеня збільшення. Прокручування (scrolling) дозволяє переміщатися від однієї частини креслення до іншої в горизонтальному і вертикальному напрямках, а панорамування (panning) – в будь-якому напрямі.

Нагадаємо, що працюючи з кресленням, можна у будь-який момент змінити ступінь його збільшення, застосувавши масштабування (zoom), або зумування, за допомогою команди, що має відповідну назву. Збільшення

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

масштабу дозволяє побачити креслення цілком, зменшення – з більшим ступенем деталізації. Зміна масштабу креслення впливає тільки на його зображення на екрані та ніяк не змінює розмірів об'єктів креслення.

Ступінь збільшення креслення, що простежується, можна змінити, встановивши точно заданий коефіцієнт масштабування. Цей коефіцієнт може бути заданий одним з наступних методів:

- щодо загального розміру креслення (меж креслення);
- щодо поточного вигляду;
- щодо одиниць вимірювання простору аркуша.

При зміні ступеня збільшення частина креслення, розташована в центрі поточного екрана виглядів, залишається центрованою на екрані.

Для зміни ступеня збільшення щодо меж креслення запускають команду ZOOM і вводять число, яке є коефіцієнтом масштабування. Наприклад, якщо буде введений коефіцієнт масштабування 2, то масштаб креслення зменшиться в два рази, внаслідок чого розміри креслення на екрані збільшаться в два рази. Якщо ввести коефіцієнт масштабування .5, масштаб креслення збільшиться в два рази, внаслідок чого розміри креслення на екрані зменшаться в два рази.

Для зміни ступеня збільшення креслення щодо його поточного вигляду потрібно додати символ X після значення коефіцієнта масштабування. Наприклад, якщо ввести коефіцієнт масштабування 2X, розміри об'єктів креслення збільшаться в два рази в порівнянні з поточними розмірами. Якщо ввести коефіцієнт масштабування .5X, розміри об'єктів креслення зменшаться в два рази в порівнянні з поточними розмірами.

При роботі в просторі аркуша можна також змінити ступінь збільшення поточного вигляду простору моделі щодо простору аркуша. Для цього при введенні коефіцієнта масштабування потрібно додати до нього символу XR. Цей метод подібний до масштабування креслення щодо границь креслення, але впливає тільки на поточний екран виглядів і масштабує його щодо одиниць вимірювання простору аркуша, а не абсолютних розмірів креслення. Наприклад, якщо об'єкт має довжину 150 мм, а потрібно, щоб вигляд зверху був накреслений у масштабі 1:2, то необхідно використовувати для масштабування відповідного екрана виглядів коефіцієнт масштабування .5XR. Якщо згодом компоновання аркуша виводитиметься на друк у натуральну величину, вигляд зверху буде накреслений у два рази меншим, тобто в масштабі 1:2.

9.4. Майстер компоунвання аркуша

Найбільш просто новий аркуш можна створити за допомогою Layout Wizard (Майстер компоунвання листа). Майстер компоунвання аркуша має вісім сторінок. Для його виклику необхідно виконати одну з команд меню: або Inset ► Layout ► Create Layout Wizard (Вставка ► Лист ► Создать мастер компоунвання), або Tools ► Wizards ► Create Layout (Сервис ► Мастер ► Создать компоновку). Можна просто ввести в командному рядку команду LAYOUTWIZARD. У будь-якому разі на екрані з'явиться перше вікно майстра компоунвання аркуша (рис. 9.13).

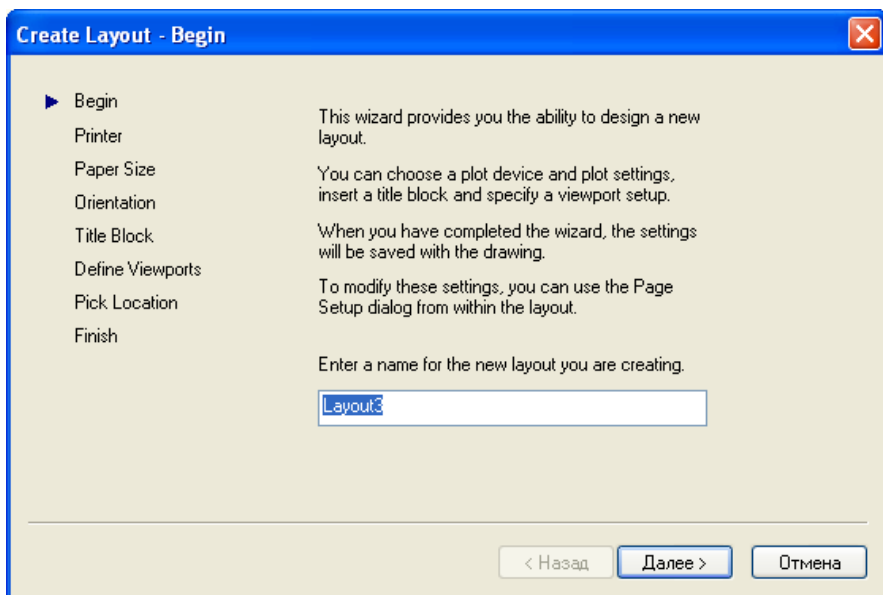


Рис. 9.13

У вікні Begin потрібно ввести ім'я створюваного аркуша, що надалі буде відображатися на відповідній вкладці. Програма за умовчанням пропонує порядковий номер нового аркуша – Layout3 (Лист 3). Щоб краще орієнтуватися в аркушах з компоунвання, доцільно у виділене поле першого вікна майстра компоунвання ввести будь-яке значущє ім'я, яке відображає суть креслення, що міститься на даному аркуші.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Натисніть кнопку **Далее**, щоб відкрити вікно **Printer** майстра компонування (рис. 9.14). Воно призначено для вибору друкувального пристрою для створюваного аркуша. Виберіть потрібний пристрій, клацнувши на відповідному рядку. Слід пам'ятати, що набір доступних форматів визначається обраним пристроєм для друку. Якщо вибрати пункт **None** (Нет), друкувальний пристрій за умовчанням не буде заданим.

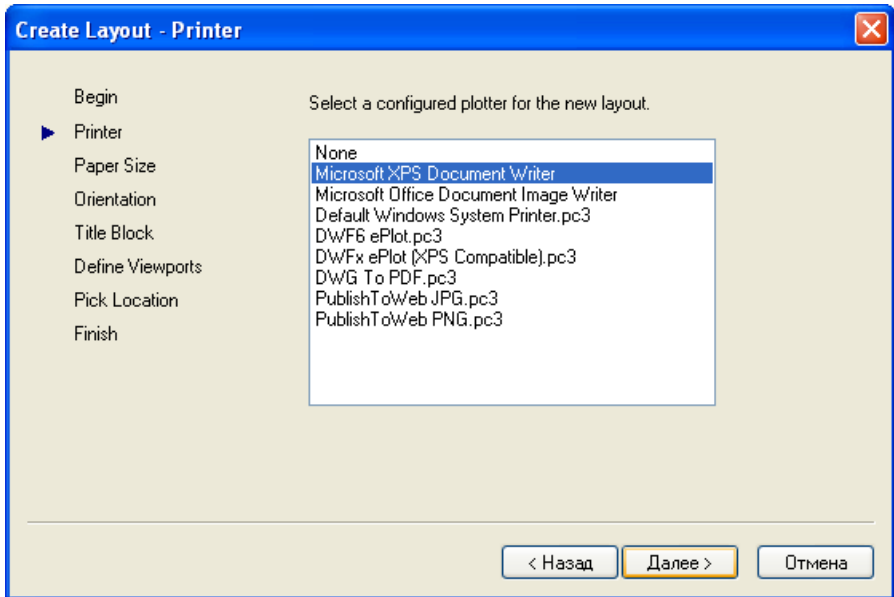


Рис. 9.14

Клацніть кнопкою **Далее**, щоб запустити вікно **Paper Size** майстра (рис. 9.15). У ньому вибирається формат паперу, на якому буде роздруковуватися документ, а також одиниці вимірювання креслення. В області **Paper Size in units** відображається обраний формат у поточних одиницях: **Width** – ширина; **Height** – висота.

Клацніть на кнопку **Далее**, щоб перейти до вікна **Orientation** майстра (рис. 9.16). У цьому вікні можна вибрати орієнтацію креслення на аркуші паперу – **Portrait** (Книжная) або **Landscape** (Альбомная).

У наступному вікні **Title Block** (рис. 9.17) вибирають тип основного напису зі списку файлів. Слід відмітити, що в запропонованому списку відсутні основні написи, які відповідають українським стандар-

9.4. Майстер компонування аркуша

там. Тому рекомендується створити основний напис і в ньому додаткову графу на аркушах формату А4 й А3 як найбільш часто застосовуваних у навчальному процесі. Файли, що відповідають цим форматам, необхідно зберегти з розширенням DWG у каталозі <Системный_диск>:\Documents and Setting\....\Template\.

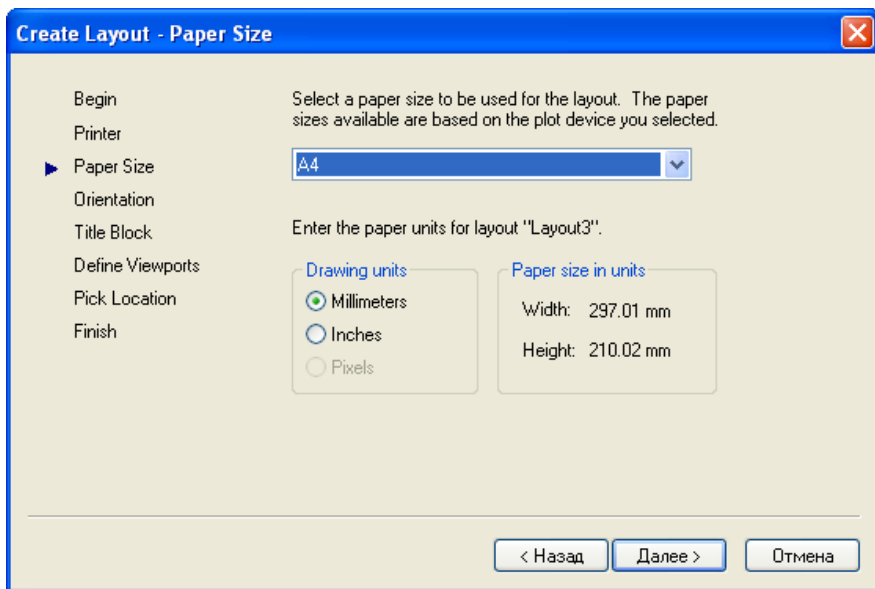


Рис. 9.15

В області Path (Путь) відображаються шляхи файла обраного основного напису. В області Preview (Просмотр) схематично показується зовнішній вигляд обраного формату з основним написом. Елемент None (Нет) означає відсутність основного напису. Формат з основним написом можна також включити в креслення як блок, установивши перемикач у положення Block (Блок), або як посилання, установивши перемикач у положення Xref. Краще вибрати положення Block (Блок), тому що в цьому випадку основний напис буде збереженим у кресленні.

Вікно майстра компонування аркуша Define Viewport (рис. 9.18) призначено для визначення екранів виглядів на аркуші. За допомогою перемикача Viewport setup (Установки видового екрана) можна вибрати один з наступних варіантів компонування:

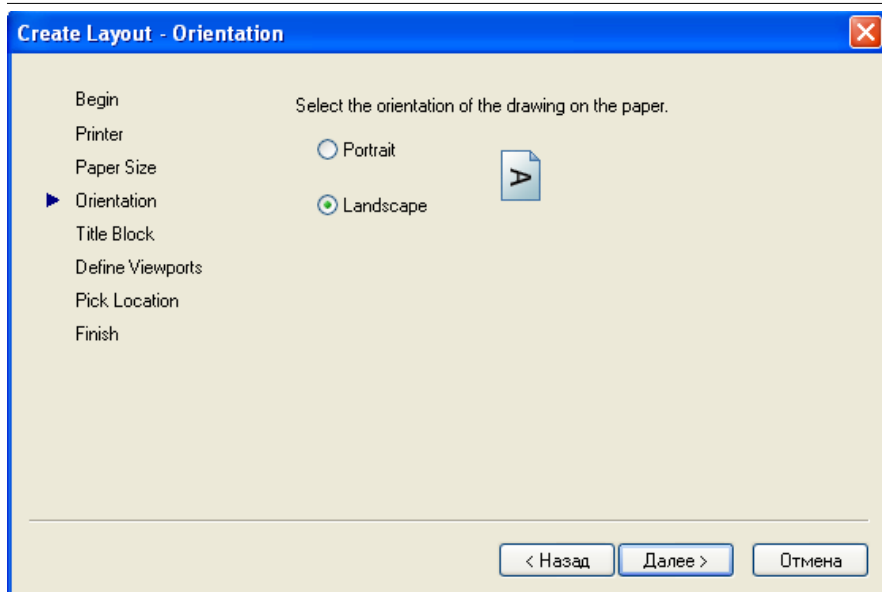


Рис. 9.16

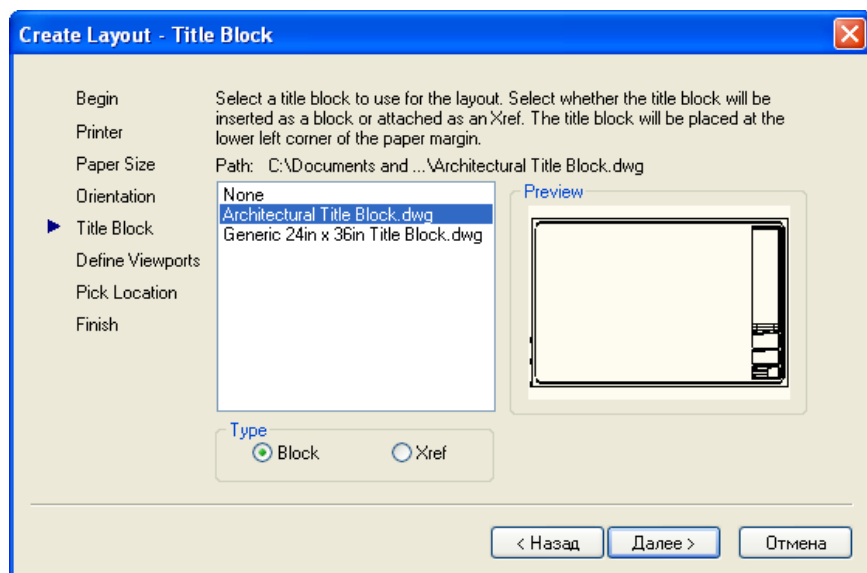


Рис. 9.17

None (Нет) – установіть перемикач у таке положення, якщо немає необхідності створювати екрани виглядів у просторі аркуша. Згодом екрани виглядів можна визначити вручну;

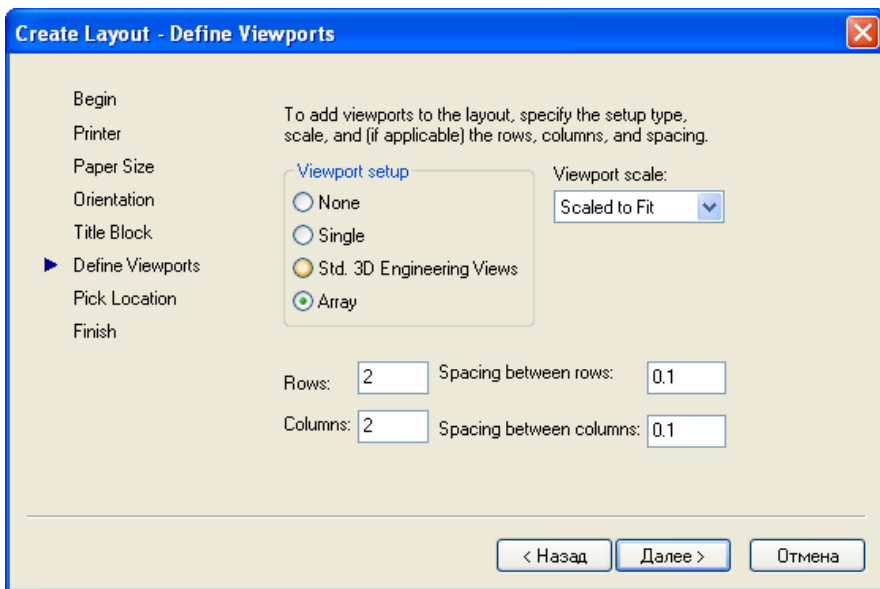


Рис. 9.18

Single (Один) – створюється один прямокутний екран. Якщо обрано цей перемикач, то стає доступним список, що розкривається, Viewport scale. З нього можна вибрати пункт Scaled to Fit, і весь простір моделі буде масштабованим таким чином, щоб він помістився в межах створеного екрана виглядів;

Std. 3D Engineering Views (Стандартный трехмерный вид) – створення чотирьох екранів виглядів. Передбачається, що на трьох з них будуть розташовані головний вигляд, вигляд зверху і вигляд ліворуч, а четвертий екран необхідний для ізометричного подання моделі. Всім чотирьом екранам виглядів можна встановити єдиний масштаб, а також задати відстань між ними;

Array (Массив) – після установлення перемикача в це положення стають доступними поля в нижній частині вікна. Користувач може задати кількість рядків і стовпців екранів виглядів, відстань між рядками й стовпцями, а також призначити всім екранам виглядів єдиний масштаб.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Якщо замість режиму масштабування за розміром екрана виглядів Scaled to Fit обрано конкретний масштаб, зображення на кожному екрані виглядів компонування буде центруватися в межах екрана виглядів, ґрунтуючись на розмірах моделі.

У вікні Pick location майстра (рис. 9.19) запропоновано всього одну кнопку – Select location (Выбор позиции). Після клацання нею вікно майстра тимчасово закривається і користувач повертається в простір аркуша, де шляхом указання протилежних кутів необхідно визначити розмір області, яку займуть усі екрани виглядів. Якщо не натискати кнопку Select location (Выбор позиции), то екрани виглядів заповнять всю область друку.

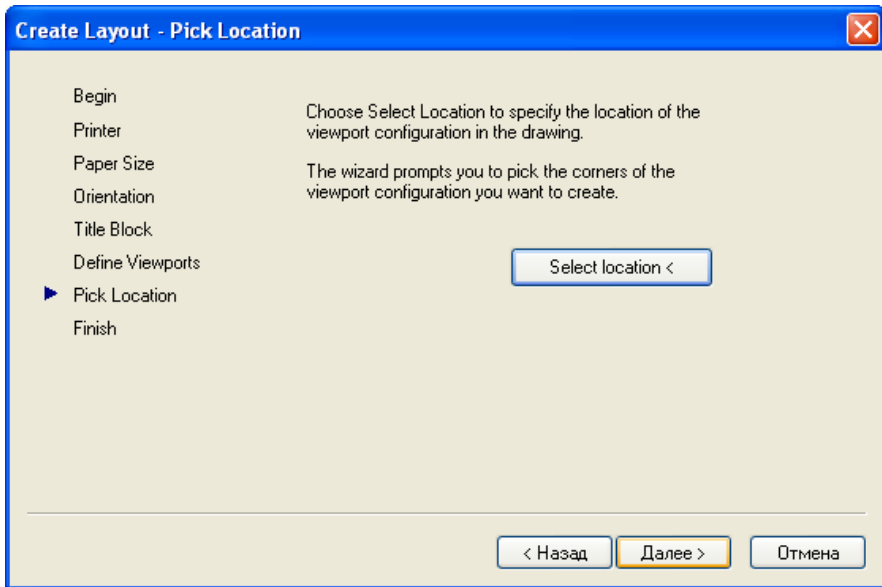


Рис. 9.19

Якщо створюється один екран виглядів, то задані кути будуть фактично кутами екрана виглядів. Якщо створюється масив екранів виглядів або чотири стандартних вигляди, то задані кути будуть визначати зовнішні межі прямокутника, що містить всі ці екрани виглядів.

Корисна порада. Перш ніж задавати розташування екранів виглядів, необхідно ретельно перевірити всі прийняті компоувальні рішення. Поки не було клацання кнопкою Select location, можна повернутися назад, клацнувши на

кнопці Назад, і змінити обрані параметри компоновання. Після того як будуть задані границі розташування екранів виглядів, можливості повернення для внесення змін у раніше обрані параметри вже не буде. При виявленні помилки або зміні прийнятого рішення необхідно скасувати роботу майстра й почати все спочатку.

В останньому вікні майстра компоновання Finish необхідно клацнути кнопкою Готово. AutoCAD відразу створить нове компоновання, розмістивши на ньому задані користувачем основний напис і екрани виглядів. Залишається лише зберегти креслення, і AutoCAD збереже разом з ним компоновання з усіма настройками сторінки.

На завершення слід зазначити, що існуючий аркуш компоновання можна в будь-який момент відкоригувати, змінивши екрани виглядів або додавши на аркуш компоновання нові об'єкти.

9.5. Редагування аркуша

Якщо клацнути правою кнопкою мишки на корінці вкладки, що редагується, то відкриється контекстне меню (рис. 9.20), яке містить у собі наступні параметри:

- New Layout (Новый лист) – створює вкладку нового аркуша на основі параметрів пристрою для друку й розміру паперу, обраних за умовчанням. Нове ім'я аркуша призначається автоматично: наприклад, при створенні третьої вкладки це буде Layout3 (Лист 3).

- From template (По шаблону) – дозволяє створювати новий аркуш на основі існуючого креслення або шаблону. Після вибору цього пункту на екрані з'являється діалогове вікно Select Template From File (Выбор шаблона из файла), в якому треба вказати розташування файла з розширенням dwg або dwt.

Після натискання кнопки Open (Открыть) поточне вікно закриється і на екрані з'явиться діалогове вікно Inset Layout(s) (Вставка листа(-ов)), де можна вибрати конкретний аркуш даного креслення. У результаті виконання такої операції на новий аркуш будуть перенесені всі елементи обраного аркуша: блок основного напису,

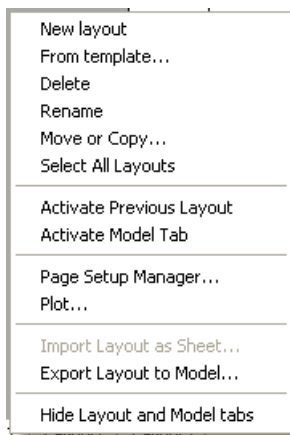


Рис. 9.20

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

екрани виглядів тощо. Однак об'єкти вкладки Model (Модель) на новий аркуш імпортуватися не будуть.

- Delete (Удалить) – дозволяє видалити обраний аркуш. Перед видаленням програма обов'язково виведе попереджуваче вікно. Аркуш буде видалений після натискання кнопки OK.

- Rename (Переименовать) – після вибору цього пункту ім'я аркуша на його корінці буде виділено. Щоб перейменувати аркуш, необхідно ввести нову назву й натиснути клавішу Enter.

- Move or Copy (Переместить или скопировать) – вибір цієї команди викликає однойменне діалогове вікно, що дозволяє створити копію поточного аркуша або перемістити його. Для переміщення аркуша потрібно вказати в полі Before layout (Перед листом) ім'я іншого аркуша компонування, ліворуч від вкладки якого необхідно помістити поточний аркуш. Вибравши пункт move to end (переместить в кінець), аркуш буде перенесений у крайнє праве положення. Установлення прапорця Create a copy (Создать копию) створює нову копію обраного аркуша, причому в дужках імені цього аркуша буде відображатися номер зробленої копії.

- Select All Layouts (Выбрать все листы) – виділяє всі аркуші, які наявні в кресленні. Після цього з ними можна виконувати групові операції редагування, наприклад видалення.

- Пункти Activate Previous Layout (Активизировать предыдущий лист) і Activate Model Tab (Активизировать вкладку модели) роблять активним попередній аркуш або простір відповідно.

- Page Setup Manager (Менеджер параметров страницы) – викликає однойменне діалогове вікно, призначене для керування параметрами сторінки.

- Plot (Печать) – викликає діалогове вікно Plot (Печать), в якому виконуються налаштування параметрів друку.

- Import Layout as Sheet (Импортировать компоновку как лист) – дозволяє додати створене компонування в набір аркушів.

- Export Layout to Model (Экспортировать лист в модель) – дозволяє експортувати всі видимі об'єкти з поточного аркуша в простір моделі нового рисунка.

- Hide Layouts and Model tabs (Скрыть вкладки листов и модели) – приховує вкладки простору аркуша і моделі, що дозволяє трохи збільшити графічну область. Далі переключатися між зображен-

9.5. Редагування аркуша

ням моделі та її компонованнями на аркуші можна за допомогою кнопки Model (Модель)  і кнопки з ім'ям аркуша компоновання , що перебувають у рядку стану. Клацнувши кнопкою Quick View Layouts (Быстрый просмотр листов)  можна вказати, який конкретно аркуш необхідно вивести на екран (рис. 9.21).

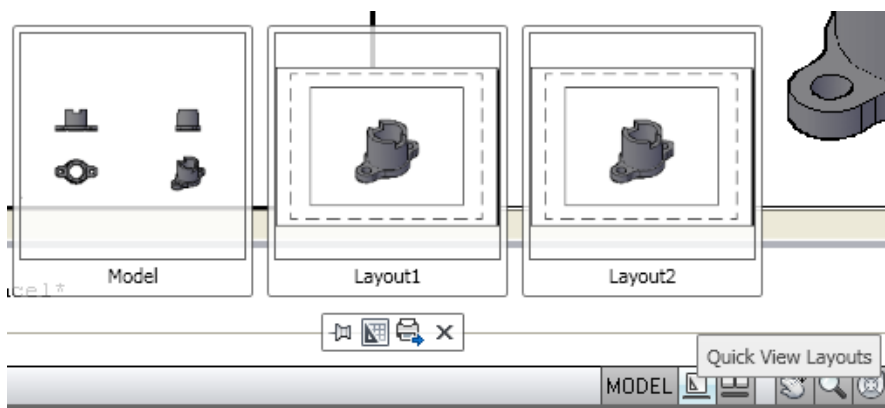


Рис. 9.21

Клацнувши правою кнопкою мишки на одній із цих кнопок і вибравши пункт Display Layout and Model Tabs (Отображать вкладки листа и модели), можна повернути вкладки на колишні місця.

Корисна порада. Натискаючи одночасно клавіші Ctrl + Page Up, можна переключатися між вкладками аркушів і вкладкою моделі справа наліво, а клавіші Ctrl + Page Down переключають вкладки зліва направо.

Наступним кроком після створення аркуша є зміна його настройок. Для виклику діалогового вікна Page Setup Manager (Менеджер параметров страницы) (рис. 9.22) необхідно вибрати пункт Page Setup Manager у контекстному меню аркуша або виконати команду File ► Page Setup Manager (Файл ► Менеджер параметров страницы). Для одного аркуша можна створити кілька наборів параметрів.

У цьому вікні відображаються параметри аркушів, що створені у даному кресленні. Установивши прапорець Display when creating a new layout (Отображать при создании нового листа), можна домогтися того, що при першому звертанні до створеного аркуша на екрані

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

буде автоматично з'являтися діалогове вікно Page Setup Manager (Менеджер параметрів сторінки).

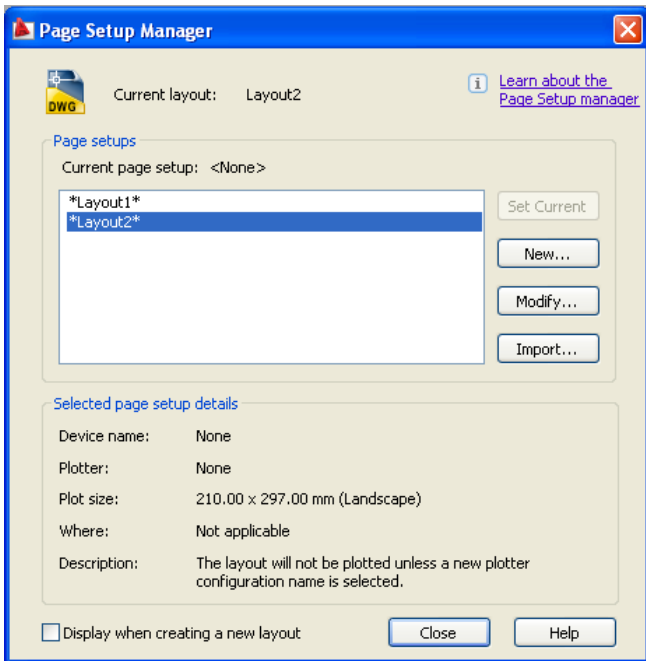


Рис. 9.22

Кнопка New (Новый) дозволяє створити новий набір параметрів. У вікні New Page Setup (Новые параметры страницы), що з'являється після клацання на цій кнопці, потрібно ввести ім'я створюваного набору параметрів. Крім того, зі списку, розташованого нижче, необхідно вибрати ім'я наявного набору параметрів, настройки якого найбільше підходять для створюваного. Після клацання кнопкою OK відкривається діалогове вікно Page Setup (Параметры страницы) (рис. 9.23).

Крім створення нового набору параметрів, можна імпортувати існуючий набір з іншого креслення, клацнувши у вікні Page Setup Manager на кнопці Import (Импортировать). Натискання кнопки Modify (Изменить) приводить до відкриття вікна Page Setup (Параметры страницы), в якому можна змінити деякі параметри поточного аркуша.

Із списку Name (Ім'я), що перебуває в області Printer/plotter (Принтер/плоттер) вікна Page Setup, вибирається ім'я друкувального пристрою, заданого за умовчанням.

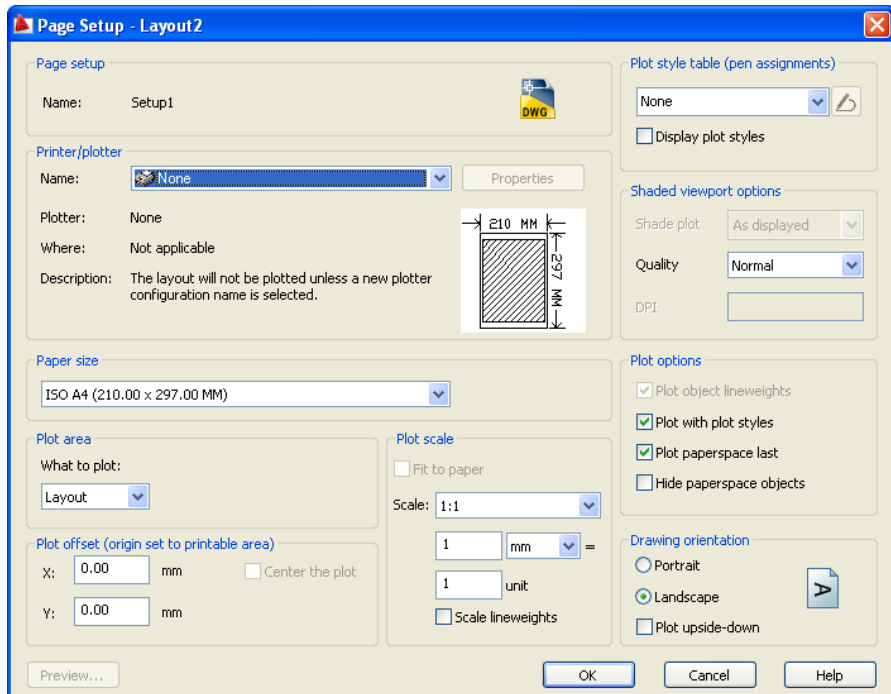


Рис. 9.23

Список Paper size (Размер бумаги), що розкривається, призначений для вибору розмірів паперу, доступного для даного принтера або плотера. При цьому розміри й орієнтація аркуша демонструються на невеликому рисунку поруч.

Слід зазначити, що в списку Paper size (Размер бумаги), що розкривається, перераховані тільки ті формати, які підтримуються вибраним пристроєм для друку. Якщо друкувальний пристрій буде змінений, то AutoCAD автоматично змінить вибраний формат, якщо останній не підтримується пристроєм. Саме тому потрібно спочатку вибрати пристрій для друку, а потім виконувати налаштування параметрів аркуша.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

За умовчанням AutoCAD намагається зберегти вибраний формат, якщо це можливо. Іншими словами, якщо вибраний користувачем формат підтримується знов вибраним пристроєм для друку, формат аркуша не зміниться. Цей режим включається на вкладці Plot and Publish (рис. 9.24) діалогового вікна Options шляхом вибору перемикача Keep the layout paper size if possible. Якщо вибрати перемикач Use the plot device paper size, формат аркуша при виборі іншого пристрою для друку завжди встановлюватиметься рівним тому значенню, яке для цього пристрою використовується за умовчанням.

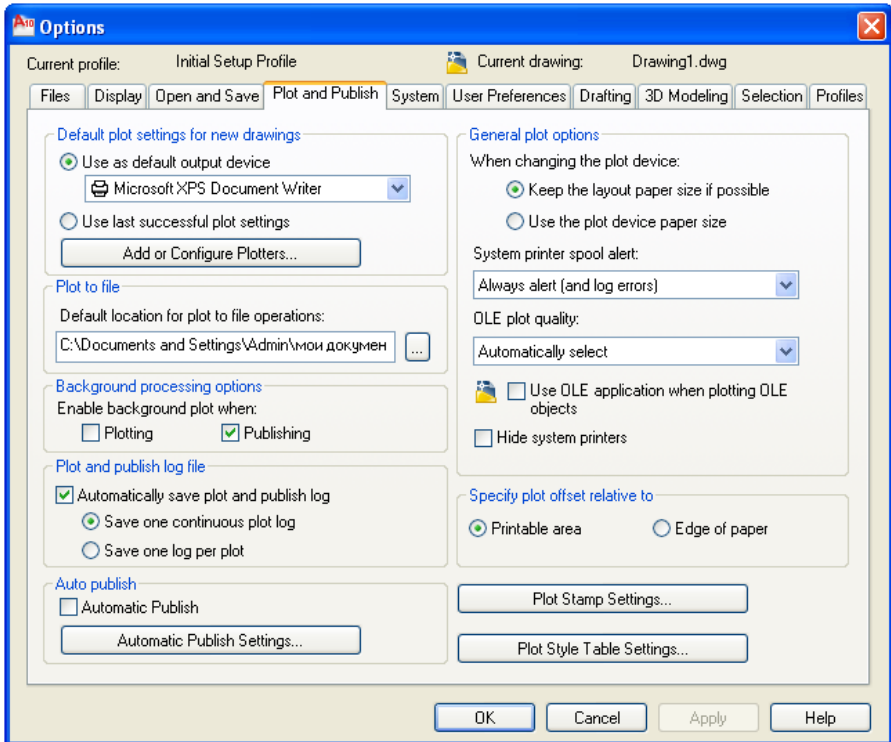


Рис. 9.24

В області Plot area (Область печати) указують область друку (див. рис. 9.23). Оскільки здебільшого при друкуванні аркуша компоновання виводиться весь його вміст, тому за умовчанням у списку What to plot, що розкривається, стоїть значення Layout (Лист). Однак

242

можна вибрати також друкування по границях креслення, друкування поточного екрана або друкування по заданій рамці. У режимі *Layout* (Лист) на друк виводиться весь вміст аркуша компонування. Нижній лівий кут креслення суміщається з початком координат (*Plot origin*), тобто з координатами 0,0, які при виводі на друк знаходяться у лівому нижньому куті області друку аркуша.

За умовчанням при друкуванні креслення максимально зміщується в лівий верхній кут. Однак можна задати зсув креслення по осях X і Y , увівши потрібні значення у відповідні поля. Прапорець *Center to plot* (Центровать печать) дозволяє розташувати об'єкт, що друкується, по центру аркуша.

Що стосується масштабу, то зазвичай при друку аркуша компонування на папері того ж формату, який був призначений аркушу компонування, встановлюється масштаб 1:1. Нагадаємо, що такий масштаб означає, що 1 одиниця вимірювання креслення на папері відповідає 1 одиниці вимірювання креслення на екрані. При друку аркуша компонування саме такий масштаб встановлений за умовчанням.

Масштаб можна настроїти в області *Plot scale* (Масштаб печати). Зокрема, зі списку, що розкривається, *Scale* (Масштаб) вибирають один з масштабних коефіцієнтів. У полях, розташованих нижче, можна явно вказати коефіцієнт масштабування. Оскільки масштаб указується індивідуально для кожного екрана виглядів, то друкування з простору аркуша зазвичай виконується в масштабі 1:1.

Установивши прапорець *Scale linewieghts* (Масштабировать толщину линий), можна задати масштаб подання товщини ліній. Здебільшого лінії при виводі їх на друк мають призначену їм товщину, незалежно від масштабу друку. Наприклад, якщо об'єкт накреслений лініями завтовшки 0,25 мм, то навряд чи користувач побажає, щоб при друку в більшому масштабі товщина ліній об'єкта збільшилася, скажімо, до 2,5 мм. Можливим винятком із цього правила є друк креслення в зменшеному масштабі, наприклад у половинному розмірі. У таких випадках слід встановити прапорець *Scale linewieghts*, щоб товщина ліній у роздруку була зменшена пропорційно масштабу.

Примітка. При друку з простору моделі прапорець *Scale linewieghts* недоступний.

В області *Plot style table* (Таблица стилей печати) вказується ім'я файла з таблицею стилів друку.

Якщо вікно було викликано при знаходженні в просторі аркуша, то в області *Shaded viewport options* (Параметры раскрашивания видового экрана) буде активним тільки список *Quality* (Качество), у якому вказують якість зображення. Якщо в цьому списку вибрати пункт *Custom* (Пользовательский), то стане доступним поле *DPI*, в якому можна ввести розширення у точках на дюйм.

Розглянемо параметри, які містяться в області *Plot options* (Параметры печати). Якщо встановлено прапорець *Plot object linewidths* (Учитывать толщину линий объектов), то при друкуванні буде враховуватися товщина ліній креслення. Якщо деяким об'єктам або шарам креслення заданий стиль друку й установлений прапорець *Plot with plot styles* (Учитывать стили печати), то ці об'єкти будуть роздруковані з урахуванням заданого їм стилю. Прапорець *Plot paperspace last* (Печатать пространство листа последним) визначає порядок друкування об'єктів, що перебувають у просторі аркуша і у просторі моделі. Якщо встановити прапорець *Hide paperspace objects* (Скрывать объекты листа), то невидимі лінії при друкуванні з простору аркуша не будуть накресленими.

В області *Drawing orientation* (Ориентация чертежа) за допомогою перемикача вибирають орієнтацію креслення на аркуші паперу: *Portrait* (Книжная) або *Landscape* (Альбомная). При встановленому прапорці *Plot upside-down* (Печатать вверх ногами) креслення буде виводитися на папір у переверненому вигляді.

Натиснувши кнопку *OK*, можна зберегти всі настройки. Програма повернеться в діалогове вікно *Page Setup Manager*. При необхідності можна зробити цей набір настройок поточним, виділивши його й натиснувши кнопку *Set Current* (Сделать текущим). Щоб повернутися в простір аркуша, необхідно клацнути кнопкою *Close* (Закреть).

На завершення зупинимось на тому, яким чином можна позбутися від зображення границь екранів виглядів. Зробити це можна таким чином. Після того як буде створена потрібна кількість екранів виглядів, а побудовані зображення будуть розташовані потрібним чином, екрани виглядів треба розмістити на окремому шарі, а шар цей заморозити. Завдяки цьому можна буде сховати границі (рамку) навколо екранів виглядів (рис. 9.25). Інакше вони будуть відображатися й виводитися до друку.

9.6. Друкування креслень

Отже, створіть новий шар, виділіть всі екрани виглядів і перемістіть їх на створений шар. Потім заморозьте його. Зверніть увагу, що при цьому повинна бути видна кнопка LAYOUT (Лист), а не MODEL (Модель) у рядку режимів.

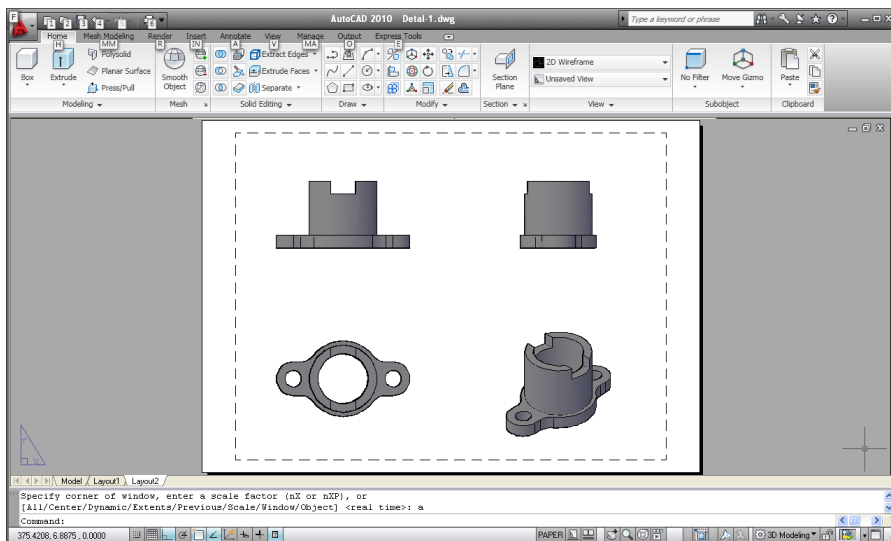


Рис. 9.25

9.6. Друкування креслень

Роздрукувати виконане креслення можна з простору MODEL (Модель) і LAYOUT (Лист). Користувач сам визначає, з якого простору йому доцільно друкувати креслення. Так, друк з простору Model (Модель) найбільш простий й тому частіше використовується. Із цього простору раціонально здійснювати друкування двовимірних креслень. При цьому користувач повинен бути впевненим, що креслення виконане повністю і має такий вигляд, який повинен бути на роздруку.

Друкування з простору LAYOUT (Лист) двовимірних креслень може бути корисним у тому випадку, коли потрібно спеціально скомпонувати або перекомпонувати креслення при роздруку, наприклад, якщо необхідно розмістити на одному аркуші кілька виглядів об'єкта у різних масштабах. Або, якщо одне і теж креслення потрібно роздрукувати на папері різного формату.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Друк тривимірних об'єктів, коли на аркуші розташовуються двовимірні й тривимірні зображення, здійснюється з простору LAYOUT (Лист).

Незалежно від того, яким чином буде друкуватися креслення (з простору моделі або з простору аркуша), його необхідно підготувати до друку. При цьому бажано ще раз уважно переглянути креслення, видалити з нього всі зайві елементи, скориставшись зокрема командою REDRAW, а після цього командою REGEN. Крім того, рекомендується включити режим LWT, якщо він до цього не був включений, і переглянути креслення в тих товщинах ліній, у яких він буде роздрукований.

Можливо на кресленні будуть деякі побудови, які не потрібно видаляти, але які в цей момент друкувати не доцільно. Вирішити це питання можна одним з наступних способів:

- розташувати такі об'єкти на окремому шарі, а у властивостях цього шару вказати "Не виводити до друку";
- перемістити такі об'єкти на заморожений або відключений шар;
- перемістити ці об'єкти за межі області друку.

Після цього необхідно настроїти параметри аркуша паперу – і можна приступати до роздруку креслення.

Спочатку розглянемо друкування креслення з простору MODEL (Моделі). Для цього користувачу необхідно переконатися в тому, що він перебуває саме в цьому просторі.

Приступити до друку можна одним з наступних способів:

- клацанням мишки по кнопці на панелі швидкого доступу або на панелі інструментів (Стандартні анотації), що знаходиться під стрічкою;
- з рядка FILE (Файл) ► PLOT (Печать);
- введенням у командний рядок PLOT або plot.

У результаті з'явиться діалогове вікно (рис. 9.26) дуже схоже на те, що наведено на рис. 9.23. Відзначимо, що на рис. 9.23 діалогове вікно викликане під час роботи користувача в просторі аркуша.

Повернемося до рис. 9.26, у діалоговому вікні якого задаються настройки параметрів для друку. Тут можна вибрати пристрій для друку, задати розміри аркуша паперу і його орієнтацію, масштаб, у якому повинно бути роздруковане креслення, і т. д.

Створені в AutoCAD креслення можна роздруковувати на пристроях двох типів: принтерах і плотерах. З принтером, якщо він уже настроєний у Windows (установлені відповідні драйвери), ніяких додаткових настройок для AutoCAD робити не потрібно. Він відразу ж буде готовим до друку.

9.6. Друкування креслень

Трохи складніше йде підготовка до друку у власників плотерів. Після підключення плотера до комп'ютера він запитає спеціальне установлення. Для цього в AutoCAD передбачений спеціальний майстер установлення плотера, який можна викликати з рядка меню **TOOLS ► WIZARD ► ADD PLOTTER** (Сервіс ► Мастер ► Установки плоттеров). Відповідаючи на питання майстра, можна зробити налаштування плотера.

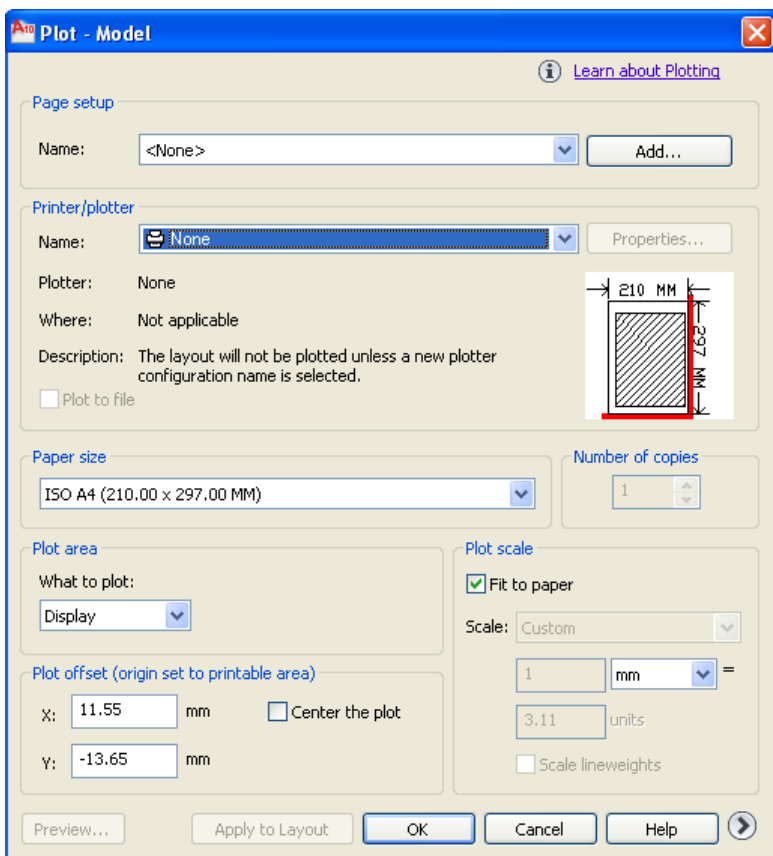


Рис. 9.26

Вважаємо, що друкувальний пристрій підключений і налаштований. Переходимо до діалогового вікна **PLOT** (Печать), і у розкритому списку **NEW (Имя)** групи **PLOTTER CONFIGURATION** (Конфигурация плоттера)

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

вибираємо свій пристрій для друку. При цьому, незважаючи на те, що група настройок називається PLOTTER CONFIGURATION (Конфігурація плоттера), у списку задаються як плотери, так і принтери.

Натиснувши кнопку PROPERTIES (Свойства), можна перейти до більш "тонкого" налаштування друкувального пристрою. Але зазвичай цього робити не слід.

У діалоговому вікні PLOT (Печать) у списку, що розкривається, WHAT TO PLOT (Что печатать) можна вибрати те зображення, яке треба роздрукувати. При цьому можливі наступні варіанти друку:

- LIMITS (Лимиты) – до друку будуть виведені всі об'єкти, що перебувають у межах заданих лімітів;

- EXTENTS (Границы) – до друку будуть виведені всі об'єкти креслення. При цьому границі креслення визначаються обрисами об'єктів. Наприклад, якщо на великому форматі накреслено невеликий об'єкт, то до друку буде виведений саме він, а весь порожній простір креслення буде відкинута. Причому цей об'єкт буде роздрукований на весь розмір аркуша паперу, заданий користувачем (на рис. 9.26 задано формат A4). При додаванні нових об'єктів границі друку креслення будуть розширюватися, а масштаб друку зменшуватися;

- DISPLAY (Экран) – до друку буде виведена тільки та область креслення, що у цей момент видна на екрані монітора;

- WINDOW (Рамка) – ця опція дозволяє користувачеві вручну задати прямокутну область (рамку) на кресленні, яку потрібно роздрукувати. Після вибору цієї опції автоматично буде запропоновано вказати область або за допомогою мишки, або введенням координат у командному рядку.

Щоб задати параметри аркуша, необхідно в правому нижньому куті вікна PLOT (Печать) клацнути мишкою на кнопці зі стрілкою. У результаті область розшириться – з'явиться область з додатковими настройками, подібна до тієї, яка наведена на рис. 9.23.

Як указувалося вище, у правому нижньому куті можна вказати орієнтацію аркуша: книжкову або альбомну.

Перш ніж перейти до наступних настройок, необхідно проконтролювати, щоб був установлений прапорець mm (мм), тоді всі параметри, що задаються на цій вкладці, будуть указуватися в міліметрах.

Вертикальні й горизонтальні відступи можна задати в полях X і Y відповідно. Відступи – це той простір, що додатково повинен бути залишеним з боків аркуша паперу (горизонтальні відступи), а також зверху

9.7. Друкування з простору LAYOUT (Лист)

й знизу (вертикальні відступи). Ці настройки мають сенс, якщо друкується креслення, яке менше від розміру аркуша паперу. Крім того, можна скористатися прапорцем `Center to plot` (Центровать) і автоматично відцентрувати креслення, що друкується, на аркуші паперу.

У групі настройок `PLOT SCALE` (Масштаб печати) можна вказати масштаб, у якому креслення має бути роздрукованим. За умовчанням установлений прапорець `FIT TO PAPER` (По бумаге), але якщо його зняти, то в списку `SCALE` (Масштаб) можна вибрати конкретне масштабне співвідношення або задати своє в розташованих нижче полях `CUSTOM` (Пользовательский).

Після того як будуть задані параметри друку й параметри аркуша паперу, можна приступити безпосередньо до друку. Однак бажано перед друкуванням подивитися, як креслення буде виглядати в роздрукованому вигляді, і, якщо буде потреба, внести необхідні зміни. Для попереднього перегляду креслення треба внизу вікна `PLOT` (Печать) натиснути кнопку `PREVIEW` (Просмотр). Після цього на екрані буде показане креслення в тому вигляді, в якому воно буде роздрукованим.

Щоб вийти з режиму попереднього огляду, необхідно натиснути клавішу `ESC` або `ENTER`. При цьому буде здійснене повернення у вікно `PLOT` (Печать). Скористатися режимом попереднього перегляду можна в будь-який момент настроювання параметрів друку. Це доцільно робити після зміни якого-небудь з параметрів друку.

9.7. Друкування з простору LAYOUT (Лист)

Вище відзначалося, що друкування з простору `LAYOUT` (Лист) використовується або при тривимірному моделюванні, або в спеціальних випадках, коли потрібні особливе компонування або перекомпоновання креслення.

Друкування з простору `LAYOUT` (Лист) здійснюється з компоновальних аркушів `LAYOUT 1` (Лист 1), `LAYOUT 2` (Лист 2) і т. д. За умовчанням при першому відкритті будь-якого компоновального аркуша на екрані з'являється діалогове вікно `PAGE SETUP` (Диспетчер наборов параметров листов) (див. рис. 9.22).

Для того щоб при першому відкритті компоновальних аркушів з'являлося діалогове вікно `PAGE SETUP` (Диспетчер наборов параметров листов), а потім на них автоматично розташовувалися всі побудови,

необхідно у вікні **OPTIONS** (Настройки) (див. рис. 3.8) на вкладці **DISPLAY** (Екран) установити прапорці на рядках:

- **Show Page Setup Manager for new layouts** (Диспетчер параметрів для нових листів), відповідальний за те, щоб при першому відкритті компоновального листа відкривалося діалогове вікно **PAGE SETUP** (Диспетчер наборів параметрів листів);

- **Create viewport in new layouts** (Создавать видовые экраны на новых листах), відповідальний за автоматичне створення одного екрана виглядів на компоновальному аркуші, що відкривається. При цьому даний екран виглядів буде містити все, що є в просторі моделі.

Якщо з будь-яких причин необхідно змінити що-небудь з настройок, то необхідно натиснути кнопку **MODIFY** (Заменить) (див. рис. 9.22). У результаті з'явиться вже знайоме нам вікно **PLOT** (Печать).

Після того як всі настройки будуть виконані, необхідно у вікні **PAGE SETUP** (Диспетчер наборів параметрів листів) натиснути кнопку **CLOSE** (Закреть). При цьому буде відкритий компоновальний аркуш, на якому буде розміщене все те, що є в просторі моделі.

Після створення екрана виглядів, його друк здійснюється за методикою, викладеною вище.

9.8. Налаштовування плаваючих екранів

Як вже наголошувалося, створивши екрани виглядів, користувач може у разі потреби модифікувати їх, використовуючи для цього стандартні інструменти **AutoCAD** для роботи зі звичайними об'єктами. При цьому можна використовувати об'єктну прив'язку до контурів екранів виглядів, а також редагувати за допомогою маркерів виділення. Для перекомпоновування або внесення інших змін у розташування плаваючих екранів виглядів необхідно знаходитися в просторі аркуша, а контур екрана виглядів, що піддається модифікації, повинен бути видимим. Для вибору екрана виглядів, який слід змінити, потрібно просто клацнути на його контурі.

Крім того, що до плаваючих екранів виглядів простору аркуша можна застосовувати ті ж операції **AutoCAD**, що й до звичайних об'єктів, а також можливо керувати видимістю шарів окремо в кожному екрані виглядів, заморожуючи і розморожуючи шари того або іншого екрана виглядів незалежно від шарів решти екранів виглядів. Це дуже важливо,

враховуючи те, що відбувається з розмірами і примітками, які наносяться на креслення в екранах виглядів простору моделі.

Якщо на екран виглядів відображаються тривимірні об'єкти, можна видалити приховані лінії для підвищення наочності зображення моделі. Проте процес видалення прихованих ліній може продовжуватися достатньо довго і, крім того, його застосування виправдане не на всіх екранах виглядів. Тому керування цим процесом здійснюється також на індивідуальній основі для кожного екрана виглядів окремо. Крім того, можна включати і відключати відображення всього екрана виглядів у цілому. Коли екран виглядів відключений, його вміст не відображається на аркуші компонування і не виводиться на друк (при цьому контури екрана виглядів залишаються видимими і можуть бути роздруковані, якщо не будуть відключені відповідні шари).

Плаваючі екрани виглядів створюються і керуються командою `MVIEW`. Деякі стандартні конфігурації викликаються за допомогою команди `MVSETUP`. Новостворювані плаваючі екрани виглядів можна розташувати в будь-якому місці області рисунка. Як і у випадку з неперекривними екранами виглядів, для них допустимий вибір однієї із стандартних конфігурацій.

Примітка. Обидві вказані команди є доступними тільки у просторі компонування аркуша.

Після указання кількості створюваних екранів виглядів задаються межі області, яку ці екрани покривають. Хоча плаваючі екрани виглядів формуються одночасно, вони є окремими об'єктами, які при необхідності можна переміщати, стирати, змінювати їх розміри. Після створення плаваючих екранів виглядів, змінюючи їх положення і характеристики, легко добитися необхідної конфігурації виглядів. Редагування екранів виглядів ведеться в просторі аркуша, при цьому відображення їх меж має бути включеним.

Переміщаючи межі екрана виглядів, можна "підрізати" вигляд так, щоб відображалася тільки необхідна частина рисунка.

При створенні плаваючих екранів виглядів існують різні підходи до їх розміщення на аркуші. У деяких випадках створюють всього один екран виглядів, що займає весь аркуш, в інших же користуються складнішими конфігураціями. Створена на аркуші конфігурація плаваючих екранів виглядів не може бути збережена під певним ім'ям. Така операція допустима тільки для неперекривних екранів виглядів простору моделі.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

На рис. 9.27,*а* у просторі компоновки показано одне видове вікно, в якому розташована аксонометрична проекція відомого нам об'єкта. Застосовуючи команду `MVIEW`, побудовано одне плаваюче вікно (див. рис. 9.27,*б*). Можливість переміщення цього вікна за допомогою команди `MOVE` продемонстровано на рис. 9.27,*в*. Застосовуючи ручки, можна збільшити розмір плаваючого вікна (див. рис. 9.27,*г*). При цьому видно, що розміри об'єкта не змінилися.

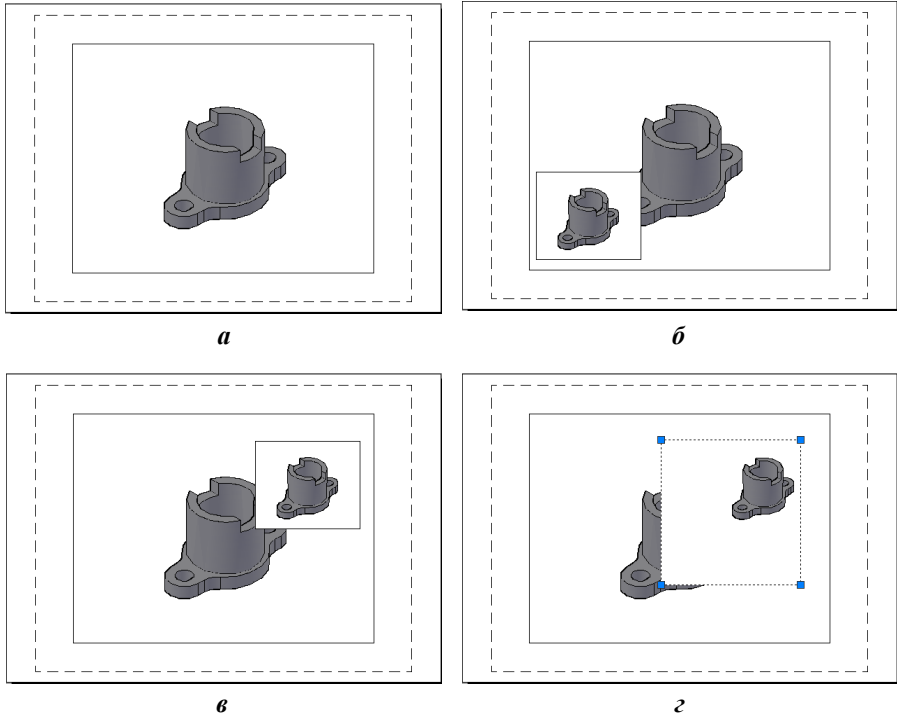


Рис. 9.27

9.9. Керування видимістю шарів на плаваючих екранах виглядів

Вважаючи, що читач має уявлення про шари і навіть набув деякого досвіду роботи з ними, все-таки відзначимо, що в створеному щойно кресленні завжди присутній шар 0, в якому відбуваються всі побудови.

Цей шар обов'язково присутній у всіх кресленнях, його не можна видалити. Проте можна змінити властивості цього шару, призначені за умовчанням. Більш того, можна створити нові шари із заданими їм властивостями. Уміння працювати із шарами є необхідною умовою успішної роботи з тривимірними об'єктами. Особливо важливим є вміння заморожувати шари.

Зазвичай все, що креслять в одному екрані виглядів, відображається і на інших, оскільки на всіх екранах виглядів відображається один і той же фрагмент креслення. Це добре з погляду цілісності моделі, проте це може стати джерелом серйозних проблем при нанесенні розмірів. Беручи до уваги, що заморожені шари є невидимими, можна правильним заморожуванням шарів на тому або іншому екрані виглядів усунути цю проблему.

Середовище AutoCAD підтримує два різні методи заморожування шарів на окремих плаваючих екранах виглядів: перший метод полягає у використанні Layer Properties Manager (Диспетчер свойств слоев), а другий – у використанні Viewport Layers (Слои видового экрана). Обидва методи мають як переваги, так і недоліки.

Інструмент Viewport Layers (Слои видового экрана) дозволяє заморожувати і розморожувати декілька шарів одночасно. Основний недолік цього методу полягає в тому, що доводиться вводити імена всіх шарів, оскільки цей інструмент працює виключно в командному вікні шляхом запуску команди VPLAYER.

Зручніше заморожувати шари за допомогою диспетчера властивостей шарів Layer Properties Manager (Диспетчер свойств слоев), якому відповідає пункт меню Format ► Layer (Формат ► Слой). Команда Layer (Слой) відкриває немодальне діалогове вікно, подане на рис. 9.28.

У лівій частині цього вікна розташовується область структури, в якій показано дерево фільтрів (груп) шарів. Коренем дерева є група із зарезервованим ім'ям All (Все). У дереві завжди присутня група із зарезервованим ім'ям All Used Layers (Все используемые слои), яку не можна видалити або змінити. До використовуваних належать ті шари, на яких розташовуються які-небудь об'єкти.

У правій частині вікна Layer Properties Manager (Диспетчер свойств слоев) розташовується таблична область, в якій показані імена і властивості шарів, що належать до групи, виділеної в даний

шари і тим самим впливати на видимість окремого шару. На жаль, це змінює видимість шару тільки в межах поточного екрана виглядів. Зазвичай потрібно, щоб окремий шар (той, наприклад, на якому нанесені розміри) був розморожений тільки на одному екрані виглядів і заморожений на всіх інших. Для цього доведеться повторити процес заморожування і розморожування шарів для кожного екрана виглядів.

9.10. Настроювання масштабу екрана виглядів

При роботі в просторі моделі зазвичай об'єкти прагнуть креслити у натуральну величину. З іншого боку, при виводі на друк аркуша компонування, який також повинен представляти аркуш паперу в натуральну величину, зазвичай використовується масштаб друку 1:1. Таким чином, створюючи плаваючі екрани виглядів на аркуші компонування, потрібно забезпечити відповідне масштабування вмісту цих екранів виглядів так, щоб розмір об'єктів, поданих у просторі моделі, відповідав вибраному формату аркуша компонування. Наприклад, реальний об'єкт, що має довжину 3000 мм, на аркуші формату А4 повинен зображуватися в масштабі не менше 1:20, а на аркуші формату А3 – не менше 1:10. З іншого боку, реальний об'єкт, що має довжину 3 мм, на аркушах тих же форматів повинен подаватися в масштабі від 50:1 до 100:1.

Слід відмітити, що зміна розміру самого екрана виглядів, наприклад шляхом його масштабування або розтягання його контуру, ніяк не позначається на масштабі об'єктів, що відображаються в цьому екрані виглядів. Тому в тих випадках, коли потрібно змінити масштаб об'єктів екрана виглядів, слід застосувати операцію масштабування вмісту цього екрана щодо аркуша компонування. Для цього потрібно встановити відповідний коефіцієнт масштабування щодо одиниць вимірювання аркуша компонування.

Коефіцієнт масштабування екрана виглядів – це співвідношення між реальним розміром моделі, який відображається екраном виглядів, і масштабом аркуша компонування. Наприклад, якщо планується роздрукувати аркуш компонування в масштабі 1:1, це співвідношення визначається шляхом ділення одиниць вимірювання простору аркуша на коефіцієнт масштабування, з яким повинні відображатися об'єкти екрана вигляду.

У ранніх версіях AutoCAD це задання вирішувалося за допомогою спеціального режиму XP команди ZOOM, який забезпечував автоматичний

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

перерахунок коефіцієнта масштабування екрана виглядів щодо простору аркуша. Проте в сучасних версіях AutoCAD підтримується більш простий метод, який полягає в тому, що для установлення масштабу друку екрана виглядів використовується список VP Scale рядка стану (рис. 9.29). Цей список з'являється на екрані після виділення рамки екрана виглядів.

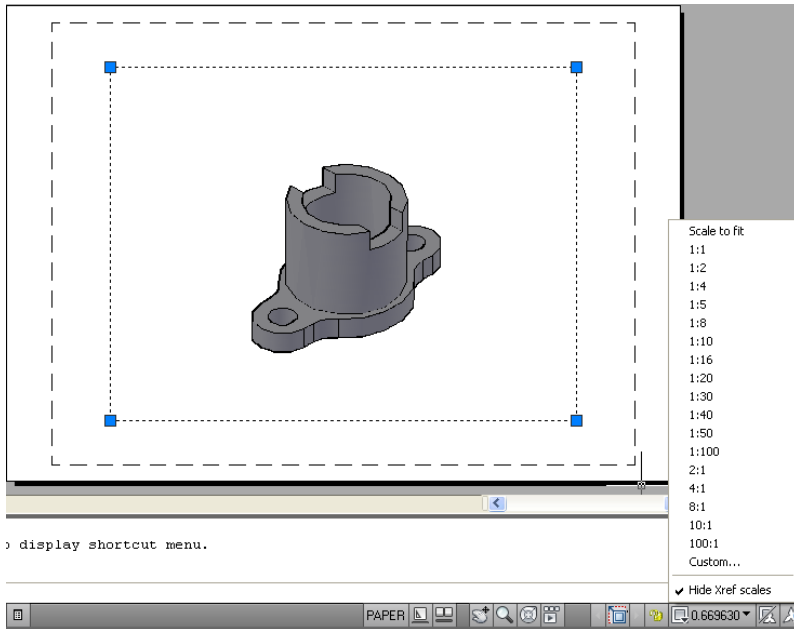


Рис. 9.29

Вибраний користувачем зі списку масштаб буде негайно застосований до відповідного екрана виглядів. На рис. 9.30 показано результат застосування масштабу 2:1 до об'єкта, розглянутого на рис. 9.29.

У діалоговому вікні Edit Scale List подано перелік масштабів, деякі з цих масштабів не відповідають вимогам вітчизняних стандартів. З іншого боку, існують масштаби, визначені ГОСТ 2.302–68, які у цьому переліку відсутні.

Якщо потрібний масштаб відсутній у списку, слід вибрати пункт Custom. У діалоговому вікні Edit Scale List, що з'явилося, треба клацнути кнопкою Add, а потім у діалоговому вікні Add Scale (рис. 9.31) задати потрібний масштаб.

9.10. Настроювання масштабу екрана виглядів

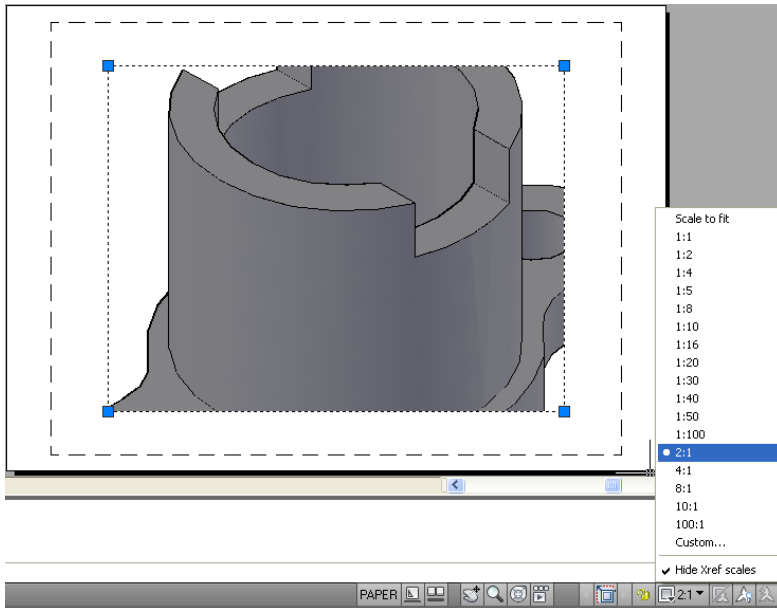


Рис. 9.30

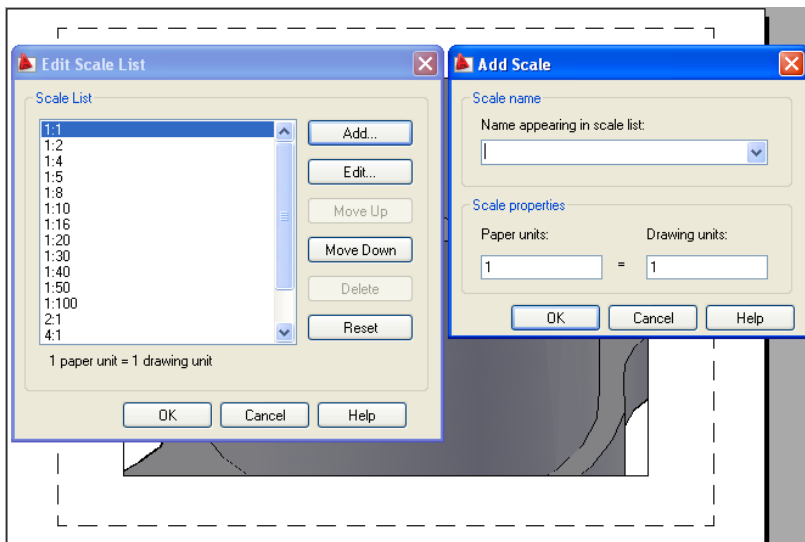


Рис. 9.31

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

У підрозділі 9.8, де мова йшла про настроювання плаваючих екранів, згадувалася команда MVSETUP. За допомогою цієї команди можна також змінювати масштаб екрана виглядів. На рис. 9.32,*а* показана відома нам модель у вихідному стані, а на рис. 9.32,*б* вона збільшена вдвічі за допомогою команди MVSETUP. При цьому використовується опція Scale viewports цієї команди. Порядок дій для зміни масштабу наведений нижче:

```
Command: mvsetup
```

```
Initializing...
```

```
Enter an option [Align/Create/Scale viewports/  
Options/Title block/Undo]: s
```

```
Select the viewports to scale...
```

```
Select objects: 1 found
```

```
Select objects:
```

```
Set the ratio of paper space units to model  
space units...
```

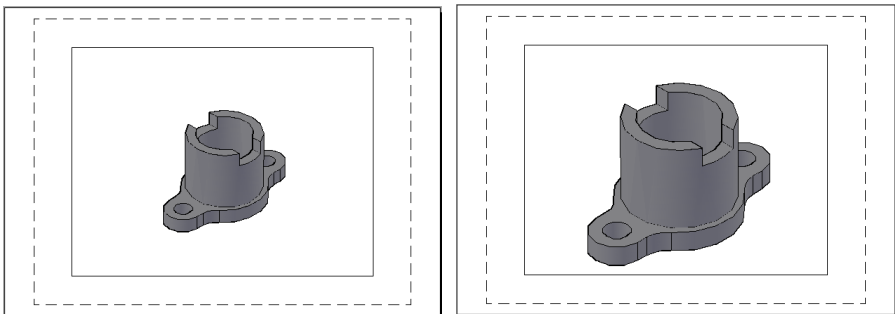
```
Enter the number of paper space units <1.0>: 2.0
```

```
Enter the number of model space units <1.0>: 2.0
```

```
Enter an option [Align/Create/Scale viewports/  
Options/Title block/Undo]:
```

Для завершення роботи команди треба натиснути клавішу ENTER.

Сучасні версії також дозволяють виконувати масштабування екрана виглядів за допомогою режиму XP команди ZOOM.



а

б

Рис. 9.32

9.11. Використання шаблонів

Використання шаблонів дозволяє позбутися від необхідності виконання повторюваних дій при створенні креслення. До таких дій, у першу чергу, слід віднести креслення рамок форматів й основних написів. У звичайній ситуації користувачеві доведеться щоразу креслити зазначені об'єкти.

Зменшити час на ці побудови можна копіюванням їх з іншого, раніше виконаного креслення. Але для цього креслення потрібно спочатку відкрити, виділити й скопіювати потрібні об'єкти, потім виконати команду копіювання й указати місце вставки, що, зрозуміло, вимагає часу.

Набагато більш ефективним рішенням є використання шаблонів. При цьому користувач попередньо один раз створює деяку заготовку креслення – шаблон (з потрібними параметрами й виконаним основним написом), а потім на його основі створює креслення. Доцільно створити шаблони для найбільш часто використовуваних форматів, наприклад А4, А3 і т. д. Формати, більші А4, можуть мати горизонтальне й вертикальне розташування. Так, на рис. 9.33 наведений приклад шаблону формату А3 з горизонтальним його розташуванням. Маючи заготовлені заздалегідь шаблони, користувач при створенні нового креслення просто вказує, на основі якого шаблону він повинен бути створений, і одержує вже заготовку з потрібними параметрами й виконаним основним написом. Після цього можна відразу ж приступати до виконання оригінальних побудов. Завершивши роботу, необхідно зберегти креслення під потрібним ім'ям.

На перший погляд може здатися, що створювати шаблони немає сенсу, оскільки AutoCAD містить достатньо своїх шаблонів. Однак вони практично всі нам не підходять, тому що не задовольняють стандартам України з оформлення креслень. Тому й виникає необхідність створювати свої власні шаблони.

Спочатку потрібно створити креслення, які потім будуть використовуватися як шаблони, наприклад формат А3 має горизонтальне розташування з основним написом. Далі це креслення треба зберегти у вигляді шаблону. Для цього в рядку меню вибрати **FILE ► SAVE AS (Файл ► Сохранить как)**.

Далі в діалоговому вікні, що з'явилося, **SAVE DRAWING AS (Сохранить чертеж как)** у полі **FILES OF TYPE (Тип файла)** треба вибрати тип **.dwt (рис. 9.34)**. Саме таке розширення мають шаблони в AutoCAD.

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Потім у поле FILE NAME (Ім'я файла) потрібно задати ім'я файла й натиснути клавішу ENTER. На екрані відразу ж з'явиться діалогове вікно невеликого розміру (рис. 9.35), в якому буде запропоновано ввести короткий опис створюваного шаблону. У принципі в цьому вікні можна нічого не писати, однак все-таки бажано написати кілька слів, тому що потім це полегшить пошук потрібного шаблону.

Для створення нового креслення на основі шаблону треба у вікні **STARTUP** (Начало работы) або в його модифікації **CREATE NEW DRAWING** (Создание нового чертежа) клацнути мишкою по кнопці  **USE A TEMPLATE** (Использовать шаблон) і вибрати в пропонуваному переліку потрібний шаблон (рис. 9.36).

Якщо на комп'ютері користувача при створенні нових креслень діалогове вікно **STARTUP** (Начало работы) не з'являється, то в командному рядку змінної **STARTUP** треба задати значення, рівне одиниці.

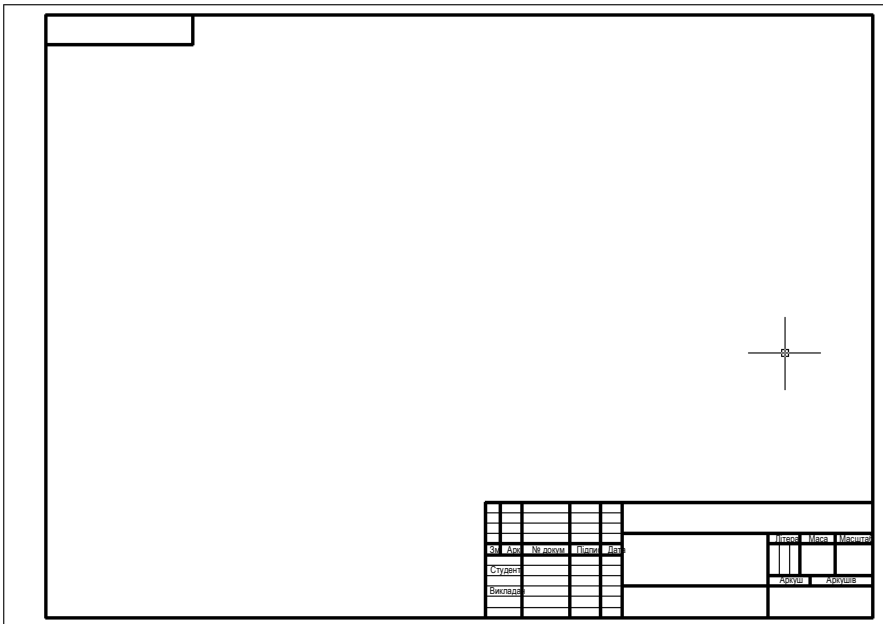


Рис. 9.33

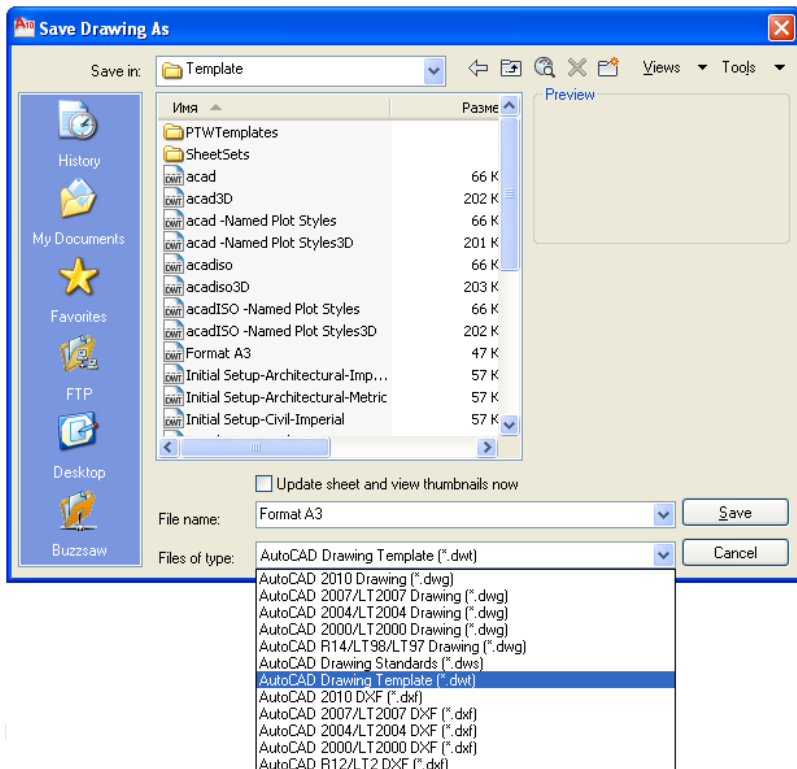


Рис. 9.34

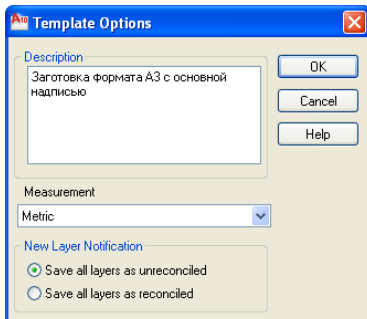


Рис. 9.35

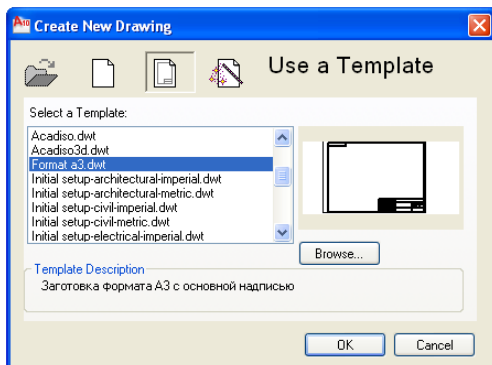


Рис. 9.36

9. ПРОСТІР І КОМПОНУВАННЯ КРЕСЛЕННЯ

Запитання для самоперевірки

1. Яке призначення мають простір моделі та простір аркуша?
 2. Які різновиди екранів виглядів існують в AutoCAD?
 3. Що визначає рамка, яка візуалізується на екрані в просторі аркуша штриховою лінією?
 4. Які іменовані вигляди передбачені в AutoCAD?
 5. Які дії необхідно виконати перед виведенням креслення на друк?
 6. Чи можна об'єднувати екрани виглядів простору моделі?
 7. Яке призначення має майстер компоновання аркуша?
 8. З якою метою застосовується менеджер параметрів сторінки?
 9. У яких випадках застосовується друк із простору аркуша?
 10. Яким чином можна керувати видимістю шарів?
 11. З якою метою доцільно створювати шаблони?
-

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

Використання AutoCAD для створення тривимірних моделей й їхніх зображень має низку переваг у порівнянні з двовимірним моделюванням. Робота в тривимірному просторі поєднує рисунання, редагування, установлення видів і екранів виглядів для зображення моделі. При цьому від користувача потрібне вміння сформувати коректну тривимірну модель, працювати з різними тривимірними системами координат, правильно задавати ПСК, а також встановлювати необхідні вигляди тривимірних моделей.

При створенні тривимірної моделі користувачеві доводиться працювати більш ніж з одним виглядом об'єкта, для чого необхідно встановлювати кілька екранів виглядів. Для кожного екрана вигляду можна створювати й зберігати окрему ПСК. Незалежно від того, що відбувається із ПСК на поточному екрані вигляду, системи координат на інших екранах виглядів залишаються незмінними й при переключенні між екранами не відбувається втрати інформації про ПСК кожної з них.

Збереженням ПСК для кожного екрана вигляду керує системна змінна UCSVP. На екранах виглядів, де UCSVP дорівнює 1, ПСК, яка використана безпосередньо перед переходом на інший екран вигляду, запам'ятовується. При поверненні відбувається відновлення цієї ПСК. Якщо системна змінна UCSVP встановлена рівною 0 для деякого екрана вигляду, то його ПСК завжди збігається із ПСК поточного активного екрана вигляду.

10.1. Створення і настроювання ПСК

У ході побудов всі створювані в AutoCAD об'єкти прив'язуються до прямокутної абсолютної системи координат. Ця система координат є стандартною й в AutoCAD називається *світовою системою*

координат – МСК або англійською мовою *World Coordinate System* – WCS. У двовимірному поданні цієї системи координат вісь *X* спрямована вправо, вісь *Y* – вверх, кути відраховують проти годинникової стрілки від напрямку осі *X*. Саме ця система координат використовується в AutoCAD за умовчанням.

Працюючи у дво- або тривимірному просторі, користувач AutoCAD може створити й установити свою ПСК (або англійською *User Coordinate System* – UCS) з довільною точкою початку координат і довільною орієнтацією, ніяк не пов'язаною із МСК. Можна створити будь-яку кількість ПСК, зберігаючи й відновлюючи їх при необхідності, щоб спростити створення дво- або тривимірних об'єктів.

При завантаженні AutoCAD у лівому нижньому куті графічної зони з'являється відомий користувачу графічний символ з двох стрілок. Піктограму UCS можна прибрати з екрана, для чого необхідно в меню VIEW (Вид) вибрати пункт DISPLAY (Екран), у меню наступного рівня – пункт UCS icon (Піктограма ПСК) і далі – пункт-прапорець On. Наявність прапорця поруч із назвою пункту меню говорить про те, що піктограма ПСК відображається в області креслення, у противному випадку – не відображається.

Для відображення значка ПСК у точці початку координат відповідної ПСК необхідно вибрати команду VIEW ► DISPLAY ► UCS icon ► ORIGIN (Вид ► Екран ► Піктограма ПСК ► Начало координат). Наявність прапорця поруч із назвою пункту меню ORIGIN означає, що піктограма ПСК перебуває в початку координат.

Як уже згадувалося, можна змінювати зовнішній вигляд піктограми ПСК за допомогою команди UCS icon, запуск якої приводить до відкриття однойменного діалогового вікна (рис. 10.1). За допомогою цього вікна можна вказати, чи потрібно використовувати тривимірну піктограму ПСК або її застарілий двовимірний варіант. Крім того, можна змінювати розміри піктограми, товщину ліній тривимірного її подання, а також кольори піктограми як у просторі моделі, так і у просторі аркуша.

Для відображення діалогового вікна UCS icon необхідно вибрати команду VIEW ► DISPLAY ► UCS icon ► PROPERTIES (Вид ► Екран ► Піктограма ПСК ► Свойства).

Для створення ПСК в AutoCAD треба з рядка меню перейти TOOLS ► NEW UCS (Сервис ► Новая ПСК) або скористатися однією з кнопок із вкладки VIEW (Вид) у групі ПСК (рис. 10.2).

10.1. Створення і настроювання ПСК

Користувач AutoCAD може створювати нові ПСК, а також зберігати, відновлювати й видаляти раніше створені ПСК. Для зміни поточної ПСК можна скористатися однією з наступних операцій.

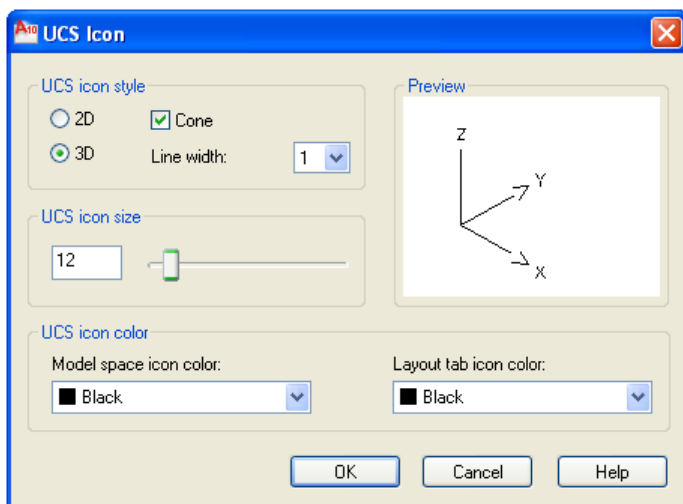


Рис. 10.1

 Задати новий початок координат без зміни поточної орієнтації координатних осей X , Y та Z – команда ORIGIN. Команду ORIGIN можна запустити: TOOLS ► NEW UCS ► ORIGIN (Сервис ► Новая система координат ► Начало координат). Після запуску команди ORIGIN AutoCAD відобразить запит:

Specify new origin point <0, 0, 0>:

Потрібно ввести координати нового початку координат.

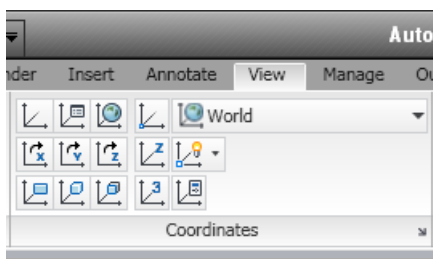


Рис. 10.2

 Задати новий початок координат і точку на додатному напрямку координатної осі Z – команда Z Axis Vector. Після запуску команди AutoCAD відобразить запит:

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

Specify new origin point or [Object] <0,0,0>:
Specify point on positive portion of Z-axis
<0.0000,0.0000,1.0000>:

 Задати новий початок координат і точки на додатних напрямках координатних осей X і Y – команда 3 Points.

Specify new origin point <0,0,0>:
Specify point on positive portion of X-axis
<1.0000,0.0000,0.0000>:

Specify point on positive-Y portion of the UCS
XY plane <0.0000,1.0000,0.0000>:

 Вирівняти ПСК за наявним об'єктом – команда Object.

 Вирівняти ПСК за площиною тривимірного об'єкта – команда Face UCS.

 Вирівняти ПСК за віссю Z паралельно поточному напрямку перегляду – команда View.

 Повернути поточну ПСК навколо кожної з осей – команди X , Y і Z .

 Відновити попередню ПСК – команда UCS Previous.

 Відновити раніше збережену ПСК – список іменованих ПСК або команда Named UCS.

Збереження й відновлення ПСК здійснюється за допомогою команди Named UCS, запуск якої приводить до відкриття вкладки Named UCS діалогового вікна UCS (рис. 10.3). На цій вкладці відображається список іменованих ПСК. При створенні нової ПСК AutoCAD додає її в цей список. Якщо ПСК не було надано ім'я, вона відображається в списку під ім'ям Unnamed. Поруч із поточною ПСК у списку відображається спрямований вправо трикутник. Крім того, у списку ПСК AutoCAD відображає також попередню ПСК під ім'ям Previous.

Убудовані іменовані ПСК, які визначені в AutoCAD за умовчанням, відповідають шести іменованим видам (Top, Bottom, Front, Back, Left і Right). Кожну із цих убудованих ПСК можна призначити поточною, скориставшись вкладкою Orthographic UCS діалогового вікна (рис. 10.4) або списком іменованих ПСК панелі інструментів UCS II. При використанні діалогового вікна UCS можна, крім того, визначити, чи

10.1. Створення і настроювання ПСК

потрібно при призначенні убудованої ПСК як поточної використати базову МСК або ж одну з іменованих ПСК.

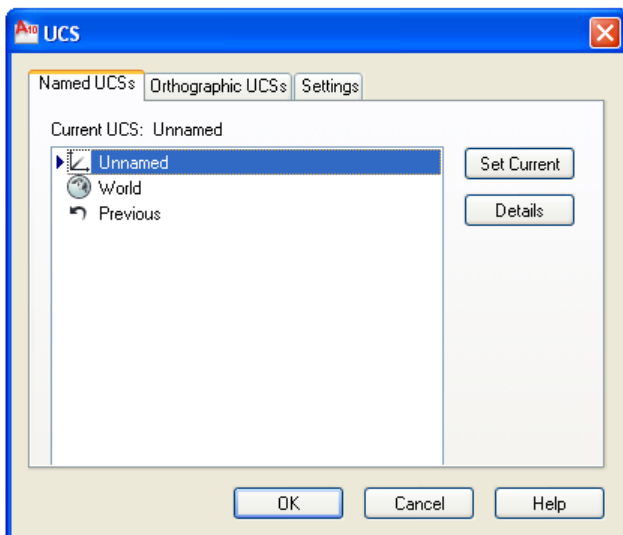


Рис. 10.3

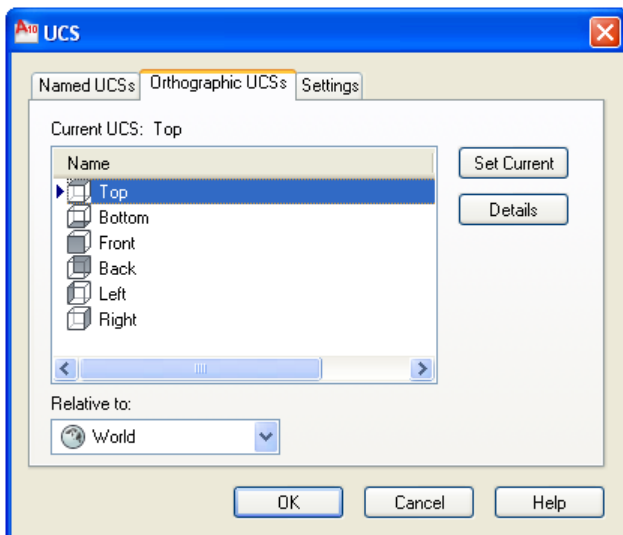


Рис. 10.4

Для переключення на убудовану ПСК необхідно відкрити діалогове вікно UCS і перейти на вкладку Orthographic UCS, вибрати напрямок, на який необхідно переключитися, виділивши в списку відповідний пункт, а потім клацнути кнопкою SET CURRENT.

10.2. Установлення напрямку погляду

Середовище AutoCAD дозволяє користувачеві, що перебуває в просторі моделі, розглядати сформовані об'єкти з будь-якого напрямку. Під *точкою зору* (виглядом) розуміють напрям, що задається з тривимірної точки простору на початок системи координат. Напрямок погляду визначається або на початку роботи з моделлю, або якщо необхідно розглянути завершену модель з деякої точки. AutoCAD дозволяє розглядати рисунок з будь-якої точки простору, навіть зсередини зображуваного об'єкта. Переміщаючи точку зору в бажану позицію, можна полегшити формування об'єктів, редагувати їх, одержувати зображення зі схованими лініями, забарвлювати їх і тонувати. При необхідності можна отримувати вигляди в ортогональних проекціях і у перспективі.

Точку зору в поточній системі координат установлює команда VPOINT. Їй відповідає пункт меню VIEW ► 3D VIEWS ► VIEWPOINT (Вид ► 3D Види ► Точка зрення). Команда VPOINT може використовуватися для фіксації тривимірного вигляду відносно ПСК. Системна змінна WORLDVIEW визначає, яка система координат буде використана для даного вигляду як базова. При WORLDVIEW = 1 вигляди будуються в МСК, при WORLDVIEW = 0 – у поточній ПСК.

При звертанні до команди VPOINT у командному рядку видається запит:

Current view direction: VIEWDIR = 0.000, 0.0000, 1.0000 – поточний напрям погляду;

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: – задайте точку зору.

Відповіддю на цей запит є визначення нової точки зору, реалізоване заданням співвідношень координатних відрізків (координат необхідної точки зору в просторі). Наприклад, точка зору 0, 0, 1 викликає побудову вигляду зверху, а точка зору 1, 1, 1 – аксонометричної проекції.

При використанні ключа Rotate видаються такі запити:

Current view direction: VIEWDIR = 0.000, 0.0000, 1.0000 – поточний напрям погляду;

10.2. Установлення напрямку погляду

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: R – перехід до режиму указання точки зору поворотом;

Enter angle in XY plane from X axis <default>: – указати кут у площині XY щодо осі X;

Enter angle from XY plane <default>: – указати кут з площиною XY.

Виконується регенерація моделі.

Нова точка зору визначається за допомогою двох кутів, один з яких задається в площині XY щодо осі X, а інший – щодо площини XY уверх (рис. 10.5).

При натисканні клавіші ENTER у відповідь на початковий запит команди VPOINT на екрані монітора з'являються компас і трійка осей координат (display compass and tripod) (рис. 10.6). Компас, що висвічується в правому верхньому куті, є двовимірним зображенням глобуса. Центральна точка компаса збігається з Північним полюсом (0, 0, 1), внутрішнє коло – з екватором ($n, n, 0$), а зовнішнє – з Південним полюсом (0, 0, -1). Кут напрямку погляду в площині XY визначається положенням, що вказує точки усередині компаса, а кут між напрямком погляду й площиною XY – її відстанню від центра компаса. Відповідно до положення точки зору на компасі змінюється орієнтація трійки осей.

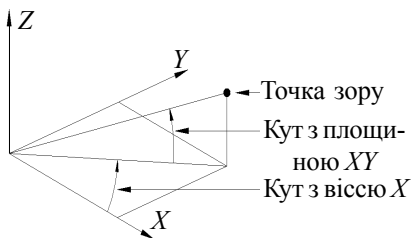


Рис. 10.5

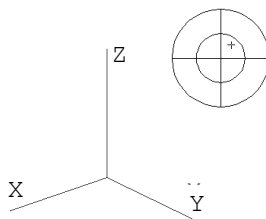


Рис. 10.6

Пересуваючи за допомогою мишки маленький хрестик усередині кільця із перехрестям і контролюючи вигляд, що вийшов, по трійці осей системи координат можна досить швидко встановити необхідний вигляд.

Для переходу в режим компаса можна вибрати в падаючому меню пункти VIEW ► 3D VIEWS ► VIEWPOINT (Вид ► 3D Види ► Точка зрення) (рис. 10.7).

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

Установлення вигляду можливе за допомогою команди DDVPOINT, яка викликається з падаючого меню VIEW ► 3D VIEWS ► VIEWPOINT PRESET (Вид ► 3D Види ► Установка точки зору) (рис. 10.8), що дозволяє настроїти наступні параметри:

- ◆ Set Viewing Angles – визначення кутів зору:
 - Absolute to WCS – щодо світової системи координат;
 - Relative to UCS – щодо ПСК;

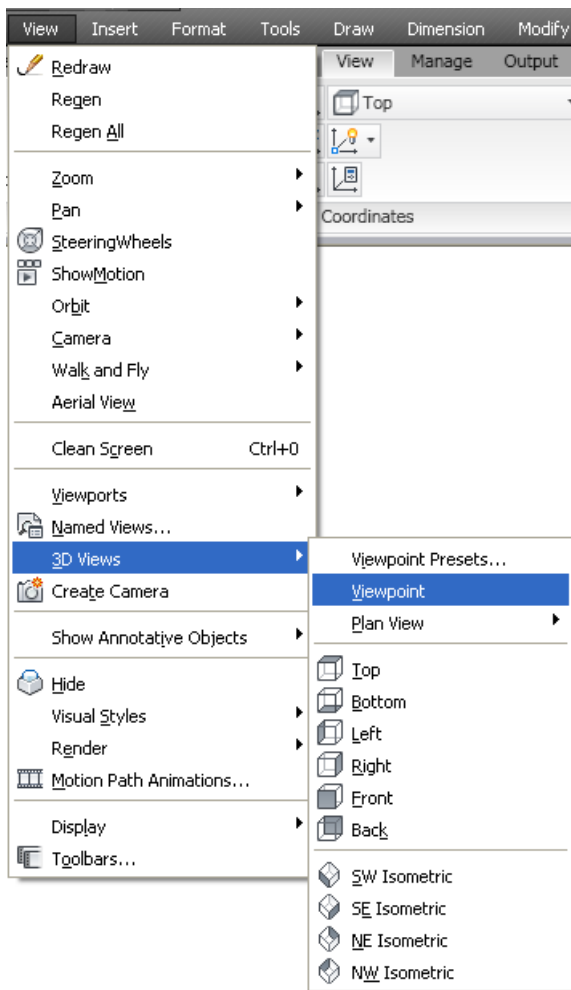


Рис. 10.7

10.2. Установлення напрямку погляду

♦ два графічних покажчики – напрямок можна задавати, вибираючи нові положення для стрілок:

ліворуч – напрямок щодо осі X на площині XY ;

праворуч – кут до площини XY ;

♦ поле From: X Axis: – кут з віссю X ;

♦ поле From: XY Plane: – кут з площиною XY ;

♦ кнопка Set to Plan View – установлення вигляду в плані.

Можливо, уважний користувач звернув увагу на те, що указання точки зору за допомогою діалогового вікна VIEWPOINT PRESET (Установка точки зрення) (див. рис. 10.8) багато в чому подібна до використання тригранника осей і компаса. В обох випадках кут зору визначається шляхом задання азимуту (кута між віссю X і проекцією вектора спостереження на горизонтальну площину) і вертикального кута. Однак при використанні компаса відсутня можливість точного визначення кутів.

При першому знайомстві застосування тригранника осей і компаса може здатися складним, однак, освоївши цей інструментарій, можна швидко задавати положення точки зору – багатьом користувачам цей метод здається найбільш зручним.

Установити напрям погляду можна і за допомогою команди DVIEW, призначеної для отримання динамічних тривимірних і перспективних виглядів. Ця команда використовується також для зумування, панорування і обертання виглядів. Крім того, застосовуючи цю команду, можна видаляти з екрана об'єкти, розташовані перед січною площиною або за нею, а при динамічному перегляді об'єктів – сховані лінії. Команда DVIEW дозволяє обмежувати кількість об'єктів, що динамічно відслідковуються в процесі зумування та орієнтації вигляду. Вона діє за принципом камери, спрямованої убік цілі. Лінія між камерою і ціллю – це лінія погляду, або *напрямок погляду*. Є можливість змінювати фокусну відстань "об'єктива" камери для імітації

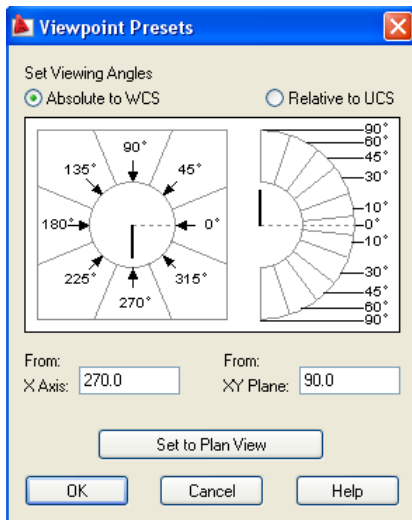


Рис. 10.8

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

ширококутного й телефотографічного об'єктивів. Після виконання команди рисунок повністю регенерується.

Запит команди DVIEW:

Select objects or <use DVIEWBLOCK>: вибрати об'єкти;
Enter option [CAmera/TARget/Distance/POints/PAn/
Zoom/TWist/CLip/Hide/Off/Undo] : – задати ключ.

Ключі команди DVIEW:

- ◆ CAmera – вибирає кут повороту камери щодо цілі;
- ◆ TARget – обертає ціль щодо камери;
- ◆ Distance – задає відстань від камери до цілі, включає перспективу;
- ◆ POints – визначає точки розташування камери й цілі;
- ◆ PAn – забезпечує панорування рисунка;
- ◆ Zoom – забезпечує зміну масштабу відображення або установлення фокусної відстані;
- ◆ TWist – обертає вигляд навколо напрямку погляду;
- ◆ CLip – установлює задню й передню січні площини;
- ◆ Hide – забирає сховані лінії в наборі;
- ◆ Off – відключає перспективне зображення;
- ◆ Undo – скасовує останню дію.

Установлення режиму перспективної проекції дозволяє наблизити отримані в AutoCAD зображення об'єктів до їхнього природного вигляду. Найчастіше установлення перспективної проекції використовують перед тим як одержати тоновані зображення, особливо такі, на яких представлені об'єкти, що мають більшу кутову довжину щодо обраної точки зору.

Перспективне зображення відомого нам об'єкта, отримане із застосуванням команди DVIEW, показане на рис. 10.9.

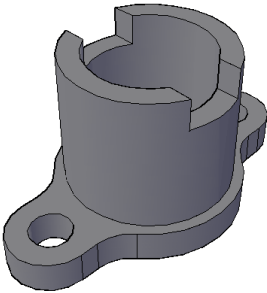


Рис. 10.9

Ключ Hide команди DVIEW дозволяє приховувати невидимі лінії тривимірного об'єкта і тим самим домогтися більш реалістичного зображення. Після завершення роботи команди або введення іншого ключа зображення на екрані регенерується. Оскільки дія ключа Hide закінчується при введенні будь-якого іншого ключа команди DVIEW, то використовувати його можна

лише для того, щоб контролювати правильність результатів роботи інших ключів.

Приховування невидимих ліній на кресленні, тобто ліній, закритих якими-небудь частинами об'єкта за напрямком лінії погляду, дозволяє значно підвищити інформативність проекцій об'єкта. При використанні сучасних комп'ютерів ця операція не займає багато часу і дозволяє показувати зовнішній вигляд об'єкта у перспективній проекції, наближений до реального.

10.3. Установлення вигляду в плані

План – це вигляд у заданій ПСК із точки зору, що знаходиться точно над початком координат площини побудов (точка з координатами (0, 0, 1)). Таким чином, у плані площина побудов паралельна екрану.

Команда `PLAN`, що забезпечує установлення вигляду рисунка в плані, діє тільки на поточному екрані вигляду. Користуватися цією командою в просторі аркуша неприпустимо. Можна вибрати план поточної ПСК, попередньо збереженої ПСК або МСК.

Команда `PLAN` викликається з падаючого меню `VIEW ► 3D VIEWS ► PLAN VIEW` (Вид ► 3D Види ► Плоский вид). Далі вибираються відповідно пункти `Current UCS`, `World UCS` або `Named UCS`.

Запити команди `PLAN`:

Enter an option [`Current ucs/Ucs/World`] `<Current>`: – задати ключ.

Ключі команди `PLAN`:

- ◆ `Current ucs` – створює зображення поточної ПСК у плані на поточному екрані вигляду. Використовується за умовчанням;

- ◆ `Ucs` – забезпечує переключення в план попередньо збереженої ПСК і регенерує зображення. AutoCAD запитує ім'я необхідної ПСК;

- ◆ `World` – створює зображення в плані МСК.

Команда `PLAN` змінює напрям погляду й відключає перспективу, але не змінює поточної ПСК. Усі координати, що вводяться або відображаються після запуску цієї команди, беруться відносно поточної ПСК.

Якщо системній змінній `UCSFOLLOW` задати значення 1, то при зміні поточної ПСК автоматично буде встановлюватися вигляд у плані цієї ПСК.

**10.4. Установлення ортогональних
і аксонометричних виглядів**

Для установлення ортогональних і аксонометричних виглядів використовуються інструменти падаючого меню **VIEW ► 3D VIEWS** (Вид ► 3D Види) або плаваючої панелі інструментів **VIEW** (рис. 10.10, див. рис. 10.7), або групи меню **View** робочого простору **3D Modeling**.



Рис. 10.10

Плаваюча панель **View** містить у собі наступні інструменти:

 **Named Views...** – збереження й відновлення іменованих виглядів у діалоговому вікні **View Manager** (рис. 10.11), що також можна відкрити з падаючого меню **View ► Named Views...**;

 **Top** – установлення точки зору зверху (план, горизонтальна проекція);

 **Bottom** – установлення точки зору знизу;

 **Left** – установлення точки зору зліва (профільна проекція);

 **Right** – установлення точки зору справа;

 **Front** – установлення точки зору спереду (фронтальна проекція);

 **Back** – установлення точки зору ззаду;

 **SW Isometric** – установлення південно-західного ізометричного вигляду;

 **SE Isometric** – установлення південно-східного ізометричного вигляду;

 **NE Isometric** – установлення північно-східного ізометричного вигляду;

 **NW Isometric** – установлення північно-західного ізометричного вигляду;

 **Create Camera** – включення та установлення камери і цілі;

10.4. Установлення ортогональних і аксонометричних виглядів

 Previous View – установлення попереднього вигляду;

 View Control – вибір і установлення поточного вигляду.

Диспетчер виглядів (View Manager) (див. рис. 10.11) відкривається введенням у командному рядку команди VIEW (Вид) або вибором пункту меню VIEW ► NAMED VIEW (Вид ► Именованные виды). У лівій частині діалогового вікна у вигляді дерева наведений список іменованих і стандартних виглядів, доступних у кресленні. Поточний вигляд також включений у дерево у вигляді верхнього елемента з ім'ям Current (Текущий).

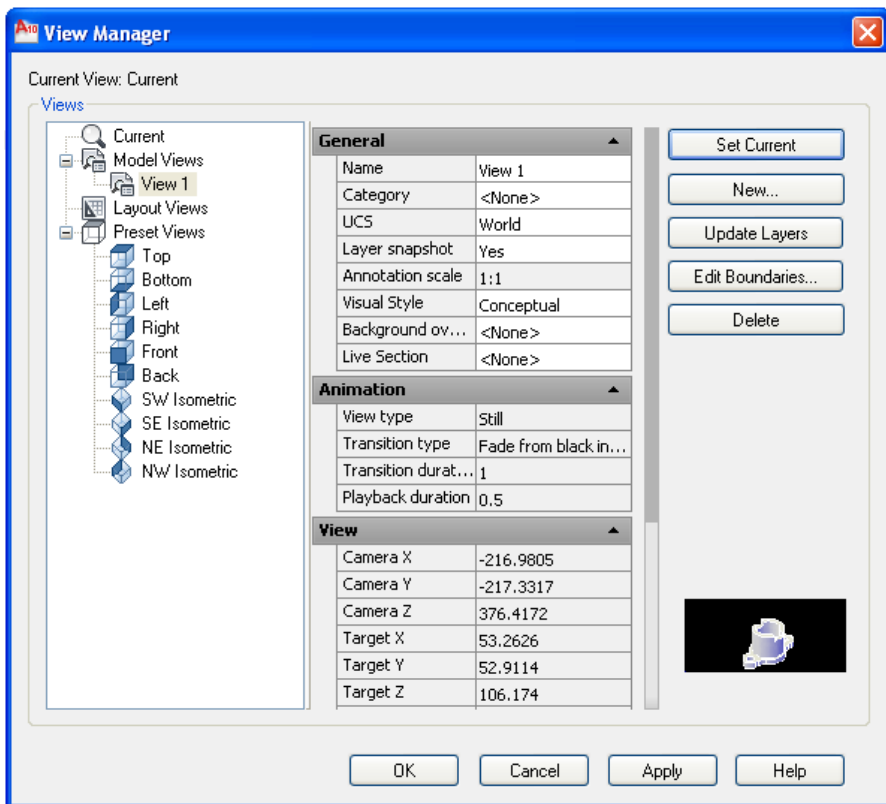


Рис. 10.11

Гілка *Preset View* (Стандартные виды) діалогового вікна *View Manager* (Диспетчер видов) призначена для операцій зі стандартними виглядами. До стандартних в *AutoCAD* належать шість ортогональних і чотири ізометричних вигляди. Наявність ізометричних виглядів дозволяє аналізувати побудови в тривимірному просторі, коли потрібно розглядати модифікації примітивів за всіма трьома осями.

Якщо в новому кресленні встановити стандартний вигляд з назвою південно-західна ізометрія (наприклад, за допомогою пункту падаючого меню *VIEW ► 3D VIEWS ► SW ISOMETRIC* (Вид ► 3D Види ► ЮЗ ізометрія)), то зміниться зовнішній вигляд графічного екрана: піктограма осей МСК зміститься в центр і розгорнеться так, що кут між осями *X* і *Y* буде видний уже не прямим, а рівним 120° . Значок курсору в ізометрії набуде вигляду кольорових тривимірних відрізків, паралельних осям поточної системи координат: вісь *X* – коричневого кольору, вісь *Y* – зеленого і вісь *Z* – синього.

На рис. 10.12 наведені піктограми й осі координат *SW*, *SE*, *NE* й *NW* ізометричних проекцій відповідно. Уважний читач міг помітити, що проекція *NE Isometric* (Північно-східна ізометрична проекція) повністю відповідає рекомендаціям ГОСТ 2.317–69 "АксонOMETричні проекції" щодо розміщення координатних осей.

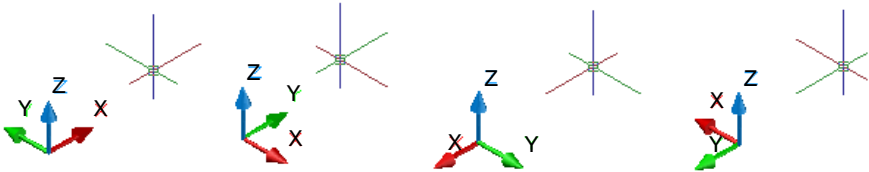


Рис. 10.12

10.5. Перспектива і камери

Вище відзначалося, що в *AutoCAD* доступна не тільки паралельна, але й перспективна проекції. На рис. 10.9 показана перспективна проекція об'ємної моделі, отримана за допомогою команди *DVIEW*. Однак перехід до перспективного зображення набагато простіше здійснити, якщо для зміни паралельної проекції на перспективну скористатися системою змінною *PERSPECTIVE*. Ця змінна може набувати тільки два значення: 0 відповідає паралельній проекції, 1 – перспективній.

На рис. 10.13 наведена перспективна проекція об'ємного тіла, отримана зміною системної змінної `PERSPECTIVE` з 0 на 1. Для більшої наочності на цьому рисунку показана сітка, а також піктограма й осі координат. Піктограма осей координат у перспективі має об'ємний вигляд, кольорові стрілки оформлені за допомогою твердотільних конусів.

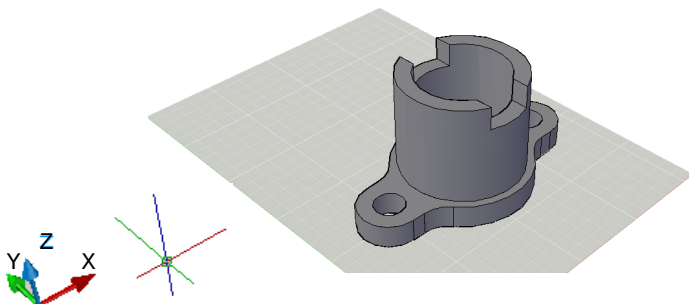


Рис. 10.13

Укажемо на характерну помилку, що властива користувачам AutoCAD, які починають освоювати роботу в тривимірному просторі. Побудувавши об'ємне зображення об'єкта й не звернувши увагу на те, що працюють не з паралельними проекціями, а з перспективними (наприклад, з будь-яких причин системній змінній `PERSPECTIVE` було надано значення, рівне 1), вони при переході до стандартних виглядів отримують трохи "незвичайні" зображення. Одразу ж відзначимо, що при установленні стандартного вигляду AutoCAD змує його до границь області вікна.

Приклад такого "незвичайного" зображення показаний на рис. 10.14, на якому поданий фронтальний вигляд твердотільного об'єкта, отриманий вибором опції "фронтальний вигляд" з меню View (Вид) при значенні системної змінної `PERSPECTIVE` = 1. "Незвичайність" подання об'єкта полягає в тому, що незважаючи на те, що зображення плоске, на ньому явно є присутнім наліт об'ємності.

Позбутися цього недоліку можна дуже просто. Достатньо у командному рядку змінити значення системної змінної `PERSPECTIVE` з 1 на 0. Можна увійти в меню View (Вид), вибрати 3D View (3D Види), Plan View

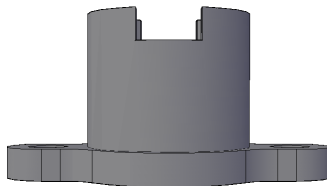


Рис. 10.14

(Плоский вид), Current UCS (Текущая ПСК). При цьому буде отримана ортогональна фронтальна проекція об'єкта, яка також буде зумована до розмірів робочої області екрана.

У настроюванні перспективного вигляду важливу роль відіграє положення *камери*, яка є примітивом AutoCAD і з якою пов'язується перспективний вигляд, що відображається у диспетчері виглядів (див. рис. 10.11). У камери є своє зображення, зона дії, властивості. Вона може рухатися і тим самим генерувати вигляд, який динамічно змінюється і, в свою чергу, дає ефект анімації.

Створення камери здійснюється за допомогою команди CAMERA (Камера), якій відповідає пункт падаючого меню VIEW ► CREATE CAMERA (Вид ► Создать камеру) і кнопка .

Запити команди:

Current camera settings: Height=0 Lens Length=50 mm – поточні настройки камери: висота = 0; фокусна відстань = 50 мм;

Specify camera location: – задайте положення камери.

Одночасно на курсорі з'являється значок камери, який буде вбудований у креслення (рис. 10.15).

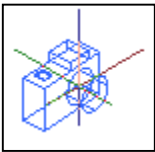


Рис. 10.15

Після укавання точки вставки камери з'являється запит:

Specify target location: – задайте положення цілі.

Напрямок вигляду, що пов'язується з камерою, задається вектором, який йде з точки камери в точку цілі. Задайте точку цілі.

Заключний запит:

Enter an option [?/Name/LocAtion/Height/Target/Lens/Clipping/View/eXit]<eXit>: – задайте опцію.

Перелічимо опції:

- ◆ ? (?) – виводить список камер, що існують у кресленні;
- ◆ Name (Имя) – задає ім'я камери (за умовчанням камери йменуються CAMERA1, CAMERA2);
- ◆ LocAtion (Положение) – указує точку розміщення камери;
- ◆ Height (Высота) – задає висоту охоплення камери;
- ◆ Target (Цель) – визначає точку цілі, в яку дивиться камера;
- ◆ Lens (Объектив) – задає фокусну відстань;
- ◆ Clipping (Подрезка) – установлює передню і задню січні площини;

◆ View (Вид) – змінює поточний вигляд у кресленні на той, який формують установлення камери;

◆ Exit (Выход) – вихід з команди.

Після створення камери її ім'я з'являється в дереві виглядів (див. рис. 10.11). Це означає, що з камерою тепер зв'язаний вигляд, що у будь-який момент можна встановити в кресленні. Об'єкт камери показується спеціальним значком (див. рис. 10.15), що має фіксований розмір і не змінюється в процесі зумування креслення. Якщо камеру клацанням виділити як примітив, то вона відобразиться як умовний значок і покаже свою зону дії (рис. 10.16).

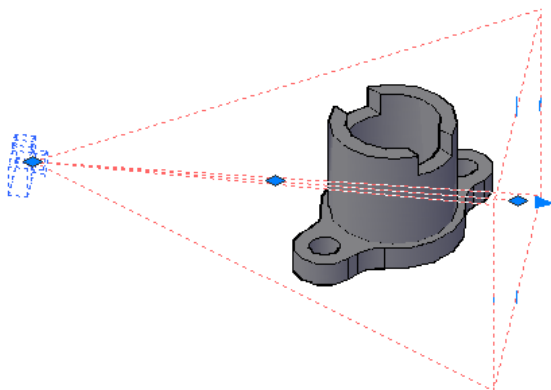


Рис. 10.16

Одночасно відкривається вікно Camera Preview (Предварительный просмотр камеры), що ілюструє вигляд із зазначеної камери. У цьому вікні можна змінювати візуальний стиль (visual style).

На завершення відзначимо, що камеру, встановлену на кресленні, можна включати й виключати, використовувати ручки для зміни її місця розташування й цілі або фокусної відстані об'єктива.

10.6. Інтерактивне керування точкою погляду

Режим інтерактивного керування точкою погляду на поточному екрані виглядів при роботі в тривимірному просторі активізується командою 3DORBIT. Виглядом моделі в цей час можна керувати за допомогою мишки. З орбіти можуть розглядатися як вся модель, так і її окремі

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

елементи. Команда викликається з падаючого меню VIEW ► ORBIT ► CONSTRAINED ORBIT (Вид ► Орбита ► Ограниченная орбита) або клацанням по піктограмі CONSTRAINED ORBIT  на плаваючій панелі інструментів Orbit (Орбита) або 3D Navigation (3D Навигация) (рис. 10.17). Команду 3DORBIT також зручно викликати з групи меню VIEW робочого простору 3D MODELING (рис. 10.18).

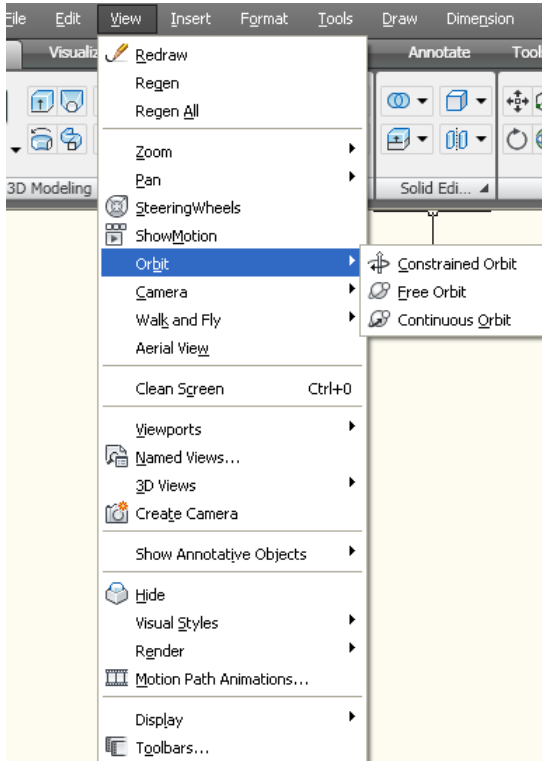


Рис. 10.17

Для того щоб приступити до обертання вигляду, потрібно натиснути кнопку мишки й почати її переміщувати. При цьому точка цілі залишається нерухомою, а положення камери, тобто спостерігача, переміщується відносно неї. Поки команда 3DORBIT активна, редагування об'єктів неможливо.

Команда 3DFORBIT активізує керування інтерактивним переглядом об'єктів у тривимірному режимі, використовуючи необмежену орбіту, що забезпечує рух по колу в будь-якому напрямку без прив'язки до площини. При цьому точка зору не обмежена площиною XY або віссю Z . Команда викликається з падаючого меню VIEW ► ORBIT ► FREE ORBIT (Вид ► Орбіта ► Свободная орбіта) або клацанням по піктограмі Free Orbit на плаваючій панелі інструментів Orbit (Орбіта)  або 3D Navigation (3D Навігація) (див. рис. 10.17). Команду 3DFORBIT також зручно викликати з групи меню VIEW робочого простору 3D MODELING (див. рис. 10.18).

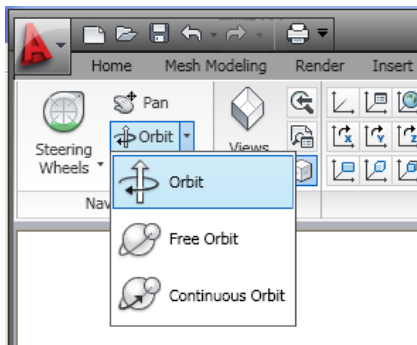


Рис. 10.18

Вигляд, на якому діє режим орбіти, позначається орбітальним кільцем. Геометрично воно є великим колом, розділеним на квадранти чотирма маленькими колами (рис. 10.19). У процесі виконання команди нерухомою залишається точка, на яку спрямований погляд, тобто точка цілі. Позиція спостерігача (точка камери) переміщується відносно цілі. Вважається, що ціль у цьому випадку сполучена із центром орбітального кільця.

При переміщенні покажчика мишки з однієї області в іншу він змінює свій зовнішній вигляд. Таким способом AutoCAD сповіщає користувача про те, що змінився спосіб обертання моделі, тобто програма буде по-різному реагувати на рухи покажчика мишки залежно від того, в якій області він перебуває.

Розглянемо послідовно способи обертання моделі:

- якщо покажчик мишки перебуває поза орбітальним кільцем, він набуває вигляду колової стрілки

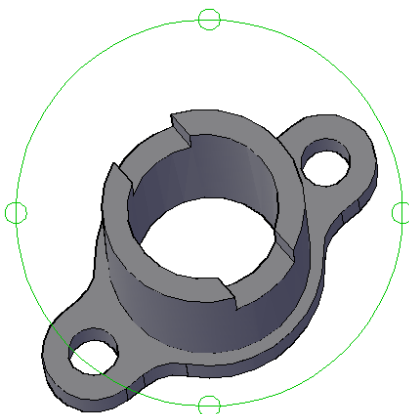


Рис. 10.19

з точкою в центрі. Натискання лівої кнопки мишки й переміщення покажчика навколо орбітального кільця викликають обертання об'єктів, що перебувають на екрані, навколо уявної осі, яка проходить через центр кільця перпендикулярно до площини креслення. Відпустивши кнопку мишки, можна зафіксувати отриманий вигляд моделі;

- якщо покажчик мишки перебуває усередині орбітального кільця, він набуває вигляду двох еліпсів зі стрілками, розташованими в перпендикулярних площинах, і з точкою в центрі. Переміщаючи покажчик при натиснутій лівій кнопці мишки, можна домогтися обертання моделі навколо осі, що лежить у площині екрана й проходить через центр кільця перпендикулярно до напрямку переміщення покажчика. Так, якщо в даному режимі переміщувати покажчик у горизонтальному напрямку, то модель буде обертатися навколо вертикальної осі, що проходить через центр орбітального кільця. Покажчик краще переміщати приблизно по прямій лінії, інакше можна легко заплутатися в положенні моделі;

- якщо встановити покажчик мишки в лівий або правий кружок, то він набуде вигляду витягнутого в горизонтальній площині еліпса зі стрілкою. Тепер при переміщенні покажчика обертання моделі буде відбуватися навколо вертикальної осі, що проходить через центр орбітального кільця паралельно площині екрана. Якщо при переміщенні покажчик вийде за межі маленького кола, обертання буде відбуватися доти, поки кнопка мишки не буде відпущена. Щоб повторити обертання в цій же площині, необхідно знову перемістити покажчик в одне з кіл і почати буксування;

- якщо перемістити курсор у нижній або верхній кружок, розташований на контурі орбітального кільця, він набуде вигляду витягнутого у вертикальній площині еліпса. У цьому випадку модель обертатиметься навколо горизонтальної осі, яка проходить через орбітальне кільце паралельно площині екрана. Так само, як і у попередньому випадку, курсор не буде видозмінюватися доти, поки кнопка мишки не буде відпущена для закінчення обертання.

Останні два способи гарні тим, що незалежно від того, в якому напрямку буде переміщатися мишка, обертання відбуватиметься тільки в одній площині: вертикальній або горизонтальній.

Команда 3DCORBIT активізує можливість постійного обертання вигляду по орбіті й викликається з падаючого меню VIEW ► ORBIT ► CONTINUOUS ORBIT (Вид ► Орбита ► Непрерывная орбита) або

кляцанням по піктограмі Continuous Orbit на плаваючій панелі інструментів Orbit (Орбита)  або 3D Navigation (3D Навігація) (див. рис. 10.17). Команду 3DCORBIT також зручно викликати з групи меню VIEW робочого простору 3D MODELING (див. рис. 10.18).

Працюючи в цьому режимі, користувач натискає ліву кнопку мишки й задає напрямок, у якому повинен обертатися вигляд після відпускання кнопки.

У процесі постійного обертання по орбіті залишаються доступними команди контекстного меню, що дозволяють задавати тип проекції, режим розфарбовування, активні засоби візуалізації, а також відновлювати вигляд або встановлювати стандартний вигляд. Якщо вибрати з контекстного меню пункт Pan або Zoom, обертання зупиняється.

Поки команда 3DCORBIT продовжує роботу, вводити в командному рядку які-небудь інші команди не можна. Редагування об'єктів при працюючій команді 3DCORBIT виключається. Для завершення роботи команди необхідно натиснути одну з клавіш Enter або Esc, або вибрати пункт Exit з контекстного меню.

Як вище відзначалося, у режимі ORBIT (Орбита) неможливе виконання інших команд, тобто їх не можна ввести в командний рядок. Разом з тим указувалося, що можлива активація контекстного меню. Кляцанням правої кнопки мишки можна викликати контекстне меню з різними можливостями (рис. 10.20).

Розглянемо команди, наявні в контекстному меню.

◆ Рядок Exit (Выход) завершує виконання команди й видаляє з екрана контекстне меню.

◆ Вибір рядка Current Mode (Текущий режим) дозволяє згорнути контекстне меню без завершення роботи команди.

◆ Підменю Other Navigation Modes (Другие режимы навигации) містить у собі перерахування всіх можливих інструментів, що дозволяють переглядати тривимірну модель різними способами в інтерактивному режимі. Варто звернути увагу на

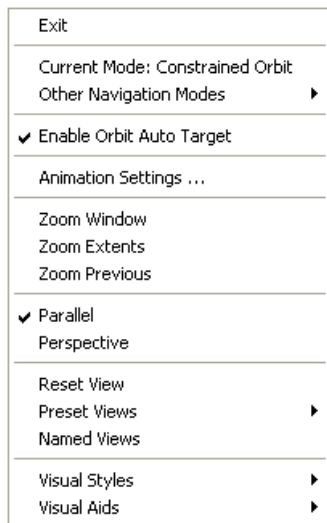


Рис. 10.20

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

те, що кожній команді відповідає своя цифра (рис. 10.21), тому переключатися між цими командами можна, не викликаючи контекстне меню, а просто натискаючи відповідну клавішу на клавіатурі.

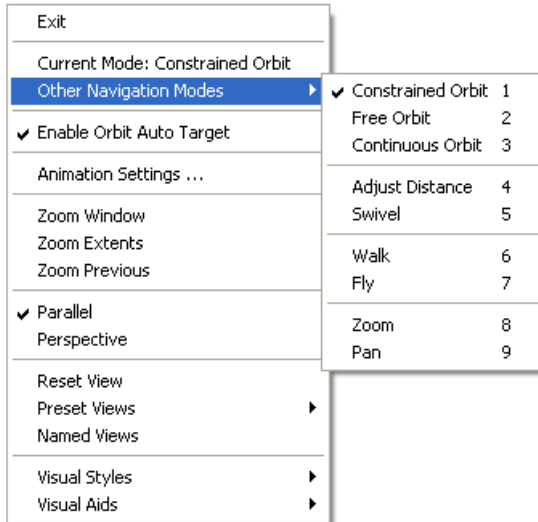


Рис. 10.21

- Перші три позиції відповідають різним варіантам режиму ORBIT (Орбита), докладно описаним вище.

- При виборі позиції Adjust Distance (Регулирование расстояния) покажчик набуває вигляду стрілки. Якщо переміщати його вверх або вниз при натиснутій лівій кнопці мишки, то креслення на екрані буде наближатися або віддалятися відповідно.

- Команда Swivel (Шарнир) дозволяє імітувати обертання камери навколо вертикальної осі.

- Команди Walk (Прогулка) і Fly (Полет) надають наступні можливості. При виборі позиції Walk (Прогулка) у користувача з'являється можливість "прогулятися" по моделі й розглянути її з погляду незалежного спостерігача. Керування здійснюється клавішами керування курсором за допомогою палітри Position Locator (Положение наблюдателя) (рис. 10.22), що з'являється автоматично після виклику команди.

Команда Fly (Полет) багато в чому аналогічна попередній команді. Обидві ці команди можна настроїти у вікні Options (Параметры) на вкладці 3D Modeling (Трёхмерное моделирование).

Команди **Walk** (Прогулка) і **Fly** (Полет) можна використовувати, якщо тривимірна модель представлена перспективною проекцією. Якщо модель зображена в паралельній проекції, то AutoCAD запропонує перетворити її в перспективу, для цього потрібно тільки дати згоду.

- Команди **Zoom** (Масштабирование) і **Pan** (Панорамирование) працюють так само, як начебто користувач не перебував в орбітальному режимі. Відзначимо, що масштабування здійснюється в режимі реального часу.

- ◆ Команди **Zoom Window** (Показать рамкой), **Zoom Extents** (Показать границы) і **Zoom Previous** (Показать предыдущий) призначені для збільшення або зменшення зображення тривимірної моделі в режимі **ORBIT** (Орбита). Відзначимо, що змінювати масштаб об'єктів можна й не викликаючи контекстне меню, а просто використовуючи коліщатку мишки.

- ◆ Скориставшись командами **Parallel** (Параллельный) або **Perspective** (Перспективный), можна вибрати паралельну або перспективну проекцію.

- ◆ Команда **Reset Views** (Сбросить виды) може надати допомогу в тому випадку, коли після сукупності маніпуляцій з тривимірною моделлю необхідно повернути на екран вигляду, що був до переходу в режим **ORBIT** (Орбита).

- ◆ З підменю **Preset Views** (Стандартные виды) можна вибрати один зі стандартних виглядів тривимірної моделі, розглянутих вище.

- ◆ У підменю **Visual Styles** (Стили визуализации) перераховані всі стилі, крім **2D Wireframe** (Двухмерный каркас).

- ◆ Підменю **Visual Aids** (Визуальные способы) дозволяє скористатися деякими додатковими засобами, що допомагають зорієнтуватися в тривимірному просторі:

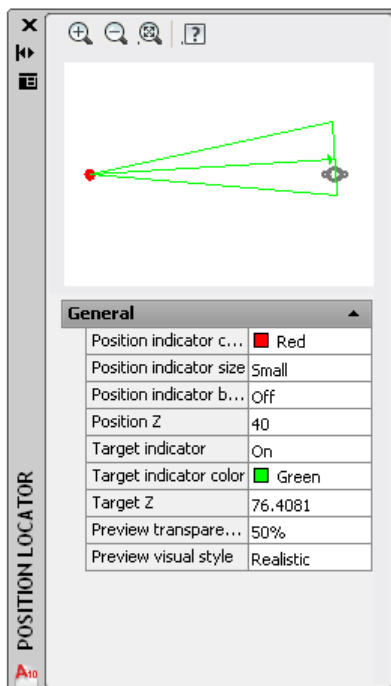


Рис. 10.22

- Compass (Компас) – зображення на екрані доповниться трьома колами (X, Y, Z), розташованими у взаємно перпендикулярних площинах;
- Grid (Сетка) – у площині XY креслять сітку;
- UCS Icon (Пиктограмма ПСК) – додає на екран тривимірну піктограму ПСК (ця функція включена за умовчанням).

10.7. Штурвали

Штурвали – це гнучкий засіб керування переглядом моделей. Кнопка  в рядку стану й у панелі View (Вид) стрічки відповідає команді Navswheel (НавШтурвал). Ця команда призначена для виклику штурвала – інструмента швидкого переміщення по файлу креслення за допомогою курсору. Працюючи зі складною тривимірною моделлю, можна за допомогою штурвала без особливих зусиль облетіти потрібні об'єкти, оглянути їхній внутрішній пристрій.

Клацання по кнопці  запускає *штурвал*, що фактично є не чим іншим, як меню незвичайної форми (рис. 10.23). За умовчанням штурвал має тип суперштурвала (це один з трьох можливих типів) і працює в режимі великого штурвала. Інший можливий режим називається *міні-штурвалом*.



Рис. 10.23

Штурвал розділений на сегменти, клацання по кожному з яких запускає відповідний інструмент дво- або тривимірного переміщення. За умовчанням штурвал динамічний: він прив'язаний до курсору й рухається разом з ним. Закрити штурвал можна за допомогою хрестика в правому верхньому куті самого штурвала.

Великий суперштурвал, показаний на рис. 10.23, надає вісім функцій (за кількістю зон): ZOOM (Зумирование), ORBIT (Орбита), PAN (Панорамирование), REWIND (Перемотка), CENTER (Центр), LOOK (Огляд), UP/DOWN (Вверх/Вниз), WALK (Обход).

Швидко налаштування режиму й типу штурвала можна виконати в контекстному меню (рис. 10.24), що викликається клацанням правої кнопки мишки на штурвалі або клацанням по трикутному значку, розташованому в правому нижньому куті штурвала. У контекстному меню можна вибрати тип і режим штурвала: суперштурвал (Full Navigation Wheel), міні-штурвал для об'єктів (Mini View Object Wheel),

міні-штурвал для будинків (Mini Tour Building Wheel), міні-суперштурвал (Mini Full Navigation Wheel), основні штурвали (Basic Wheel), відновити попередній вигляд (Go Home), вписати у вікно (Fit to Window), відновити вихідний центр (Restore Original Center), довідка (Help), параметри штурвала (Steering Wheel Settings), закрити штурвал (Close Wheel).

За допомогою штурвалів можна виконувати дії, яким відповідають вісім функцій суперштурвала. Робота з кожним інструментом починається натисканням лівої кнопки мишки по потрібній зоні штурвала, після чого з'являється деяке додаткове зображення й підпис із назвою інструмента. Дії в рамках обраного інструмента мають проводитися з натиснутою лівою кнопкою.

У багатьох місцях документації великий штурвал називається просто "штурвалом". Міні-штурвал є колом, розділеним на сектори, що мають свої функції.

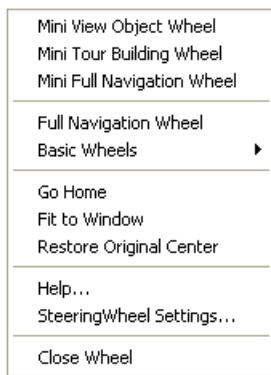


Рис. 10.24

10.8. Видовий куб

Ще одним важливим засобом керування видами є *Видовий куб* (ViewCube). Це спеціальне меню незвичайної форми (рис. 10.25). Воно

викликається за допомогою кнопки  панелі VIEW ► VIEWS (Вид ► Види) стрічки (рис. 10.26), за допомогою пункту падаючого меню VIEW ► DISPLAY ► VIEWCUBE ► ON (Вид ► Отображение ► Видовой куб ► Вкл) або за допомогою команди NAVVCUBE (Наввкб).

Видовий куб може бути присутнім як на паралельних проекціях, так і на перспективних, але тільки у тривимірних візуальних стилях. Він відбиває зміни поточного вигляду й складається з п'яти елементів:

- самого куба, що показує за умовчанням напрям основних виглядів у поточній системі координат, яка може не збігатися з МСК;

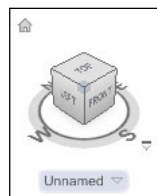


Рис. 10.25



Рис. 10.26

- компаса у формі кола, що показує головні напрямки (сторони світу), задані в МСК поточній моделі;
- значка будинку, використовуюваного для повернення у вихідний (початковий) вигляд;
- меню систем координат поточного креслення (на рис. 10.25 активно є ПСК неіменованого вигляду);
- стрілок у верхньому правому куті для повороту на 90° в обох напрямках щодо осі, розташованої перпендикулярно до площини екрана (рис. 10.27). Ці стрілки з'являються тільки в тих виглядах, на яких видна тільки одна грань куба. Одночасно із цим з'являються трикутні значки для доступу до тих граней куба, які стали невидимими.

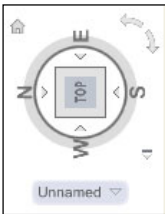


Рис. 10.27

Видовий куб використовується в такий спосіб. *Перше*, за допомогою видового куба можна виконувати обертання вигляду по орбіті. Для цього треба натиснути ліву кнопку мишки на кубі та, не відпускаючи її, переміщати в потрібному напрямку (аналогічно команді 3DORBIT (3DОрбита)).

По-друге, кожна складова частина будь-якого елемента видового куба несе певне функціональне навантаження й працює при клацанні мишки на цій частині. Такими функціональними частинами є:



Рис. 10.28

- грань куба – для вибору основних ортогональних виглядів (спереду, зверху, зліва і под.). Курсор повинен перебувати приблизно в центрі обраної грані (рис. 10.28);



Рис. 10.29

- ребро куба – для вибору вигляду, що є середнім між основними ортогональними видами. Курсор повинен перебувати приблизно на середині обраного ребра (рис. 10.29);



Рис. 10.30

- вершина куба – для вибору стандартного ізометричного вигляду. Курсор повинен перебувати на обраній вершині (рис. 10.30).

По-третє, якщо перед клацанням по функціональній частині куба вибрати будь-який об'єкт (тобто в нього будуть підсвічені ручки), то в результаті зміни вигляду цей об'єкт буде поміщений у центр.

Крім того, на круглому компасі букви, що позначають напрямки сторін світу, використовуються для установлення головних виглядів (північного, західного та ін.), заданих у географічних координатах моделі відносно МСК.

Видовий куб має контекстне меню (рис. 10.31), що викликається клацанням правої кнопки мишки на ньому або на значку, розташованому праворуч унизу (див. рис. 10.25). Перелічимо пункти цього меню й укажемо їхнє призначення:

- Home (Исходное) – повернення до вихідного вигляду (або вигляду, призначеного вихідним);
 - Parallel (Параллельная) – установлення паралельної проекції;
 - Perspective (Перспективная) – установлення перспективної проекції;
 - Perspective with Ortho Faces (Перспективная с ортогональными гранями) – установлення перспективної проекції при виборі вигляду по грані видового куба);
 - Set Current View as Home (Текущий вид как исходный) – призначення поточного вигляду як вихідного;
 - ViewCube Setting (Вызов диалогового окна параметров видового куба);
 - Help (Справка) – виклик розділу довідкової системи про видовий куб.
- Як і штурвал, видовий куб дозволяє швидко змінювати вигляд у побудованій користувачем моделі.

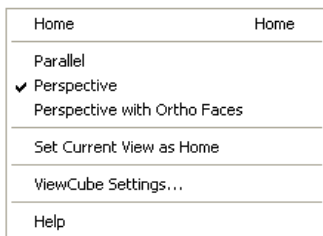


Рис. 10.31

10.9. Візуальні стилі

У процесі створення тривимірної моделі часто виникає питання про її реалістичне подання, оскільки у звичайному каркасному вигляді, в якому, як правило, виконується побудова об'єктів, наявність значної кількості ліній утруднює загальне сприйняття креслення. В AutoCAD для цих цілей передбачені *візуальні стилі*, що являють собою спосіб відображення об'єктів моделі (з лініями каркасів, у розфарбованому вигляді, з прихованням невидимих ліній, з указанням матеріалів і под.). Відображення в заданому візуальному стилі зберігається в екрані виглядів при зміні точки зору.

Отже, візуальний стиль – це сукупність параметрів, що задають спосіб відображення об'єктів.

Для керування візуальними стилями використовується панель RENDER ► VISUAL STYLES (Визуализация ► Визуальные стили) стрічки (рис. 10.32) і панель інструментів VISUAL STYLES (Визуальные стили) (рис. 10.33).

10. ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ВИГЛЯДІВ

Вибором візуального стилю керують наступні кнопки панелі інструментів (у стрічці їм відповідають елементи списку, що розкривається):

-  2D Wireframe – двовимірний каркас. Об'єкти подаються у вигляді відрізків і кривих як кромки граней тіл;
-  3D Wireframe – тривимірний каркас. Об'єкти подаються у вигляді відрізків і кривих як кромки граней тіл;
-  3D Hidden – тривимірний каркас зі схованими лініями. Об'єкти наводяться в каркасному вигляді. При цьому лінії, що належать до тильної сторони, не відображаються;
-  Realistic – реалістичний стиль. Об'єкти розфарбовуються й згладжуються;
-  Conceptual – концептуальний стиль. Об'єкти розфарбовуються й згладжуються. Для розфарбовування використовується стиль Гуч (Gooch) з переходом не від тіні до світла, а між холодними й теплими колірними тонами. Такий ефект менш реалістичний, але він краще відображає подробиці моделі.
-  VISUALSTYLES – виклик вікна диспетчера візуальних стилів.

На рис. 10.34–10.38 наведені ілюстрації стилів, які установлені за допомогою перших п'яти кнопок. У концептуальному стилі, як й у реалістичному, невидимі лінії сховані, об'єкти розфарбовані.

Стиль відображення можна вибрати в будь-який момент і при необхідності змінити його параметри або створити власний стиль, змінюючи настроювання граней і кромки та використовуючи затемнення і фон.

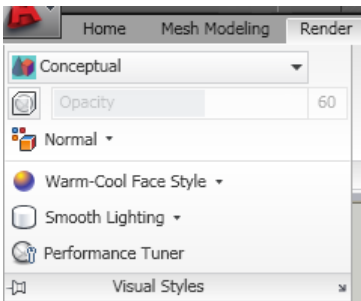


Рис. 10.32



Рис. 10.33

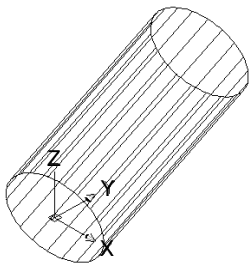


Рис. 10.34

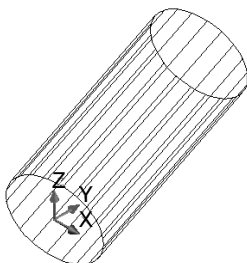


Рис. 10.35

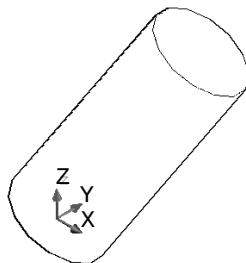


Рис. 10.36

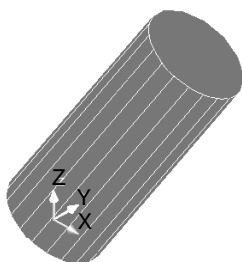


Рис. 10.37

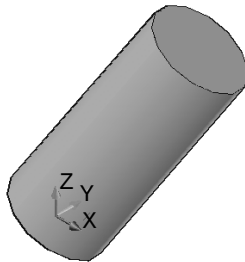


Рис. 10.38

Запитання для самоперевірки

1. З якою метою потрібно створювати і налаштовувати ПСК?
2. Яка команда відповідає за встановлення точки зору?
3. Що розуміють під виглядом у плані?
4. Яка системна змінна відповідає за встановлення перспективного зображення?
5. З якою метою введено камеру?
6. Яким чином реалізується інтерактивне керування точкою зору?
7. Що таке штурвал і які його функції?
8. Яке призначення видового куба?
9. Які візуальні стилі реалізовані в AutoCAD?

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

11.1. Визначення нової системи координат користувача

Нагадаємо, що призначена для користувача система координат (ПСК) забезпечує засоби для зміни розташування точки початку координат $(0, 0, 0)$, а також для орієнтації площини XU і осі Z . У тривимірному просторі можна викликати, зберігати і вибирати будь-яку площину або точку, а також визначати скільки завгодно потрібних ПСК.

Зазвичай простіше вирівняти систему координат з існуючою геометрією, чим визначати точне розміщення тривимірної точки. Введення і відображення координат прив'язується до поточної ПСК, тому, якщо активні кілька екранів виглядів, вони спільно використовують одну ПСК.

Розглянемо послідовність дій для визначення нової ПСК на прикладі деякої просторової моделі, показаної на рис. 11.1. З рисунка виходить, що початок координат координатної системи знаходиться довільно по відношенню до моделі. Визначимо ПСК із початком координат у лівому нижньому куті моделі, тобто в точці 1.

1. Створюємо нову ПСК, для чого з рядка меню вибираємо **TOOLS ► NEW UCS** (Сервіс ► Новая ПСК). У меню (див. рис. 10.3), що з'явилося, замість слова **Unnamed** вводимо назву нової ПСК, наприклад **UCS_1**, і робимо його поточним.

2. Викликаємо з меню **TOOLS ► NEW UCS ► 3 POINT (Сервис ► Новая ПСК ► 3 Точки)**.

3. Установлюємо курсор у вказаній вище точці (рис. 11.2).

Примітка. При укаванні нового положення центра координат була використана об'єктна прив'язка. Як у двовимірних, так і тривимірних кресленнях прив'язка до існуючих об'єктів набагато спрощує побудову моделі. Використання об'єктної прив'язки дозволяє однозначно вказати потрібну точку, причому зробити це з високою точністю. Проте не варто забувати, що на тривимірних кресленнях у певних виглядах деякі об'єкти можуть зливатися. Тому слід вибирати вигляд без цього недоліку. Щодо іншого ж застосування прив'язки до об'єктів у тривимірних моделях повністю аналогічно двовимірним.

У нашому випадку здійснена прив'язка до кінцевої точки нижнього ребра моделі.

4. Використовуючи об'єктну прив'язку, вказуємо точку, що визначає додатний напрям осі X , крайню праву точку нижнього ребра (рис. 11.3).

5. Указуємо додатний напрям осі Y (рис. 11.4).

Примітка. Напрямок осі Z визначається правилом правої руки.

Отриманий за описаними вище діями результат наведено на рис. 11.5. Створена нова ПСК має початок координат, розташований у лівому нижньому куті моделі (точка 1 на рис. 11.1).

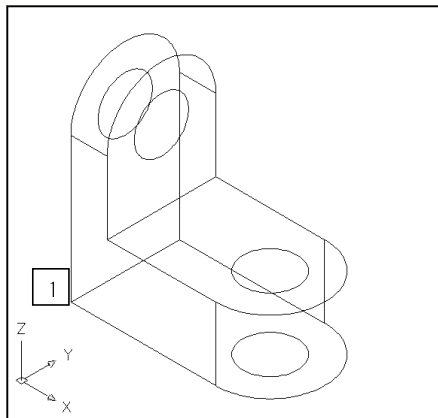


Рис. 11.1

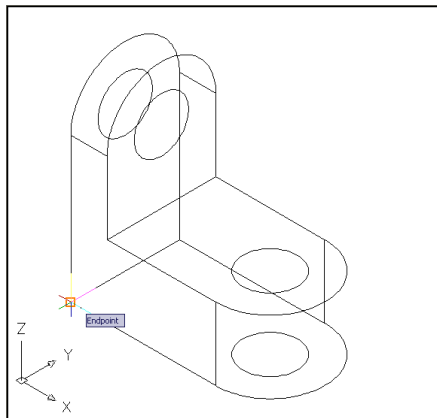


Рис. 11.2

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

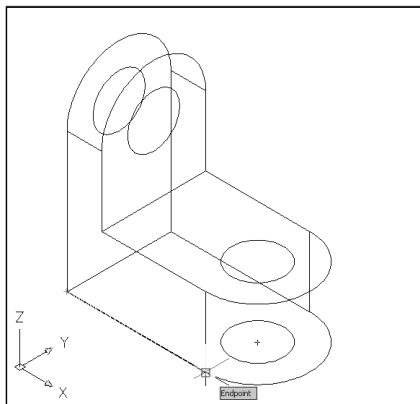


Рис. 11.3

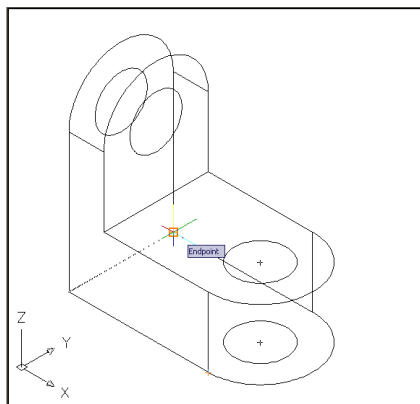


Рис. 11.4

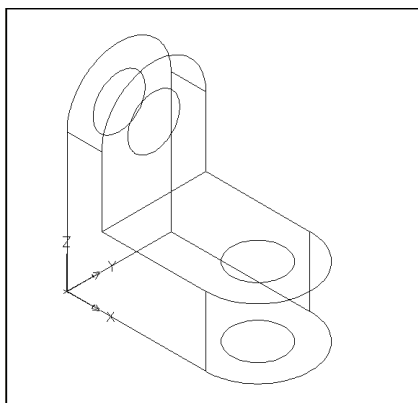


Рис. 11.5

11.2. Побудова каркасної моделі

Каркасна модель – це скелетоподібний (дротяний) опис тривимірного об'єкта. Ніяких поверхонь у каркасній моделі не існує, оскільки модель складається тільки з точок, відрізків і кривих, які обкреслюють краї об'єкта. AutoCAD дозволяє створювати каркасні моделі, позиціонуючи двовимірні (плоскі) об'єкти де-небудь у тривимірному просторі. Кожен об'єкт, що складає каркасну модель, необхідно прорисовувати і пози-

ціонувати незалежно. Послідовність дій щодо побудови каркасної моделі розглянемо на прикладі об'єкта, що розглядався вище.

Каркасну модель створюватимемо в двох екранах виглядів, що ділять робочу зону графічного екрана на дві половини: ліву і праву. Зліва будуватимемо плоскі зображення, справа – ізометричну проекцію, щоб мати можливість спостерігати в просторі створення каркасної моделі.

1. Конфігурацію двох вертикальних екранів виглядів створюємо за допомогою команди VPORTS (Видовые экраны), якій відповідає кнопка

панелі VIEW ► VIEWPORTS ► TWO: Vertical (Вид ► Видовые экраны ► Два: Вертикальные) стрічки (рис. 11.6).

2. Активізуємо лівий екран вигляду, вказавши точку всередині його границь (рис. 11.7).

3. Запускаємо команду LINE. Прорисовуємо відрізок від точки (0, 0) до точки (150, 0). Натискаємо ENTER для завершення команди.

4. Запускаємо команду ARC і у відповідь на підказ Specify start point of arc or

[Center]: просто натискаємо ENTER. При цьому як початкова точка буде прийнята кінцева точка останнього об'єкта рисунка (але тільки останнього серед відрізків, дуг і поліліній) і AutoCAD приступить до побудови дуги, дотичної до цього об'єкта. З'явиться підказ Specify end point of arc:. У відповідь на цей підказ вводимо @0,150 для кінцевої точки дуги.

5. Запускаємо команду LINE та натискаємо ENTER після появи підказу Specify first point:. Установлюємо довжину відрізка 150 і продовжуємо його до точки з координатами (0, 0).

Примітка. Поява підказу Length of line: (Длина линии) пояснюється тим, що останнім створеним примітивом була дуга кола і побудова відрізка починається з останньої точки цієї дуги. У цьому випадку AutoCAD будує відрізок, дотичний до дуги, запитуючи значення його довжини.

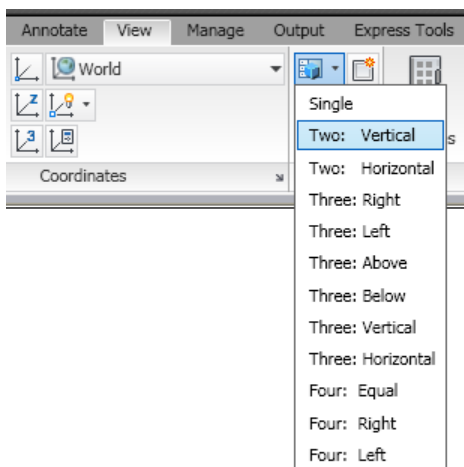


Рис. 11.6

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

6. Вибираємо команду `CIRCLE` і за допомогою об'єктної прив'язки вказуємо центр дуги як центр кола. У відповідь на запропонований за умовчанням підказ задаємо радіус, що дорівнює 37,5. Отриманий при цьому результат, наведений на рис. 11.8.

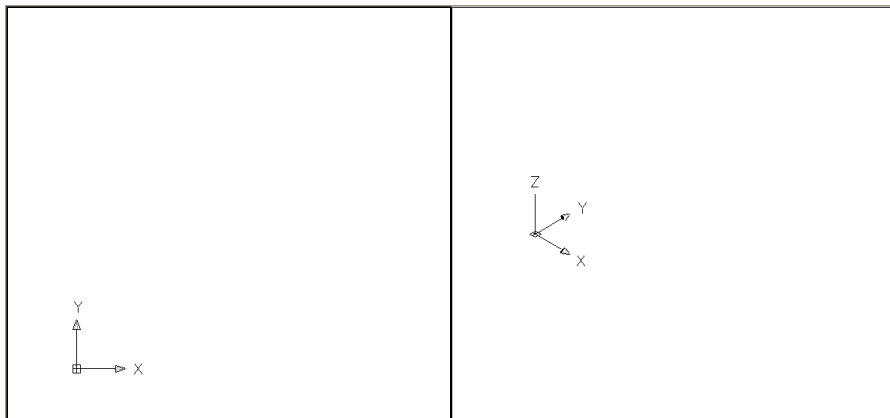


Рис. 11.7

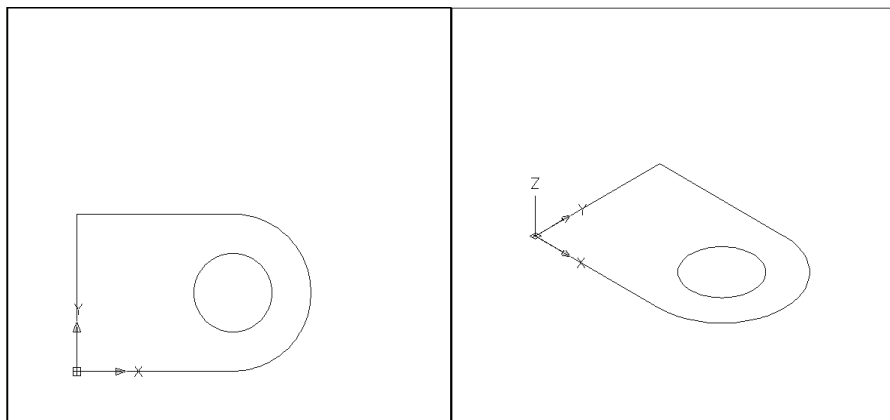


Рис. 11.8

7. Використовуючи команду `COPY`, вибираємо всі побудовані об'єкти. Вибір усіх об'єктів простіше здійснити, якщо в командному рядку ввести `ALL`. Натискаємо `ENTER` і задаємо базову точку (0, 0). Натискаємо

11.2. Побудова каркасної моделі

ENTER і задаємо другу точку зміщення (0, 0, 100). Натискаємо ENTER для завершення команди. У правій половині екрана буде отримано зображення, показане на рис. 11.9.

Примітка. Для отримання ефекту просторовості другу точку введено з додаванням координати Z. Завдяки цьому здійснений перехід у тривимірний простір.

8. Вводимо UCSFOLLOW у відповідь на підказ Command :, щоб переконатися, що змінна UCSFOLLOW має значення 1.

Примітка. Якщо системній змінній UCSFOLLOW задано значення 1, то при зміні поточної ПСК автоматично встановлюватиметься вигляд у плані цієї ПСК.

9. З падаючого меню TOOLS ► NAMED UCS... ► ORTHOGRAPHIC UCSs вибираємо ПСК Left. На рис. 11.10 і 11.11 показано, як установити вказану вище ПСК за допомогою стрічки.

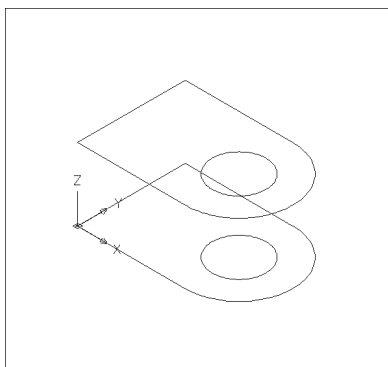


Рис. 11.9

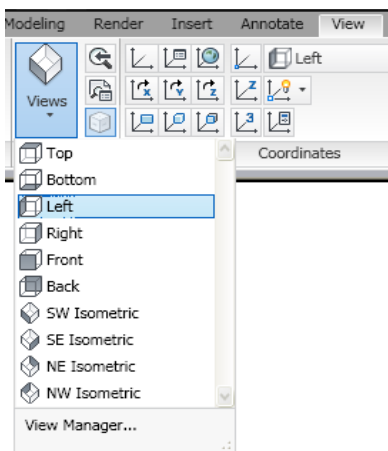


Рис. 11.10

10. Оскільки AutoCAD автоматично масштабує зображення на всю величину екрана вигляду, то за допомогою команди ZOOM зменшимо зображення, скориставшись наступним ланцюжком VIEW ► ZOOM ► SCALE. На підказ Enter a scale factor (nX or nXP): у командному рядку вводимо .5x. Потім паноруємо об'єкти в нижній частині екрана, для чого використовуємо команду Realtime з падаючого меню VIEW ► PAN.

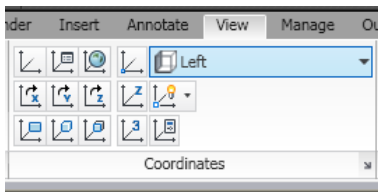


Рис. 11.11

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

11. Запускаємо команду `LINE` і на підказ `Specify first point:` за допомогою об'єктної прив'язки вказуємо на точку, розташовану в правому нижньому куті. На підказ `Specify next point or [Undo]:` вводимо $(0, 200)$. Натискаємо `ENTER` для завершення команди.

12. Запускаємо команду `ARC` і у відповідь на підказ `Specify start point of arc or [Center]:` натискаємо `ENTER`.

13. У відповідь на підказ `Specify end point of arc:` вводимо $@-150, 0$ для кінцевої точки дуги.

14. Викликаємо команду `LINE` і на підказ `Specify first point:` натискаємо `ENTER`. При появі підказу `Length of line:` установлюємо довжину відрізка 200 .

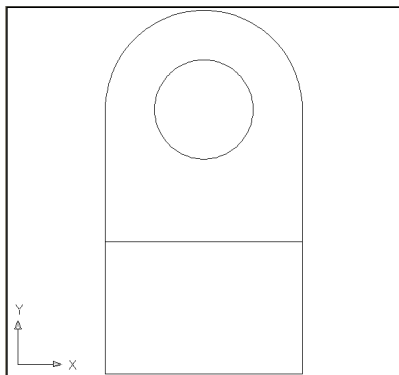


Рис. 11.12

15. Викликаємо команду `CIRCLE` і за допомогою об'єктної прив'язки вказуємо центр дуги як центр кола. У відповідь на запропонований за умовчанням підказ задаємо радіус, що дорівнює $37,5$. Отриманий при цьому результат наведений на рис. 11.12.

16. За допомогою команди `COPY` вибираємо об'єкти, побудовані в кроках 11–15. Натискаємо `ENTER` і задаємо базову точку $(0, 0)$. Натискаємо `ENTER` і задаємо другу точку зміщен-

ня $(0, 0, -50)$. Для завершення команди ще раз натискаємо `ENTER`.

Примітка. Нагадаємо, що ПСК `Left` за умовчанням належить до `World UCS` (Мировой ПСК), відносно якої визначатиметься напрям осі `Z` за правилом правої руки.

17. Виконуємо остаточні побудови (видаляємо й обрізаємо непотрібні лінії або їх частини, добудовуємо непоказані лінії) відповідно до рис. 11.13. Правий екран вигляду використаний для креслення відрізків, дуг і кіл, а також зображення всіх плоских граней тривимірної моделі. Але нагадаємо, що побудована каркасна модель, реалістичне зображення якої неможливе.

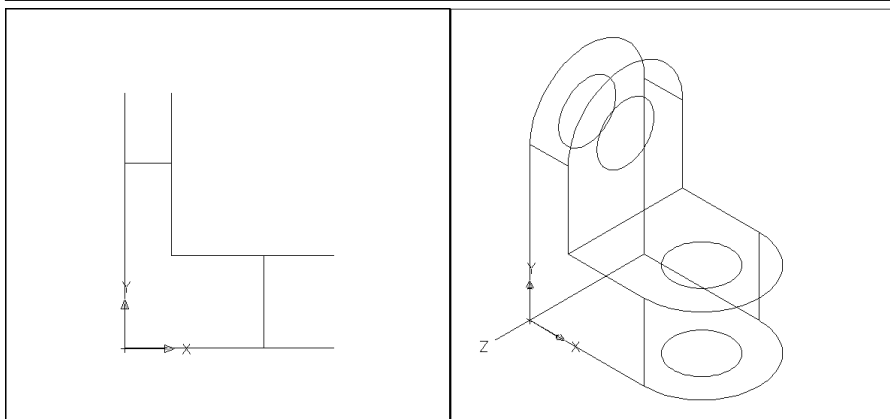


Рис. 11.13

11.3. Побудова твердотільної моделі

Твердотільне моделювання в AutoCAD простіше і швидше, ніж каркасне та поверхневе. Твердотільні моделі надають користувачеві однакову щодо каркасних і поверхневих моделей інформацію, але крім цього тіла також подають повний об'єм об'єкту.

Вище наголошувалося, що AutoCAD надає базовий набір твердотільних об'єктів, названих примітивами, який включає у себе наступні форми: ящик, конус, циліндр, кулю, клин і тор. Ці форми можуть бути залишені без змін або об'єднані з іншими типами тіл для створення більш складних тіл, що називаються складеними.

Після створення тіла будь-якого типу можна формувати більш складні об'єкти, об'єднуючи їх, віднімаючи або знаходячи загальний об'єм тіл за допомогою команд булевих операцій.

Розглянемо створення складеного тіла з використанням перерахованих вище команд. Як об'єкт для створення твердотільної моделі візьмемо відому нам з попереднього підрозділу деталь. Побудови виконуватимемо в двох вертикальних екранах виглядів.

1. Активізуємо лівий екран вигляду, вибравши точку всередині його границь.

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

2. Вводимо в командному рядку ISOLINES і у відповідь на запит Enter new value for ISOLINES <4>: вводимо 20.

3. Вибираємо команду BOX. У відповідь на підказ Specify first corner or [Center]: вводимо (0, 0, 0) як координати кута ящика. Потім вводимо (150, 150, 100) у відповідь на запит про положення іншого кута. Цим самим визначені передній лівий нижній і задній правий верхній кути тривимірного твердотільного ящика:

Command: _box

Specify first corner or [Center]: 0,0,0

Specify other corner or [Cube/Length]: 150,150,100

4. Використовуємо команду CYLINDER і створюємо циліндр із центром у точці (150, 75), радіусом основи 75 і висотою 100:

Command: _cylinder

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 150,75

Specify base radius or [Diameter]: 75

Specify height or [2Point/Axis endpoint] <100.0000>: ENTER

5. Активізуємо команду UNION, вибираємо ящик і циліндр за допомогою указання краю кожного об'єкта. Натискаємо клавішу ENTER для завершення роботи команди:

Command: union

Select objects: 1 found

Select objects: 1 found, 2 total

Select objects: ENTER

Результат, отриманий об'єднанням ящика і циліндра, показаний на рис. 11.14.

6. Вибираємо команду CYLINDER, щоб створити другий циліндр із центром у точці (150, 75), радіусом основи 37,5 і заввишки 100.

7. Активізуємо команду SUBTRACT і вибираємо складене тіло, створене після виконання кроку 5, указуючи один з його країв. Це тіло, з якого буде виконане віднімання. Натискаємо клавішу ENTER і вибираємо другий циліндр. Двічі натискаємо клавішу ENTER:

Command: _subtract Select solids, surfaces, and regions to subtract from ..

Select objects: 1 found

Select objects:

Select solids, surfaces, and regions to subtract ..

Select objects: 1 found

Select objects:

11.3. Побудова твердотільної моделі

Нагадаємо ще раз, що команда **SUBTRACT** забезпечує віднімання одного об'єкта з іншого. При цьому спочатку вибирається тіло, з якого виконуватиметься віднімання, а потім тіло, яке слід відняти.

Порада. Можна швидко перевірити, що циліндр із радіусом основи 37,5, створений у кроці 6, був віднятий зі складеної моделі, активізувавши правий екран вигляду і звернувшись до команди **HIDE** (рис. 11.15).

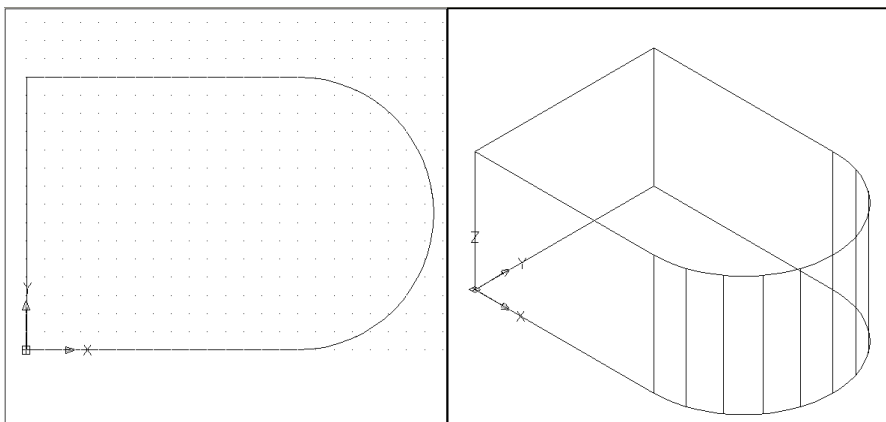


Рис. 11.14

8. Активізуємо лівий екран вигляду, вибравши точку всередині його границь.

9. Вводимо **UCSFOLLOW** у відповідь на підказ **Command:**, щоб переконатися, що змінна **UCSFOLLOW** має значення 1.

10. Із падаючого меню **TOOLS** ► **NAMED UCS...** ► **ORTHOGRAPHIC UCSs** вибираємо **ПСК Left**.

11. Викликаємо команду **BOX**, вводимо $(0, 0, 0)$ як координати першого кута і $(-150, 150, -50)$ для іншого кута.

12. Звертаємося до команди **CYLINDER**, за допомогою об'єктної прив'язки вибираємо положення

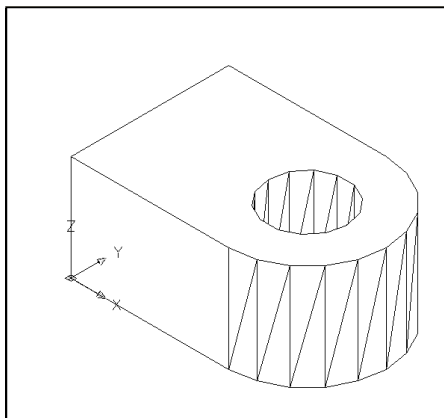


Рис. 11.15

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

центра основи циліндра всередині верхнього ребра проекції, задаємо висоту циліндра –50.

13. За допомогою команди UNION об'єднуємо тільки що побудовані ящик і циліндр із раніше сформованим складеним тілом.

14. Створюємо циліндр-отвір у вертикальній частині моделі, для чого звертаємося до команди CYLINDER, об'єктною прив'язкою визначаємо центр циліндра, що збігається з центром основи раніше побудованого циліндра. Задаємо висоту циліндра такою, що дорівнює –50.

15. Командою SUBTRACT віднімаємо зі складеного тіла циліндр-отвір.

На рис. 11.16 показано отриманий твердотільний об'єкт після застосування до нього команди HIDE, а на рис. 11.17 наведена його концептуальна модель.

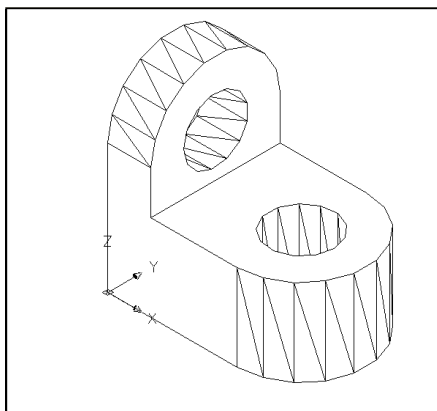


Рис. 11.16

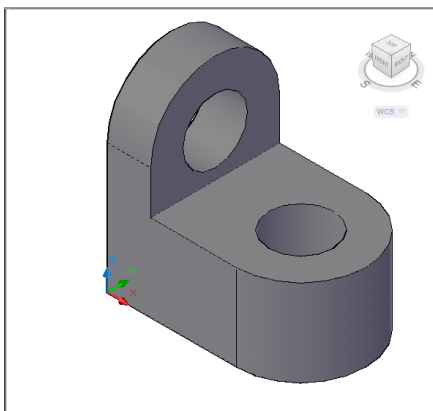


Рис. 11.17

Розглянемо ще один спосіб побудови тривимірної моделі цієї ж деталі, скориставшись іншими командами створення просторових об'єктів. Як і раніше, працюватимемо з використанням двох екранів виглядів.

1. У командному рядку вводимо ISOLINES і у відповідь на запит Enter new value for ISOLINES <4>: вводимо 20.

2. Активізуємо лівий екран вигляду, вибравши точку всередині його границь.

3. Будь-яким з розглянутих вище способів установлюємо в лівому екрані вигляд Front.

4. Переходимо на правий екран вигляду і встановлюємо на ньому південно-східну ізометрію.

5. Обертаємо систему координат відносно осі X на кут 90° . Для цього на стрічці в меню View натискаємо відповідну кнопку і відповідаємо на підказ

Specify rotation angle about X axis <90>:.

6. Переходимо на лівий екран вигляду.

7. Запускаємо команду PLINE для побудови полілінії від точки (0, 0) до точки (225, 0), далі до 225, 100; 50, 100; 50, 275; 0, 275 і замикаємо її (рис. 11.18).

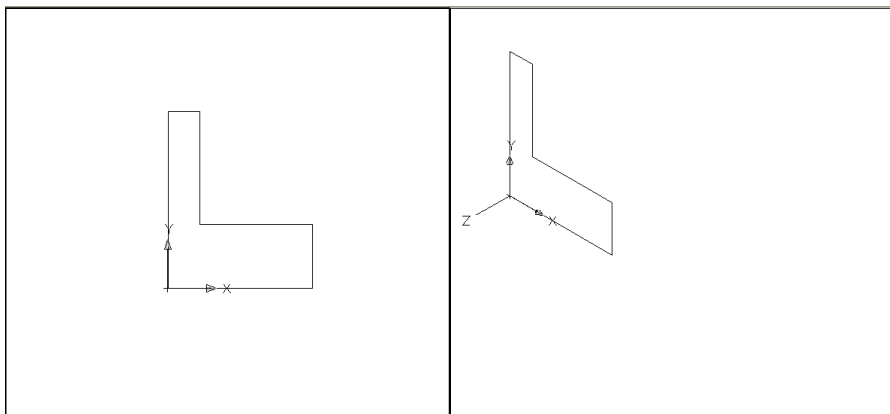


Рис. 11.18

8. Звертаємося до команди EXTRUDE і вказуємо на замкнену полілінію. Натискаємо на клавішу ENTER для продовження і задаємо висоту витискування 150:

Command: _extrude

Current wire frame density: ISOLINES=20

Select objects to extrude: 1 found

Select objects to extrude:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle]: 150

Після закінчення роботи команди буде отриманий результат, показаний на рис. 11.19,а.

9. Викликаємо команду FILLET і вказуємо на ребро, позначене цифрою 1 (див. рис. 11.19,б). У відповідь на підказ Enter fillet radius: задаємо радіус 75 та вказуємо на ребра, позначені цифрами 2, 3 і 4. Потім

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

натискаємо на клавішу ENTER. Отримуємо результат, показаний на рис. 11.20,*а*.

10. Переходимо на лівий екран вигляду і встановлюємо на ньому вигляд зверху, тобто змінюємо ПСК (див. рис. 11.20,*б*). Необхідність зміни ПСК пояснюється тим, що кола, дуги і циліндри прорисовувалися паралельними площині XY , тому для отримання бажаних результатів необхідно здійснити поворот ПСК.

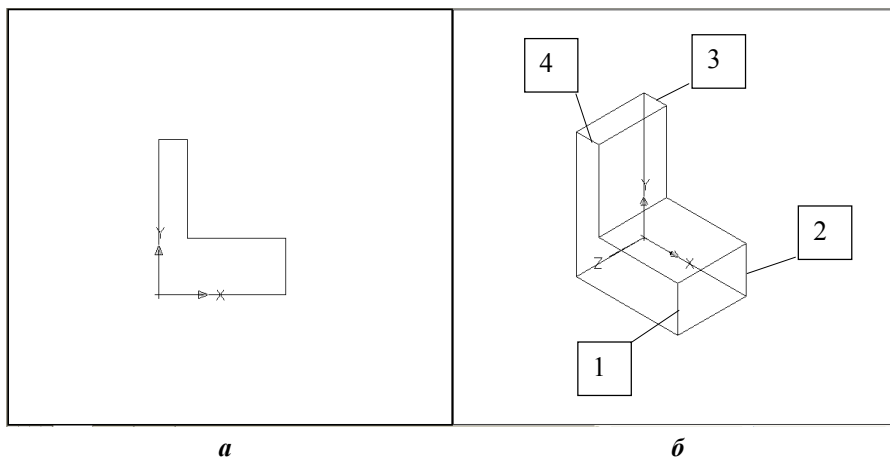


Рис. 11.19

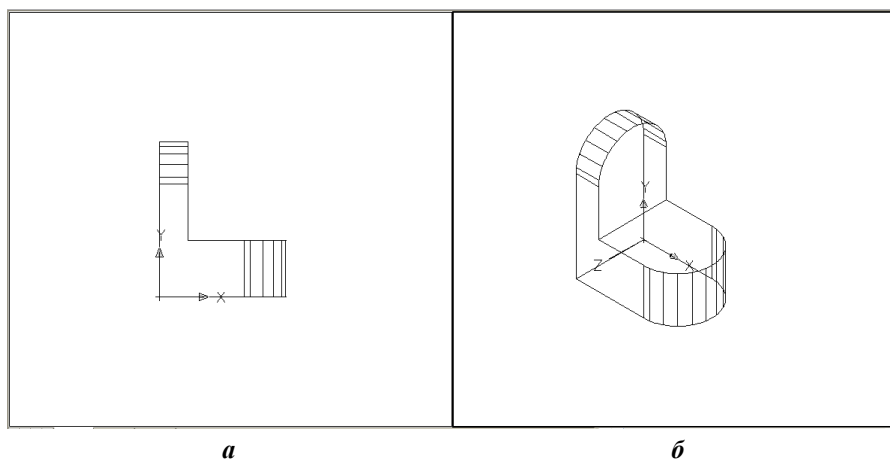


Рис. 11.20

11. Використовуємо команду CYLINDER і створюємо циліндр із центром у точці, що збігається з центром дуги спряження, вказуємо радіус основи циліндра 37,5 і висоту 100:

```
Command: _cylinder  
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/  
Elliptical]:  
Specify base radius or [Diameter]: 37.5  
Specify height or [2Point/Axis endpoint]  
<150.0000>: 100
```

12. Установлюємо на лівій панелі вигляд зліва і за допомогою команди CYLINDER створюємо циліндр із центром у точці, що збігається з центром дуги спряження, радіусом 37,5 і заввишки –50.

13. За допомогою команди SUBTRACT віднімаємо з витісненого і підданого спряженню складного тіла два циліндри-отвори.

14. Установлюємо на лівому екрані вигляду північно-східну ізометрію і застосовуємо команду HIDE для видалення невидимих ліній (рис. 11.21,а). Тривимірна модель у концептуальному уявленні показана на рис. 11.21,б.

Примітка. У деяких випадках замкнений контур для витискування формується командами LINE, CIRCLE, ARC та ін. До такого контуру команда EXTRUDE не застосовується. Виправити ситуацію можна за допомогою команди POLYLINE EDIT (у командному рядку можна вводити букви PE). Після активізації цієї команди слід вибрати опцію JOIN (Об'єднати). Тепер до отриманого контуру можна застосувати операцію витискування.

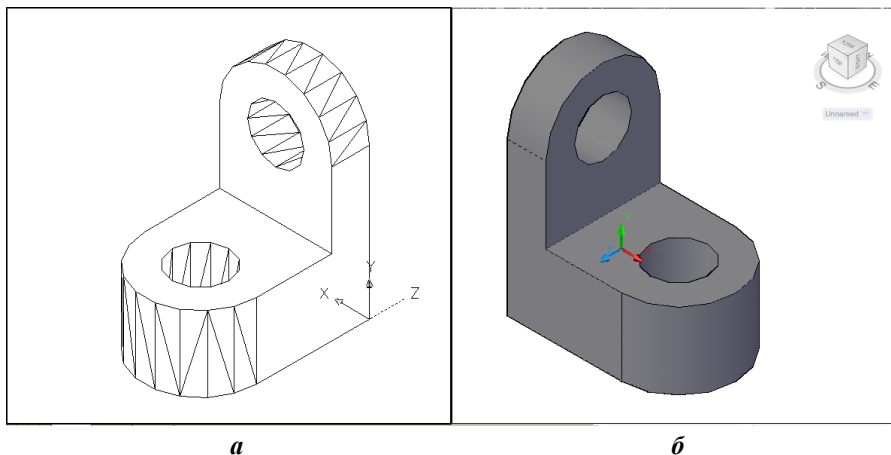


Рис. 11.21

На завершення відзначимо, що результат, наведений на рис. 11.19,б, можна отримати побудовою за допомогою команди BOX двох паралелепіпедів і відняти з більшого менший. Більший паралелепіпед будується за габаритними розмірами деталі, менший є уявним, тобто відповідає недобудованій частині моделі.

11.4. Формування креслень із застосуванням тривимірного моделювання

При формуванні креслення твердотільного об'єкта на основі його тривимірної моделі слід дотримуватися послідовності дій, розглянутої нижче. Зрозуміло, перш ніж формувати креслення, спочатку потрібно розробити тривимірну модель об'єкта, а потім на її основі створювати

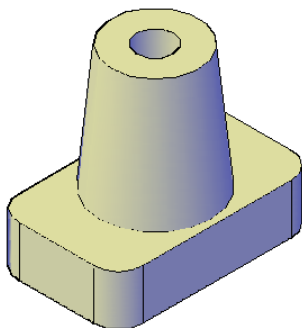


Рис. 11.22

ортогональні вигляди та, якщо необхідно, робити розрізи і наносити розміри. Послідовність дій розглянемо на прикладі простої деталі, показаної на рис. 11.22.

1. Створюємо нове креслення за допомогою команди NEW, що викликається з падаючого меню FILE ► NEW... (Файл ► Создать...) або клацанням лівої кнопки мишки по піктограмі QNew на стандартній панелі інструментів.

2. Викликаємо майстер підготовки, для чого в діалоговому вікні Create New Drawing вибираємо піктограму Use a Wizard, потім у списку Select a Wizard – Quick Setup.

3. Установлюємо в діалоговому вікні Quick Setup як одиниці вимірювання довжини Units десяткові Decimal. Задаємо розміри формату A3 (вони пропонуються середовищем за умовчанням).

4. Включаємо клацанням по піктограмі Grid Display в рядку стану відображення сітки на екрані. Сітку на екрані можна включити натисненням функціональної клавіші F7.

5. Відображаємо всю область креслення на екрані за допомогою команди ZOOM, що викликається з падаючого меню VIEW ► ZOOM ► ALL (Вид ► Показать ► Все) або клацанням по піктограмі Zoom All на стандартній панелі інструментів.

6. Зберігаємо рисунок за допомогою команди QSAVE, що викликається з падаючого меню FILE ► SAVE (Файл ► Сохранить) або клацанням по піктограмі Save на стандартній панелі інструментів.

7. Установлюємо значення системної змінної ISOLINES 24, що відповідає кількості ліній твірних, які відображаються на криволінійних ділянках моделі:

```
Command: isolines
```

```
Enter new value for ISOLINES <4>: 24
```

8. За допомогою команди BOX (Ящик), яка викликається з меню HOME ► BOX (Основная ► Ящик), будуємо основу деталі, що має переважно форму паралелепіпеда:

```
Command: _box
```

```
Specify first corner or [Center]: 150,100
```

```
Specify other corner or [Cube/Length]: 230,150
```

```
Specify height or [2Point]: 20
```

9. За допомогою команди NE Isometric (Северо-восточная изометрия), яка викликається з меню VIEW ► VIEWS ► NE ISOMETRIC (Вид ► Виды ► СВ Изометрия), встановлюємо північно-східну ізометричну проекцію. AutoCAD за умовчанням розтягне зображення основи на весь екран.

10. За допомогою команди Fillet (Сопряжение), що викликається з меню HOME ► MODIFY ► FILLET (Основная ► Редактировать ► Сопряжение), виконуємо скруглення вершин основи:

```
Command: _fillet
```

```
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000
```

```
Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:
```

```
Enter fillet radius: 10
```

```
Select an edge or [Chain/Radius]:
```

```
Select an edge chain or [Edge/Radius]:
```

```
Select an edge chain or [Edge/Radius]:
```

```
Select an edge chain or [Edge/Radius]:
```

```
Select an edge chain or [Edge/Radius]:
```

```
4 edge(s) selected for fillet.
```

Пояснення. Спочатку вказуємо на одне з ребер, потім задаємо радіус скруглення, який дорівнює 10 мм, а далі вибираємо три ребра, що залишилися.

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

Результат, отриманий при виконанні вищеописаних команд, показаний на рис. 11.23.

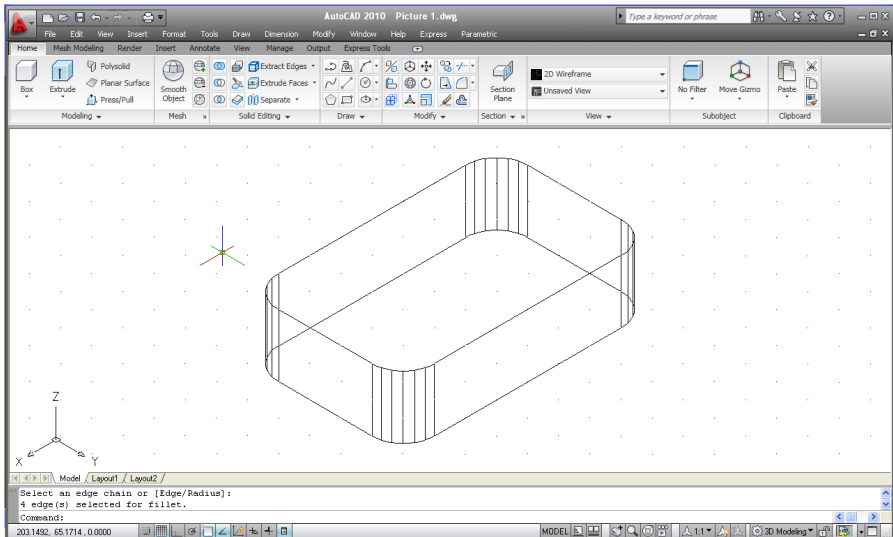


Рис. 11.23

11. Будуємо на основі верхню частину деталі, що є зрізаним конусом. Для цього викликаємо команду CONE (Конус) з меню HOME ► CONE (Основная ► Конус):

```
Command: _cone
Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: 190,125,20
Specify base radius or [Diameter]: 22.5
Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius] <20.0000>: t
Specify top radius <0.0000>: 17.5
Specify height or [2Point/Axis endpoint] <20.0000>: 50
```

У результаті виконання цієї команди буде отримана модель, наведена на рис. 11.24.

12. Виконуємо логічне перетворення. Об'єднуємо основу деталі зі зрізаним конусом. Для цього використовуємо команду UNION (Объединение), яка викликається з падаючого меню MODIFY ► SOLID EDITING

► UNION (Редактировать ► Редактирование твердых тел ► Объединение) або клацанням по піктограмі Union на панелі інструментів Solid Editing.

13. За допомогою команди Cylinder (Цилиндр) створюємо внутрішній циліндр. Команда викликається з меню Home ► Cylinder (Основная ► Цилиндр):

```
Command: _cylinder
Specify center point of
base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]:
Specify base radius or
[Diameter] <0.0000>: 7.5
Specify height or [2Point/
Axis endpoint] <0.0000>: -70
```

Примітка. При указанні центра основи циліндра була використана об'єктна прив'язка, яка суттєво спрощувала побудову.

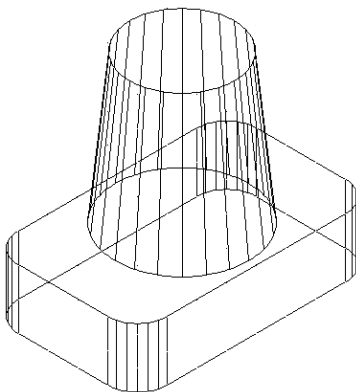


Рис. 11.24

14. Віднімаємо з отриманого тіла внутрішній циліндр за допомогою команди SUBTRACT, що викликається з падаючого меню MODIFY ► SOLID EDITING ► SUBTRACT (Редактировать ► Редактирование твердых тел ► Вычитание) або клацанням по піктограмі Subtract на панелі інструментів Solid Editing. Отриманий після виконання команд Cylinder і Subtract результат наведений на рис. 11.25.

15. Видаляємо за допомогою команди Hide, що викликається з падаючого меню VIEW ► HIDE (Вид ► Скрыть) або на піктограмі Hide на плаваючій панелі інструментів Render, невидимі лінії (рис. 11.26).

16. Установлюємо ПСК паралельно головному вигляду деталі (рис. 11.27). Змінюємо систему координат, спочатку перемістивши її початок у центр зрізаного конуса, потім обернувши її

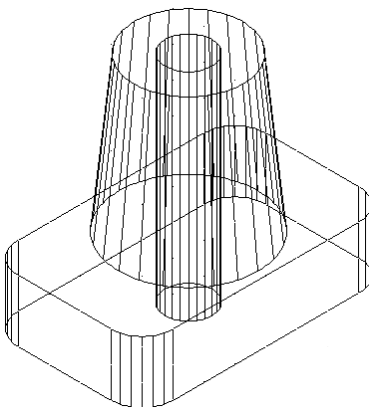


Рис. 11.25

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

навколо осі X на кут 90° і на завершення обернувши її на кут 180° відносно осі Y :

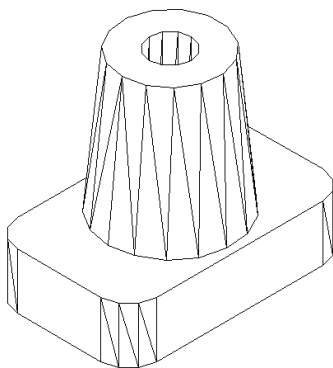


Рис. 11.26

```
Command: _ucs
Current ucs name:  *WORLD*
Specify origin of UCS or
[Face/Named/OBJect/
Previous/View/World/X/Y/Z/
ZAxis] <World>: _o
Specify new origin point
<0,0,0>: – указуємо центр верхньої ос-
нови зрізаного конуса, скориставшись
об'єктною прив'язкою
```

```
Command: _ucs
Current ucs name:  *NO NAME*
Specify origin of UCS or
[Face/Named/OBJect/
```

```
Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis] <World>: _x
Specify rotation angle about X axis <90>: –
обертаємо систему координат навколо осі  $X$ 
```

```
Command: _ucs
Current ucs name:  *NO NAME*
Specify origin of UCS or [Face/Named/OBJect/
Previous/View/World/X/Y/Z/ZAxis] <World>: _y
Specify rotation angle about Y axis <90>: 180 –
обертаємо систему координат навколо осі  $Y$ .
```

У результаті цих дій система координат буде розташована так, як це показано на рис. 11.27. Додамо, що був продемонстрований один з варіантів перенесення і розташування системи координат бажаним чином. Читач може зробити це й іншим шляхом.

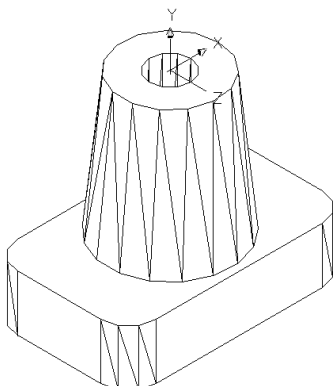


Рис. 11.27

17. Переходимо з простору моделі в простір аркуша клацанням по закладці Layout1. За умовчанням при активізації цієї закладки відкривається діалогове вікно Page Setup. На закладці Layout

Setting (Параметри сторінки) цього вікна вибираємо формат аркуша A3, орієнтуємо його горизонтально, встановлюємо коефіцієнт масштабування 1:1 і натискаємо кнопку ОК. У результаті цих дій входимо в простір аркуша (рис. 11.28).

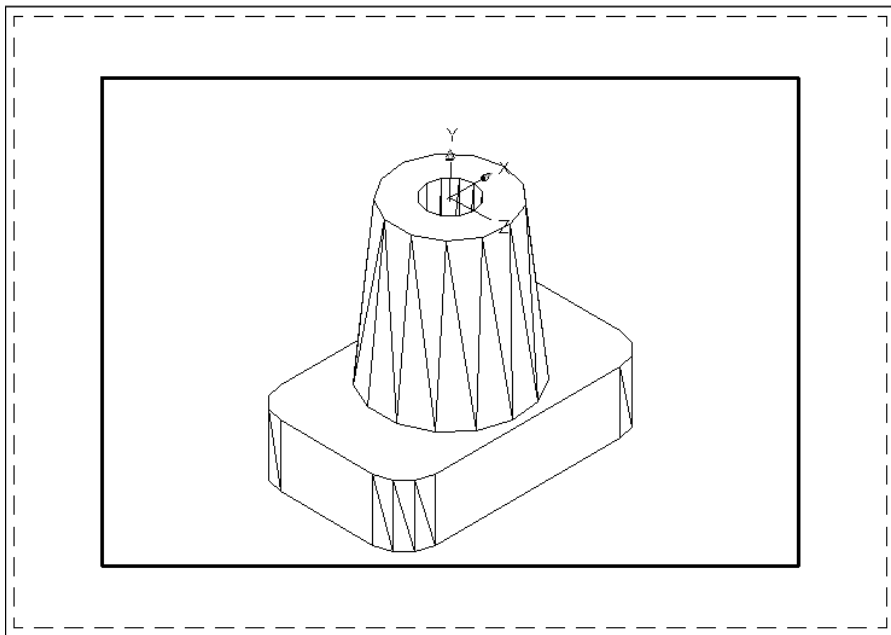


Рис. 11.28

Якщо за якихось причин необхідно створити новий Layout, то виконуємо це, завантаживши діалогове вікно Create Layout з падаючого меню **TOOLS ► WIZARD ► CREATE LAYOUT...** (Сервіс ► Мастер ► Создать лист...).

Робота на закладці Layout можлива у двох режимах: режимі Model, який забезпечує роботу з моделлю в активному екрані (саме екран цього режиму показаний на рис. 11.28), та режимі Paper, що дозволяє працювати з плаваючими екранами, змінювати форму екрана або навіть видаляти його.

Переходити від режиму Model до режиму Paper і навпаки можна за допомогою кнопки Model/Paper, що знаходиться у статусному рядку (внизу, справа).

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

Переходимо до режиму Paper (рис. 11.29). Ще раз нагадуємо, що написом на кнопці, яка перемикає режими, повинен бути Paper.

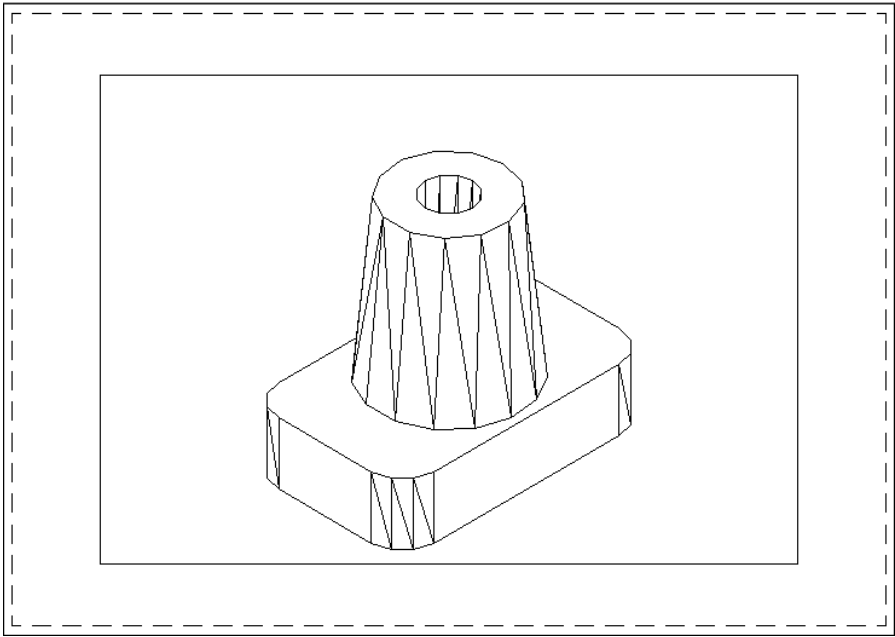


Рис. 11.29

Якщо AutoCAD автоматично створив плаваючий екран, розмістивши на ньому поточний вигляд простору моделі, то треба очистити аркуш від нього. Для цього треба виділити вміст плаваючого екрана та натиснути кнопку Delete. За цих дій зображення на екрані зникне, аркуш стане чистим.

18. Переносимо на чистий аркуш попередньо сформовані зовнішню і внутрішню рамки, основний напис та додаткову до нього графу для формату А3 при горизонтальному його розташуванні. AutoCAD дозволяє це зробити кількома способами: наприклад, шляхом застосування модуля AutoCAD Design Center або за допомогою панелі меню Insert ► DWG Reference чи Insert ► Block.

Відзначимо, що перелічені інші можливі в AutoCAD способи використання наперед підготовленого основного напису. Нагадаємо, що вище розглядався прийом, який базується на застосуванні шаблонів.

19. Починаємо компонувати креслення. Створюємо перший плаваючий екран, звернувшись до пункту меню DRAW ► MODELING ► SETUP ► VIEW (Рисование ► Моделирование ► Подготовка ► Вид):

Command: `_solview`

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: `u` – вибираємо систему координат користувача, тобто ПСК;

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: ENTER – підтверджуємо вибір ПСК;

Enter view scale <1>: `1` – підтверджуємо масштаб зображення (зображення на екрані буде відповідати реальним розмірам об'єкта), для зменшення вдвічі розмірів зображення на екрані необхідно ввести `0.5`;

Specify view center: – за допомогою курсору вказуємо на аркуші місце розташування вигляду (точка 1 на рис. 11.30);

Specify view center <specify viewport>: ENTER – підтверджуємо розташування вигляду;

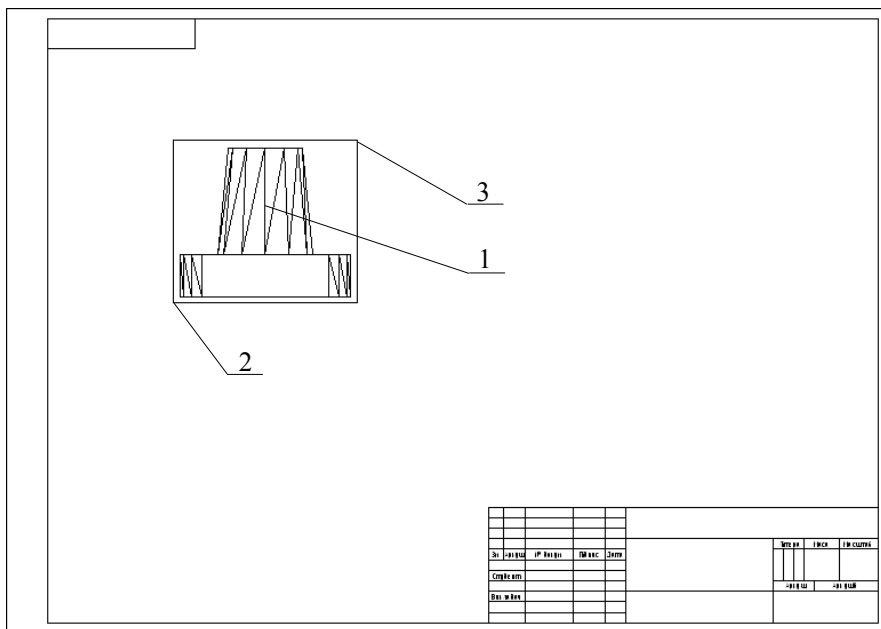


Рис. 11.30

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

Specify first corner of viewport: – курсором указуємо точку 2, яка визначає перший кут прямокутного екрана вигляду;

Specify opposite corner of viewport: – курсором указуємо точку 3, яка визначає другий кут прямокутного екрана вигляду;

Enter view name: front – даємо назву вигляду, яка відповідає головному вигляду об'єкта;

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]:
ENTER – завершуємо роботу команди.

Отже, маємо на екрані головний вигляд моделі, обкреслений рамкою. Крім того, для цього вигляду AutoCAD автоматично створює шари (рис. 11.31) з наступним призначенням:

- на шарі front-DIM виконується нанесення розмірів;
- на шарі front-HID розташовуються невидимі лінії рисунка;
- на шарі front-VIS розташовуються видимі лінії рисунка;
- на шарі VPORTS розташовуються всі рамки екранів виглядів.

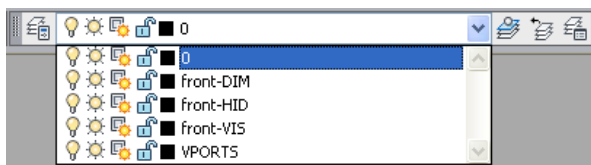


Рис. 11.31

Завдяки цим шарам можна керувати зображенням. Користувач може також редагувати шари (змінювати типи ліній, заморожувати та розморожувати шари в окремих екранах, за необхідності вимикати шари).

Підкреслимо, що на рис. 11.30 для кращого сприйняття видалено рамку, виконану штриховою лінією. Для цього знято прапорець із рядка Display printable area на закладці Display контекстного меню Options...

20. Створюємо вигляд зверху. Звертаємося до пункту меню DRAW ► MODELING ► SETUP ► VIEW (Рисование ► Моделирование ► Подготовка ► Вид):

Command: _solview

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: o – указуємо, що вигляд зверху має бути розташованим ортогонально відносно головного вигляду;

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

21. Створюємо вигляд зліва, продовжуємо виконання команди SOLVIEW:

Command: `_solview`

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: `o` –
указуємо, що вигляд зліва має знаходитися в горизонтальній проекційній відповідності;

Specify side of viewport to project: – курсором
указуємо точку 1 (рис. 11.33);

Specify view center: – указуємо центральну точку вигляду
зліва (точка 2);

Specify view center <specify viewport>: ENTER –
підтверджуємо розташування вигляду;

Specify first corner of viewport: – курсором указуємо
першу точку 3;

Specify opposite corner of viewport: – курсором
указуємо точку 4;

Enter view name: `left` – даємо назву вигляду;

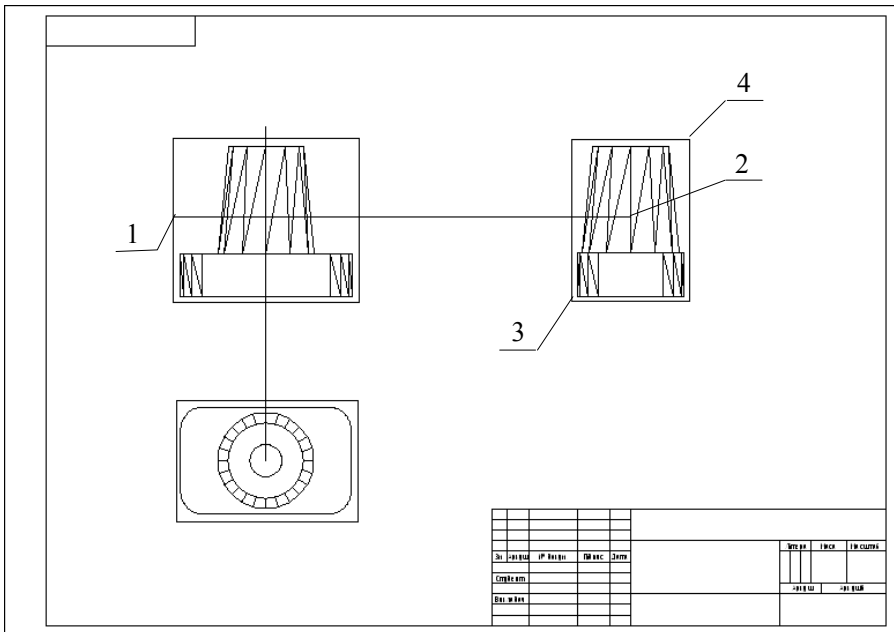


Рис. 11.33

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]:
ENTER – завершуємо роботу команди.

22. Для того щоб показати внутрішню будову моделі, виконуємо фронтальний розріз на головному вигляді й профільний розріз на вигляді зліва. У зв'язку із симетрією моделі об'єднуємо в одному зображенні половину головного вигляду з половиною фронтального розрізу та половину вигляду зліва з половиною профільного розрізу. Піввигляди розташовуємо зліва від осі симетрії, а піврозрізи – справа.

Звертаємося до пункту меню DRAW ► MODELING ► SETUP ► VIEW (Рисование ► Моделирование ► Подготовка ► Вид) і вибираємо опцію SECTION:

Command: `_solview`

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: `s`

Specify first point of cutting plane: – точка 1 на рис. 11.34 (указуємо за допомогою прив'язки до середини лівої вертикальної лінії вигляду зверху);

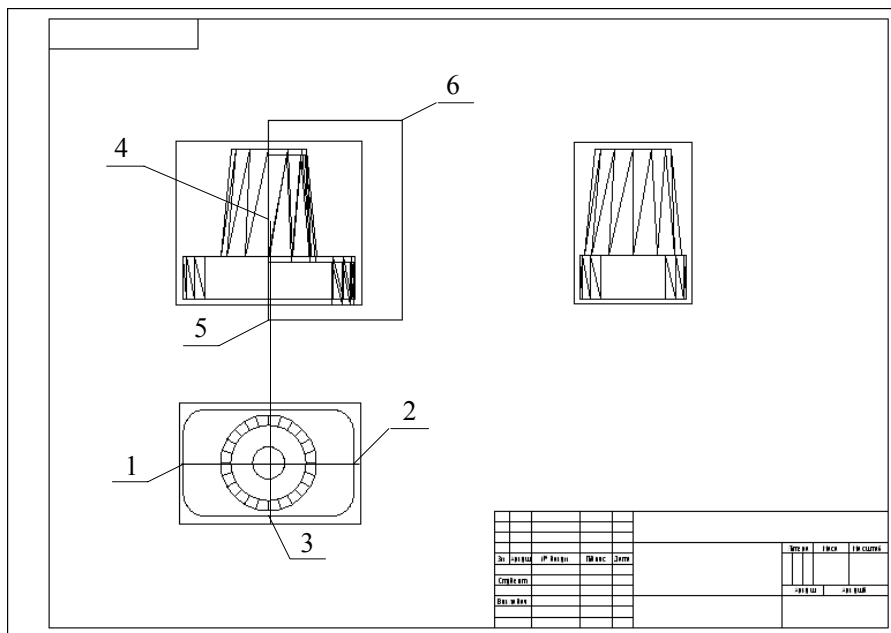


Рис. 11.34

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

Specify second point of cutting plane: – точка 2 (указуємо за допомогою прив'язки до середини правої вертикальної лінії вигляду зверху);

Specify side to view from: – точка 3, яка визначає напрям погляду на площину розрізу (вказуємо за допомогою прив'язки до середини нижньої сторони вигляду зверху);

Enter view scale <1>: ENTER – підтверджуємо масштаб вигляду;

Specify view center: – точка 4 (центр січної площини);

Specify view center <specify viewport>: ENTER;

Specify first corner of viewport: – точка 5 (перша кутова точка екрана);

Specify opposite corner of viewport: – точка 6 (друга, протилежна, кутова точка екрана);

Enter view name: s_front (даємо назву розрізу);

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: ENTER – завершуємо роботу команди SOLVIEW.

При визначенні положення центра вигляду (див. точку 4 на рис. 11.34) можлива ситуація, коли зображення, отримане після застосування команди SECTION і розташоване справа, дотикається прямокутної рамки і навіть виходить за її межі. У подібних ситуаціях за допомогою кнопки Model/Paper, що знаходиться у статусному рядку, треба перейти до режиму Paper, а потім лівою кнопкою мишки клацнути по екранах виглядів, щоб візуалізувати ручки (рис. 11.35). За допомогою ручок і прив'язок змінюємо розміри відповідних екранів таким чином, щоб нижня сторона екрана вигляду front була розташована нижче від зображення моделі (тягнемо вниз за нижню ліву ручку). Потім за допомогою ручок вирівнюємо нижні границі екранів виглядів front і s_front (рис. 11.36). Права границя екрана вигляду front має збігатися з лівою границею екрана вигляду s_front.

У процесі виконання фронтального розрізу для кожного екрана AutoCAD створює шари, імена яких складаються з назви шару та відповідного розширення: -DIM, -HID, -VIS. Ці розширення відповідають шару для нанесення розмірів, шару з невидимими лініями і шару для видимих ліній. Для екрана s_front, що містить зображення розрізу, додатково створюється шар s_front-HAT, на якому розміщується штриховка.

23. Виконуємо розріз на вигляді зліва (рис. 11.37). Принцип його отримання такий же, як і при виконанні розрізу на головному вигляді. Цифри на рис. 11.37 відповідають послідовності дій. Зазначимо, що на цьому рисунку за допомогою ручок і прив'язок розміри екранів виглядів були змінені відповідно до вищевказаних причин.

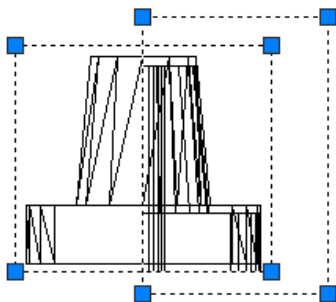


Рис. 11.35

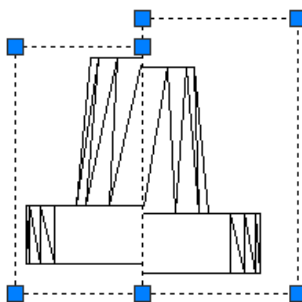


Рис. 11.36

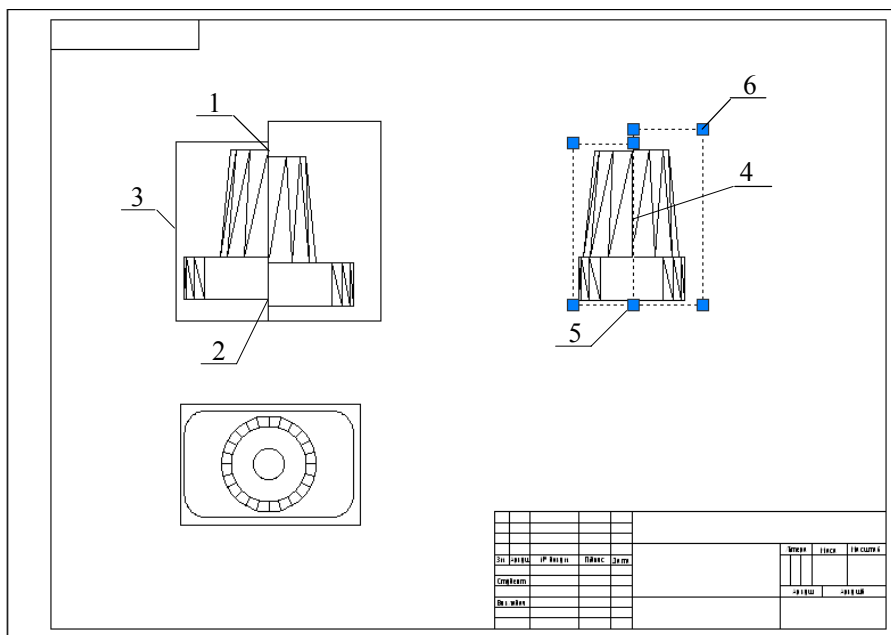


Рис. 11.37

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

24. Формуємо в екранах остаточні зображення виглядів і розрізів. Звертаємося до пункту меню DRAW ► MODELING ► SETUP ► DRAWING (Рисование ► Моделирование ► Подготовка ► Рисунок):

```
Command: _soldraw
Select viewports to draw..
Select objects: 1 found
Select objects: 1 found, 2 total
Select objects: 1 found, 3 total
Select objects: 1 found, 4 total
Select objects: ENTER
```

Послідовно вказуємо екрани, які були створені командою SOLVIEW. Натискуємо клавішу ENTER для завершення роботи команди. У підсумку отримуємо результат, показаний на рис. 11.38.

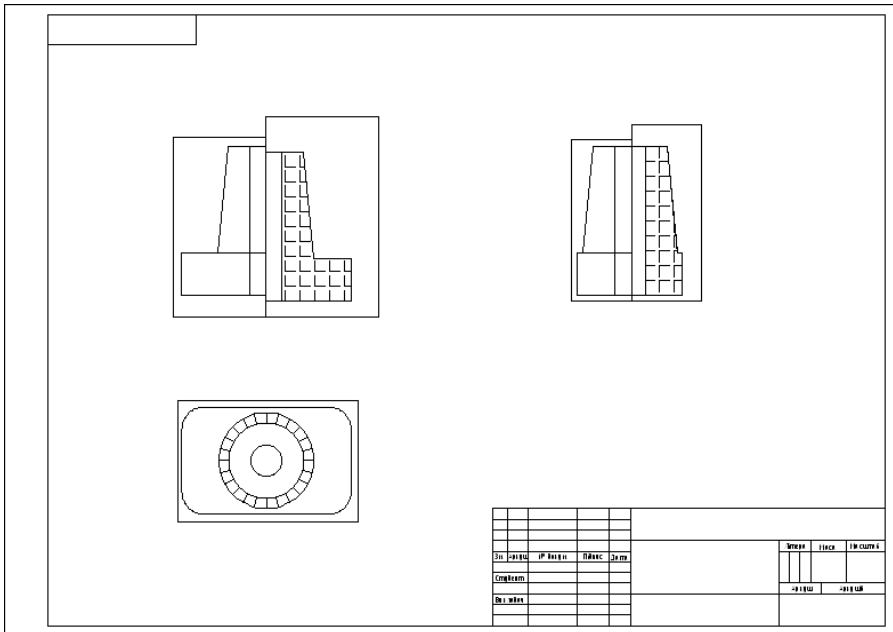


Рис. 11.38

Уважний читач зміг побачити, що штриховка у розрізах не відповідає вимогам ГОСТ 2.306–68. Це є наслідком того, що вона виконана за тим зразком, який на даний момент є поточним у вікні Hatch Edit.

Вимогам вказаного стандарту відповідає зразок ANSI31 (рис. 11.39), що забезпечує штрихування областей, якими проходить січна площина, паралельними лініями, нахиленими під кутом 45° . Користувач за необхідності може у вікні SCALE (Масштаб) вибором масштабу встановити бажаний крок ліній штриховки.

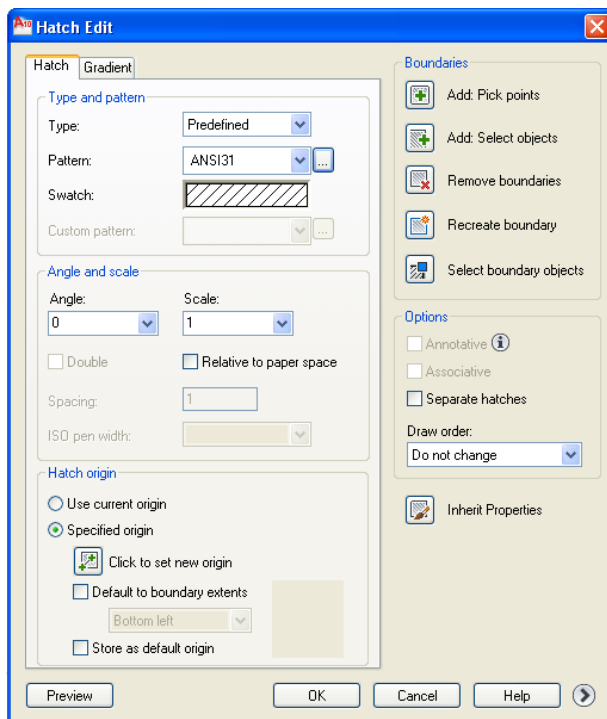


Рис. 11.39

Отже, якщо штриховка не відповідає вимогам вказаного стандарту, її можна відредагувати, для цього достатньо двічі клацнути на полі штриховки, щоб з'явилося вікно Hatch Edit. У цьому вікні змінюється поточний зразок штриховки на ANSI31.

По завершенні редагування штриховки буде отримано результат, показаний на рис. 11.40.

25. На рис. 11.40 на місці розташування головного вигляду можна побачити деякі недоліки, пов'язані з тим, що вигляд і розріз неузгоджені

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

по висоті. Для вирівнювання об'єктів у екрані вигляду front і екрані розрізу s_front треба застосувати команду MVSETUP з опцією ALIGN:

Command: mvsetup

Initializing...

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: a

Enter an option [Angled/Horizontal/Vertical alignment/Rotate view/Undo]: h – вирівнюємо зображення, розташоване на місці головного вигляду по горизонталі;

Specify basepoint: _int of – активізуємо екран вигляду та вказуємо базову точку 1 (див. рис. 11.40);

Specify point in viewport to be panned: _int of – активізуємо екран розрізу й вказуємо точку 2 як другу базову точку;

Enter an option [Angled/Horizontal/Vertical alignment/Rotate view/Undo]: ENTER.

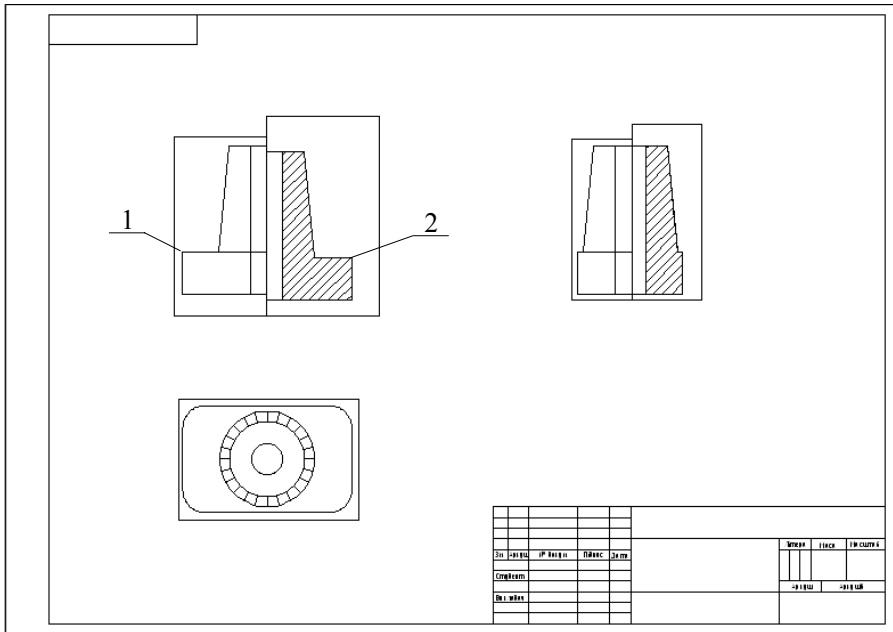


Рис. 11.40

Одержаний результат можна побачити на рис. 11.41. Зауважимо, що за необхідності процедуру вирівнювання треба застосувати і до зображення, розташованого зліва.

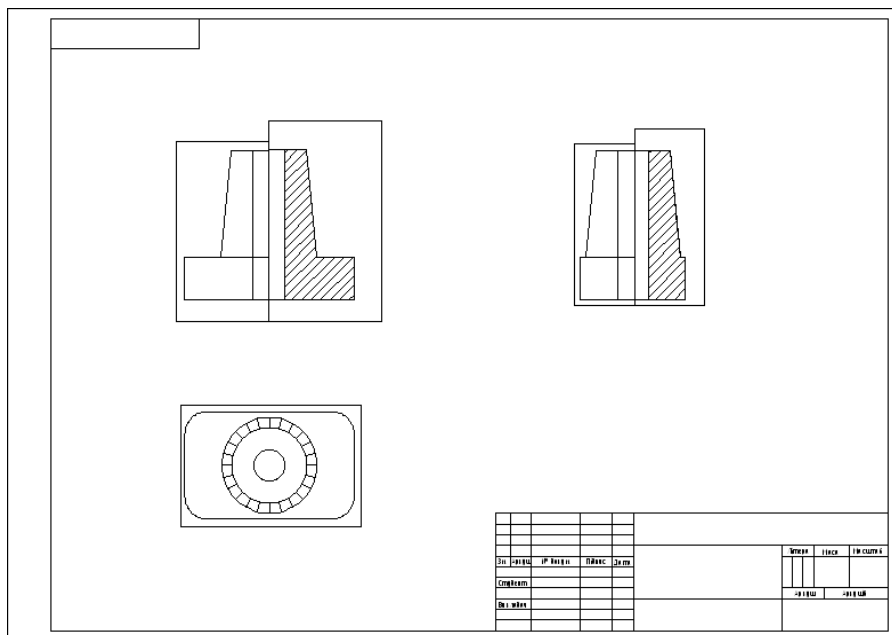


Рис. 11.41

26. По завершенні компоновання креслення вимикаємо шар VPORTS, на якому розміщені рамки екранів виглядів, а також усі шари з розширенням HIDE, де розташовані невидимі лінії. Шаром із розширенням VIS, на яких знаходяться видимі лінії, присвоюємо товщину лінії 1 мм. Креслення, одержане за результатами вказаних дій із шарами, показане на рис. 11.42.

27. Перейшовши у простір аркуша, проводимо осьові лінії, для чого попередньо створюємо окремий шар. Далі наносимо розміри моделі, застосовуючи для цього шари, які мають розширення DIM.

28. Зберігаємо файл з кресленням, показаним на рис. 11.43.

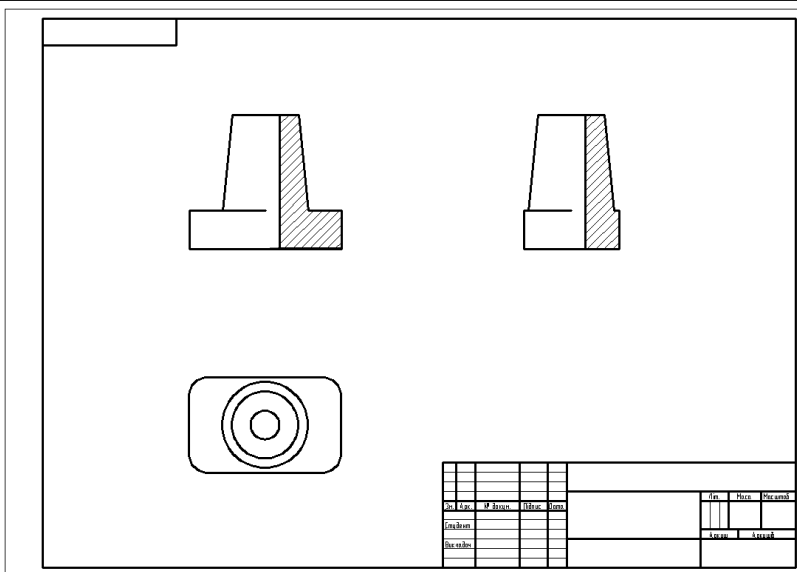


Рис. 11.43

11.5. Побудова креслення складальної одиниці

Креслення складальної одиниці виконаємо на прикладі пробкового крана, до складу якого входять десять деталей. Аксонометричні проєкції цих деталей показані на рис. 11.44, вони мають такі номери і назви: 1 – корпус; 2 – пробка; 3 – втулка; 4 – кришка крана; 5 – кришка сальника; 6 – вентиль; 7 – гайка; 8 – шайба; 9 – втулка; 10 – прокладка. Зрозуміло, що для того щоб виконати аксонометричне зображення складальної одиниці, а потім ортогональні вигляди, треба спочатку виконати просторові зображення всіх деталей, які входять до складу складальної одиниці. Приклади побудови об'ємних зображень окремих деталей розглянуті вище. Трудомісткість виконання креслень деталей у тривимірному просторі залежить від складності їх геометричної форми.

Формування складальної одиниці з попередньо побудованих просторових зображень окремих деталей виконується за допомогою команди 3D Align (3D Вирівнять), яка викликається з меню **Modify** ► **3D Operations** ► **3D Align** (Редактировать ► 3D операции ► 3D Выворачивать).

Нагадаємо, що ця команда виконує вирівнювання об'єктів у просторі. Система запитує одну, дві або три початкові точки, потім – одну, дві або три цільові точки. Потім виконується відповідне перенесення об'єктів з вирівнюванням. Перша точка застосовується для перенесення, друга – для вирівнювання осей X і Y , третя – для вирівнювання площини XY відносно нової площини.

Здійснимо складання двох основних деталей корпусу крана і пробки, наведених на рис. 11.45 у вигляді тривимірних моделей.

Створюємо нову ПСК для моделі тіла пробки, звернувшись до меню **TOOLS** ► **NEW UCS** (Сервис ► Новая ПСК). У меню, що з'явилося на

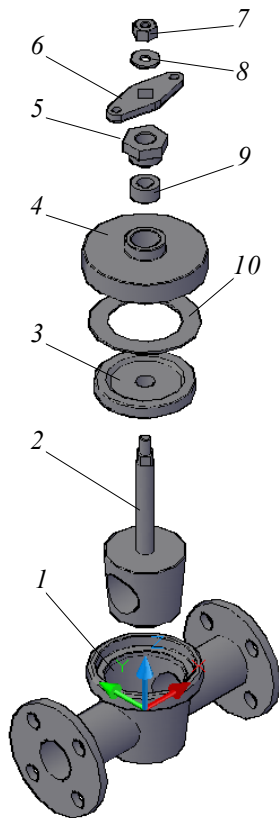


Рис. 11.44

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

екрані, замість слова **Unnamed** вводимо назву нової ПСК, наприклад **Shtock**, і робимо цю ПСК поточною.

1. Звертаємося до меню **Tools ► New UCS ► Origin** (Сервіс ► Новая ПСК ► Начало).

2. За допомогою об'єктної прив'язки встановлюємо курсор у точці, вказаній на рис. 11.46. Створена ПСК показана на рис. 11.47.

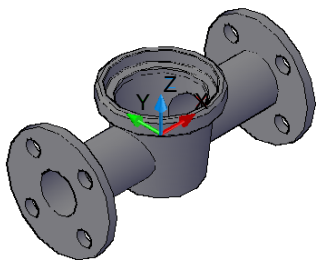


Рис. 11.45

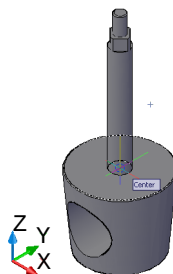
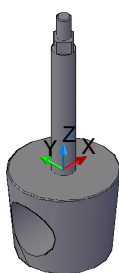


Рис. 11.46

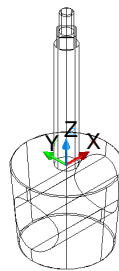


Рис. 11.47

3. Використовуючи команду **3D Align** з меню **Modify ► 3D Operations ► 3D Align**, виконуємо складання цих двох деталей:

Command: `_3dalign`

Select objects: – указуємо на об'єкт – пробку;

Select objects: – натискаємо на клавішу **ENTER** для завершення вибору об'єктів;

Specify source plane and orientation ... – визначення початкової точки та орієнтації;

Specify base point or [Copy]: `0,0,0` – у ПСК **Shtock** указуємо базову точку;

Specify second point or [Continue] <C>: `0,-23,0` – указуємо другу точку;

Specify third point or [Continue] <C>: – натискаємо клавішу **ENTER**, складання виконуємо за двома точками, оскільки вертикальні осі пробки і корпусу паралельні, тому перша точка об'єднує їх між собою, а друга – осі отвору пробки й трубопроводу;

Specify destination plane and orientation ... – визначення цільової точки та орієнтації;

Specify first destination point: – указуємо за допомогою об'єктної прив'язки точку стикування двох граней (рис. 11.48);

11.5. Побудова креслення складальної одиниці

Specify second destination point or [eXit] <X>: –
указуємо за допомогою об'єктної прив'язки точку стикування двох ребер, як зображено на рис. 11.49;

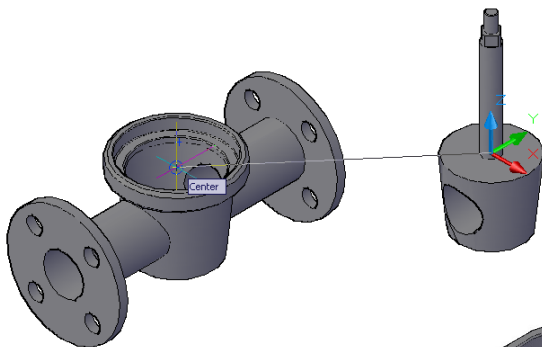
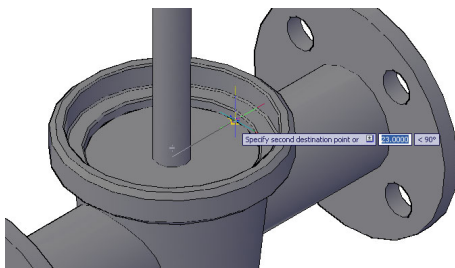


Рис. 11.48

Рис. 11.49



Specify third destination point or [eXit] <X>: –
натискаємо клавішу Enter.

У результаті отримуємо збірну модель, зображену на рис. 11.50.

Після розташування пробки у корпусі крана переходимо від ПСК Shtock до WCS, зробивши наступний перехід View ► 3D Views ► Plan View ► World UCS.

Після цього до складених основних деталей пробкового крана послідовно додаються інші деталі, які показані на рис. 11.44. Складання інших моделей-деталей крана виконується аналогічно.

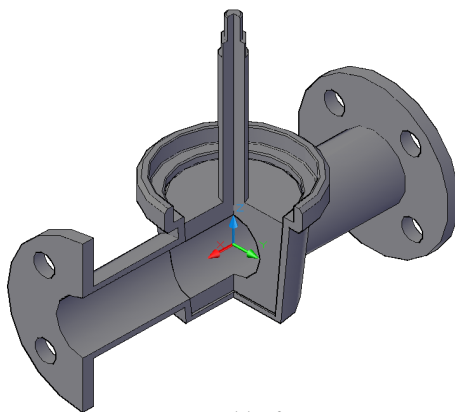


Рис. 11.50

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

На рис. 11.51 показано аксонометричну проекцію пробкового крана з вирізанням однієї четвертої частини. Вирізання виконане командою SLICE.

Маючи тривимірну модель складальної одиниці, можна побудувати будь-який ортогональний вигляд і зробити, якщо це необхідно, потрібний розріз. На рис. 11.52 показано поздовжній розріз пробкового крана та половину вигляду зліва.

Рис. 11.53 демонструє, як в одному зображенні можна показати половину вигляду зліва і половину розрізу.

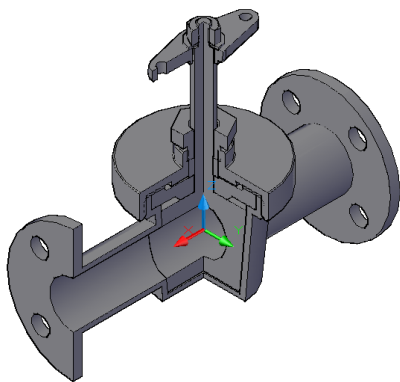


Рис. 11.51

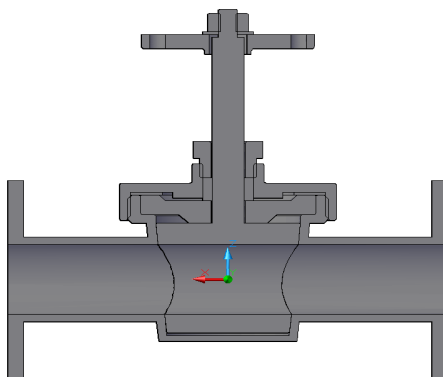


Рис. 11.52

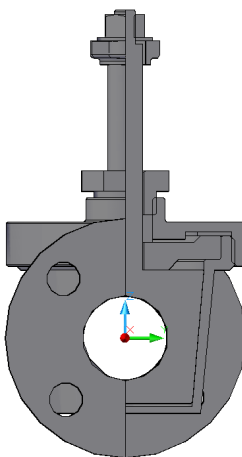


Рис. 11.53

11.6. Приклади застосування тривимірного моделювання у суднобудуванні

При проектуванні суден, а також їх будівництві проектантом виконується значна кількість різноманітних креслень, серед яких теоретичне креслення, конструктивні креслення корпусу судна (мідель-шпангоута, поздовжнього розрізу, переробок, палуб, платформ, носової та кормової кінцевих частин), креслення загального розташування судна, устаткування, механізмів, суднових систем, складальні креслення суднових корпусних конструкцій (бортових секцій, секцій палуб, платформ, поперечних і поздовжніх переробок) та ін.

Усі ці креслення у зв'язку зі значними розмірами судна і суднових корпусних конструкцій виконуються у дрібних масштабах, що при ручному способі їх виконання інколи призводить до помилок, які впливають у процесі побудови судна. Тому в практиці суднобудування широко застосовується плаз, для особливо насичених районів судна виготовляються моделі у прийнятних масштабах. Це питання дуже важливе при розміщенні головного і допоміжного устаткування, суднових систем, що забезпечують їх роботу.

З впровадженням у практику комп'ютерної техніки продуктивність проектантів суден суттєво підвищилася. Допомагає у цьому тривимірне моделювання, яке надає можливості подивитися на ту чи іншу конструкцію з різних боків та заглянути навіть усередину, наприклад, об'ємної секції, побачити, як розташовуються на судні різноманітні трубопроводи тощо.

Сучасні суднобудівні креслення містять окремі, найбільш складні для читання вузли корпусних конструкцій, які подаються аксонометричними проєкціями, що полегшує суднобудівникам виконання складальних операцій.

Нижче, без особливих коментарів, наведені приклади виконаних об'ємних моделей деяких суднових корпусних конструкцій та елементів устаткування. Усі вони побудовані із застосуванням розглянутих вище команд тривимірного моделювання та редагування.

На рис. 11.54 показане просторове зображення суднового корпусного вузла, на якому можна побачити зовнішню обшивку, лист палубного полотна, шпангоут, виконаний з несиметричного штабобульба, бортовий та палубний стрингери зі штабобульба й кницю.

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

На рис. 11.55 зображено вузол кріплення поздовжньої перегородки у дещо незвичному для читача ракурсі. Відомо, що аксонометричні проєкції виконуються за вимогами стандарту ГОСТ 2.317–69. Але цей стандарт у необхідних випадках допускає застосовувати інші теоретично обґрунтовані аксонометричні проєкції, а також змінювати напрям погляду на зображуваний об'єкт.

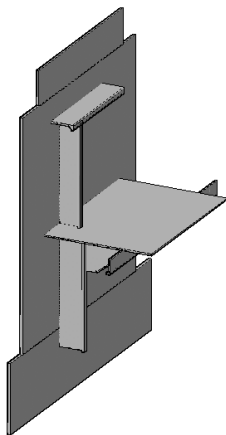


Рис. 11.54

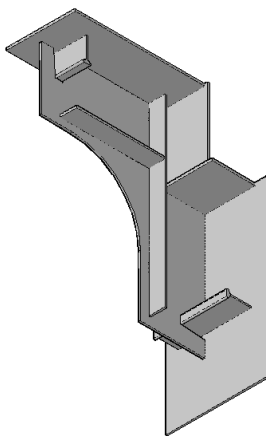


Рис. 11.55

Подібні ситуації виникають при виконанні аксонометричних проєкцій суднових корпусних конструкцій, у яких наявність горизонтально розташованих листів (палуб, платформ тощо) призводить до того, що окремі елементи конструкцій виявляються закритими та, отже, невидимими.

Тому при зображенні вузла, показаного на рис. 11.55, змінено напрям погляду. Спостерігач дивиться на конструкцію знизу-вверх.

На рис. 11.56 показано секцію поздовжньої перегородки, а на рис. 11.57 – поперечну перегородку корпусу судна. Оскільки елементи набору повторюються або розташовуються симетрично відносно конструкції, то при виконанні цих креслень широко застосовувалися команди копіювання та віддзеркалювання.

На рис. 11.58 наведений фундамент під судовий парогенератор, поданий тривимірною моделлю. При виконанні цього креслення застосовувалися команди BOX, CYLINDER, WEDGE, UNION, SUBSTRACT та ін. Поздовжня балка фундаменту під дизель-генератор показана на рис. 11.59.

Просторові зображення відіграють дуже важливу роль при проектуванні різноманітних суднових систем. Вони надають можливість проєктанту наочно побачити розташування компонентів систем у відсіках судна. На рис. 11.60 для прикладу показане розташування навантажувально-розвантажувальної системи танкера "Pearl", яка призначена для навантаження і вивантаження нафтопродуктів з танків. Система складається з трубопроводів, з'єднувачів трубопроводів, електричних підігрівачів нафтопродуктів, засувок фланцевих, очисних фільтрів, відцентрових насосів з гідроприводом, дросельних клапанів. Зазначимо, що на рис. 11.60 корпус танкера зображений схематично.

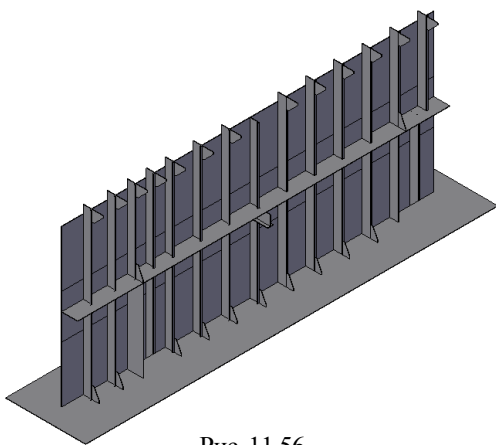


Рис. 11.56

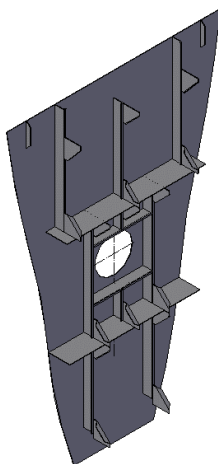


Рис. 11.57

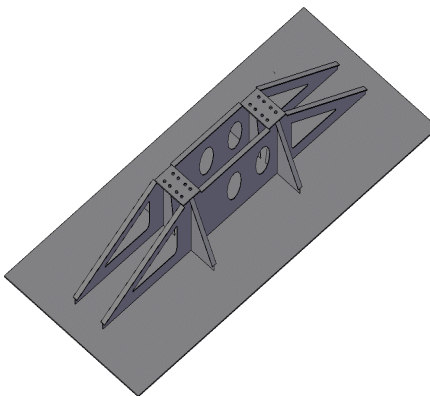


Рис. 11.58

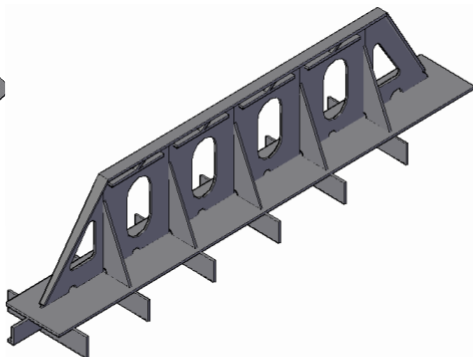


Рис. 11.59

11. ПРАКТИКА РОБОТИ В ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

Маючи тривимірну модель цієї системи, можна розглядати будь-яку її частину простою зміною за допомогою команди ZOOM масштабу зображення. На рис. 11.61 показане розташування обладнання навантажувально-розвантажувальної системи в кормовій частині танкера. Як випливає з цього рисунка, компоненти системи зображені на ньому з більшою деталізацією, що дозволяє визначатися з їх розміщенням, зокрема, у цій кормовій частині судна.

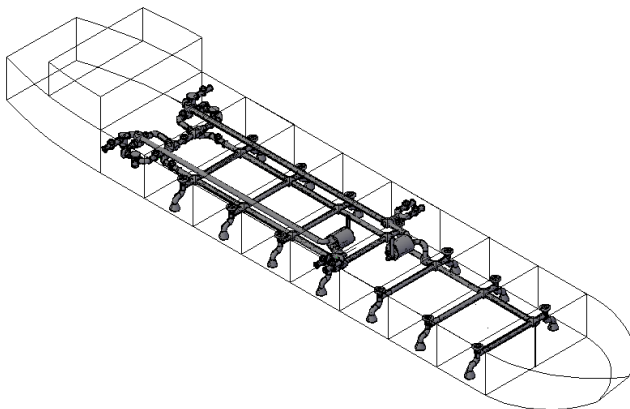


Рис. 11.60

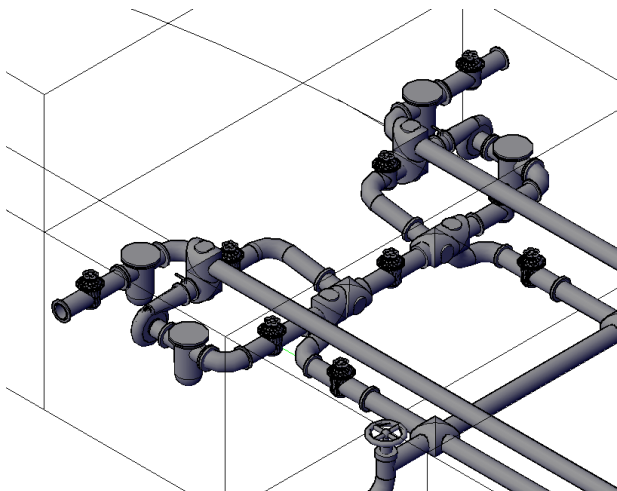


Рис. 11.61

Запитання для самоперевірки

1. З якою метою при виконанні тривимірних моделей застосовується об'єктна прив'язка?
 2. Які команди редагування використовуються при виконанні тривимірних моделей?
 3. З якою метою переходять до режиму Paper?
 4. Які шари автоматично створюються середовищем проектування AutoCAD?
 5. Яка мета застосування опції Ortho при розташуванні виглядів?
 6. Назвіть режими роботи команди SOLVIEW.
 7. Навіщо треба вирівнювати границі екранів виглядів front і s_front?
-

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Ванін, В. В.** Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCad [Текст] : навч. посіб. / В. В. Ванін, В. В. Перевертун, Т. О. Надкернична. – К. : Каравела, 2005. – 336 с.
 2. **Жарков, Н. В.** AutoCAD 2009: официальная русская версия. Эффективный самоучитель [Текст] / Н. В. Жарков. – С.Пб. : Наука и Техника, 2009. – 608 с.
 3. **Климачева, Т. Н.** Новейшая энциклопедия AutoCAD 2009 [Текст] / Т. Н. Климачева. – М. : Эксмо, 2009. – 1088 с.
 4. **Михайленко, В. Є.** Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] : підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – К. : Каравела, 2004. – 344 с.
 5. **Орлов, А. А.** Видеосамоучитель. AutoCAD 2010 (+CD) [Текст] / А. А. Орлов. – С.Пб. : Питер, 2010. – 368 с.
 6. **Погорелов, В. И.** AutoCAD 2010. Самое необходимое [Текст] / В. И. Погорелов. – С.Пб. : БХВ-Петербург, 2009. – 400 с.
 7. **Полешук, Н. Н.** AutoCAD 2010 [Текст] / Н. Н. Полешук. – С.Пб. : БХВ-Петербург, 2009. – 800 с.
 8. **Соколова, Т. Ю.** AutoCAD 2010. Учебный курс (+CD) [Текст] / Т. Ю. Соколова. – С.Пб. : Питер, 2010. – 576 с.
-

Навчальне видання

**БОРИСЕНКО Валерій Дмитрович
БІДНІЧЕНКО Олена Галиківна
КОТЛЯР Дмитро Володимирович**

**ОСНОВИ ПОБУДОВИ ОБ'ЄМНИХ
ЗОБРАЖЕНЬ У СЕРЕДОВИЩІ ПРОЕКТУВАННЯ
AUTOCAD**

Редактори *Ю.О. Банкулова, Т.Б. Митрофанова*
Комп'ютерне складання та верстання *В.Г. Мазанко*
Коректор *М.О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 19,5. Тираж 100. Вид. № 18. Зам. № 255.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

ДЛЯ ЗАМЕТОК