

УДК 514.18

Олена БІДНІЧЕНКО

helenbidnichenko@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0548-3481

Анатолій БУХАРІН

Сергій ПІГУР

м. Миколаїв

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЕКЦІЙНИХ КРЕСЛЕНЬ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМІ AUTOCAD

Розглянуто алгоритми деяких способів формування комплексних креслень машинобудівних деталей в графічній системі AutoCAD. Наведено спосіб геометричного моделювання комплексного креслення деталі з використанням команд двовимірного моделювання, який є базовим та найбільш розповсюдженим при практичному використанні в конструкторських розробках різних галузей. Приведено алгоритм конструювання тривимірної моделі із стандартних тіл. Реалізовано спосіб формування проекційного креслення плаваючими видовими екранами із побудованої тривимірної моделі. Проаналізовано переваги та недоліки методів.

Ключові слова: двовимірне креслення, твердо тільна модель, графічний примітив, створення та редагування, простір аркуша, плаваючі видові екрани.

Постановка проблеми

Останнім часом тривимірні моделі стали найбільш наочною формою представлення замовникам виконаних конструктивних розробок. Але остаточним документом для виготовлення будь-якого виробу є двовимірні креслення об'єкта, тому задача конструктора зводиться до розробки саме двовимірних креслень елементів та об'єкту моделювання. Сучасні графічні системи дають змогу автоматизувати роботу конструкторів, тому уявляє інтерес розглянути деякі способи отримання проекційних креслень машинобудівних деталей з використанням графічної системи AutoCAD.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сьогоднішній день AutoCAD дозволяє здійснювати двовимірне проектування [1] та оформлення креслень відповідно до стандартів; виконувати тривимірне моделювання об'єктів будь-якої складності [2]; автоматично отримувати на основі об'ємної моделі плоскі зображення її проекцій, видів, розрізів, перетинів [3], які, в свою чергу, можуть бути доопрацьовані засобами AutoCAD, та ін.

Постановка завдання

Метою статті є дослідження та аналіз особливостей деяких способів формування двовимірних креслень в AutoCAD, виявлення їх переваг та недоліків, розробка рекомендацій щодо використання кожного з них.

Виклад основного матеріалу

Звичайним способом формування двовимірних креслень є побудова проекцій заданої моделі згідно з вимогами стандарту [4], тобто конструювання видів, розрізів, перерізів, постановка розмірів тощо. Використання графічної системи AutoCAD дозволяє зробити це командами створення та редагування двовимірних примітивів в просторі Модель. Геометричне моделювання проекційного креслення деталі, що зображено на рис. 1, почнемо побудови з головного виду. Оскільки деталь симетрична, то потрібно накреслити осьові лінії (вертикальну та горизонтальну) командою *Отрезок* та змінити Тип лінії із суцільної на штрих пунктирну. Далі можна накреслити два кола командою *Круг* та *Обрезах* нижні півкола. Командою *Отрезок* завершимо формування контурів головного виду деталі без розрізу.

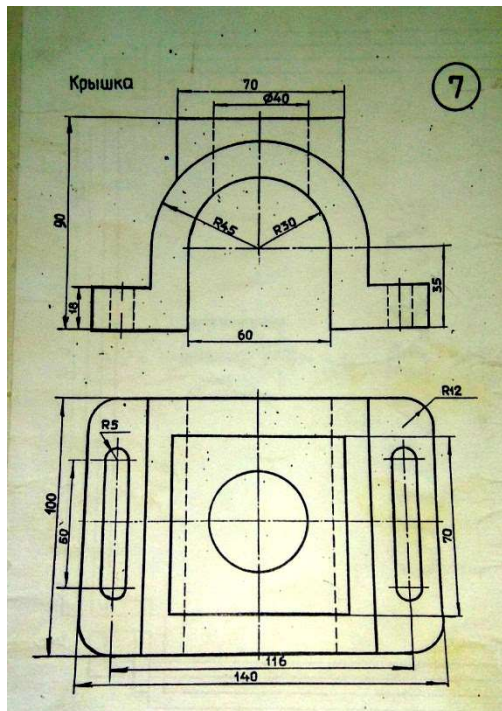


Рис.1. Завдання

Зберігаючи проекційний зв'язок з головним видом (рис. 2) командою Прямоугольник накреслимо габаритний прямокутник виду зверху, командою Сопряжение виконаємо округлення кутів; накреслимо осі симетрії через середини сторін прямокутника. Командою Круг зобразимо коло з центром в точці перетину осей, командою Полигон накреслимо квадратну кришку. Далі змоделюємо два наскрізних прорізу заданої форми.

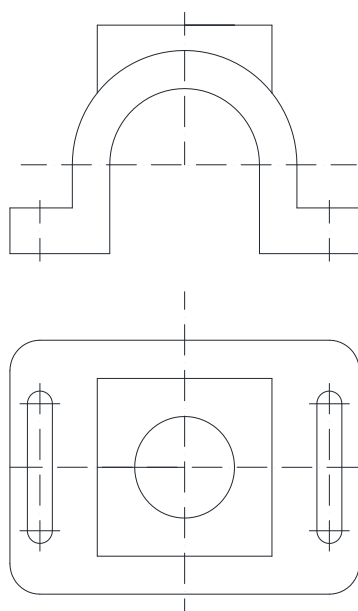


Рис.2. Два види деталі

Перейдемо до формування виду зліва. Для цього в проекційному сполученні сконструюємо прямокутник розмірами 100 на 90 мм, накреслимо верхню кришку. Отримані три зображення заданої деталі показано на рис. 3.

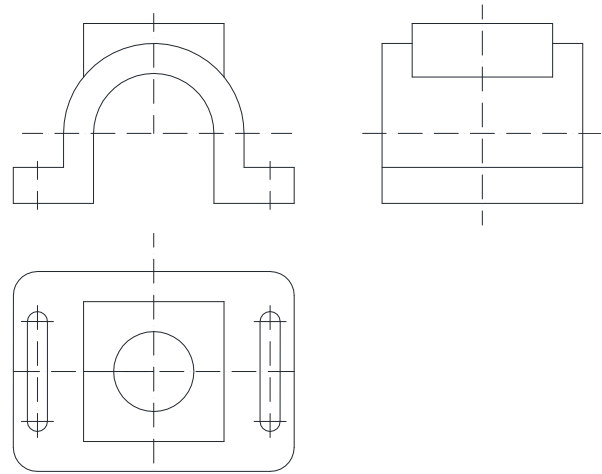


Рис.3. Три види деталі

Для того, щоб показати внутрішню будову моделі, виконуємо фронтальний розріз на головному виді та профільний розріз на виді 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. Пів вигляди розташовуємо зліва від осі симетрії, а пів розрізу – праворуч. Для штрихування отриманих розрізів командою Штриховка вибираємо ANSI31 (рис. 4).

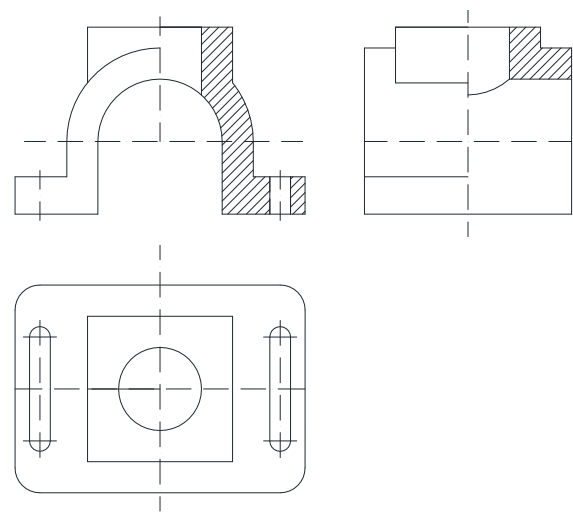


Рис.4. Проекційні зображення

Для розстановки розмірів на отриманих зображеннях необхідно спочатку налагодити їх параметри у вікні Изменение размерного стиля задавши необхідні параметри розмірних елементів у відповідності до стандартів України. Далі командою Размер – Линейный проставимо лінійні розміри, радіуси дуг та діаметр кола на кресленні

покажемо командою Радиус (діаметр).

Останнім кроком завершення зображення проєкцій деталі є наведення основних ліній суцільною товстою, задавши товщину 0,6 мм для обраних попередньо ліній. Для остаточного формування креслення необхідно вставити рамку головного надпису із раніше створеного файлу (рис. 5).

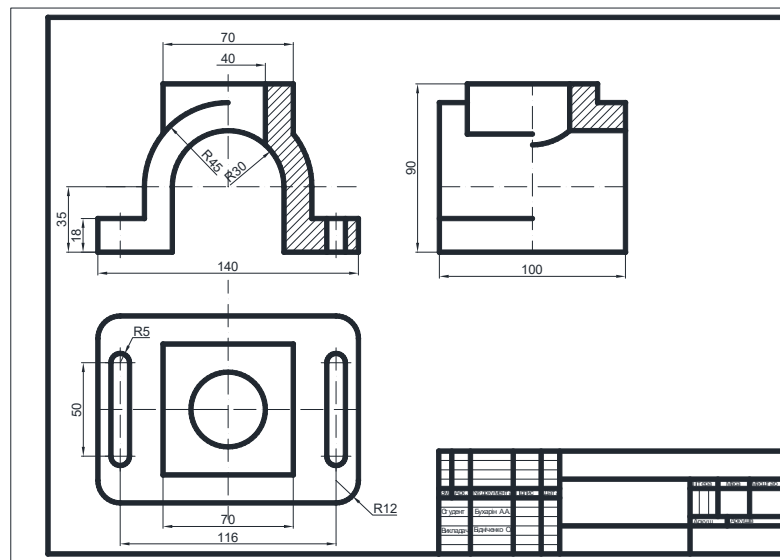


Рис.5. Остаточне проєкційне креслення

Таким чином, побудовано проєкційне креслення машинобудівної деталі з використанням команд двовимірного моделювання, зокрема створенням двовимірних графічних примітивів та їх редагуванням.

Такий спосіб побудови двовимірних зображень є найбільш поширеним на виробництвах різних напрямів при конструюванні виробів, створенні схем та планів, виконанні інших площинних зображень з метою їх геометричного моделювання та формування проєкційних робочих креслень. Саме такий спосіб є основним на початкових етапах вивчення графічної системи AutoCAD, ознайомлення з її інтерфейсом, структурою та основними командами.

Розглянемо інший спосіб отримання проєкційних креслень деталей. Для цього змодельуємо твердо тільну модель згідно до рис. 6, а потім використаємо можливості системи AutoCAD для формування проєкційного креслення. Обрана деталь складається із трьох співвісних вертикальних

циліндрів, тому використовуюючи стандартне тіло Циліндр створюємо їх таким чи-

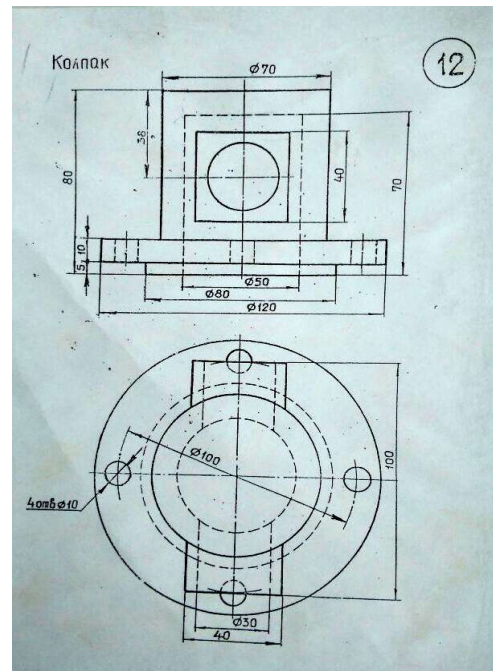


Рис. 6. Завдання для створення тривимірної моделі

ном, щоб центр нижньої основи верхнього циліндра збігався з центром верхньої основи нижнього. Для більш реалістичного зображення моделі використаємо заливку Концептуальний (рис. 7). Переходимо до створення наскрізних отворів у фланці моделі. Побудуємо циліндр заданими розмірами у визначеному на кресленні місці, командою Круговий масив копіюємо його на кут 90° . Використовуючи команду Вычитание отримаємо чотири отвори (рис. 8).

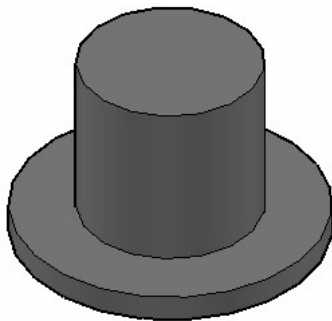


Рис. 7. Циліндрична заготовка

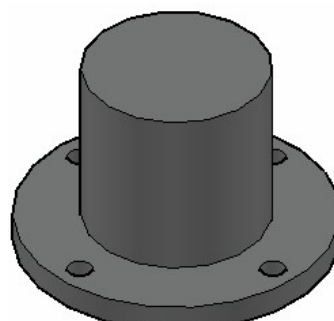


Рис. 8. Отвори у фланці

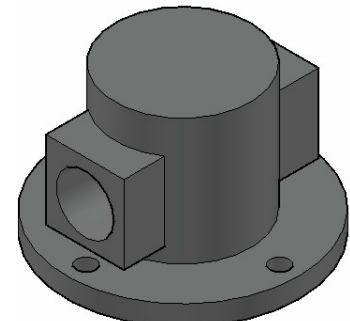


Рис. 9. Тривимірна модель

Зовнішні форми деталі вже сформовані, залишився не змодельованим тільки внутрішній отвір, який моделюється аналогічно вище описаним.

Формування тривимірної моделі проводиться в просторі Модель. Для створення проєкційного двовимірного креслення та його друкування перейдемо в простір аркуша натисканням на вкладку Лист. Для проєкційного креслення деталі потрібно створити три видові екрани, тому клавішею Delete видаляємо автоматично створене зображення видового екрану з аркуша.

Перейдемо із інтерфейсу 3D моделювання до роботи в конфігурації Классический AutoCAD. Створюємо перший плаваючий екран звернувшись до пункту меню Рисование-Моделирование-Подготовка-Вид. Далі задаємо параметри відповідно до запитів системи. Маємо на екрані головний вигляд моделі, обкреслений рамкою. Далі створюємо вид зверху, для чого із того ж пункту меню вибираємо опцію Орто, на побудованому зображенні головного виду вказуємо сторону, з якої формується вид та

Змодельуємо виступи із верхнього циліндра. Командою Ящик створюємо паралелепіпед, виконаємо в ньому наскрізний отвір діаметром 30 мм. Оскільки створений елемент розташований в деталі горизонтально, то повернемо його командою 3D-поворот навколо осі Ox на 90° . Далі потрібно його перемістити згідно розмірів креслення, використовуючи команду 3D-перенос (рис. 9).

інші параметри. Аналогічно створюємо вид зліва (рис. 10).

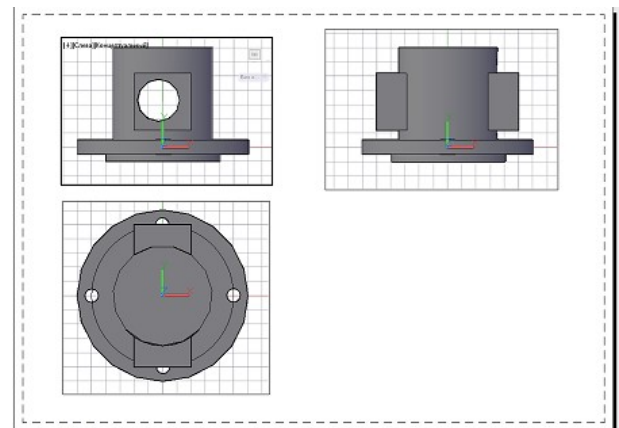


Рис. 10. Видові екрани з видами деталі

Для того, щоб показати внутрішню будову моделі, виконуємо фронтальний розріз на головному виді та профільний розріз на виді зліва. Звертаємося до пункту меню Рисование-Моделирование-Подготовка-Вид і вибираємо опцію Сечение. Отримані побудови показано на рис. 11.

Переносимо рамку основного напису креслення на аркуш та формуємо в екранах остаточні зображення виглядів і розрізів

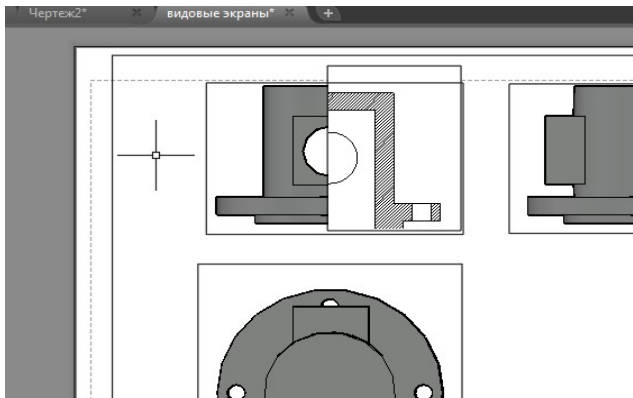


Рис. 11. Видові екрани з розрізами

командами Рисование-Моделирование-Подготовка-Чертеж. Послідовно вказуємо екрани, які були створені. Далі відредагуємо штриховку та вирівняємо види між собою (рис. 12).

Для завершенні компоновання креслення вимикаємо шар, на якому розміщені

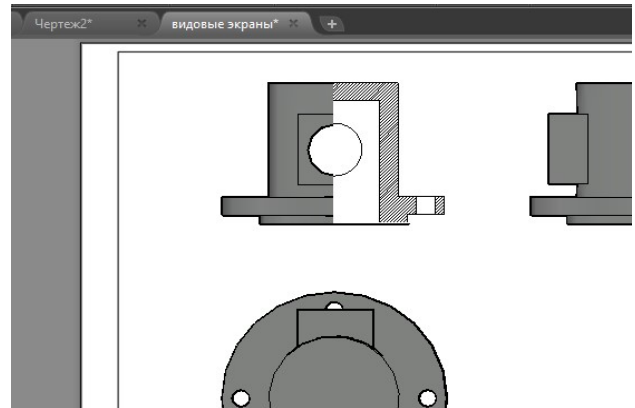


Рис. 12. Вирівняні зображення

рамки екранів видів, а також усі шари, де розташовані невидимі лінії. Шарам, на яких знаходяться видимі лінії, присвоюємо товщину лінії 1 мм. Проводимо осьові лінії, наносимо розміри моделі у відповідних шарах. Зберігаємо файл з кресленням, який показаний на рис. 13.

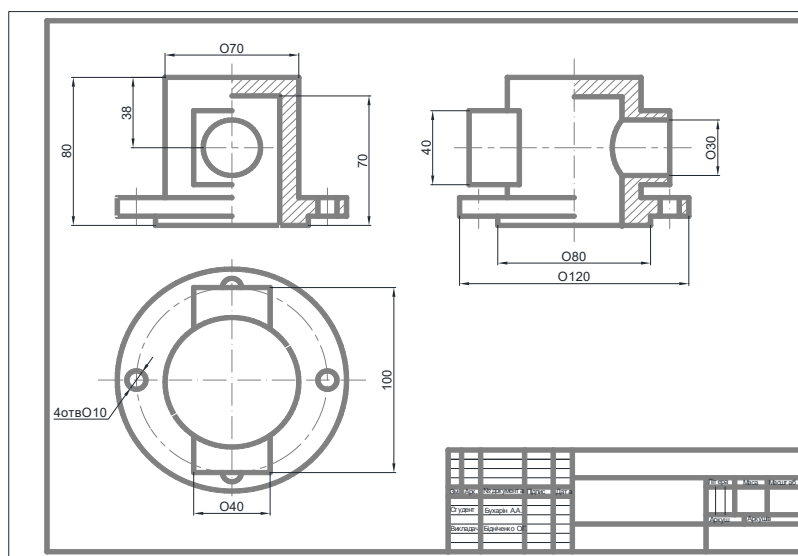


Рис. 13. Проекційне креслення деталі

Таким чином, в даній статті описані два методи отримання двовимірних проекційних креслень машинобудівних деталей: двовимірне моделювання комплексного креслення деталі із використанням команд двовимірного моделювання та компоновка плоского креслення із сформованої тривимірної моделі. Обидва способи є життєздатними та використовуються при виробництві креслень.

Метод двовимірного моделювання є, так би мовити, традиційним, тобто схожим на звичний для конструктора процес роботи за кульманом, де система AutoCAD використовується як новий інструмент 21 сторіччя. Користувачу для роботи у графічній системі необхідно опанувати особливості алгоритмів роботи відповідних команд, навчитися вести коректний діалог із системою.

Для створення плоского зображення конструктору потрібно чітко уявляти собі те, що повинно бути накресленим, дуже добре володіти навичками формування проекцій реальних об'єктів, особливостей їх зображення та виконання розрізів й перетинів, що передбачені державними стандартами.

Спосіб виконання площинних креслень командами двовимірного моделювання є необхідним та єдиним на перших етапах ознайомлення з графічною системою AutoCAD, який дозволяє вивчити особливості роботи з командами системи щодо формування зображень. Ці знання також є первинними та вкрай необхідними під час роботи у тривимірному середовищі.

Сучасні комп'ютерні технології надали користувачу можливість створювати тривимірну модель, яка має цілком реальні фізичні властивості. Створення тривимірних моделей нагадує роботу з об'єктами в реальному світі. Проте це більш трудомісткий процес, ніж побудова проекцій на площині.

Тривимірним моделям притаманні такі переваги: 1. Створивши тривимірну модель виробу, можна автоматично отримати всі необхідні ортогональні проекції, а також додаткові вигляди, перерізи й розрізи; 2. При роботі в тривимірному просторі модель виробу можна обертати в довільному напрямі, що значно полегшує її сприйняття; 3. Користувач має можливість виконувати інженерний аналіз тривимірних моделей; 4. Засоби візуалізації, що входять до складу сучасних версій AutoCAD, дозволяють отримувати фотореалістичні зображення моделі.

При створенні плоских об'єктів користувач виконує всі побудови у просторі Модель. Для об'ємних зображень цього недостатньо, тому в системі створено простір Лист, який є більш пристосованим для роботи щодо формування файлу для виведення на принтер, роботи з плаваючими видовими екранами, та навіть для можливості входу і виконання необхідних дій та змін у просторі Модель. У просторі Лист можна створювати ортогональні і просто-

рові зображення, виконувати розрізи, наносити розміри та виконувати друк креслення. У даній статті простір Лист використовувався для моделювання проекцій видів та розрізів сформованої деталі за допомогою плаваючих видових екранів, а також для доопрацювання змодельованих зображень з метою створення комплексного креслення деталі.

Потрібно відзначити, що об'ємне моделювання передбачає, що користувач впевнено працює з плоскими, двовимірними зображеннями. Воно вимагає терплячості для багаторазового виконання тих чи інших операцій, застосування спеціальних команд роботи в тривимірному просторі. Не дарма такий вид робіт називають «вищим пілотажем».

Висновки і перспективи досліджень

Було розглянуто два способи формування двовимірних плоских креслень машинобудівних деталей в графічній системі AutoCAD 2014. У відповідності до завдання даного дослідження було вирішено такі задачі.

1. Побудовано проекційне креслення машинобудівної деталі командами двовимірного моделювання: використані команди створення та редагування графічних примітивів, показана послідовність геометричного моделювання графічних зображень.

2. Побудовано тривимірну твердотісну модель деталі, для якої у просторі Лист скомпоновано плоске трикартинне комплексне креслення за допомогою плаваючих видових екранів у середовищі Класичний AutoCAD.

3. Проаналізовано основні особливості кожного із викладених методів побудови креслень; показано, що кожен із них використовується при конструюванні виробів. Двовимірне моделювання є дещо простіше, але вимагає навичок просторового уявлення при створенні видів та розрізів. Тривимірне моделювання є більш сучасним та одночасно більш складним методом, який автоматично створює необхідні зображення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бідніченко, О.Г. Команди редагування двовимірних графічних примітивів у системі AutoCAD: навчальний посібник [Текст] / О.Г. Бідніченко. – Миколаїв: НУК, 2006. – 64 с.
2. Борисенко, В.Д. Основи об'ємних зображень у середовищі проектування AutoCAD: навчальний посібник [Текст] / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, Д.В. Котляр. – Миколаїв: НУК, 2012. – 336 с.
3. Борисенко, В.Д. Об'ємне моделювання в AutoCAD: навчальний посібник [Текст] / В.Д. Борисенко, О.Г. Бідніченко, І.В. Устенко. – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. – 224 с.
4. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник [Текст] / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка. – 3-е вид., перероб. і допов. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2011. – 352 с.

Helen BIDNICHENKO, Anatoly BUKHARIN, Sergei PIGUR
Mykolayiv

ANALYSIS OF METHODS OF GEOMETRICAL MODELING OF SOLIDS PROJECTION DRAWINGS IN AUTOCAD SYSTEM

The algorithms of some methods of formation of projection drawings of engineering details in the AutoCAD graphical system are considered. The method of geometric modeling of complex drawing of a solid with the use of commands of two-dimensional modeling, which is the basic and most widespread at practical use in design developments of various industries, is presented. An algorithm for constructing a three-dimensional model from standard solids is given. A way of forming drawings with floating viewports from the constructed three-dimensional model is realized. The advantages and disadvantages of the methods are analyzed.

Keywords: two-dimensional drawing, solid model, graphic primitives, creating and editing, sheet space, floating viewports.

Елена БИДНИЧЕНКО, Анатолий БУХАРИН, Сергей ПИГУР
Николаев

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЕКЦИОННЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

Рассмотрены алгоритмы некоторых способов формирования комплексных чертежей машиностроительных деталей в графической системе AutoCAD. Приведен способ геометрического моделирования проекций модели с использованием команд двумерного моделирования, который является базовым и наиболее распространенным при практическом использовании в конструкторских разработках различных отраслей. Приведен алгоритм конструирования трехмерной модели из стандартных тел. Реализован способ формирования чертежей плавающими видовыми экранами из построенной трехмерной модели. Проанализированы преимущества и недостатки методов.

Ключевые слова: двумерный чертеж, твердотельная модель, графический примитив, создание и редактирование, пространство листа, плавающие видовые экраны.

Стаття надійшла до редколегії 12.03.2018