

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ САД-СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОФІЛЮ

Нині більшість проєктних організацій у своїй діяльності активно використовує САД-системи, необхідні для вирішення різних завдань проєктування і конструювання. У зв'язку з цим сьогодні пропонується велика кількість різних програмних продуктів, спрямованих на скорочення термінів розроблення нових виробів, зменшення собівартості та підвищення якості продукції. Прикладами таких програм є: AutoCAD, PTC Creo, SolidWorks, Компас-3D, САТІА та інші.

Особливу увагу вивченню можливостей САД-систем слід приділяти під час підготовки майбутніх фахівців у галузі транспорту, майстрів виробничого навчання, викладачів загальнотехнічних і спеціальних дисциплін. Ці САД-системи дають можливість не тільки більш швидко і якісно виконувати креслення (що більш актуально для виробництва), а й дають змогу створювати динамічні тривимірні моделі, які, виступаючи в ролі наочності, сприяють кращому розумінню геометрії деталей, розвитку просторового та технічного мислення студентів. Окрім того, комп'ютерні 3D-моделі, створені за допомогою САД-систем в умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, сьогодні займають провідні позиції серед наочних навчальних посібників.

У статті розкриваються особливості САД-системи Компас-3D і можливості її використання в освітньому процесі; пропонується методика використання САД-системи Компас-3D для створення динамічних 3D-моделей під час вивчення дисципліни «Основи конструкторської графіки» студентами спеціальності Професійна освіта (Транспорт). Описуються основні етапи розроблення параметричних моделей за допомогою Компас-3D і висвітлюються її недоліки і переваги під час створення параметричних моделей. Показано технологію формування складальних конструкцій в Компас-3D та етапи залучення студентів до проєктно-конструкторської діяльності.

Ключові слова: САД-системи, Компас-3D, динамічні 3D-моделі, інформаційно-комунікаційні технології, навчальний процес педагогічного ЗВО, професійна підготовка педагогів професійного навчання, конструкторська графіка, складальне креслення, наочність.

Сьогодні є велика кількість різних програмних продуктів (систем автоматизованого проєктування, САД-систем), спрямованих на скорочення термінів розроблення нових виробів, зменшення їхньої собівартості та підвищення якості продукції. Найвідоміші з них: AutoCAD, PTC Creo, SolidWorks, Компас-3D, САТІА. Більшість із них призначена для оптимізації й інтенсифікації виробничих процесів промислових підприємств різних галузей і видів діяльності й активно ними використовується. Це, зі свого боку, вимагає від закладів вищої освіти, які займаються підготовкою інженерних кадрів, а також інженерів-педагогів, інтегрувати ці програмні продукти у навчальний процес, що передбачає розроблення ефективних методик їх використання.

Вивчення науково-педагогічної літератури, праць зарубіжних (А. Бочков, В. Большаков, Ю. Лячек) і вітчизняних (П. Кузьменко, Б. Коваленко, С. Устенко, А. Матковська, В. Тіграсв та інші) науковців, а також наявного стану викладання дисциплін під час підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю показує, що наявна проблема відсутності ефективних методик інтеграції сучасних САД-систем у навчальний процес є актуальною.

Мета статті – розкриття особливостей САД-системи Компас-3D і можливостей її використання в освітньому процесі; розроблення методики використання САД-системи Компас-3D для створення динамічних 3D-моделей.

Компас-3D – програмне забезпечення, розроблене компанією «Аскон», спрямоване на розроблення тривимірних параметричних моделей деталей. Воно дає можливість виконувати робочі креслення, які містять усі необхідні види, розрізи й перерізи. Компас-3D спрямований на розроблення моделей виробів, що включають як типові, так і нестандартні конструкторські елементи.

Компас-3D має низку переваг. Однією з них є асоційований зв'язок моделі з кресленням, тобто під час внесення змін до моделі креслення автоматично перебудовується. Крім того, програмний продукт дає змогу виконувати креслення відповідно до умов ЕСКД [1].

Позитивною рисою Компас-3D є його простий, зрозумілий і зручний інтерфейс, який дає користувачеві змогу легко орієнтуватися в програмі, проте потребує уважної роботи з налаштуванням, оскільки багато дій необхідно підтверджувати кілька разів. Додаток допомагає зберігати документи в таких форматах, як CDW, JPEG, САD, які можливо відкривати і використовувати в інших САПР-оболонках.

Компас-3D здатен виконувати й параметричне моделювання – проєктування з використанням параметрів контролю розмірів і форми моделі. Перевага параметризації полягає в тому, що за короткий термін, змінюючи параметри, розробник може розглянути різні конструкторські схеми та врешті-решт обрати найкращий варіант побудови [2]. Параметрична модель включає в себе геометричну модель, таблицю розмірів і інформацію щодо зв'язків розмірів із зображенням.

Розглянемо методику побудови параметричних моделей у Компас-3D на прикладі розроблення механічної конструкції шестеренчастого насоса, що актуально під час підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю.

Побудову доцільно розпочати з розроблення параметричної моделі корпусу насоса. У загальному випадку побудова тривимірної моделі складається з розроблення основи, додавання й видалення матеріалу, підключення додаткових конструктивних елементів, а також їхніх масивів тощо.

Розроблення моделі починається з виконання ескізу – простої фігури, на підставі якої відбувається побудова об'ємного тіла.

Для проектування моделі корпусу в Компасі, як і для інших компонентів складальної конструкції, доцільно використовувати тип документа – «деталь».

Для формування контуру основної частини деталі корпусу і проектування отворів для з'єднання корпусу з іншими компонентами збірки необхідно на площині ZY виконати два ескізи (рис. 1). Далі створюється тіло корпусу за допомогою основних операцій 3D-моделювання – видавлювання і вирізання відповідно.

Для подачі рідини в насос і задля його правильного функціонування необхідно сформувати бічне кріплення. Для цього виконується ескіз контуру кріплення на площині YX у формі кола, а опція «видавлювання» надає кріпленню об'єм (рис. 2, а).

Для міцного з'єднання корпусу з деталями, необхідними для подачі рідини, створюються прорізи на поверхні бічних кріплень за допомогою опції «додаткова площина», інакше система не зможе правильно виконати операцію вирізання. На створеній додатковій площині щодо площини XY формується ескіз у формі квадрата, далі виконується операція «вирізання по колу», за допомогою чого «матеріал» видаляється з поверхні кріплення.

Потім необхідно утворити канали для подачі рідини в насос. На поверхні кріплень створюється ескіз у вигляді кола, згідно з формою отвору каналу, і використовується функція «вирізати елемент» із кутом нахилу всередину 4 градуси для кращої подачі рідини. У результаті виходить деталь такого вигляду (рис. 2, а).

Виконані дії дають змогу сформувати вхідний отвір для подачі рідини. Тепер, застосовуючи ті ж операції, що й раніше, необхідно спроектувати такий же вихідний канал.

Для симетричного виконання вихідного отвору задля скорочення часу можна використовувати опцію «дзеркальний масив», яка виконає симетрично всі попередньо описані операції.

Для того щоб конструкцію можна було закріпити, необхідно зробити прорізи в підставці. Для цього слід використовувати опцію «отвір», яка дає змогу швидко і зручно виконати проріз для кріплення такими стандартними деталями, як болт, шпилька, гвинт тощо. У результаті отримаємо готову деталь корпусу насоса (рис. 2, б).

Розроблення параметричних моделей інших деталей, що входять до складу шестеренчастого насоса, відбувається аналогічно до наведеної вище методики з урахуванням особливостей їхньої геометричної форми.

Отже, аналізуючи процес параметричного моделювання в Компас-3D, можна підсумувати, що під час розроблення ескізу перше, з чим стикається користувач, – це вибір площини для формування деталі. А далі програма автоматично розташує визначену площину паралельно до екрана, що досить зручно для розробника.

Основний недолік роботи в 2D-області в Компас-3D полягає в тому, що розробнику під час проектування ескізу постійно потрібно дотримуватися стилю використаних ліній, інакше операції з формування тіла деталі неможливо буде виконати. Крім того, програма Компас-3D автоматично не відстежує взаємозв'язок між примітивами, для цього користувачеві доводиться самостійно стежити за цим, або використовувати операцію «відобразити ступені свободи», що вимагає додаткових витрат часу [1].

У процесі використання Компас-3D на заняттях з основ конструкторської графіки було виявлено, що інтерфейс програми добре зрозумілий студентам і не спричиняє труднощів під час роботи з ним. Наприклад,

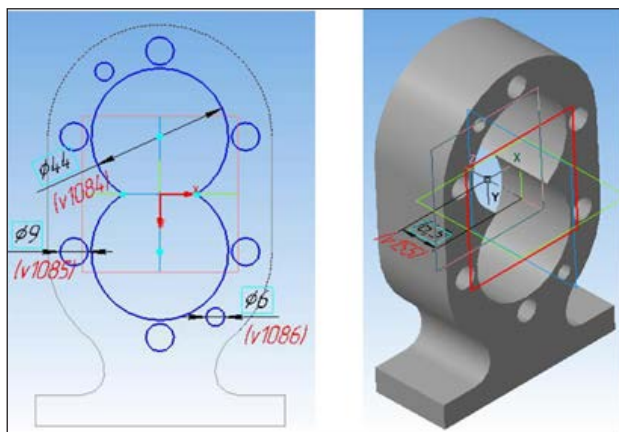


Рис. 1. Розроблення корпусу:
а – ескіз корпусу; б – додаткова площина

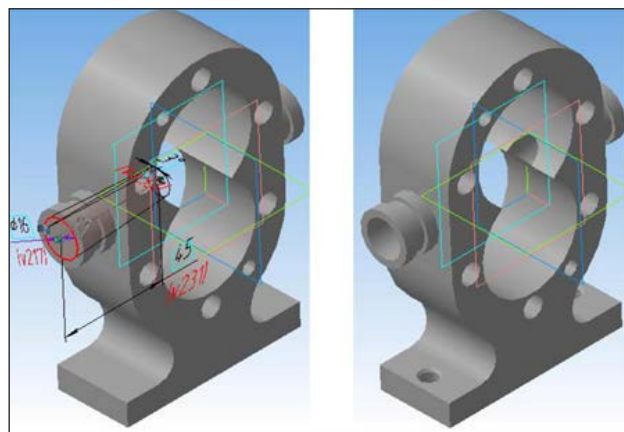


Рис. 2. Корпус:
а – формування каналу; б – готова деталь корпусу

операції вирізання і видавлювання в панелі для проєктування розділені. Під час вибору одного із способів формування програма пропонує різні способи їх виконання: шляхом обертання, кінематики або згідно з перетинами. Також зручність Компас-3D полягає в легкості внесення змін до вже спроектованого об'єкта. Поряд із цими перевагами зазначимо й певні недоліки у функціональних можливостях програми.

Розглянемо технології формування в Компас-3D складальних конструкцій – таких, що складаються з декількох деталей (компонентів збірки). Для їх виконання необхідно скористатися типом документа «збірка». Користувач визначає склад збірки, включаючи в неї нові елементи або видаляючи вже наявні. Компоненти збірки зазвичай записані в окремих файлах, а сама збірка містить тільки посилання на елементи. Такий метод проєктування збірки називається «Знизу-вгору».

Виконання збірки ґрунтується на визначенні взаємного положення деталей, за допомогою параметричних зв'язків між їхніми гранями, ребрами, вершинами. Параметричними зв'язками називають сполучення.

Для виконання збірки в системі Компас-3D переважно використовується панель редагування збірки (рис. 3) і сполучення (рис. 4).



Рис. 3. Панель редагування збірки



Рис. 4. Панель сполучень

Розглянемо методику побудову збірки на прикладі шестеренчастого насоса. У цьому випадку моделювання слід починати з додавання центральної деталі механічної конструкції – корпусу, відповідно до положення якого буде спроектована вся збірка. Для початку проєктування до розробленого раніше файлу можна додати корпус, який розташовано відповідно до центру перетину площин, з фіксацією положення елемента.

Наступним компонентом для збірки є задня кришка насоса. Для правильного її розташування щодо корпусу необхідно співвіднести отвори під кріпильні вироби корпусу з отворами кришки. Для цього слід використовувати вид сполучення «співвісність», яке допомагає співвіднести осі й циліндричні межі деталі. Для розташування кришки щодо корпусу доцільно скористатися одним із видів сполучення, а саме – операцією «збіг».

Використовуючи команду «збіг» між внутрішньою стороною задньої кришки насоса і фронтальною стороною корпусу (рис. 5), можна отримати певне розташування елементів збірки (див. рис. 6). Далі в корпусі слід розташувати основний механізм конструкції. Для цього з файлу можна вставити вже розроблене раніше зубчасте колесо.

Для правильного розташування шестерні й наступного включення її в конструкцію необхідно розташувати отвір шестерні на одному рівні з отвором кришки для проходження валу.

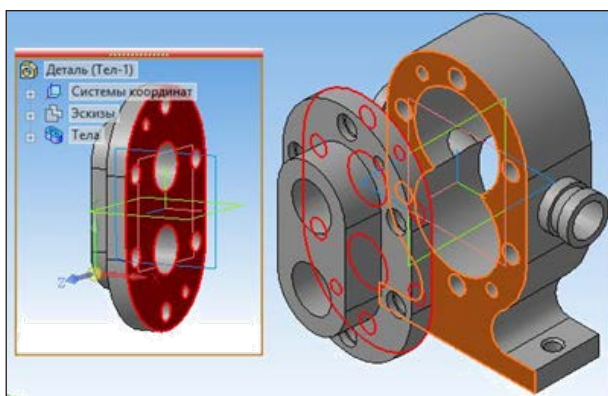


Рис. 5. Застосування операції «збіг»

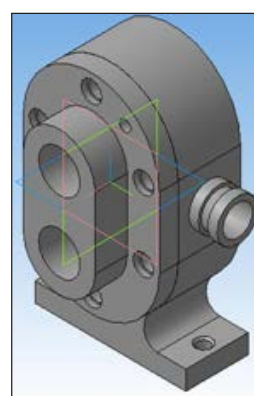


Рис. 6. Розташування елементів збірки

Для цього необхідно скористатися опцією «співвісності», результатом чого є креслення, наведене на рис. 7, а.

Надалі операція «співвісність» використовується переважно для посадки деталей на вал, встановлення кріпильних виробів і центрування різних компонентів.

Для правильного розташування механізму всередині корпусу насоса використовується вид сполучення «збіг», а для розміщення веденої шестерні – «співвісність» і «збіг». Результат цих дій представлено на рис. 7, б.

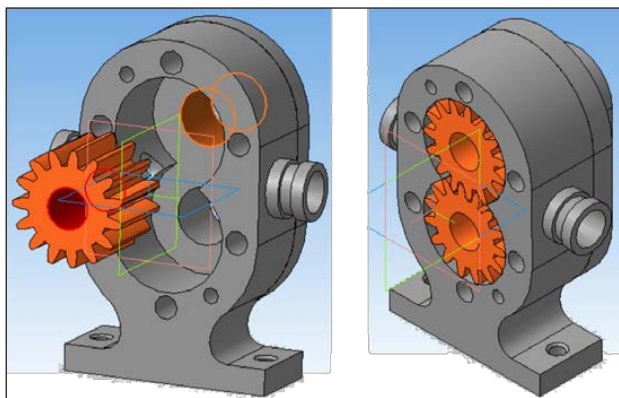


Рис. 7. Збірка шестеренчастого насоса: а – застосування операції «співвісність»; б – результат проектування розташування ведучої і введеної шестерні

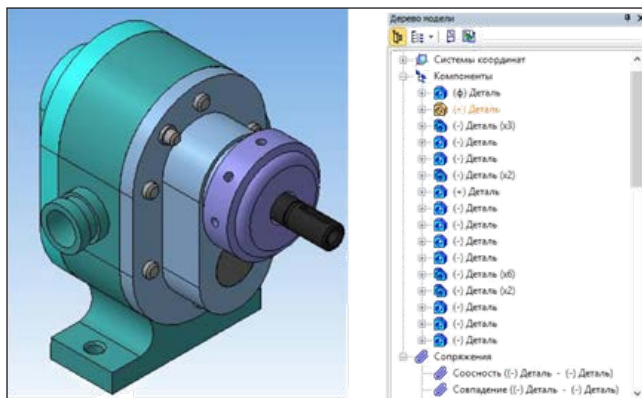


Рис. 8. Складальна конструкція ШН:
а – збірка ШН;
б – дерево моделі збірки ШН

Під час застосування функції «збігу» і «співвісності» до інших компонентів збірки формування складальної конструкції шестеренчастого насоса може бути завершено (рис. 8).

Для більш зручного використання отриманої 3D-моделі як засобу наочності (наприклад, для вивчення студентами будови, конструкції, розроблення інструкцій зі збірки, експлуатації або ремонту цього типу вузлів і механізмів транспортних засобів) складальний вузол зручніше розглядати в розібраному стані і з рознесеними компонентами. Задля цього може бути застосована опція «рознести компоненти» (рис. 9).

Із цією метою в параметрах операції «рознести компоненти» треба вибрати «елемент збірки» і визначити, на яку відстань обрана деталь повинна бути рознесена від обраного об'єкта. Виконавши ці дії для кожної одиниці складальної конструкції, отримаємо шестеренчастий насос у розібраному вигляді (рис. 9).

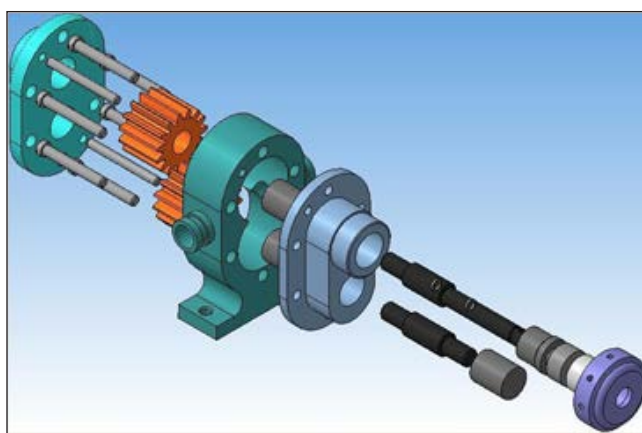


Рис. 9. Шестеренчастий насос у рознесеному вигляді

Під час проведення аналізу на етапах розроблення 3D-моделей у середовищі Компас-3D було виявлено, що майже всі процедури формування деталей відбуваються на належному рівні. Але всі параметричні зв'язки визначаються користувачем самостійно. Це спричинено тим, що програма зберігає створені зв'язки в списку сполучень деталей, що досить незручно, оскільки в цьому випадку не простежуються зв'язки між конкретними елементами. У процесі моделювання користувачеві необхідно також бачити додані компоненти не тільки в зображенні конструкції, але й в дереві моделей. Натомість у Компас-3D усі компоненти мають ім'я «Деталь», що ускладнює пошук потрібного елемента. Окрім того, незручності в системі Компас-3D виникають на етапі формування конструкції в рознесеному вигляді, оскільки користувачеві необхідно самостійно розподіляти компоненти або підзбірки, що є досить трудомістким і нешвидким процесом.

Висновки. Отже, Компас-3D – програмне забезпечення, розроблене компанією «Аскон», призначене для розроблення тривимірних параметричних моделей деталей і дає можливість виконувати їхні робочі креслення, що містять усі необхідні види, розрізи й перерізи. Компас-3D уможливує розроблення моделей як типових, так і нестандартних конструкторських елементів і виробів. Створені за допомогою цієї САПР наочні навчальні посібники (динамічні 3D-моделі) дають можливість ознайомити студентів із явищами, які важко або неможливо відтворити в навчальних умовах, показати процеси, недоступні безпосередньому спостереженню, у статичі, динаміці, у різноманітних проєкціях і навіть у розібраному й роз'єданому станах.

Запропонована нами методика враховує особливості, переваги та недоліки САД-системи Компас-3D і дає змогу ефективно залучати її до навчального процесу педагогічних ЗВО як під час розроблення 3D-моделей, так і під час формування складальних конструкцій студентами на заняттях із «Конструкторської графіки».

Перспективним є дослідження інших САД- і САМ-систем, таких як AutoCAD, PTC Creo, SolidWorks, CATIA, на предмет можливості ефективного їх залучення до навчального процесу під час підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю.

Використана література:

1. Бочков А. Л., Большаков В. П., Лячек Ю. Т. Твердотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo : учебный курс. Санкт-Петербург : Изд-во «Питер», 2015. 480 с.
2. Геометричне моделювання та інформаційні технології : науковий журнал / за ред. С. Устенка. № 1, березень 2016. Миколаїв : МНУ імені В. О. Сухомлинського, 2016. 128 с.
3. Кузьменко П. І. Використання системи автоматизованого проектування на уроках трудового навчання. *Імідж сучасного педагога* : електронне наукове фахове видання. Вип. 10. Полтава : ПОШПО ім. М. В. Остроградського, 2016. С. 27–29.
4. Коваленко Б. Д. Інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посіб. для студ. вузів. Київ : Каравелла, 2008. 511 с.
5. Довідка програмного комплексу Компас-3DV15. URL: <https://support.ascon.ru/library/articles> (дата звернення: 10.11.2019).

References:

1. Bochkov A. L., Bolshakov V. P., Liachek Yu. T. Tverdotelnoe modelirovaniye detalei v SAD-systemakh: AutoCAD, KOMPAS-3D, SolidWorks, Inventor, Creo [Solid parts' modeling into CAD systems: AutoCAD, KOMPAS-3D, SolidWorks, Inventor, Creo] : uchebni kurs. SPb : Yzd-vo «Pyter», 2015. 480 s.
2. Heometrychne modeliuвання ta informatsiini tekhnolohii : naukovyi zhurnal [Geometric modeling and information technology] / za red. S. Ustenka. № 1, berezen 2016. Mykolaiv : MNU imeni V. O. Sukhomlynskooho, 2016. 128 s.
3. Kuzmenko P. I. Vykorystannia systemy avtomatyzovanoho proektuvannia na urokakh trudovoho navchannia [Using computer-aided design in labor training lessons]. *Imidzh suchasnoho pedahoha* : elektronne naukove fakhove vydannia. Vyp. 10. Poltava : POIPPO im. M. V. Ostrohradskooho, 2016. S. 27–29.
4. Kovalenko B. D. Inzhenerna ta kompiuterna hrafika [Engineering and computer graphics] : textbook. Kyiv : Karavella, 2008. 511 s.
5. Dovidka prohramnoho kompleksu Kompas-3DV15 [Compass-3DV15 software help]. URL: <https://support.ascon.ru/library/articles> (last appeal 10.11.2019).

Tsys O. O., Filatov S. V. Methodic of use the CAD systems in the process of vocational preparation engineers-and-pedagogues in transport area of expertise

Nowadays, most project-oriented organizations are actively using the CAD systems that are required for various design and construction tasks. In this regard, a large number of different software are offered today that intended for reducing the time for new product development, decreasing cost and improving product quality. Examples of such programs are: AutoCAD, PTC Creo, SolidWorks, Compass-3D, CATIA and others.

Particular attention should be paid to studying the capabilities of CAD-systems in the preparation of future transport area of expertise, masters of vocational training, general sciences and special subjects' teachers. These CAD-systems allow not only faster and more qualitative execution of drawings (which is more relevant for production), but also to create dynamic 3-D models, which, acting as clarity, contribute to a better understanding of details' geometry, development of students' spatial and technical thinking. In addition, computer-based 3-D models created with CAD systems, thanks to widespread of ICT occupy a leading position among visual aids today.

In article the features of the CAD-system Compass-3D and the possibilities of its use in the educational process are revealed; the methodic of using the Compass-3D CAD system for creating dynamic 3-D models during the study of the Design Graphics by the students of the specialty Professional Education (Transport) is offered. The basic stages of parametric models development using Compass-3D are described and its disadvantages and advantages during creation of parametric models are highlighted. The technology of formation of assembly structures into Compass-3D and the stages of student involvement in design activities are shown.

Key words: CAD-systems, Compass-3D, dynamic 3D-models, information and communication technologies, educational process of pedagogical HEI, professional preparation of vocational training pedagogues, design graphics, assembly drawing, visualization.