

С.П. Вислоух, к.т.н., доц.

О.С. Ланіга, аспір.

Національний технічний університет України «КПІ»

ВИКОРИСТАННЯ 3D-КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Наведено особливості проектування операційної технології механічної обробки деталей на основі використання її 3D-креслення. Для цього запропоновано використовувати модуль CAD/CAM системи, що працює в рамках стандарту STEP.

Вступ. Сучасне виробництво приладів характеризується великою номенклатурою виробів, складністю інженерно-технічних проектів, зростанням наукоємності виробів, скороченням строків морального старіння приладів, тенденцією мінімізації при постійному зростанні функціональності виробів. Тому конкурентоспроможними будуть тільки ті приладобудівні підприємства, в яких дуже добре налагоджені процеси проектування, виробництва, підтримки виробів з властивістю швидко реагувати на зміну умов економічної ситуації і запитів ринку. Підприємства повинні провести кардинальне реформування у сфері управління, спираючись на високотехнологічні, що позитивно зарекомендовані стратегії організації сучасного виробництва. Такою стратегією, прийнятою у даний час в якості міжнародного стандарту, є CALS-технології, тобто безперервна інформаційна підтримка життєвого циклу виробу. Вона є новою та перспективною стратегією підвищення ефективності, продуктивності і рентабельності процесів діяльності підприємства за рахунок впровадження сучасних методів взаємодії всіх його складових. При цьому проектувальник позбавляється рутинної праці, яка пов'язана із пошуком та обробкою необхідної для проектування інформації. Успішність використання такої технології в значній мірі залежить від ефективної роботи її складових частин. Саме тому розробка і вдосконалення найменш формалізованих етапів проектування є відповідальною та складною задачею, яка потребує вирішення. До таких етапів відноситься автоматизоване проектування операційної технології механічної обробки деталей. В системах автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП) початкова інформація, що характеризує форму і розміри поверхонь деталі, для проектування технології їх обробки і розробки керуючих програм для верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) задається проектувальником в

режимі діалогу. Це потребує значних витрат часу та відповідної кваліфікації проєктувальника [1].

Постановка задачі. Все більш популярним при конструюванні виробів та його елементів стає 3D- проєктування, оскільки воно є більш наглядним та дозволяє значно покращити якість проєктування і зменшити його трудоемність. Крім того, використання 3D-креслення деталі для проєктування технологічних процесів її обробки є перспективною і важливою задачею. Тому поставлена задача розробки модуля CAD/CAM системи, що дозволяє в автоматизованому режимі з 3D-креслення деталі отримати початкові дані, необхідні для проєктування технологічних процесів (ТП), а також створену технологію обробки поверхонь деталі передати в автоматизовану систему розробки керуючих програм для верстатів з ЧПК.

Розв'язання поставленої задачі. Можливий алгоритм поєднання 3D-креслення деталі з технологією її виготовлення можна представити у вигляді декількох етапів. Першим етапом є розпізнавання 3D-креслення, тобто розподіл даної моделі на елементарні поверхні. Цей етап є дуже важливим, оскільки на ньому будуть ґрунтуватися всі інші етапи проєктування. Наступним етапом є порівняння 3D-креслення деталі, що обробляється, з 3D-кресленням комплексної деталі, для якої попередньо задається технологія її виготовлення. Дана методика базується на представленні 3D-креслення цих деталей як множин їх геометричних елементів, тобто множин ребер, граней та поверхонь. Виконуючи перетин даних множин можливо знайти елементи, які будуть спільними для обох деталей. Наприклад, нехай N – кількість поверхонь деталі, що обробляється, а M – кількість поверхонь комплексної деталі. При цьому обов'язковими є дві умови: $N \square M$ та $M > N$, тобто комплексна деталь повинна містити всі поверхні деталі, технологія виготовлення якої проєктується. Результатом перетину множин буде третя множина R , яка міститиме всі спільні поверхні для деталі, що обробляється, і комплексної деталі (рис. 1). Крім того, для кожної з цих поверхонь буде встановлено зв'язок із відповідними технологічними операціями їх виготовлення. Третім етапом є визначення технологічного процесу виготовлення заданої деталі. Оскільки для комплексної деталі технологія її виготовлення є узагальненою, то технологія виготовлення конкретної поверхні буде також узагальненою. Для конкретизації технологічних процесів виготовлення поверхонь деталі використовуються додаткові параметри, такі як допуск на обробку, шорсткість поверхні тощо. Ці параметри можуть задаватися або в 3D-кресленні деталі, або окремо.

Описаний алгоритм можливо реалізувати тільки в тому випадку, коли 3D- креслення деталі визначається через певний набір

геометричних елементів, пов'язаних між собою, наприклад, прикладні протоколи комплексу стандартів STEP. Крім того, за допомогою STEP можливо описати, навіть, технологічний процес виготовлення деталі. Також комплекс стандартів STEP задає способи реалізації обміну даними, що представлені у відповідності до повної моделі виробу. Як повна модель виробу, так і способи обміну даними представлені в комп'ютерному вигляді, при чому вони не залежать від програмних і апаратних засобів, що застосовуються учасниками життєвого циклу виробу.

Запропонований модуль ґрунтується на інформаційній моделі деталі, що створена на попередньому етапі технологічного проектування в рамках комплексу стандартів STEP. Ці стандарти рекомендують поєднати в одній інформаційній моделі конструкцію деталі в вигляді сукупності поверхонь, технологію обробки окремих поверхонь та деталі в цілому й керуючі програми обробки на верстатах з числовим програмним керуванням. При цьому використовується поняття «сутність», в даному випадку під якою розуміється поверхня деталі. Кожна сутність володіє атрибутами, які виражають характерні властивості поверхні, що моделюється. Атрибутами сутності будуть як конструкторські параметри (шорсткість, точність, розміри), так і технологічні параметри, такі як вид операції, припуск, режими обробки тощо [3].

Методика проектування за допомогою даного модуля CAD/CAM системи складається з декількох етапів. Спочатку створюється у CAD системі 3D-модель деталі, яка зберігається в обмінному форматі STEP. Далі цей формат зчитується модулем CAD/CAM системи, при цьому автоматично визначаються форма поверхонь деталі (наприклад, циліндрична зовнішня, циліндрична внутрішня, конічна, фасонна тощо). Для кожної із поверхонь із обмінного файлу STEP вибираються її геометричні параметри, дані про матеріал деталі тощо. Додаткові дані, які відсутні в обмінному файлі, наприклад, розміри заготовки, вводяться в модуль проектувальником. Вся допоміжна інформація (наприклад, параметри інструменту або обладнання тощо) міститься в базі даних, а формули для необхідних розрахунків – в базі знань. В модулі передбачено наявність редактора баз даних, за допомогою якого можна переглядати та редагувати їх вміст.

Також в системі задається комплексна деталь, для якої попередньо визначені маршрутна і операційна технології в залежності від точностних параметрів. При цьому таких комплексних деталей може бути декілька, наприклад, для валів – одна, а для втулок – інша. Проектувальник сам вибирає потрібну йому комплексну деталь. Далі

геометрична модель деталі, що проектується, порівнюється з геометричною моделлю комплексної деталі. Результатом такого порівняння буде нова модель деталі, що має спільні поверхні комплексної деталі і деталі, що проектується, та технологію їх обробки без врахування точностних параметрів. Потім система в залежності від заданих точності та шорсткості поверхонь деталі «уточнює» технологічний процес обробки, розраховуються припуски на обробку і міжопераційні розміри, призначаються режими різання тощо. Крім того, проектувальник може переглянути сформовану технологію та, у разі потреби, скорегувати її.

Технологічна інформація із бази даних вибирається за певним запитом в залежності від конкретних параметрів деталі, що обробляється. Вибір різального інструменту із бази даних здійснюється в залежності від методу обробки, матеріалу заготовки, форми поверхні, її характеристик тощо. Наприклад, якщо необхідно вибрати інструмент для токарної обробки циліндричної поверхні із жаростійкої сталі, то система із бази даних інструменту вибере лише прохідні різці із різальною крайкою з відповідного твердого сплаву, геометрія яких буде вибрана в залежності від точності та шорсткості поверхні, що обробляється. Вибір обладнання здійснюється в залежності від методу обробки, розмірів заготовки, споживчої потужності, кількості обертів шпинделя тощо [2].

При вирішенні задачі оптимізації параметрів механічної обробки конкретної поверхні в якості цільової функції використовується міра продуктивності або міра собівартості операції, а в якості обмежень – обмеження за різальними властивостями інструменту, заданою продуктивністю верстату та заданою шорсткістю поверхні. При цьому враховуються такі фактори, що враховують можливість виробничого обладнання, продуктивність обробки, точність та істкість поверхні, що обробляється. Для визначення припусків на обробку, режимів різання, вирішення задачі оптимізації параметрів механічної обробки та інших розрахунків використовуються «штатні» алгоритми, які «зашиті» в самому модулі. Проте передбачається можливість підключення додаткових процедур користувача, тобто проектувальник може самостійно розробити, наприклад, процедуру розрахунку режимів різання, а потім включити її в модуль. При цьому система буде ігнорувати стандартну процедуру розрахунків режимів різання, а використовувати процедуру користувача.

Оскільки в сучасному виробництві операційна технологія нероздільно пов'язана з етапом розробки керуючих програм для

верстатів з ЧПК, то для кожної з поверхонь деталі, що проектується, створюється керуюча програма. Крім того, керуючі програми для обробки поверхонь деталі можуть бути закладені в комплексній деталі з використанням STEP-синтаксису і вибиратися разом з технологічним процесом. Ці керуючі програми будуть інтерпретовані на мову конкретної системи автоматизованого програмування (САП) для подальшого корегування та переведення в коди конкретної системи ЧПК.

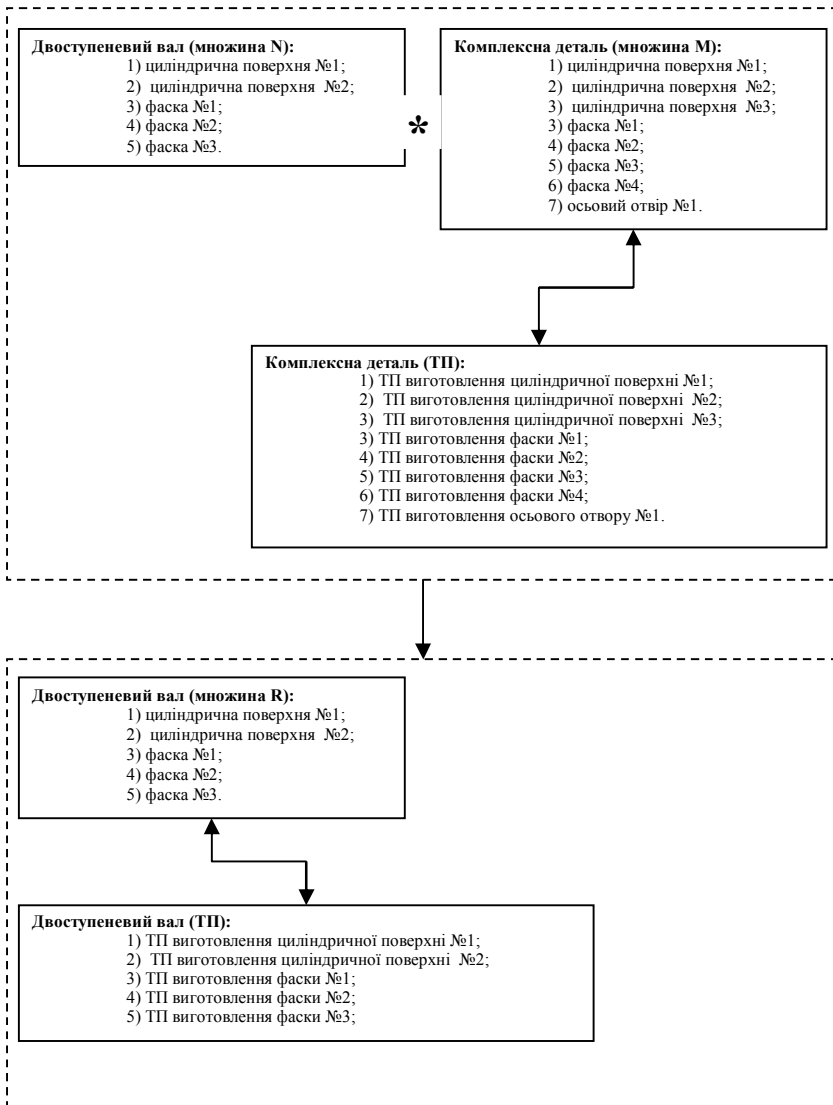


Рис. 1. Схема отримання ТП обробки деталі методом порівняння

Таким чином отримується інформаційна модель деталі, що містить всі необхідні для її виробництва дані, які є взаємозв'язаними так, що зміна одних призведе до зміни інших. Це дозволить уникнути помилок безпосередньо при виробництві деталі. Отже, результатом роботи запропонованого модуля будуть технологічна документація та файл даних з керуючими програмами для верстатів з ЧПК для кожної з поверхонь деталей. При цьому цей файл даних буде лише заготовкою для створення керуючих програм обробки всієї деталі в цілому. Розроблюваний модуль може бути пов'язаних з певною системою автоматизованою програмування. Для їх узгодження використовується проміжний файл даних, у якому містяться необхідна технологічна інформація для роботи САП. При цьому ця інформація записується у вигляді операторів вихідної мови програми САП.

Висновки. Особливістю розробленого модуля, в порівнянні із сучасними модулями САПР ТП, є те, що припуски, режими різання розраховуються, а не вибираються із баз даних. Враховуючи те, що більшість баз даних містять загальну і застарілу табличну інформацію, яка розрахована на універсальне обладнання, а не на верстати з ЧПК, запропонований підхід розрахунку й оптимізації режимів механічної обробки дозволяє отримувати дані, що дають можливість підвищити продуктивність процесу обробки, збільшити період стійкості різального інструменту тощо. Перевагою даного модуля є зручність, наочність представлення форми та видів поверхонь, їх параметричне налаштування, точність розрахунків, а також відсутність необхідності виконувати користувачу інформаційний пошук при проектуванні. Крім того, при використанні створюваного модуля підвищується продуктивність праці технологів за рахунок зменшення часу на пошук потрібної інформації та її обробки, знижуються витрати інструментального матеріалу і матеріалу, що обробляється, підвищується точність результатів проектування за рахунок систематизації довідково-нормативної інформації та усуненню суб'єктивних факторів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Ланіга О.С., Вислоух С.П.* Сучасні тенденції розробки систем автоматизованого проектування операційної технології // Нові технології : науковий вісник КУЕІТУ. – Кременчук : КУЕІТУ. – Вип. № 1 (23), 2009. – С. 139–142.
2. *Антонюк В.С., Вислоух С.П., Ланіга О.С.* Автоматизоване проектування операційної технології обробки типових поверхонь деталей // Резание и инструмент в

технологических системах : междунар. науч.-техн. сб. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2009. – Вып. 77. – С. 3–7.

3. *Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М.* Системы числового программного управления : учеб. пособие. – М. : Логос, 2005. – 296 с.

ВИСЛОУХ Сергій Петрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри виробництва приладів Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:

- математичне моделювання і оптимізація технологічних параметрів і систем;
- автоматизоване проектування технологічних процесів.

ЛАПІГА Олександр Сергійович – аспірант кафедри виробництва приладів Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:

- автоматизоване проектування технологічних процесів.

Подано 17.08.2011