

ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ

УДК 658.512.2.012:681.3.069.001(47.31)

¹В.П. Бабак, д-р техн. наук²П.М. Павленко, канд. техн. наук³П.О. Руденко, канд. техн. наук**МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ
ВИРОБНИЦТВА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**^{1,2} Інститут інформаційно-діагностичних систем НАУ, e-mail: petrprav@nau.edu.ua³ Чернігівський державний інститут економіки і управління, e-mail: rector@geci.cn.ua

Проведено аналіз методів автоматизації технічної підготовки виробництва, які базуються на сучасних інформаційних технологіях. Запропоновано підходи до вирішення проблем технічної підготовки виробництва.

Вступ

Автоматизація інженерних задач – один з основних напрямів підвищення продуктивності у сфері підготовки виробництва промислових підприємств.

Для конструювання спеціального устаткування і засобів технологічного оснащення на основі об'ємного моделювання, розробки креслярської документації, підготовки керуючих програм для устаткування з числовим програмним керуванням (ЧПК) використовується цілий спектр CAD/CAM-систем, які дозволяють виконати аналіз і оптимізацію проектних рішень. Ці CAD/CAM-системи широко застосовують у всіх галузях промисловості, і за останнє десятиліття в нашій країні накопичений досить великий досвід їхнього використання.

Однак в умовах жорстких вимог ринку до скорочення термінів проектування і підготовки виробництва, до підвищення якості виробів потрібний вихід на новий рівень комп'ютеризації, пов'язаний із застосуванням CALS-методології, суть якої полягає в забезпеченні безперервної інформаційної підтримки користувачів на всіх етапах життєвого циклу виробу (ЖЦВ).

**Аналіз впровадження
інформаційних технологій**

Аналіз проведених досліджень використання CAD/CAM/CAE/PDM-технологій у нашій країні за останні десять років показав:

– більшість підприємств усвідомила новаторську роль об'ємного моделювання під час проектування і підготовки виробництва нових виробів, що відповідають сучасним споживчим властивостям [1];

– зросла вагомість методичного багажу цифрових моделей і твердотільного параметричного

моделювання під час проектування складних виробів (великих збірок) з використанням CAD-систем [1; 2];

– чисельність впроваджень тривимірних CAD/CAM-систем підготовки технологій для верстатів із ЧПК постійно зростає [3];

– технології розробки прототипів впроваджені в промислову експлуатацію російських і українських підприємств [4];

– критерії вибору CAD/CAM-систем визначено залежно від розв'язуваних задач.

Певні позитивні тенденції з'явилися в сфері вищої освіти стосовно наукової діяльності і викладання дисциплін з використанням технологій CAD/CAM/CAE/PDM-систем.

Постановка завдання

Стратегічне розв'язання задачі переходу до CALS-технологій потребує застосування інтегрованих рішень за такими напрямками:

– наскрізна комп'ютеризація всього спектра інженерних задач у проектуванні та підготовці виробництва з вибором базових CAD/CAM/CAE-систем і підтримкою необхідних форматів даних для обміну конструкторською і технологічною інформацією;

– організація єдиної бази даних проекту для підтримки всіх етапів ЖЦВ, комп'ютеризація керування проектуванням і підготовкою виробництва на основі застосування PDM-систем;

– кооперація підприємств під час роботи над проектом;

– оперативний обмін конструкторсько-технологічною інформацією між замовником і виконавцем з використанням спеціальних засобів, колективне прийняття рішень.

Розглянемо основні методи, що забезпечують комплексну автоматизацію технічної підготовки виробництва і створення єдиного інформаційного простору промислових підприємств.

Упровадження сучасних інформаційних систем

Зазвичай навіть невелике підприємство використовує сьогодні декілька CAD/CAM-систем. Далеко не завжди розмаїття застосовуваних систем є виправданим, однак наявність систем різних рівнів залежно від типу і складності проєктованих виробів і розв'язуваних задач є економічно доцільним.

Технології CAD/CAM-систем дуже динамічні, тому складно провести об'єктивний аналіз декількох систем одному чи групі фахівців підприємства, що вибирає систему. У цілому кількість прикладів успішного використання різних CAD/CAM-систем постійно зростає, і у фахівців з'являється все більше можливостей уявити об'єктивну картину цього ринку.

CAD/CAM/CAE-системи – це один із ключових інструментів у технічній підготовці виробництва.

Аналізуючи роботу багатьох великих і малих підприємств, можна стверджувати, що найбільше поширення в найближчі роки одержать системи аналізу технологічних процесів, такі як Moldflow для лиття пластмас, MSC.Superforge для кування і штампування, MSC.Autoforge для листового штампування та ін. [2].

Спільне використання контрольно-вимірвальних машин і CAD/CAM-систем є також великим резервом для поліпшення якості виробів і застосування технологій зворотного проєктування (Revers Engineering) [3]. Постійно зростає інтерес до технологій швидкого виготовлення натурних зразків (Rapid Prototyping, Rapid Tooling), в яких CAD-моделі є вхідною інформацією [4].

Комп'ютерні технології дозволяють створити по суті віртуальні цехи і виконати моделювання процесів виготовлення виробів. На жаль, у реальних цехах немає сучасних верстатів чи використовують верстати з застарілими ЧПК, що не дозволяє зробити продукцію такої якості й у такі терміни, як планувалося.

Звичайно, багато питань є ще новими для дуже великої кількості керівників і інженерів, але сформувався певне коло фахівців, що можуть передавати свої знання іншим, одночасно ставлячи перед собою нові завдання з комп'ютеризації служб технічної підготовки виробництва.

Однією з таких задач є інтеграція всіх даних, одержуваних за допомогою різних систем. У країнах, де частка конструкторського проєктування з використанням CAD-систем дуже значна, фахівцями, спеціалізованими фірмами у рамках великих проєктів виконується великий обсяг робіт з перетворення форматів даних, лікування моделей.

Однак відпрацьовування інформаційної взаємодії різних систем з використанням нейтральних форматів чи прямих інтерфейсів – тільки частина вирішення цієї проблеми.

Великі труднощі викликає інтеграція всієї інформації (результатів діяльності всіх фахівців) щодо забезпечення можливості її багаторазового використання.

На практиці, як і раніше, всю інформацію виводять на паперові носії, хоча з часів випуску книги В.М. Глушкова, присвяченої безпаперовим технологіям, пройшли вже десятиліття. Це пояснюється не тільки змістом наших застарілих державних стандартів, але і неготовністю учасників процесу прийняти інформацію в електронному вигляді, неготовністю вітчизняних служб технічної документації керувати електронними архівами тощо. Вирішення цієї проблеми творці CALS-технологій бачать у застосуванні PDM-систем.

Інформаційна інтеграція автоматизованих систем

Інформація, що створюється на етапі технічної підготовки виробництва, займає велику частину загальної інформації життєвого циклу виробу, до якої належать:

- інформація конструкторських проєктів виробів основного виробництва і конструкторських проєктів оснащення для виготовлення цих виробів;
 - інформація технологічних процесів виготовлення виробів і технологічних процесів виготовлення оснащення;
 - інформація про стандартні вироби і матеріали.
- Ця інформація формується в різних системах користувачів різними методами.

Цілями впровадження PDM-системи є:

- прискорення процесів проєктування за рахунок рівнобіжного виконання робіт і електронного обміну даними між фахівцями в єдиному інформаційному просторі;
- підвищення якості і вірогідності інформації за рахунок прозорості системи і взаємоконтролю учасників процесів проєктування;
- збереження інформації в електронному вигляді;
- прискорене передавання досвіду проєктування молодим фахівцям;
- підготовка інформації і кадрів до впровадження CALS-технологій.

PDM-система організує єдиний інформаційний простір підприємства, забезпечуючи приймання інформації від різних систем проєктування, підтримуючи автоматично механізм ведення версій інформації і документів та ін.

Ті, хто реально зайняті сьогодні такими проектами, вирішують надзвичайно складні завдання, не тільки технічні та організаційні, але і соціальні: формування нового класу фахівців, що будуть використовувати колективні технології роботи в середовищі єдиного інформаційного простору.

Як базову PDM-систему, що використовується в авіаційній, машинобудівній та інших галузях промислово розвинутих країн світу, доцільно застосовувати PDM-систему SmarTeam (IBM/Dassault Systemes).

PDM-система SmarTeam інтегрована практично з усіма закордонними CAD-системами, що використовуються сьогодні в Україні. Але в будь-якому випадку не заперечуються вітчизняні системи, документи і моделі яких включаються в життєвий цикл інформації. SmarTeam інтегрується також з усіма програмами Microsoft Office.

Розповсюджені системи проектування технологічних процесів можна розділити на два класи:

- універсальні;
- спеціалізовані.

Універсальні системи зазвичай являють собою спеціалізовані редактори, що дозволяють формувати технологічну документацію. У міру розвитку ці системи поповнюються базами даних, програмами розрахунків ряду технологічних параметрів. Однак рівень автоматизації проектування в таких системах є низьким – усі рішення, пов'язані з проектуванням структури технологічного процесу, приймає технолог.

Спеціалізовані системи, такі, як системи автоматичного проектування технологічних процесів (САПР ТП), орієнтовані на визначені класи деталей. Високий ступінь автоматизації досягається за рахунок використання алгоритмів проектування, що відображають знання технологічних наук і досвід експертів-технологів, які беруть участь у розробці систем. Задовільних промислових результатів з інтеграції САПР ТП і CAD-систем на основі тривимірних моделей, за нашими відомостями, поки не отримано внаслідок різних підходів до геометричного опису виробів у цих системах, хоча такі дослідження проводяться в ряді технічних університетів України, а також за кордоном, наприклад, у рамках розвитку стандарту STEP. Адаптація до умов підприємства і розвиток спеціалізованих САПР ТП вимагає значних виробничих витрат. Загальноприйнятим є те, що більшість існуючих систем розроблялися як автономні. Унаслідок цього при інтеграції їх з іншими системами необхідні серйозні доробки з залученням висококваліфікованих програмістів.

Принциповою відмінністю підходу до проектування технологічних процесів у SmarTeam є те, що технологи працюють в єдиному інформаційному середовищі з конструкторами та іншими фахівцями, інформація яких також використовується під час проектування технологічних процесів. PDM-система SmarTeam забезпечує приймання інформації, створеної на різних етапах ЖЦВ. Причому введення інформації може виконуватися або в системах проектування, або в самій SmarTeam.

Збереження інформації здійснюється в базі даних відомих систем керування базами даних (СКБД), наприклад, Oracle, InterBase, MS/SQL.

Використання інформації здійснюється під час конструкторсько-технологічного проектування, обробки інформації служби маркетингу системи якості і керування виробництвом. Наприклад, користувачі SAP R/3 можуть брати дані безпосередньо з бази системи SmarTeam. Віддалений доступ до бази даних системи SmarTeam здійснюється за допомогою підсистеми SmarWeb.

Наявність загальної бази даних про виріб дозволяє організувати процес рівнобіжного проектування, при якому кожний наступний етап може бути розпочатий ще до того, як буде закінчений попередній. Це істотно впливає на загальний час конструкторсько-технологічного проектування.

До складу системи SmarTeam належать:

- вихідні структури баз даних, що забезпечують вирішення типових задач конструкторського і технологічного проектування, у т. ч. з використанням CAD-систем і з урахуванням вимог стандартів ЄСКД і ЄСТД;
- програми формування текстових конструкторських і технологічних документів;
- методичні матеріали (рекомендації, інструкції).

Прості засоби створення структур баз даних і екранних форм подання інформації під час розв'язування завдання без використання мов програмування дозволяють легко адаптувати системи SmarTeam до будь-яких умов підприємства. Користувачі можуть створити бази даних стандартних і типових деталей, використовуваних матеріалів, сховищ оснащення і всі інші, необхідні для вирішення їхніх завдань. Створення нових чи включення в систему раніше створених програм виконується з використанням API-інтерфейсу з залученням програмістів.

Дуже важливою і актуальною є задача організації електронних архівів різних типів документів. Найчастіше під терміном "електронний архів" розуміють набір файлів відсканованих конструкторських чи технологічних документів без-

відносно виробів і проектів, тобто як повна аналогія “паперовим” архівам. У системі SmarTeam існує можливість створювати не тільки базу даних документів в електронному вигляді, отриманих як із систем проектування, так і зі сканера, але і дійсні електронні архіви, в яких відслідковуються всі етапи експлуатації документів під час виготовлення, ремонту і утилізації виробів.

PDM-система SmarTeam дає можливість керівникам підрозділів працювати в єдиному інформаційному середовищі разом зі своїми фахівцями. Для цього існують спеціальні функції, такі, як RedLining – використання “червоного олівця” для внесення зауважень під час перевірки результатів діяльності своїх підлеглих.

За допомогою підсистеми WorkFlow Manager керівники можуть контролювати і керувати потоками робіт (діловими процесами).

Крім того, у розпорядженні керівника є всі можливості пошуку і перегляду всієї інформації з проектів.

Швидке одержання відповідей на запитання, які документи повинні бути зроблені до зазначеної дати, але не зроблені, де знаходиться даний документ, дозволяють вчасно і правильно приймати рішення щодо планування робіт і керування своїми підрозділами.

Отже, застосування PDM-системи є одним з ефективних засобів вирішення проблеми інформаційної інтеграції завдань технічної підготовки виробництва.

Управління розподіленою роботою

Застосування CAD/CAM/CAE/PDM-систем не тільки забезпечує підприємства сучасними ефективними засобами, але й сприяє виникненню нових ефективних форм їхнього кооперування.

Так, з початку дев'яностих років двадцятого століття у світі розробляється методологія створення і функціонування віртуальних підприємств. Більш високий потенціал віртуальних підприємств у порівнянні зі звичайними формами кооперації полягає насамперед у високому рівні організаційної гнучкості, що дозволяє швидше реагувати на швидкоплинні умови ринку.

На сьогоднішньому етапі зарубіжний досвід використання ефективних форм кооперації дуже важливий для вітчизняних підприємств. Реструктуризація промислового виробництва в Україні супроводжується такими процесами, як сегментація чи розформування великих підприємств, поява великої кількості малих фірм, що спеціалізуються на виготовленні окремих видів продукції чи наданні послуг. У цих умовах ефективно організована кооперація малих і середніх підпри-

ємств може скласти серйозну конкуренцію великим фірмам з відомими іменами.

Більшою мірою такі технології використовуються під час виконання проектно-конструкторських робіт і виготовлення дослідних зразків виробів, де Інтернет і CAD-технології дозволяють об'єднати кращих у своїх класах фахівців і спростити їхню взаємодію.

Однак прогрес йде швидко і на підприємствах, що випускають серійну продукцію, де також ставляться завдання про перехід на нові технології взаємодій з проектними конструкторськими бюро і субпідрядниками, зайнятими виробництвом комплектуючих деталей чи технологічного оснащення.

Однією із сфер, де успішно може бути використаний даний підхід, є виготовлення виробів із пластмас, легких сплавів, гуми і т.п. Такі вироби і деталі широко застосовуються в самих різних галузях промисловості, включаючи автомобільну, аерокосмічну, оборонну, комп'ютерну, електронну, телекомунікаційну, медичну.

Випуск даних видів виробів вимагає використання складного формотворного інструменту і розвинуте інструментальне виробництво.

Для реалізації розподіленої роботи зручною в освоєнні є спеціалізована система QwickCont, яка розроблена за участю інженерного центру Національного авіаційного університету.

Ця система призначена для попереднього проектування й оцінки ескізного проекту з організацією діалогу замовника і виконавця через засоби Інтернету.

Система QwickCont має такі можливості:

- перегляд і анотування геометричних моделей різних CAD-систем, проставлення розмірів на проектних даних;
- автоматичне створення формотворних поверхонь оснащення для численних напрямів рознімання оснащення без необхідності лікування моделей, анімація формотворних рухів оснащення з динамічним показом перетинів моделі;
- аналіз кутів нахилу поверхонь для виявлення можливих піднутрень;
- розрахунок об'єму, площі і проєціювання площини поверхонь деталі для визначення зусилля замикання;
- математичне порівняння моделей з метою виявлення геометричних розбіжностей їхніх версій, визначення як нових елементів моделі, так і навіть незначних модифікацій існуючих, позначення цих розбіжностей і документування змін;
- організація колективної роботи користувачів над проектом через Інтернет у режимі реального часу зі збереженням протоколу обговорення проекту.

Система QwickCont є автономною системою, приймає моделі у форматах PFM і IGES, не вимагає знання CAD-систем.

Отже, система QwickCont орієнтована як на користувачів усіх тривимірних CAD, що використовуються в Україні, так і на не користувачів, наприклад, керівників проектів.

Висновки

Розглянуті методи автоматизації технічної підготовки виробництва є найважливішими технічними передумовами для ефективної кооперації та інтеграції вітчизняних підприємств.

Ураховуючи зазначені тенденції використання нових форм організації роботи, наприклад, у вигляді віртуальних підприємств, розроблювачі CAD/CAM/PDM-систем приділяють під час планування нових версій все більшу увагу комунікаційним технологіям.

Автоматизація інженерних задач підготовки виробництва дозволяє промисловим підприємствам

України реально вийти на рівень сучасних комп'ютеризованих виробництв, що працюють ефективно, оперативнo й якісно. Для цього потрібно вирішувати фінансові, організаційні, освітні та інші проблеми.

Список літератури

1. *Бабак В.П., Павленко П.Н., Пикула С.И.* Комплексная автоматизация технической подготовки производства // Вісн. КМУЦА. – 1999. – №2. – С. 92–95.
2. *Норенков И.П., Кузьмик П.К.* Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 320 с. – <http://itc.ua>.
3. *Левин А.И., Судов Е.В.* Концепция внедрения ИПИ в промышленности Российской Федерации. – М.: 2001. – 30 с.
4. *Зленко М.* Технология быстрого прототипирования – послойный синтез физической модели на основе 3D-CAD-модели // CAD/CAM/CAE Observer. – №2(11). – 9 с. – 2003.

Стаття надійшла до редакції 14.06.04.

В.П. Бабак, П.Н. Павленко, П.А. Руденко

Методы и технологии автоматизации технической подготовки производства промышленных предприятий

Проведен анализ методов автоматизации технической подготовки производства, основанных на современных информационных технологиях. Предложены подходы к решению проблем технической подготовки производства.

V.P. Babak, P.N. Pavlenko, P.A. Rudenko

Methods and technologies of automation of technical training of manufacture of the industrial enterprises

The analysis of methods of automation of technical training of manufacture based on modern information technologies is carried out. The approaches to the decision of problems of technical training of manufacture are offered.