

УДК 004.94

Цейко А.В., асп., Заболотний О.В., к.т.н., доц., Рудь В.Д., д.т.н., проф.

Луцький національний технічний університет

ПРОЕКТУВАННЯ РТК ЗА ДОПОМОГОЮ CAD/CAM/CAE СИСТЕМ ЯК ВИРІШЕННЯ СКЛАДНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ЗАДАЧІ

Метою роботи є аналіз перспектив розвитку та застосування технологічних комплексів, а також доцільності застосування продуктів САПР при їх виготовленні.

Технологічний комплекс, САПР, CAD/CAM/CAE – системи, моделювання, виробництво, промисловий робот, автоматизоване технологічне устаткування.

Оскільки Україна взяла курс на євроінтеграцію, то пріоритетними напрямками стратегічного, політичного, соціального та економічного партнерства є країни Євросоюзу та НАТО. Відповідно, розвиток та конкурентоспроможність української економіки повинні бути на рівні найбільш розвинутих країн світу, що не відповідає дійсності.

Ефективність національної економіки в розвинутих країнах світу базується на наукоємних технологіях, так званих “високих технологіях”. За останні роки позиції галузей високих технологій в Україні зазнали активного наступу з боку сировинних енергомістких галузей, частка яких у валовому національному продукті, а, отже, і в енергомісткості одиниці валового національного продукту, значно зросли. Енергомісткість одиниці національного продукту у нас у декілька разів перевищує європейський і міжнародний рівні, що призводить до постійного дефіциту бюджету країни. Тому потрібно зробити структурну перебудову економіки, надавши пріоритет технологіям, що споживають мінімальну кількість сировини та електроенергії, щоб забезпечити конкурентоздатність виробів.

Також одним із основних критеріїв розвитку є рівень технологій, що використовується у всіх сферах суспільства. В свою чергу розвиток технології залежить від розвитку виробництва, як безпосередньо так і опосередковано, оскільки технології є основою виробництва.

Підприємства приладобудівної і радіоелектронної галузей України становлять 76 % загальної кількості машинобудівних підприємств. Ці галузі на сучасному етапі і в перспективі потребують повної заміни оснащення, підвищення якості і надійності. Крім цього, згідно з економічною програмою розвитку України пріоритетними напрямками визначені авіаційна, суднобудівна та космічна галузі. Їх розвиток може бути забезпечений кооперацією з радіоелектронною галуззю і прикладними науками. У зв'язку з тим, що підприємства України в колишньому СРСР займали провідне місце в галузі мікроелектроніки, їх виробничий і кадровий потенціал можуть забезпечити ефективний розвиток радіоелектронної і приладобудівної галузей в Україні.

Тому однією з важливих задач, що стають перед економікою України, є розробка та впровадження нових, сучасних технологічних комплексів (ТК) з метою підвищення ефективності виробничих процесів. Вона має розв'язуватися з використанням засобів обчислювальної техніки й повинна бути спрямована на оптимізацію як конструкції, так і режимів експлуатації, зниження трудових та енергетичних витрат, економію сировини та природних ресурсів, а також зменшення та запобігання забруднення довкілля.

Шлях ефективного вирішення цієї проблеми – це комплексна автоматизація серійного і дрібносерійного виробництва, створення типових роботизованих технологічних комплексів (РТК) різного призначення, що забезпечують виконання всієї сукупності технологічних операцій з виготовлення виробів. Такі комплекси повинні відповідати наступним вимогам: забезпечувати надійне функціонування при високому рівні автоматизації; охоплювати основні технологічні процеси виробництва електронних засобів; мати можливість спряження між собою і з типовими транспортними системами при різних компоновках автоматизованих ділянок і автоматизованих ліній (АЛ); забезпечувати широку пристосованість до зміни умов виробництва. Створювані РТК повинні забезпечувати можливість вибору такого рівня автоматизації процесів виробництва і керування, який є економічно виправданим в конкретних умовах.

РТК дозволяють комплектувати різні типи автоматизованих ділянок, ліній і ГВС, створювати складні виробничі системи, диференційовані за складом виконуваних операцій, призначенням і рівнем автоматизації виготовлення та керування.

Головна ідея роботизованого технологічного комплексу у тому, що промисловий робот повинен використовуватися разом із певним технологічним устаткуванням, як, наприклад,

прес, металорізний верстат, зварювальна установка, установка для нанесення покриттів тощо., і призначений до виконання однієї або кількох конкретних технологічних операцій. Як наслідок у структурно-компонувальному плані РТК являє собою сукупність автоматизованого технологічного устаткування і промислового робота (роботів), що знаходяться у певному взаємозв'язку.

Використання промислових роботів при створенні технологічних автоматизованих комплексів значно розширює їхні технологічні можливості, підвищує рівень автоматизації, надає їм автономність і гнучкість.

Застосування промислових роботів можна розділити на виконання роботами безпосередньо основних технологічних операцій, і виконання допоміжних операцій із обслуговування основного технологічного устаткування. До перших належить автоматичне виконання роботами процесів зварювання, складання, забарвлення, нанесення покриттів, пайки, проведення контрольних операцій, упаковки, транспортування і складування. До другої категорії належить автоматизація з допомогою роботів процесів механічного оброблення (обслуговування різних металорізальних верстатів, шліфувальних і протяжних верстатів), пресів холодної та гарячої штампування, ковальського і ливарного устаткування, установок для термообробки, і навіть загрузки-розгрузки напівавтоматів дугового зварювання і контактних зварювальних машин, при автоматизації операцій складання.

Роботизовані технологічні комплекси складається з типових елементів (модулів), зокрема:

- модуль спеціального автоматизованого технологічного устаткування, що складає основу РТК, тому що всі інші пристрої і модулі призначені для оснащення (обслуговування) устаткування;

- модулі-пристрої різних видів для спеціального технологічного оснащення РТК (спеціальні пристосування; форсунки для розпилення м'якої рідини, фарби, стисненого повітря та ін.);

- модулі-захвати промислових роботів (ПР) призначені для оснащення "руки" маніпулятора з метою розширення їхніх технологічних можливостей. Захвати можуть бути різного конструктивного виконання – вакуумні, механічні, електромагнітні, комбіновані;

- модулі завантажувальних пристроїв (ЗП) виконують функції накопичення, передавання й орієнтації заготовок і деталей. У якості ЗП використовуються касети, магазини, бункери і координатні столи;

- модулі (вузли) кріплення маніпуляторів ПР до автоматизованого технологічного устаткування (АТУ) можуть бути різного конструктивного виконання і повинні забезпечувати переміщення ПР і маніпулятора за трьома координатами;

- модулі пристроїв контролю і блокування роботи технічних систем РТК. Наявність подібних пристроїв підвищує надійність РТК за рахунок виключення можливих аварійних ситуацій, пов'язаних з поломками і раптовими відмовами;

- модулі систем керування АТУ, ПР і РТК у цілому;

- модулі, що являють собою ПР різного технологічного призначення і конструктивного виконання.

Будь-який РТК – це сукупність описаних вище модулів. Принцип модульності дозволяє шляхом доцільного комбінування уніфікованих модулів створювати структуру необхідного РТК.

Основні етапи робіт з підготовки роботизованого виробництва:

- технологічний аналіз виробу;

- вибір і проектування технологічних процесів;

- проектування і виготовлення засобів технологічного оснащення;

- розробка норм часу;

- монтаж і відладка робо технічних комплексів.

Впровадження типового промислового робота з подальшою ув'язкою з існуючим технологічним обладнанням є складною проблемою. Необхідно враховувати різноманіття станів ремонтного фонду, збирання (або розбирання) і контролепридатність в автоматизованому або роботизованому режимі, а також проаналізувати технологічні можливості існуючих промислових роботів.

Усі технологічні процеси потрібно розділити на два великих класи. Перший клас включає процеси, в яких необхідна обов'язкова орієнтація деталей відносно робочого інструмента або

іншої деталі, а характер їхнього руху підкоряється суворій залежності (механічна обробка, зварювання, збирання та розбирання та ін.). До другого класу належать процеси, при виконанні яких не потрібно високої точності орієнтації деталей:

- забезпечення необхідних швидкостей переміщення;
- мінімальна трудомісткість перепрограмування (переналадки);
- випуск нової продукції, що визначаються системою управління ПР;
- підвищена технологічна надійність ПР, яка повинна бути не нижче за надійність

інших компонентів роботизованого комплексу;

- зручність обслуговування і ремонту в процесі експлуатації;
- можливість установки додаткових засобів оснащення.

Технологічні можливості ПР можуть бути розширені за рахунок процесів, що використовуються для автоматизації, так і спеціальних для ПР:

- мінімальна потреба у виробничій площі;
- мінімальна вартість ПР і оснащення;
- можливості використання ПР у перспективі.

Етапи формування роботизованого технологічного комплексу:

- оцінка міри підготовленості до автоматичного розвантажування;
- пошук допоміжних схем допоміжного оснащення РТК (накопичувально-орієнтуючі і розвантажувальні пристрої, захвати ПР, між операційний транспорт та інше оснащення, пристрій допоміжного управління і контролю);
- створення експериментального РТК і перевірка правильності знайдених рішень;
- проектування і виготовлення оснащення;
- розробка технологічної документації;
- монтажні і налагоджувальні роботи;
- випуск експериментальної партії, оптимізація керуючих програм, добórка оснащення, внесення виправлень у документацію;
- забезпечення обслуговуючого персоналу, передача РТК в експлуатацію;
- авторський нагляд за правильністю експлуатації;
- уточнений розрахунок досягнутої техніко-економічної ефективності нової техніки.

Створення роботизованого технологічного комплексу – складна інженерна і наукова задача, пов'язана з необхідністю оптимізації вибору структури робота та обладнання, основних їх технічних характеристик, а також сполучення робота з обладнанням (за розмірами і кінематикою, за точністю і вантажопідйомністю, за динамічними характеристиками та інформаційними зв'язками).

Проектування об'єктів машинобудування, промислового й цивільного будівництва, радіоелектроніки й радіотехніки вступає в новий етап свого розвитку, коли разом зі зростанням складності проектів мають забезпечуватися скорочення термінів проектування й зменшення числа проектувальників значною мірою за рахунок автоматизації проектування й комп'ютеризації інженерної праці.

Розв'язання поставлених проблем неможливе без глибокого проникнення в фізичну сутність досліджуваних явищ, розробки та вдосконалення відповідних теоретичних положень, впровадження досягнутих результатів у виробництво. Продукти САПР давно та успішно використовуються в багатьох галузях промисловості. Велику роль тут відіграють нові методи моделювання та їх реалізація в системах автоматичного проектування (CAD – Computer Aids Design), автоматичного виробництва (CAM – Computer Aids Manufacturing) і автоматичного інженерного аналізу (CAE – Computer Aids Engineering), що дозволить розв'язувати задачі спеціальних дисциплін.

САПР системи займають особливе місце серед інших програм, оскільки представляють індустріальні технології, безпосередньо спрямовані в найбільш важливі області матеріального виробництва. В даний час загально визнаним фактом є неможливість виготовлення складної продукції без застосування CAD/CAM/CAE - систем. За останні роки САПР - системи пройшли шлях від порівняно простих креслярських додатків до інтегрованих програмних комплексів, які забезпечують єдину підтримку всього циклу розробки, починаючи від ескізного проектування і закінчуючи технологічною підготовкою виробництва, випробуваннями і супроводом. Сучасні CAD/CAM/CAE-системи не тільки дають можливість скоротити термін впровадження нових виробів, а й чинять істотний вплив на технологію виробництва, дозволяючи підвищити якість і надійність продукції (підвищуючи, тим самим, її конкурентоспроможність). Зокрема, шляхом

комп'ютерного моделювання складних виробів проектувальник може зафіксувати нестиківку і економить на вартості виготовлення фізичного прототипу. Навіть для такого відносно нескладного виробу, як телефон, вартість прототипу може становити кілька тисяч доларів, створення моделі двигуна обійдеться в півмільйона доларів, а повномасштабний прототип будь якого технологічного комплексу, буде коштувати вже десятки мільйонів доларів. Також моделювання роботи технологічних комплексів дозволить отримувати оцінки завантаження всіх видів обладнання та виявляти «вузькі місця», що знижують ефективність роботи. Проведення на моделі аналізу різних варіантів їх усунення дозволить розробляти практичні рекомендації, що забезпечують підвищення завантаження технологічного обладнання.

Як приклад можна розглянути проект розробки компанією Shorts Brothers фюзеляжу для літака бізнес-класу Learjet 45 за допомогою сучасних CAD/CAM/CAE-систем. Результати виконання проекту просто вражають. Раніше у створюваних Shorts Brothers фюзеляжах літаків зазвичай налічувалося до 9500 структурних деталей. Подібні проекти могли зажадати більш 440000 людино-днів (до 4-х років для завершення проекту). Фюзеляж Learjet 45 виявився не тільки найбільш складним серед існуючих, а й був розроблений в значно менші терміни (на 40%), ніж його попередники. Крім того, приблизно в 10 разів було покращено якість деталей і складання фюзеляжу, а загальне число деталей скорочено на 60% (при зниженні обсягу основних переробок на 90% порівняно з попередніми проектами). У цілому, компанія Shorts змогла зменшити число компонентів з 9500 до 3700 (на 60%). Повний час на проектування і технологічну підготовку виробництва було скорочено до 125000 людино-днів. Загальний час розробки та технологічної підготовки виробництва до 60000 людино-днів, а весь цикл розробки типового фюзеляжу скоротився з 4-х років до 1,5-2 років.

Отже, курс на євроінтеграцію означає більш високий рівень відкритості та глобалізації у всіх сферах життя країни. Пріоритетні області сучасної світової економіки прогресують все швидшими темпами. На даному етапі розвиток людства знаходиться на стадії постіндустріальної економіки, головну роль в якій відіграють інформаційні технології, комп'ютерні системи, «високі» технології та інноваційні системи на їх основі, інноваційна організація діяльності. Тому сучасні підприємства стикаються з необхідністю створення нових, складних технологічних комплексів. Подолати ці труднощі інженерам допомагають системи автоматичного проектування (CAD), автоматичного виробництва (CAM) і автоматичного інженерного аналізу (CAE), що дозволяє оптимізувати конструкцію та режими експлуатації, знизити трудові та енергетичні витрати, економити сировину та природні ресурси, а також зменшити та запобігти забрудненню довкілля.

1. Сачко Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством // Н.С. Сачко – Новое знание, 2006. – 520 с.
2. Колодницький М.М., Чайковський С.С. Огляд інтегрованих систем автоматизованого проектування для машинобудування. Частина 1. // Вісник ЖІТІ, 1998. – № 7. – С. 219–229.
3. Колодницький М.М., Чайковський С.С. Огляд інтегрованих систем автоматизованого проектування для машинобудування. Частина 2. // Вісник ЖІТІ, 1998. – № 8. – С. 181–190.
4. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів. – Харків: "Компанія Сміт", 2005. – 592 с.
5. Роботизированные технологические комплексы / Г.И. Костюк, О.О. Баранов, И.Г. Левченко, В.А. Фадеев. – Учеб. Посібник. - Харків. Нац. аерокосмічний університет "ХАІ", 2003. – 214 с.
6. Н.П. Меткин, М.С. Лапін, С.А. Клейменов, В.М. Критський. Гибкие производственные системы. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 309с.
7. Гибкие производственные комплексы / под. ред. П.Н.Белянина. – М.: Машинобудування, 1984. – 384 с.
8. Управління робототехнічними системами і гнучкими автоматизованими виробництвами / під. ред. М.М. Макарова. – М.: Радіо і зв'язок, 1981, ч.3 – 156 с.
9. Широков О.Г. Склади в ДПС. – М.: Машинобудування, 1988. – 216 с.
10. Максимов В.Г., Григорова Т.М. Основи розрахунку, проектування та експлуатації технологічного устаткування, АО БАХВА. – 25-27с.