

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МЕТОДОМ СИНТЕЗУ

В роботі розглянуті основи використання методу синтезу для автоматизованого проектування технологічних процесів. Метод синтезу є універсальним методом, призначеним для проектування технологічних процесів на деталі і складальні одиниці для будь-яких виробів. У основі методу синтезу лежать локальні типові рішення. Метод синтезу можна використовувати як під час автоматизованого, так і ручного проектування технологічних процесів механічної обробки. При цьому якість проектування мало залежить від кваліфікації інженера, а визначається вмістом бази знань на основі маршрутів обробки елементарних поверхонь.

Ключові слова: технологічний процес, метод синтезу, маршрут обробки.

Y.V. SAVITSKY
Khmelnitsky National University

DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES BY SYNTHESIS

In the paper the basics of using synthesis method for automated design processes. The method is versatile synthesis method, appointed to design processes for parts and assembly units for all products. In the synthesis method are typical local solutions. The method of synthesis can be used both for automated and manual design with the technological processes of machining. The quality of the design was dependent on the skill of the engineer, as determined by the knowledge base content based on processing routes elementary surfaces.

Keywords: process, method of synthesis, processing route.

Постановка проблеми. Науково технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає ступінь розвитку технології в цілому. Визначним фактором для прискорення технічного процесу є збільшення продуктивності праці, покращення ефективності загального виробництва та якості продукції [1].

Покращення технологічних методів виготовлення продукції стоїть на першому місці у цьому списку. Якість, надійність, довговічність і економічність у експлуатації залежать не тільки від удосконалення конструкції, але і від технології виготовлення. Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечують велику точність і якість поверхонь деталей машин, методів створення робочих поверхонь, які підвищують ресурс роботи деталі і машин в цілому. Ефективне використання сучасних автоматизованих ліній, верстатів з ЧПК, персональних комп'ютерів застосування прогресивних форм організації і економіки технологічних процесів – все це направлено на розв'язання головних задач: підвищення ефективності промисловості і якості продукції, зменшивши при цьому витрати.

Аналіз останніх досліджень. У розв'язанні таких задач приймають активну участь інженери технологічних та конструктивних підрозділів і керівники підприємств. За допомогою використання сучасних технологій [2] та нових методів у проектуванні технологічних процесів показники якості, економічності та надійності можливо підняти на новий рівень, тому використання технологій стоїть на першому місці в машинобудуванні як технологічного процесу (ТП), так і розроблення креслень, або технічної документації. При сучасних виробництвах виробництво паперової документації виходить на інший рівень – цифрової інформації, з використання ПК, який показує більш ефективне використання сучасної техніки для промисловості в цілому.

Виділення невирішеної раніше частини загальної проблеми. Актуальність проблеми автоматизованого проектування технологічних процесів залишається впродовж багатьох десятків років загальноприйнятою формою представлення результатів інтелектуальної діяльності людей і інструментом їх інформаційної взаємодії була паперова документація. Її створенням були зайняті (і зайняті до цього дня) мільйони інженерів, техніків, конструкторів, що служать на промислових підприємствах, в державних установах, комерційних структурах.

З появою комп'ютерів почали створюватися і широко впроваджувалися різноманітні засоби і системи автоматизації випуску паперової документації: системи автоматизованого проектування (САПР) – для виготовлення креслень, специфікацій, технологічної документації; системи автоматизованого управління виробництвом (АСУП) – для створення планів виробництва і звітів про його хід; офісні системи – для підготовки текстових і табличних документів і так далі. Проте до кінця ХХ століття стало ясно, що усі ці досить дорогі засоби не виправдовують надій, що покладаються на них: зрозуміло, деяке підвищення продуктивності праці відбувається, проте не в тих масштабах, які прогнозувалися. Річ у тому, що вони не вирішують проблем інформаційного обміну між різними учасниками життєвого циклу виробу (замовників, розробників, виробників, експлуатаційників і т. д.). При перенесенні даних з однієї автоматизованої системи в іншу потрібно великі витрати праці і часу для повторного кодування, що призводить до численних помилок. Виявилось, що різні системи «Говорять на різних мовах» і погано розуміють один одного.

Більше того, з'ясувалося, що паперова документація і способи представлення інформації на ній обмежують можливості використання сучасних інформаційних технологій. Так, тривимірна модель виробу, що створюється в сучасній САПР, взагалі не може бути адекватно представлена на папері.

В результаті різко знижується ефективність процесів розробки, виробництва, експлуатації, обслуговування, ремонту складних наукомістких виробів (рис. 1).

В ході проектування технологічних процесів у технолога є наступні сфери діяльності:

- оформлення технологічної документації (маршрутні, операційні карти і інші документи). Це не творча робота і може бути повністю автоматизована;

- пошук інформації (пошук інструменту, пристосувань, устаткування, заготовель, припусків, нормативів по режимах різання і нормах часу і так далі). Ця процедура автоматизується на основі використання інформаційно-пошукової системи (ІПС). При використанні ІПС умову пошуку технолог вводить в режимі діалогу. Умови пошуку, які є стабільними, можна зберігати у базі знань;

- стандартні розрахунки (розрахунок припусків, операційних заготовель, режимів різання і т. п.).

Такі розрахунки можна повністю автоматизувати;

- ухвалення складних логічних рішень (вибір структури процесу і операцій, вибір баз і т. д.).

Процес ухвалення таких рішень повністю автоматизувати не вдається.

Виклад основного матеріалу. Сучасна концепція застосування ЕОМ при проектуванні технології ґрунтується на створенні людино-машинних систем, в яких спілкування технолога з ЕОМ відбувається в режимі діалогу, який можливо забезпечити на основі синтезу конструкторської та технологічної інформації.

Метод синтезу є універсальним методом, призначеним для проектування технологічних процесів на деталі і складальні одиниці для будь-яких виробів.

У основі методу лежить положення про те, що процес проектування технологічних процесів є багаторівневим і ітераційним. Найбільш загальні рішення приймаються на першому рівні. Далі відбувається оцінка і відбір отриманих варіантів по якому або критерію. Отримані варіанти беруть участь в ухваленні рішення на другому рівні і так далі. При уточненні раніше прийнятих рішень може виявитися, що ці не можуть бути використані, тому потрібне повернення до попередніх рівнів, тобто виникає зворотний зв'язок, необхідний для здійснення ітераційних процесів.

Переваги методу синтезу:

- метод є універсальним і теоретично дозволяє проектувати технологічні процеси для будь-яких деталей;

- метод орієнтований на використання стратегії "спочатку вшир, а потім у глиб", тобто дозволяє виконувати спрямований пошук і досить швидко проектувати оптимальні технологічні процеси.

Недоліки методу синтезу: метод є складним і тому процес проектування ТП йде достатньо довго.

Чим вище рівень автоматизації, тим складніше налаштувати систему проектування на умови підприємства і складніше її супроводжувати.

У основі методу синтезу лежать локальні типові рішення [3]. Алгоритми побудови САПР на основі методу синтезу істотно відрізняються один від одного. Причини цього полягають в наступному:

1. Процедури розробки (синтезу) технологічних процесів відносяться до розряду тяжко формалізованих.

2. Ряд САПР, побудованих по методу синтезу, орієнтовані на проектування технологічних процесів виготовлення деталей певного класу (наприклад, «тіл обертання»).

3. З метою виключення циклів при розробці технології і забезпечення лінійної стратегії проектування деякі розробники САПР відійшли від класичної схеми проектування технологічних процесів «маршрут – операція – перехід» і так далі.

Реалізація лінійної стратегії проектування методом синтезу в САПР технологічних процесів відбувається наступним чином. Спрощена схема цього методу.

1. Введення опису креслення деталі.
2. Синтез маршрутів (планів) обробки для усіх поверхонь деталі.
3. Синтез принципової схеми технологічного процесу.
4. Синтез маршруту обробки деталі.
5. Синтез складу і структури операцій технологічного процесу.
6. Доопрацювання технологічного процесу (розрахунок режимів різання, нормування).
7. Оформлення документації.

Введення опису креслення деталі і оформлення документації є загальними етапами для усіх методик

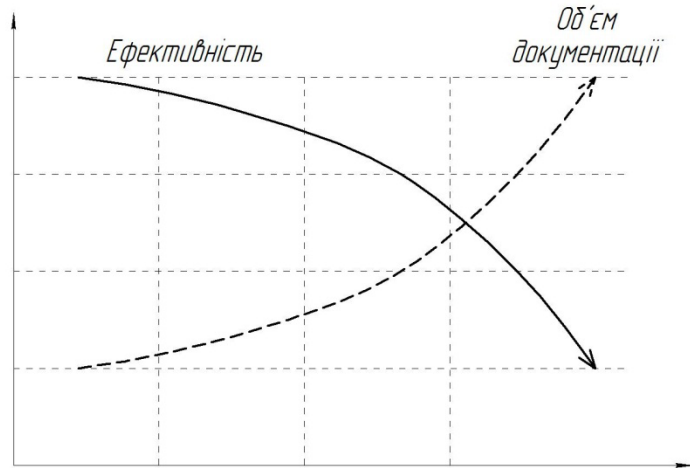


Рис. 1. Об'єми документації і ефективність інженерної діяльності

проектування технологічних процесів в САПР. Вони включені для повноти картини проектування технологічного процесу.

Синтез маршрутів обробки поверхонь. Маршрут обробки поверхні (МОП) – це послідовність методів (видів, переходів одного методу) обробки, необхідних для досягнення потрібних кресленням деталі параметрів поверхні. Такими параметрами є:

- геометричний тип поверхні;
- точність розміру;
- шорсткість;
- вид термообробки і так далі.

Між методами обробки і параметрами поверхні існує зв'язок, що описується функцією

$$M_i : P_i \rightarrow P_{i+1} \quad (1)$$

Тобто поверхня P_i з параметрами нижчої якості перетвориться в поверхню P_{i+1} з параметрами більш високої якості за допомогою методу M_i .

Будь-яка послідовність дуг графа, що приводить з вершини, що характеризує (що характеризують) поверхню заготовлі, у вершину, що відповідає поверхні деталі, представляє варіант МОП (рис. 2).

Кількість можливих методів обробки і МОП дуже велике. На конкретному підприємстві воно обмежується можливостями існуючого устаткування. Це скорочує кількість альтернативних МОП, але проблема (завдання) вибору конкретного МОП для конкретної поверхні залишається.

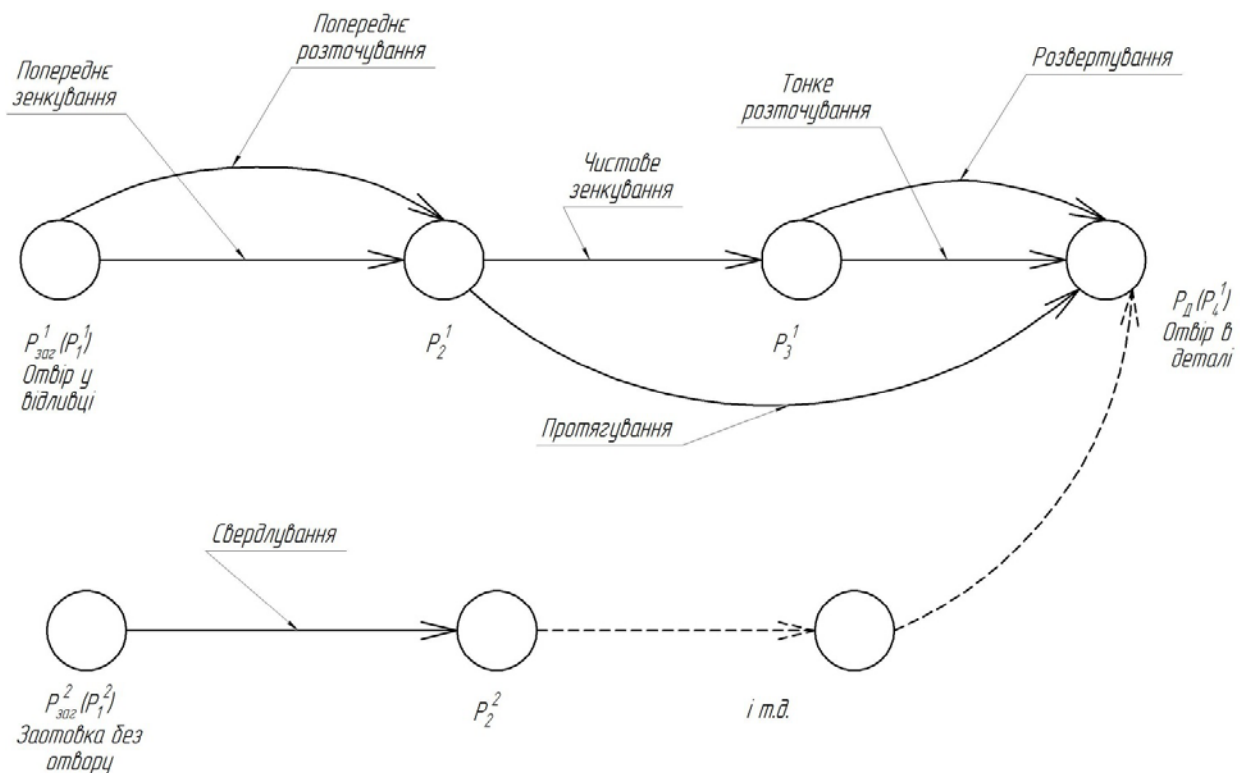


Рис. 2. Представлення варіантів обробки поверхні деталі

Більшість алгоритмів призначення можливих МОП в САПР технологічних процесів будується на основі таблиць відповідностей.

Приклад. Вибір можливих варіантів маршруту обробки торцевої поверхні деталі типу «Тіло обертання».

Можливі маршрути обробки поверхні і таблиця відповідностей для їх вибору показані в таблиці 1 [2].

Примітка: межі діапазонів(13...11; 11...8; 12,5...6,3) входять у відповідний діапазон.

Ліва частина таблиці відповідностей, що означає рядки, є безліччю типових рішень (тут множина МОП).

Верхня частина таблиці відповідностей, що означає стовпці, – умови вибору або застосовності типових рішень(тут МОП) і їх числові значення.

Центральна частина таблиці відповідностей – булева матриця, що означає зв'язки між умовами вибору типових рішень(тут МОП) і самими типовими рішеннями (1 – наявність зв'язку, 0 – відсутність зв'язку).

Маршрути обробки поверхонь деталей типу «тіл обертання» (фрагмент бази даних)

Код МОП	Код методу обробки	Вид обробки	Параметри поверхонь після обробки	
			Квалітет	Ra, мкм
12	100	Чорнове точіння	16	25
	101	Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
13	100	Чорнове точіння	16	25
	101	Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
	102	Чистове точіння	13...11	3,2
14	100	Чорнове точіння	16	25
	101	Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
	102	Чистове точіння	13...11	3,2
	103	Тонке точіння	11...8	1,6
15	100	Чорнове точіння	16	25
	101	Напівчистове точіння	14	12,5...6,3
	502	Напівчистове шліфування	13...11	3,2

При проектуванні технологічного процесу шляхом синтезу конструктивної та технологічної інформації було використано метод представлення знань параметричного синтезу.

Найпростішим способом представлення знань параметричного синтезу є використання продуктивних систем штучного інтелекту. У таких системах знання представляються у вигляді правил продукції, що є аналогами умовного речення природної мови: ЯКЦО <умова>, ТО <дія>

Такі правила будуються на базі словника технічної мови, що містить терміни, і їх умовні позначення (ідентифікатори). Як дії використовуються обрахунки за формулами, вибір даних з багаторівневих таблиць, які можуть містити як константи, так і формули, вибір інформації з баз даних, генерацію графічних зображенні і так далі.

Проектування нового ТП з її допомогою займає лічені хвилини. Технологів за допомогою простого інтерфейсу необхідно описати деталь, а потім спостерігати за генерацією технологічного процесу, відповідаючи на рідкісні запити комп'ютера по вибору з допустимого набору тих рішень, які неможливо формалізувати. На закінчення проводиться автоматична генерація технологічної документації з використанням форм документів, прийнятих на підприємстві.

Висновки і перспективи розвитку напрямку.

Проаналізовано метод прийняття технологічних рішень при формуванні переліку технологічних операцій механообробки поверхонь деталей машин в процесі проектування, що дозволяє технологів автоматизовано або вручну вибрати методи обробки, які забезпечують задану конструктором точність і якість поверхні при істотному зниженні термінів проектування техпроцесів, а також технологічної підготовки виробництва в цілому.

Якість спроектованого ТП практично не залежить від кваліфікації технолога, а визначається вмістом баз знань, тому цей ТП зменшує вірогідність похибки людського фактору.

При складанні ТП якщо програмно не можливе вирішення методу обробки, то програма запропонує декілька можливих технологічних процесів, а оператор ПК (персональний комп'ютер) власноруч вирішить та прийме більш досконаліший ТП для свого підприємства.

Цей метод синтезу є універсальним і теоретично дозволяє проектувати технологічні процеси для будь-яких деталей та будь-якої складності? забезпечуючи економічні та якісні показники ТП завдяки вкладеному в основу метода синтезу технологічної та конструкторської інформації.

Література

1. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных вузов / Маталин А.А. – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
2. Норенков И.П. Системы автоматизированного проектирования : учебное пособие для вузов : в 9 кн. / И.П. Норенков. – М. : Высш. шк., 1986.
3. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов : учебник для вузов по спец. «Технология машиностроения», «Металорежущие станки и инструменты» / [С.Н. Корчак и др.] ; под общ. ред. С.Н. Корчака. – М. : Машиностроение, 1988. – 352 с. : ил.

Рецензія/Peer review : 12.1.2017 р.

Надрукована/Printed : 1.2.2017 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Гордеев А.І.