

УДК 621.002:621.81(075.8)

Н.С. Григор'єва

Луцький національний технічний університет

ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА

Вказані особливості технологій автоматизованого виробництва, які забезпечують високу якість виробів. Методика розробки технологічних процесів такого виробництва відрізняється від традиційних. До них відноситься більша концентрація операцій, особлива технологічна структура, використання нових способів виготовлення.

Ключові слова: автоматизація, виробництво, процеси, середовище, методика.

Рис. 1. Літ. 5.

Н.С. Григорьева**ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Указаны особенности технологий автоматизированного производства, обеспечивающие высокое качество изделий. Методика разработки технологических процессов такого производства отличается от традиционных. К ним относится большая концентрация операций, особенная технологическая структура, использование новых способов изготовления.

Ключевые слова: автоматизация, производство, процессы, среда, методика.

N. Grigoryeva**TECHNOLOGIES OF AUTOMATED PRODUCTION**

These features automated production technologies, provided high quality products are described. Technique of design processes of the production is different from the traditional ones. These include of the increased concentration of operations, especially in the technological structure, the use of new manufacturing methods.

Keywords: automation, production processes, environment, methodology.

Постановка проблеми. Розробка технологічних процесів автоматизованого виробництва досить складне, комплексне та багатоваріантне завдання. Головними об'єктами виробництва є кадрове, технічне забезпечення та технологічні середовища. Здійснюється технологічна дія матеріального, енергетичного та інформаційного типів на деталях чи виробках і реалізується процес технологічних перетворень заготовок у деталі. Такі перетворення мають зворотній зв'язок з забезпечуваними об'єктами системи. Зворотній зв'язок використовується для одержання відомостей про кількісні та якісні параметри технологічних перетворень, а також забезпечення можливості багаторазового використання засобів технологічної дії при їх поточності та неперервності функціонування. Тому технології автоматизованого виробництва мають свої особливості. При розробці технологій необхідне врахування всіх діючих вимог, в тому числі і неявних. У майбутньому ці технології витиснуть чи навіть замінять відомі технологічні процеси.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останніми роками з'явилися нові цікаві розробки, що вносять значні зміни в традиційні технологічні процеси [1-5], до яких відноситься нанотехнологія, вакуумна, електронна, модульна, космічна, тощо. Значний вклад було внесено Балакшиним Б.С., Волчковичем Л.І., Демянюком Ф.С., Медвідем М.В., Чарнко Д.В., Ящерициним П.І. і багатьма іншими. Однак всі вони не відображають сучасний рівень розвитку науки і техніки.

Формулювання мети статті. Метою статті є висвітлення особливостей сучасних технологій автоматизованого виробництва, їх напрямки.

Виклад основного матеріалу. Основні ознаки прогресивних технологій нового покоління представляються категоріями якісно нової сукупності властивостей деталей як причина і якісно нова міра корисності деталей як наслідок. З розвитком технології покращуються властивості як деталей, так і виробів. Особливостями прогресивних технологій є: науковість, висока інформаційність і комп'ютеризація, високий рівень енергозабезпечення, оптимальність технологічного процесу, нові методи перетворення виробів, прогресивні способи виробництва, високий ступінь автоматизації всіх рівнів, стійкість і надійність, відкритість до розвитку, екологічна чистота. Забезпечується це висококваліфікованими кадрами, прогресивними технологічними системами і спеціальними технологічними середовищами з використанням сучасного автоматизованого технологічного обладнання та оснащення, новими принципами їх роботи, системами діагностики, контролю та управління. В таких технологічних процесах обробки деталей спостерігається:

- підвищення концентрації та паралелізму технологічних областей обробки деталей та виготовлення виробів, що веде до підвищення продуктивності;
- нетрадиційні прогресивні просторові структури технологічних зон виготовлення (багатомірні циклічні структури), які розширюють їх технологічні можливості;
- компоновання технологічних областей обробки лінійними, поверхневими і об'ємними структурами з їх компоновкою в виробничі комірки і просторові структури з можливістю їх застосування;
- підвищення степені компактності структури за рахунок збільшення щільності технологічних областей обробки;
- поточність функціонування технологічних областей виготовлення і підвищення їх інтенсивності;
- інформаційність технологій, зниження маси технологічних систем з підвищенням їх енергозабезпеченості;
- технології та технологічні системи з використанням принципів механотроніки;
- спрощені функціональні структури за рахунок суміщення різних функцій технологічних систем з їх використанням за допомогою транспортних функцій та навпаки.

Розроблений загальний теоретично-методичний підхід до створення та функціонування нетрадиційних технологічних систем, які мають якісно нові властивості та можливості, дозволяє проектувати потоково-просторові технологічні системи неперервної дії таких видів:

- технологічні системи високої та надвисокої продуктивності;
- технологічні системи неперервної дії для тривалих циклів технологічної дії, наприклад, термічної, хімічної, фізико-хімічної та інших;
- технологічні системи неперервної дії для комплексної обробки деталей;
- гнучкі технологічні системи неперервної дії.



Рис. 1. Схема алгоритмів аналітичного (а) та аналогового (б) методів розробок технологічних процесів виготовлення деталей виробів

При аналітичній розробці технологічного процесу (рис. 1 а) проводиться виділення в оброблюваній деталі елементарних поверхонь, їх аналіз і синтез (при необхідності відпрацьовується конструкція деталі на технологічність), аналіз можливої їх обробки, забезпечення якості, потрібне для цього обладнання та оснащення. При цьому, широко використовується довідникова та інформаційна література. На підставі цього виконується підбір конкурентних варіантів обробки поверхонь деталей та оптимізація обробки кожної поверхні. Послідовність переходів встановлюється за конструкційною сукупністю елементарних поверхонь та технологічними етапам обробки. При цьому, кожний перехід представляється окремою технологічною операцією з відповідним оснащенням. Розрізнений набір переходів за рахунок використання конструкційних і технологічних закономірностей та уніфікації упорядковується в послідовність обробки для цілої деталі. Конструкційні закономірності закладаються в компоновці поверхонь деталі, а технологічні – встановлюються етапами обробки. У загальному формується єдиний технологічний процес, розроблений на основі диференціації, оскільки використання простого інструменту виділяється в окрему операцію. За рахунок

переходу від простих інструментів до складних, починають використовуватись концентровані варіанти технологічного процесу з блочними переходами, позиціями, установками та операціями. Конкурентними варіантами можуть бути такі, що відповідають конкретним умовам реалізації за прийнятими методами обробки, технологічному обладнанню та оснащенню, організації процесу. За оцінкою допустимості варіантів технологічних процесів за конкретними виробничими умовами створюються необхідні умови для визначення відносно оптимального варіанту технологічного процесу обробки деталі. За встановленим варіантом процесу вирішуються решта технологічних завдань таких як визначення припусків, розмірний аналіз процесу, вибір обладнання та оснащення, розрахунок режимів різання, норм часу, тощо. Аналітичний метод розробки технологічних процесів відносно складний, але він дозволяє проробити проблеми оптимальної уніфікованої технології.

Алгоритм аналогової розробки технологічних процесів дещо інший (рис. 1 б). На початку проводиться ідентифікація деталі за класифікатором на підставі вихідних даних, креслення деталі, уніфікованих технологічних процесів. Після формування оброблюваних поверхонь, серед уніфікованих технологічних процесів підшукується процес-аналог для конкретної деталі. Маючи повний набір технологічних даних, проводиться їх оцінка щодо можливої застосовності. Креслення деталі послідовно перетворюється в операційні ескізи, за якими і беруться потрібні дані для наступного порівняння по операціям уніфікованого технологічного процесу. Порівняння рекомендується починати з кінця, тобто останнього переходу кінцевої операції, вихідні дані якої співпадають з вказаними вимогами на кресленні деталі, після чого проводиться послідовне коректування даних за допомогою формування операційних ескізів обробки деталі за схемою взірця. Після багаторазового такого порівняння та коректування формуються технологічні операції та маршрут обробки деталі, які оцінюються за виробничими умовами. Якщо така оцінка буде незадовільною, то при неможливості коректування одержаного процесу, переходять до іншого аналогу уніфікованого технологічного процесу, і розроблення повторюється за аналоговим методом. Перевагою цього методу є простота процедури розробки процесу, а недоліком – звуження області технологічних рішень, визначені аналогом. Тому на кінці одержується не оптимальний варіант технологічного процесу, а лише робочий, якість якого визначається якістю процесу-аналогу і який вимагатиме доопрацювання.

Використання для розробки технологічних процесів виготовлення деталей проміжних методів, тобто аналогово-аналітичних, криє в собі цілу низку переваг, використання яких дозволяє оптимізувати технологічний процес, тобто підвищити його якість. Такі методи використовують переваги вказаних методів, уникаючи їх недоліків.

Методика розробки технологічних процесів виготовлення деталей [6], полягає у тому, що крім розробки технологічних процесів в процедуру входить проектування пристосувань, різального, вимірного та допоміжного інструменту, нестандартного оснащення, тощо на підставі закладеного техніко-економічного принципу, за яким передбачується обробка деталей у повній відповідності з їх експлуатаційними властивостями при мінімальній технологічній собівартості. Основи методики відображені в стандартах ЄСТВ, а загальні правила викладені в Р50-54-93-88 і розвинуті у інших стандартах. За цими стандартами та теоретичними напрацюваннями вказуються основні етапи методики розробки технологічних процесів:

1. Аналіз вхідних даних для розробки технологічного процесу.
2. Визначення типу виробництва та організаційної форми роботи.
3. Вибір відомого типового, групового технологічного процесу чи пошук одиничного процесу, як аналога, чи навіть прототипу.
4. Відпрацювання технологічності конструкції деталі за умовами її конкретного виготовлення.
5. Встановлення вихідної заготовки та методів її одержання.
6. Вибір технологічних баз і схем базування.
7. Розрахунок точності установки та лімітуючої обробки деталі.
8. Складання технологічного маршруту виготовлення деталі.
9. Розробка технологічних операцій та коректування технологічного маршруту.
10. Визначення типу потрібного технологічного обладнання.
11. Встановлення технологічного оснащення (пристосування, різальний, вимірний та допоміжний інструмент).
12. Вибір організаційно-технічної форми контролю.
13. Визначення величин припусків, міжопераційних розмірів і допусків.
14. Розрахунок і вибір режимів різання при встановленій обробці деталей.

15. Вибір за потужністю, точністю та іншими характеристиками моделі верстата, коректування режимів різання.
16. Нормування технологічних операцій.
17. Встановлення складності роботи та оплати за неї.
18. Визначення вимог технічної та екологічної безпеки.
19. Розрахунок і обґрунтування технічної та економічної ефективності розробленого технологічного процесу.
20. Оформлення технологічної документації процесу виготовлення деталі виробу згідно діючих стандартів.
21. Організація виробничої ділянки (планування, переміщення деталей, запаси, транспорт, тощо).

При розробленні оптимального варіанту технологічного процесу ставляться такі вимоги:

1. Вибрані форми організації виробництва на ділянці цеху повинні бути найбільш сучасними, відповідати типу виробництва (неперервні, перервні та групові потокові лінії, предметно-замкнуті ділянки, тощо).
2. Заготовка за формою та розмірами має максимально наближатись до готової деталі, ступінь наближення залежить від програми випуску, при більшій програмі наближення повинно бути більш повним. У цьому випадку припуски заготовки і наступний об'єм механічної обробки мінімальний.
3. Послідовність, структура операції повинні вибиратися так, щоб забезпечувалось якісне виготовлення деталей при мінімальних часових і грошових затратах. Важливим при цьому є застосування сучасних найбільш ефективних методів і видів обробки.
4. Вибране обладнання має бути високопродуктивним, потужним, на якому можна було б сконцентрувати значну кількість операцій, при яких використовувалася б одночасно велика кількість різальних інструментів з автоматизацією різних допоміжних робіт. Слід обмежити використання унікальних та дорогих верстатів.
5. Вибрані технологічні пристосування повинні бути високопродуктивними, ефективними, точними, з малим часом встановлення та зняття деталей.
6. Вимірювальний інструмент має бути по можливості стандартним, широко розповсюдженим.
7. Вибраний різальний інструмент повинен забезпечити високі режими різання при обробці даного матеріалу на вибраному обладнанні, бажано користуватись нормальним різальним інструментом.
8. Припуски на механічну обробку мають бути раціонально розподілені на чорнову, чистову і викінчувальну обробку деталі.
9. Визначені режими різання повинні бути оптимальними, тобто у процесі обробки має максимально використовуватись потужність верстата і стійкість різального інструменту.
10. Схема розміщення обладнання по технологічному процесу на ділянці повинна забезпечувати максимальне збереження неперервності виготовлення та мінімальні транспортні переміщення.
11. Норми часу по розробленому процесу повинні бути технічно обґрунтованими.
12. Транспортне обладнання для передачі деталей між обладнанням має бути правильно вибране та розміщене.
13. Організація робочого місця на кожній операції має бути раціональною.

Загальні правила розробки технологічних процесів і вибору засобів технологічного оснащення регламентуються стандартами. Розробка проводиться для деталей, конструкція яких відпрацьована на технологічність та які згруповані за конструкційними і технологічними ознаками з врахуванням умов виробництва. Розробка технологічних процесів у загальному випадку включає комплекс взаємозв'язаних робіт: вибір заготовок і технологічних баз, підбір типового технологічного процесу, визначення послідовності та змісту технологічних операцій, визначення, вибір і замовлення нових засобів технологічного оснащення, встановлення та розрахунок режимів обробки, нормування процесу, визначення професій та кваліфікації виконавців, організація виробничих ділянок, вибір засобів механізації та автоматизації елементів технологічних процесів і внутрішньо-цехових засобів транспортування, складання, планування виробничих ділянок і розробку операцій переміщення деталей та відходів, оформлення робочої документації на технологічні процеси. Склад і послідовність робіт зумовлюються складністю деталей та типу виробництва.

При розробці технологічних процесів можуть використовуватися такі види техніко-економічної інформації: технологічний класифікатор об'єктів виробництва, класифікатор технологічних операцій, система позначення технологічних документів, стандарти ЄСТД, типові технологічні процеси та операції, нормативи технологічних режимів, матеріальні та трудові нормативи, каталоги технологічного обладнання та оснащення.

Розроблюваний технологічний процес обробки деталей виробів має бути *оптимальним*, тобто при заданій програмі випуску деталі та її якості, здійснення процесу повинно проходити з мінімальними виробничими затратами. Тому оптимізація включатиме рішення не лише технологічних, але і конструкційних, організаційних завдань за звичайно прийнятними критеріями мінімальної технологічної собівартості виготовлення деталі, найбільшої продуктивності, точності обробки і параметрів якості поверхні деталей.

Оптимізація технологічних процесів може бути структурною чи параметричною, що відповідно оптимізують їх структуру або параметри. До структурної оптимізації відноситься встановлення оптимального маршруту обробки, структури операцій, форми деталі, заготовки, тощо. До параметричної оптимізації відносять встановлення режимів різання, міжопераційних розмірів і допусків на них і інших параметрів технологічних процесів. Така оптимізація може враховувати постійні значення вхідних моделі параметрів (статична чи детермінована), або змінні (стохастична чи динамічна). Більш адекватною, але і складнішою, є динамічна параметрична оптимізація. Початком будь-якої оптимізації є моделювання *технологічної системи*, під якою розуміється сукупність функціонально взаємозв'язаних засобів технологічного спорядження, предметів виробництва та виконавців для здійснення в регламентованих умовах заданих технологічних процесів.

Моделлю технологічної системи є формальний опис першорядних властивостей об'єкту, що відображають визначені характеристики, необхідні для оптимізації. При аналітичному чи імітаційному моделюванні описується функціонування технологічної системи за допомогою функції мети, граничних умов і обмежень. В основу моделювання закладається метод аналогії, тобто подібності предметів і їх дій, а само моделювання розглядається як метод заміни технологічної системи на спеціально побудований аналог, який відображає властивості цієї системи. Для оптимізації доцільно використовувати моделюючі алгоритми. Найбільш формалізованими є математичні моделі, що за допомогою математичних рівнянь описують характеристики технологічних систем. Модель технологічної системи повинна зв'язувати показники її ефективності з параметрами, що описують технологічні, конструкційні та організаційні характеристики. Частіше всього показниками оптимальності технологічної системи є найбільша продуктивність і надійність, найменша собівартість та найвища точність, а у загальному – якість процесу та деталей, як його результат. Кожна використовувана модель має бути адекватною системі, що оптимізується.

Висновок. Таким чином технології автоматизованого виробництва суттєво відрізняються від традиційних, застосування яких зменшує ефективність такого виробництва. Головним при цьому є забезпечення експлуатаційних властивостей виробів за рахунок високої якості деталей, які виготовляються. Це досягається підвищеною концентрацією операцій, структурою технологічного середовища, потоковістю виготовлення, застосуванням нових принципів механотроніки, нанотехнологій, спрощенням функціональної структури, загальною оптимізацією. За теоретичними напрацюваннями вказуються основні етапи методики розробки технологічних процесів.

1. Васильев А.С. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / А.С.Васильев и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 352 с., ил.
2. Волчеквич Л.И. Автоматизация производственных процессов: [учеб. пособие] / Л.И. Волчеквич – М.: Машиностроение, 2005. -380 с., ил.
3. Компьютерные технологии в промышленности и учебном процессе: Информационный аннотированный каталог / Под ред. В.В. Прейса: Тул. гос. ун-т. Тула. 2001, -41 с., ил.
4. Машиностроение. Энциклопедия. Раздел III. Технология производства машин. Т III-2. Технология заготовительных производств / И.Л. Акаро и др. / Под общ. ред. В.Ф. Мануйлова. - М.: Машиностроение, 1996.- 736 с., ил.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. / [А.М. Дальский](#), [А.Г. Суслов](#), [А.Г. Косилова](#). –М.: Машиностроение, 2003.-913 с., ил.
6. Григор'єва Н.С. Науково-технологічні основи гнучкого модульного автоматичного складання виробів: [монографія] / Наталія Сергіївна Григор'єва. – Луцьк: Надстир'я, - 2008. –520 с.

Стаття надійшла до редакції 09.09.2015.