

**Б.В. Мельник, Ю.М. Малафеев, Є.С. Пуховський<sup>1</sup>**

1 – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ

## **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛЕЙ КЛАСУ «ДИСКИ»**

Найважливішими з групи технічних факторів, що визначають багатоваріантність автоматизованих верстатних систем, є фактори, які пов'язані з оброблюваним виробом, а саме: габарити, форма, матеріал і вид заготовки, технічні умови на її виготовлення, кількість оброблюваних сторін і однакових чи різних поверхонь на кожній зі сторін. Крім того необхідно враховувати постійне розширення номенклатури деталей машин, наближення конфігурації і розмірів заготовок до остаточної форми і розмірів оброблюваних виробів.

В результаті дослідження ймовірісно-статистичних характеристик як самих деталей, так і автоматизованих верстатних систем, на яких вони оброблялися, встановлено, що серед великої номенклатури деталей загальномашинобудівного застосування переважна більшість відносяться до деталей класу "диски" (диски, шків, зубчасте колесо, підшипникові кільця, маховики, муфти, фланці та ін.). В якості основних ознак прийняті габаритні розміри ( $D_n$ ,  $H$ ,  $d$ ) і форма (конфігурація) оброблюваних виробів [2].

При виробництві даних деталей використовуються заготовки, виточені з прутків і труб, поковки, виливки, пресовані і прокатані заготовки, а також вироби, що вимагають з тих чи інших причин додаткової обробки (заготовки при знятті на них задирок, деталі, які пройшли раніше термічну обробку декілька змінюючи їх розміри і форму).

Переважає більшість деталей розглянутого класу (97%) зосереджено в розмірному діапазоні, що не перевищує діаметр 250 мм. Це зокрема дозволяє при вирішенні досліджуваного завдання обмежитися багатопиндельними автоматами горизонтального використання, які відповідно до характеристик оброблюваних деталей по габариту і вазі розділені на три групи: легкі, середні і важкі [5].

Форма виробу, визначає вимоги до його положення при закріпленні на робочій позиції і транспортування від однієї позиції до іншої, а також впливає на вибір числа перебудувань і перезакріплень.

Розподіл деталей класу "диски" по виду оброблюваної поверхні наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Розподіл деталей класу "диски" по виду оброблюваної поверхні

Деталі класу «диски»	Вид поверхні	В % від загальної кількості деталей даного класу
Диски (по зовнішній поверхні)	Гладкі	51,2
	Ступінчасті	48,5
Кільця (по внутрішній поверхні)	Гладкі	63,5
	Ступінчасті	13,0

З таблиці 1 видно, що серед деталей класу «диски» переважають деталі з гладкою зовнішньою і внутрішньою поверхнею. Таким чином, можна відзначити порівняно просту форму більшості деталей даного класу.

Технологічність деталей включає в себе спадкоємність знову проєктованих деталей для збереження конструктивних, технологічних і вимірювальних баз. Збереження баз дає надійну основу для широкого застосування типових рішень питань вибору обладнання, побудови технологічних процесів, вибору оснащення та інше. Структура факторів, які впливають на технологічність конструкції наведена на рис. 1.

Розподіл деталей по виду матеріалу наведено в таблиці 2.



Рис. 1. Структура факторів, які впливають на технологічність конструкції

Таблиця 2.

Розподіл деталей по виду матеріалу	
Матеріал	Приблизно на 2018 р. до загальної кількості деталей даного класу
Сталь	64,5
Чавун	21,4
Кольорові матеріали	12,3
Пластмаси	1,8

На прикладі таблиці 2 можна побачити, що традиційні методи конструювання зубчастих коліс базуються на локальній міцності окремих його частин, що суперечить принципам оптимізації конструкції всього зубчастого колеса.

Одним з напрямків оптимізації виготовлення зубчастих коліс є розробка методів конструювання, що забезпечують зменшення деформації зубчастого вінця при термічній і хіміко-термічній обробці для підвищення точності обробки та їх міцності.

Підвищення точності, міцності і зниження трудомісткості виготовлення зубчастих коліс неможливо без урахування взаємозв'язку конструкції, матеріалу, термообробки і похибки зубонарізування. Цей взаємозв'язок необхідно враховувати при конструюванні зубчастих коліс і при відпрацюванні їх на технологічність [8].

Алгоритм відпрацювання зубчастого колеса на технологічність при автоматизованому проектуванні представлений на рис. 2.

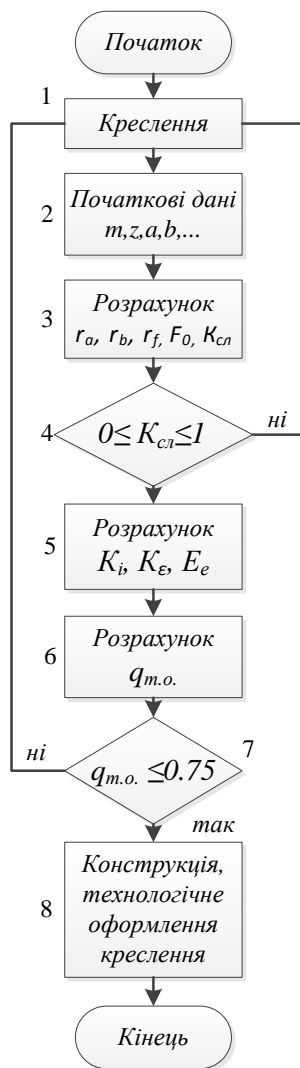


Рис. 2. Блок-схема алгоритму обробки зубчастих коліс на технологічність

Вихідними даними при вирішенні алгоритму є:  $m_n$  - модуль зубчастого колеса (нормальний);  $z$  - кількість зубців;  $K_{be}$  - базовий показник технологічності еталонної деталі;  $\xi$  - коефіцієнт зміщення вихідного контуру;  $q$  - ступінь точності (квалітет);  $b$  - габаритний лінійний розмір вінця колеса;  $b_1$  - габаритний лінійний розмір лівої маточини;  $b_2$  - габаритний лінійний розмір правої маточини;  $d_0$  - діаметр посадочного отвору;  $A$  - кут вихідного контуру ( $\alpha = 20^\circ$ );

Вихідні дані визначаються з креслення зубчастого колеса. За вихідними даними в блоці 2 виробляємо розрахунок:  $r_a$  - радіусу окружності вершин зубів;  $r_f$  - радіус кола западин;  $r_b$  - радіус основної окружності;  $inv\alpha_a$ ,  $inv\alpha_f$ ,  $inv\alpha_b$  - інвалюти відповідних кутів;  $F_0$  - загальна площа в розглянутому перетині зубчастого колеса;  $F_a$ ,  $F_f$ ,  $F_b$  - площі секторів під евольвенти, дугою западин і дугою кола вершин зубів відповідно;  $K_{sl}$  - показник технологічності, що залежить від форми зубчастого колеса;  $K_{yi}$  - рівень технологічності конструкції будь-якої деталі одного класу.

Розрахунок перерахованих величин проводиться за наступними формулами:

$$r_a = \frac{mz+2h}{2}, \quad (1)$$

$$r_f = \frac{mz+2h}{2}, \quad (2)$$

$$d_b = mz \cos \alpha, \quad (3)$$

$$r_b = \frac{d_b}{2} \quad (4)$$

де  $h$  - висота початкової головки зуба.

Далі розраховується показник технологічності, який залежить від форми зубчастого колеса  $K_{sl}$ .

В блоці 4 (при позитивному вирішенні блоку 3) проводиться розрахунок: комплексного показника технологічності  $K_i$ ; коефіцієнта уточнення  $K_\varepsilon$ ; відносної похибки параметрів конкретної деталі  $E_i$ ; відносної похибки параметрів в еталонній деталі  $E_e$ ; абсолютної похибки зубчастого вінця по діаметру окружності вершин зубів  $\Delta d_a$ ; ступеня викривлення параметрів  $\psi$  і числа ступенів, на які змінюється точність після термообробки  $n$ .

Формула для визначення цих величин, має вигляд:

$$K_i = \frac{K_{ya}}{K_6} \quad (5)$$

де  $K_{ya}$ ,  $K_6$ — коефіцієнти рівня технологічності.

$K_\varepsilon$  визначається по класу деталі від діаметра вершин зубів,  $E_e$  – визначається експериментально. Інші параметри даного блоку визначаються за наступними формулам:

$$E_i = K_\varepsilon \cdot E_e \quad (6)$$

$$\Delta d = E \cdot d_a \quad (7)$$

$$\psi^n = \frac{\Delta t.o.}{T_{з.н}} \quad (8)$$

$$n = \frac{\lg(\Delta t.o. \cdot T_{з.н})}{\lg \psi} \quad (9)$$

де  $\Delta t.o.$  - похибка параметра, що викликається термообробкою.

Далі в блоці 5 розраховується ступінь точності зубчастого колеса після термообробки:  $q_{т.о.} = q + n$ , де  $q$  - ступінь точності зубонарізання.

Якщо ступінь точності зубчастого колеса після термообробки  $q_{т.о.}$  менше або дорівнює ступеню точності по кресленню (блок 6), то така конструкція вважається технологічною, в іншому випадку необхідно вносити зміни в креслення деталі робити повторні розрахунки.

## ВИСНОВКИ:

1. У ході роботи були розроблені інформаційні моделі технологічного процесу, що об'єднують компоненти технологічного оснащення і конструкторсько-технологічні характеристики деталей і поверхонь в чотирьох пов'язаних між собою наборах даних дозволяють реалізовувати ітераційну стратегію призначення, і коригування технологічних рішень.

2. Створення інтегрованої системи конструкторсько-технологічної підготовки виробництва має базуватися на ідеях системного підходу, який передбачає паралельне вирішення проектних завдань групою користувачів. В цих умовах необхідна розробка інтегрованих систем автоматизованого проектування, що володіють великою універсальністю, ефективністю і можливістю розвитку вдосконалення і адаптації до умов різних підприємств.

## Список використаних джерел

1. Аверченков В.М., Горленко О.А. Проектирование технологических процессов на основе системного подхода. - Брянск: ВИТМ, 1986. - 87с.
2. Боровик А.Г. Исследование по разработке технологического обеспечения автоматизированного проектирования планов механической обработки поверхностей: Дис. ... канд. техн. наук. - Владивосток, 1980. - 168с.
3. Душинский В.В., Пуховский Е.С., Радченко О.Г. Оптимизация технологических процессов в машиностроении. - К.: Техника, 1977. - 176с.
4. Митрофанов В.Г. Связи между этапами, проектирования технологического процесса изготовления детали и их влияние на принятие оптимальных решений: Дис. ... доктора техн. наук. - М. 1980.
5. Прялин М.А. Классификация деталей по технологическому признаку при группировании в механообрабатывающем производстве //Технология производства, научная организация труда и управления. - 1980. - #7. - с. 10
6. Пуховский Е.С., Кукарин А.В. Интерактивная САПР ТП и УП для токарных станков с ЧПУ // Опыт разработки и внедрения технологических и конструкторских решений интенсификации процессов резания: Тезисы докладов Республиканского семинара. - К., 1989. - с. 14.
7. Пуховский Е. С., Отакулов О.Х., Денисюк З.А. Разработка баз данных для САПР основанных на методе групповой технологии // Депонирована в УкрМНТЗИ 13.04.92 г. (К 458-УК92), - 10 стр.
8. Совершенствование разработки технологических процессов механической обработки деталей типа зубчатых колес и вал-шестерен средствами автоматизированного проектирования. Сборник научных трудов /Научный ред. М.А. Элькинсон. - М.: ШМППТ-Углемаш, 1987. - 210с.