

РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЦТВА НАСОСНОГО ОБЛАДНАННЯ

*М.А. Зенкін, д-р. техн. наук, професор, З.А. Здельнік, аспірант
Київський національний університет технологій та дизайну*

ВСТУП

На сучасному етапі реформування і розвитку економічних і соціальних відношень в Україні однією з головних задач є інтеграція до європейських та світових структур, членство в ЄС та входження до Світової організації торгівлі. Все зазначене є неможливим без випуску у нашій країні якісної продукції, що відповідає найвищим світовим рівням [1,2].

Розвиток науки і техніки призводить не тільки до більшої конструктивної складності нової техніки, зокрема насосного обладнання, але і до підвищення вимог до його технічного рівня, показників надійності, технологічності та інших показників якості. Разом з цим іде розвиток і удосконалення самих методів оцінки якості, технічного рівня та технології.

Останнім часом розв'язано чимало теоретичних та практичних питань з якості насосного обладнання [3-5]. В той же час, кардинально проблема якості може бути розв'язана тільки на науковій основі, яка передбачає створення системи заходів і методів досягнення необхідної якості на всіх рівнях життєвого циклу насосного обладнання. Такий підхід зможе забезпечити оптимальність у рішення як проблеми в цілому, так і її складових частин. До сучасних методів рішення проблем управління якістю насосного обладнання необхідно віднести методи досліджень та аналізу технологічних процесів, статистичні методи регулювання тощо.

Специфічними особливостями є те, що базові деталі насосного обладнання, які поступають у продаж, вже мають конкретні властивості, закладені при їх проектуванні у конструкторській та технологічній документації.

На даний час при конструкторсько-технологічній підготовці виробництва вибір, призначення та забезпечення системи параметрів якості обробки матеріалів здійснюється з недостатнім науковим обґрунтуванням. Відсутність наукового підходу до призначення параметрів складу робочих поверхонь деталей, як правило, призводить до необґрунтованого підвищення вимог до продукції, що випускається, без суттєвого підвищення її надійності. Саме тому необхідно вміти прогнозувати параметри якості обробки матеріалу, а для цього необхідно враховувати комплексний вплив параметрів режиму різання та інших факторів.

Розробка методів розрахунку точності деталей машин є одним з головних напрямків удосконалення технологічного процесу, покращення якості, підвищення працездатності та зниження собівартості машин та приладів

Особливу ж зацікавленість, на наш погляд, має викликати саме система управління якістю при дрібносерійному виробництві, оскільки в сучасних умовах замовниками продукції виступає не держава, а невеликі компанії, що потребують обмежених партій насосного обладнання.

Аналіз сучасного досвіду зі створення та функціонування систем якості, а саме: системи бездефектного виготовлення продукції, системи бездефектної праці, системи "Якість, надійність, ресурс із перших виробів", комплексної системи управління якістю продукції, - показав, що раніше не отримували пріоритетного розвитку механізми виявлення

та забезпечення вимог споживача до якості продукції, що виготовляється, відсутніми були механізми удосконалення процедур систем якості підприємства. Крім того, у вказаних системах не відображені специфічні особливості управління якістю в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва, що є характерними для початкової стадії тиражування будь-якої наукоємної продукції.

Розгляд основ теорії загального управління якістю (TQM) [6-8] дозволяє прийняти рішення про використання її основних принципів та методичних підходів як орієнтирів для створення системи якості підприємства-постачальника.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури [9-12] також показує, що до теперішнього часу ще не напрацьовані цілісні рішення щодо розробки систем якості підприємств-виробників наукоємної продукції, з урахуванням масштабів одиничного та дрібносерійного виробництва.

У зв'язку із вищезазначеним розробка науково-методичного забезпечення системи якості одиничного та дрібносерійного виробництва, зокрема насосного обладнання, як представника наукоємної продукції, є **актуальною задачею**.

З метою підвищення ефективності та якості технічної підготовки виробництва на підприємствах достатньо широко використовуються як вітчизняні, так зарубіжні системи автоматизованого проектування і прогнозування якості готової продукції. Виконаний аналіз таких систем дозволив зробити наступні висновки:

по-перше, найбільш розвинутим і доведеним до практичної реалізації в існуючих системах автоматизованого проектування є конструкторський напрям;

по-друге, автоматизація проектування технологічних процесів пов'язана або з вибором найменувань і переходів з існуючих баз даних, або з автоматичним формуванням маршруту обробки у відповідності до критерію забезпечення показників якості готової продукції (шорсткість поверхні, точність обробки тощо), хоча при рішенні питання забезпечення оптимального рівня надійності основного значення набувають експлуатаційні показники деталей та їх з'єднань (інтенсивність зношування, міцність з'єднань тощо);

по-третє, при розрахунку режимів механічної обробки використовуються довідкові таблиці та ступеневі формули, які не тільки не забезпечують достатньої точності розрахунків, але і не дозволяють забезпечити задані експлуатаційні і якісні показники деталі і вузлів в цілому.

Таким чином, існує необхідність в розробці методик та алгоритмів, які дозволили б сформулювати маршрут оброблення поверхні деталей в автоматизованому режимі, виходячи із забезпечення заданих експлуатаційних показників деталі з урахуванням техніко-економічних критеріїв дрібносерійного виробництва та, відповідно, показників якості.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В загальному вигляді структуру технологічного процесу виготовлення деталі можна представити, як складну багатовимірну систему, в якій на вхід поступають різні характеристики заготовки ($X_{01}, X_{02} \dots X_{0n}$), а на виході забезпечується відповідний набір якісних характеристик готової деталі ($X_{к1} X_{к2} \dots X_{кn}$). Зміна характеристик зумовлена дією сукупності технологічних умов ($u_{i1}, u_{i2}, \dots u_{im}$) кожної операції μ_i (рис. 1) [13].

В зв'язку з цим, для вибору оптимального маршруту обробки за заданими критеріями необхідно сформулювати оптимальним чином набір методів обробки, визначивши кількість, види і послідовність обробки, а також визначити оптимальне значення технологічних умов обробки на кожній операції [5].

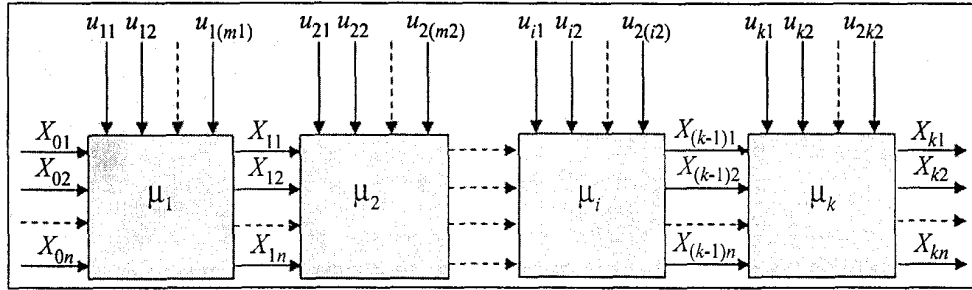


Рисунок 1 - Загальна структура технологічного процесу

Для рішення поставлених вище задач запропоновано використовувати функціонально-технологічну оптимізацію, яка включає в себе два типи оптимізації: структурну, яка полягає у виборі оптимальної структури технологічного процесу і параметричну, яка складається з розрахунків оптимальних технологічних параметрів – допусків на міжопераційні розміри, припусків, періодів стійкості, режимів різання тощо.

Для рішення задачі параметричної оптимізації розроблено комплексну методику призначення технологічних умов обробки з урахуванням кінцевого результату – якості оброблюваної поверхні валів центробіжних насосів.

В основу даної методики покладено багаторівневий алгоритм оптимізації цільової функції за наявності лінійних та нелінійних обмежень. Розроблена методика призначення технологічних умов обробки, які забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики, може бути використана для різних вимог технолога та конструктора, які вони висувають на етапі розробки конструкції деталі та технологічного процесу її виготовлення в залежності від призначення та умов роботи. Методика реалізована у вигляді програмного продукту, який дозволяє за мінімальних витрат часу розраховувати технологічні умови обробки.

З метою організації системи контролю і управління якістю на виробництві процес проектування технологічного процесу запропоновано розділити на чотири рівні: розробка принципової схеми технологічного процесу, формування маршруту обробки поверхонь, розробка операційної технології та формування системи управління якістю.

Крім того необхідна обов'язкова класифікація методів механічної обробки за стадіями технологічного процесу, для чого було розроблено матрицю методів обробки, фрагмент якої наведено у табл.1.

Таблиця 1- Матриця методів обробки

Стадія обробки	Метод обробки	Квалітет точності	Параметри якості поверхневого шару		
			Шорсткість Ra , мкм	Глибина наклепу h_c , мм	Залишкові напруги на поверхні $\sigma_{ст}$, МПа
Чорнова	Точіння	14	6,3...50	0,2...0,45	-200...300
	Фрезерування	13	12,5...50	0,15...0,5	-250...350
Напівчистова	Точіння	11...13	3,2...25	0,15...0,3	-150...250
	Фрезерування	11...12	3,2...6,3	0,15...0,3	-250...300

На цьому етапі з усіх методів, обраних у відповідності до матриці, відбирають ті, які проходять за критерієм виду оброблюваної поверхні, її габаритних розмірів та якості отримуваної поверхні. Сформований таким чином набір методів приймається для подальшого аналізу.

Зрозуміло, що під час виготовлення продукції невеликими партіями (серіями) система контролю якості повинна бути максимально гнучкою, аби швидко реагувати на зміну типу (моделі) виробів та надавати змогу підприємству продовжувати роботу без зниження якості продукції.

Мобільність системи якості характеризує швидкість дії системи з усунення невідповідностей (невідповідностей, що викликані аудитом та претензіями від споживачів) та поверненню системи якості до нормального стану. Методика оцінки стану системи якості припускає використання у якості вхідної інформації зареєстровані дані з таких незалежних джерел, як: зовнішній аудит системи якості (протоколи невідповідностей); внутрішній аудит системи якості (протоколи невідповідностей); споживачі продукції (претензії до якості).

Показник мобільності системи якості розраховується за формулою:

$$M = 1 - \frac{k \cdot \sum_{i=1}^{n_2} t_{2i} + \sum_{j=1}^{m_2} T_{2j}}{\sum_{i=1}^{n_1} t_{1i} + \sum_{j=1}^{m_1} T_{1j}},$$

де t_{1i}, t_{2i} – витрати часу, пов'язані з усуненням i -ої невідповідності на підприємстві у базовому періоді, та періоді, що аналізується;

T_{1j}, T_{2j} – витрати часу, пов'язані із усуненням j -ої претензії споживача відповідно під час базового періоду, та періоду, що аналізується;

n_1, n_2 – кількість невідповідностей, що виявлені аудитом у базовий період та період, що аналізується; m_1, m_2 – кількість претензій споживачів у базовий період, та період, що аналізується відповідно;

$k = \frac{T_{p1}}{T_{p2}}$ – коефіцієнт приведеної трудомісткості аудиторських

перевірок; T_{p1} – трудомісткість аудита, виконаного у базовому періоді часу;

T_{p2} – трудомісткість аудиту, виконаного у період часу, що аналізується.

Як правило, за базовий період слід приймати період сертифікаційної перевірки системи якості.

Аналіз наведеної формули показує, що:

а) якщо $M=0$, то під час періоду часу, що аналізується, були усунені претензії та невідповідності, відмічені аудитом, так само швидко, як і в базовий період;

б) якщо $M>0$, то мобільність системи якості з усунення невідповідностей вища, ніж в базовому періоді (наприклад, період сертифікації системи якості). Позитивні тенденції переважають.

в) якщо $M<0$, то витрати часу на усунення невідповідностей в системі якості зростають порівняно з базовим періодом. Діють негативні тенденції.

Оцінка стану системи якості на різних етапах її функціонування в залежності від величини показника мобільності наведена у таблиці 2.

Показник мобільності системи якості є інтегральним за своєю природою і характеризує стан, тенденцію розвитку системи якості

відносно періоду часу, прийнятого за базовий для порівняння. За допомогою показника мобільності можна оцінити стан будь якого окремо виділеного процесу в системі якості підприємства. При цьому для розрахунків показника M у формулу вводяться дані з кількості невідповідностей та претензій тільки за процесом, що аналізується (наприклад, тільки за процесом “Вхідний контроль”).

Таблиця 2 - Оцінка стану системи якості на етапах життєвого циклу

Значення показника мобільності, M	Оцінка стану	Етап функціонування системи
$M = 1,0$	Ідеальний стан. Гранично висока мобільність	А
$0,1 \leq M < 1,0$	Стан активного розвитку системи якості. Висока мобільність	Б
$0 < M < 0,1$	Невисокі темпи розвитку системи якості. Задовільна мобільність	Б
$M = 0$	Стабільний стан. Мобільність на рівні базового періоду	А
$-0,1 < M < 0$	Слабо негативна тенденція	Перехідний процес Б → В
$-1,0 < M \leq -0,1$	Передкризовий стан	В
$M \leq -1,0$	Стан деградації	В

Примітки: А - Етап ефективного функціонування системи якості. Усталений режим.
 Б - Етап ефективного функціонування системи якості. Ступінь досконалості процедур системи якості в усталеному режимі може перевірятися під час планових внутрішніх перевірок та зовнішнього аудиту. Коливання невідповідностей носить випадковий характер, їх усунення відбувається за рахунок реалізації SDCA-циклу;
 В – неефективне функціонування системи якості. Зростають втрати як за рахунок внутрішнього браку, так і за рахунок рекламаций клієнтів. Витрати часу і засобів на усунення невідповідностей зростають, мобільність системи падає. Вичерпується запас конкурентоспроможності, виробництво стає збитковим

ВИСНОВКИ

Таким чином, запропонована нами система управління якістю обробки поверхонь деталей центробіжних насосів дозволяє в умовах дрібносерійного виробництва не тільки забезпечувати необхідні показники за рахунок раціонального вибору методів обробки і прискорення розробки технологічного процесу, але і, завдяки мобільності системи якості, здійснювати контроль виробництва на всіх етапах виготовлення продукції. Можлива також оцінка стану системи якості, що дозволяє запланувати і здійснити керуючі дії з метою приведення системи якості до стану активного функціонування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Виткин Л. Место Украины в мировом и европейском качестве / Л. Виткин // Стандартизация, сертификация, качество. – 2002. - №3.- С.5-7.
2. Мяслица А.К. Влияние технологической подготовки производства на качество выпускаемой продукции. / А.К.Мяслица, С.М.Иванов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: НАКУ «ХАИ», 2001, - №7. – С.38-43.

3. Колесникова М.С. Анализ погрешностей, возникающих при испытании центробежных насосов / М.С. Колесникова, А.С. Зенкин, В.А. Залого // Вісник Сумського державного університету. – 2004. -№2 (61) – С.92-97.
4. Качество и сертификация промышленной продукции / А.Г.Гребенщиков, А.К.Мялица, В.М.Рябченко и др. – Х.: ГАКУ «ХАИ», 1998. – 396 с.
5. Зенкін М.А., Здельнік З.А. Автоматизація проектування технологічного процесу в умовах дрібносерійного виробництва. - Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте: Материалы 10-го Юбилейного Междунар. науч.-технич. семинара, 22-26 февраля 2010, г. Свалява. – Киев: АТМ України, 2010. – 322 с. - С.77-80
6. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / Под ред. О.П.Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.
7. Балашов Е.А. Проблемы внедрения тотального управления качеством // Сб. матер. 10-й междунар. конф. по менеджменту качества TQM-2000. – М.: Интерсертифика, 2000. – С.46-51.
8. Белобрагин В.Я. Региональная экономика: проблемы качества. - М.: АСМС, 2001. – 281 с.
9. Версан В.Г.и др. Интеграция производства и управление качеством продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 320 с.
10. Бойцов В.В. Научные основы комплексной стандартизации технологической подготовки производства. – М.: Машиностроение, 1982. – 319.
11. Развитие системы предупреждения дефектов/ Буравлев А.Т., Гуров П.А., Конопатов А.Д., Рачук В.С. // Методы менеджмента качества. – 2001. - №10. – С.25-28.
12. Crosby Ph. Quality is Free. – New York: McGraw-Hill Book Co., 1979. – 250 с.
13. Оптимизация технологических процессов механической обработки / Э.В. Рыжов, В.И. Аверченко; отв. ред. А.П. Гавриш, АН УССР. Институт сверхтвердых сплавов. – Киев: Наукова думка. -1989. - 192 с.

Надійшла до редакції 15 квітня 2010 р.