

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГЛАМЕНТОВАНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

У статті здійснено аналіз технологічного забезпечення показників якості фрикційних поверхонь деталей машин. Встановлено, що особливістю забезпечення заданих показників якості таких деталей є регулювання їх експлуатаційних властивостей за допомогою зміни технологічних параметрів операції механічного оброблення. З метою створення теоретичних засад формування показників якості проаналізовано наявні теоретичні рішення, виявлено, що вони спираються на велику кількість коефіцієнтів, визначення яких є досить складним. Встановлено, що облік основних закономірностей технологічної системи і взаємовпливу формованих показників якості вимагає відстеження в процесі проектування значного числа постійно змінних параметрів.

Ключові слова: зношування, деталь, якість, геометрія поверхні, виріб, механічне оброблення, коефіцієнт.

Взаємодія поверхонь спряжених деталей відбувається шляхом утворення контактних зон, які в процесі функціонування можуть з'являтися та зникати під дією нормальних та тангенціальних сил, утворюючи тим самим фрикційні зв'язки. Тертя має подвійну молекулярно-фізичну природу. Воно обумовлено об'ємним деформуванням матеріалу та подоланням міжмолекулярних зв'язків, що виникають між поверхнями тертя.

Загальна схема зношування показана на рис. 1. Основний (3) і спряжений (1) матеріали складають робочу пару. Між ними знаходиться проміжна речовина (2). До основного матеріалу пари докладено певне зусилля P . При відносному переміщенні контактуючих матеріалів виникає сила тертя F – реакція, що перешкоджає взаємному переміщенню. Проміжна речовина може зменшувати (мастило) або збільшувати коефіцієнт тертя і як наслідок форсувати процес зношування.

Значна частина відмов машин відбувається в результаті зношування поверхонь, що труться. Тому випробування на зношування широко поширені, а підвищення зносостійкості металевих матеріалів є важливою науково-технічною проблемою. Для нормального зношування характерні три стадії (рис.2). На першій (I), так званій стадії припрацювання, зменшується швидкість зношування. Це пояснюється усуненням нерівномірностей на поверхні.

Нормальне зношування є неминучим і відносно малонебезпечним процесом. Зусилля конструкторів направлені на те, аби у всіх парах тертя забезпечити нормальне зношування, бо всі останні різновиди зношування викликають недопустимі пошкодження поверхні і основного матеріалу. Умови роботи більшості деталей визначають наявність відразу декількох видів зношування, одні з яких призводять безпосередньо до руйнування поверхневого шару, а інші не викликають безпосереднього відділення частинок матеріалу, проте сприяють прискоренню даного процесу. Систематизація умов роботи, що призводять до зношування деталей, дозволила класифікувати різні види впливу за трьома групами.

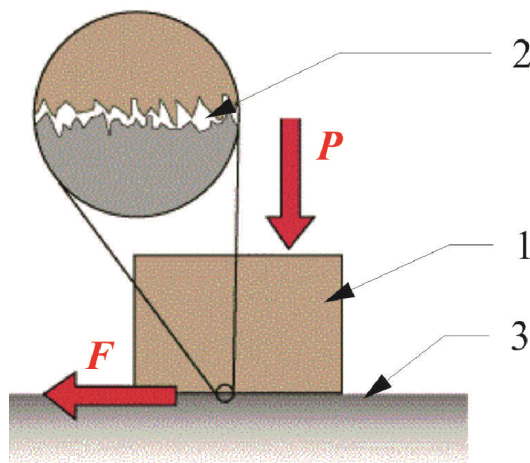
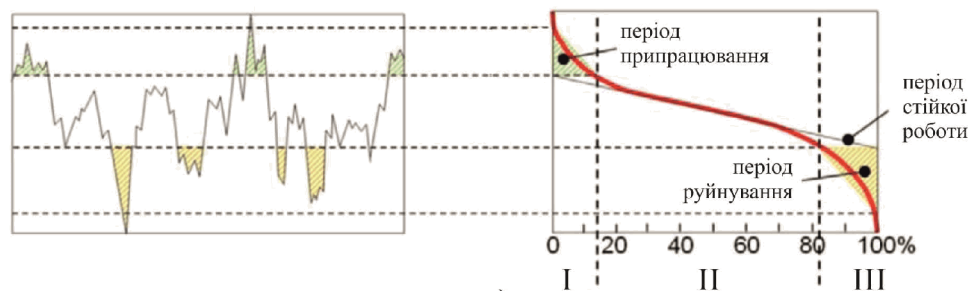


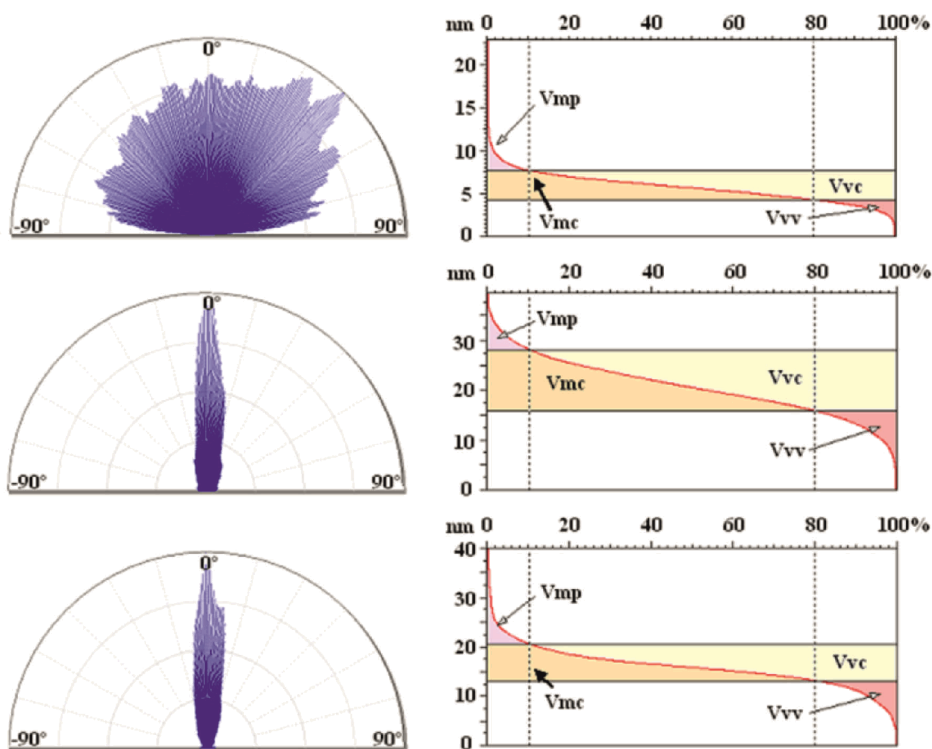
Рис. 1. Схема контакту спряжених поверхонь

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

На другій стадії (II) швидкість зношування постійна, це стає зношування під час функціонування, де можна прогнозувати величину зношування і враховувати його при визначенні розмірів деталі. Нарешті третя стадія (III) характеризується прискоренням зношування по експоненті. В умовах експлуатації перехід до цієї стадії наводить до швидкого виходу деталі з ладу.



а)



б)

Рис. 2. Схема побудови кривої зношування а) та її еволюція в ході життєвого циклу деталі б)

Перша група об'єднує різновиди механічного зношування, що полягають в руйнуванні поверхневого шару в результаті механічної взаємодії з абразивом, газовим або рідинним середовищем або контактом з деталлю.

Друга група включає в себе типи корозійно-механічного зношування, що виникає в результаті механічної дії, супроводжуваної хімічною та електрохімічною взаємодією матеріалу деталі із зовнішнім середовищем.

Третя група впливу розглядає дію електричного струму на поверхневий шар деталі

Надійність і довговічність деталей залежать від їх експлуатаційних властивостей, таких як зносостійкість, контактна жорсткість, корозійна стійкість, тощо. Експлуатаційні властивості забезпечуються показниками якості деталей, що характеризують геометричну форму, якість поверхневого шару і об'ємні властивості деталей. Розробка способів забезпечення необхідних показників якості деталей машин є одним з основних напрямків розвитку технології машинобудування.

Існують різні дослідження про ступінь впливу показників якості на експлуатаційні властивості деталей машин. Рекомендації щодо регулювання експлуатаційних властивостей за рахунок показників якості, контролю їх формування, які можна використовувати у виробничих умовах подано в роботах відомих учених, серед яких варто виділити: Е.В. Рижова,

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

А.Г. Сулова, В.Ф. Без'язичного, П.І. Ящеріцина, А.М. Дальського, А.А. Маталіна, Б.М. Базрова, та ін.

Результати накопичених теоретичних і експериментальних досліджень дозволяють здійснювати технологічне управління показниками якості поверхневого шару оброблюваних деталей [4] за допомогою зміни параметрів ТП (наприклад, варіюванням послідовності технологічних методів, режимів оброблення, геометрії інструменту) для отримання необхідних експлуатаційних властивостей. Удосконалення методів оброблення засноване на необхідності цілеспрямованого впливу на деталі в ході оброблення, виходячи з їх подальшого функціонального призначення, з метою зменшення періоду припрацювання і збільшення, довговічності деталей [5]. Однак згадані рівняння включають в себе велику кількість коефіцієнтів, визначити які досить складно, що робить складним практичне застосування цих рівнянь. Крім того, наведені дослідження спираються на експериментальні дані, вони обмежені певними методами оброблення і матеріалом заготовок.

Для оптимального управління процесом механічного оброблення передбачається вирішення двоетапної задачі: зовнішньої оптимізації – призначення технологічних умов оброблення, що забезпечують отримання деталей заданої точності з необхідними показниками якості поверхневого шару при стаціонарному перебігу процесу різання, і внутрішньої оптимізації – автоматизованого управління процесом оброблення, що дозволяє компенсувати нестабільність процесу, викликану зношуванням різального інструменту, коливаннями припуску заготовки та іншими факторами. Складність застосування даної методики полягає в необхідності накладення ряду обмежень на процес різання як лінійного, так і нелінійного характеру, обумовлених технологією, фізикою і механікою процесу різання, кількість і вид яких залежать від конкретного випадку.

Ефективною науковою основою для управління показниками якості є теорія про технологічну спадковість (ТС) – явище збереження (або перенесення) показників якості об'єктів від попередніх технологічних операцій до наступних [5].

Відзначено, що підвищення вимог до якості деталей машин призводить до зростання ролі спадкових чинників під час формування показників якості. Частка спадкової складової в значеннях показників при виготовленні деталей стає особливо суттєвою при допусках вище 6 – 7 квалітетів ISO, а при допусках, рівних 3-му квалітету, зростає до 45% (рис. 3).

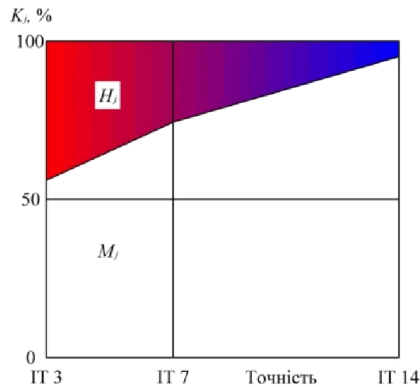


Рис. 3. Співвідношення складових коефіцієнта K_j трансформації показників якості, що характеризують оперативну трансформацію M_j , яка залежить від умов оброблення та технологічної спадковості H_j

Основні положення теорії технологічної спадковості полягають в тому, що показники якості формуються не тільки в останніх технологічних операціях або переходах, а в ході всього ТП, починаючи від отримання заготовки, і закінчуючи готовою деталлю. Тому необхідно виявляти зв'язки між показниками, сформованими на попередніх і сформованих на наступних технологічних операціях і переходах. Прогнозування показників якості на етапі технологічної підготовки виробництва здійснюють на основі розрахунково-аналітичного методу, який призначений для прогнозування очікуваної якості продукції. Важливим напрямком розвитку даного методу є тенденція відходу від принципу суперпозиції, який передбачає незалежний розгляд процесу трансформації кожного показника якості в окреме і подальше формування підсумкової оцінки, того чи іншого показника як результату незалежних впливів. Дана тенденція, в першу чергу, проявляється при дослідженнях формування сумарної похибки механічного оброблення [1]. Однак, підсумовування похибок на основі розрахунково-аналітичного методу дозволяє лише оцінити діапазон можливих значень сумарної похибки оброблення. Встановлено, що однією з головних причин невисокої точності розрахунків

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

похибки оброблення є відсутність досить точного математичного опису процесу утворення похибок, що дозволяв би враховувати сукупну дію численних факторів.

Вивчення процесів формування показників якості в ході виготовлення деталей привело до розроблення теорії багатозв'язкових технологічних середовищ [2 – 3]. Оскільки будь-який об'єкт виробництва знаходиться в різноманітних зв'язках з навколишнім середовищем, його стан визначається сукупністю умов, в яких воно сформувалося. Технологічне середовище – сукупність технологічних об'єктів, що взаємодіють з виділеним технологічним об'єктом на окремому етапі виготовлення деталі. В залежності від рівня дослідження виділеним об'єктом можуть бути: заготовка (предмет виробництва), окрема технологічна операція, технологічний процес. Формування ефективного технологічного середовища дозволяє забезпечити спрямоване формування показників якості деталей, особливо фрикційних [1]. При цьому спрямованість формування показників якості заснована як на фундаментальних закономірностях технології машинобудування, так і на теорії технологічної спадковості та взаємовпливу показників якості за умови вдосконалення експериментальної бази, накопичення інформаційних баз даних і моделей. Під спрямованим формуванням показників якості деталей розуміється комплекс активних технологічних заходів, що проводяться під час технологічної підготовки і безпосередньо у виробництва, які забезпечують формування комплексу значень регламентованих показників якості.

В даний час застосування спрямованого формування можливе вже на етапі вибору матеріалу деталей і заготовок [5], коли закладаються змінні і сталі показники якості.

На рис. 4 показано характерну зміну значень показників якості, які зменшуються за величиною під час перебігу ТП (наприклад, відхилення розмірів, шорсткості) з урахуванням технологічної спадковості. Спроектований без урахування технологічної спадковості процес 1 не забезпечує регламентованої якості по виділеному показнику. Значення показника якості для процесу 2 з урахуванням технологічної спадковості також знаходиться за межами поля допуску 3, проте даний процес має більші резерви гарантованого забезпечення якості, ніж процес 1.

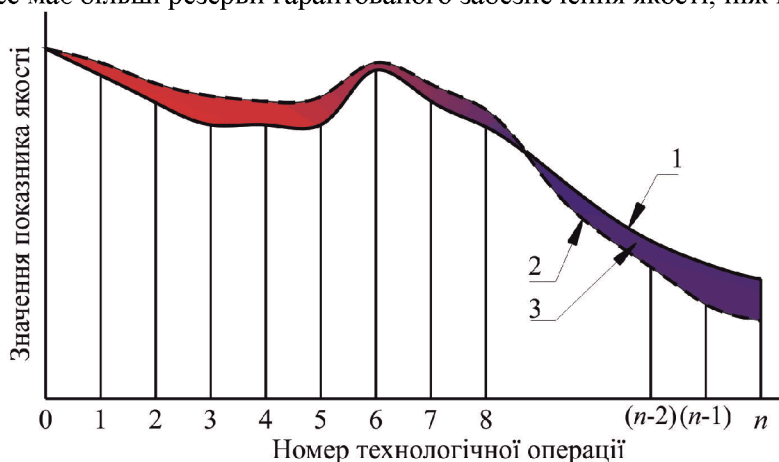


Рис. 4. Зміна значень спадаючого за величиною показника якості: 1 – без урахування ТС; 2 – з урахуванням ТС; 3 – поле допуску вихідного значення показника якості; n – число операцій технологічного процесу (операції 1-5, 7- n – механічне оброблення; операція 6 – термічне оброблення)

Доцільним вважається ітераційний підхід [1] до проектування ТП, що забезпечує формування заданої множини показників якості деталі, коли первинна структура ТП синтезується на основі загальнотехнологічних принципів, а далі виконується прогноз очікуваних значень показників якості деталі і при необхідності здійснюється модифікація первинної структури ТП.

Таким чином виникає необхідність в коректуванні маршрутного ТП з урахуванням ТС виникає:

- при проектуванні технології виготовлення деталей для виробів високої надійності і відповідальності, допуски на основні розміри яких відповідають 6-му або нижчому квалітету ISO;

- якщо спроектований на основі загальнотехнологічних принципів маршрутний ТП не забезпечує заданого рівня якості, що може бути виявлено, наприклад, при виготовленні експериментальної партії деталей;

- при наявності у спроектованого маршрутного ТП факторів з апіорно відомим інтенсивним спадковим впливом.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Зміна багатьох показників якості в ході ТП вважається умовно монотонною, якщо процес не включає операцій термічного оброблення. Під час цих операцій відбувається стрибкоподібний розрив псевдомонотонної зміни показників якості. У зв'язку з цим методика оптимізації умов виконання операцій, відмінних фізичною природою від оброблення різанням, яка, в поєднанні з можливою оптимізацією структури ТП, дозволяє сформулювати технологічне середовище процесу, що гарантовано буде забезпечує задану якість виготовлення деталі.

З вище проведеного аналізу випливає, що облік основних закономірностей ТС і взаємовпливу формованих показників якості вимагає відстеження в процесі проектування значного числа постійно змінних параметрів. Так наприклад, число різних параметрів і показників якості, що відносяться тільки до однієї, локально розглянутої поверхні деталі, перевищує 30.

Інформаційні джерела

1. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве / В.К. Старков. – М.: Машиностроение, 1989. – 296с.
2. Безъязычный В.Ф. Влияние качества поверхностного слоя после механической обработки на эксплуатационные свойства деталей машин.- Справочник. Инженерный журнал, №4, 2001 Инженерия поверхности. – М.: Машиностроение, 2001, - С. 9-16.
3. Остафьев В.А. Диагностика процесса металлообработки / В.А. Остафьев, В.С. Антонюк, Г.С. Тымчик. – К.: Техника, 1991. – 152с.
4. Волосов С.С. Активный контроль размеров / С.С. Волосов. – М.: Машиностроение, 1984. – 222с.
5. Дунин-Барковский И.В., Карташева А.И. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности. – М.: Машиностроение, 1978. 232с.

Заблоцкий В.Ю., к.т.н., Дахнюк А.П., аспирант

Луцкий национальный технический университет

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В статье осуществлен анализ технологического обеспечения показателей качества фрикционных поверхностей деталей машин. Установлено, что особенностью обеспечения заданных показателей качества таких деталей является регулирование их эксплуатационных свойств с помощью изменения технологических параметров операций механической обработки. С целью создания теоретических основ формирования показателей качества проанализированы имеющиеся теоретические решения, выявлено, что они опираются на большое количество коэффициентов, определение которых является достаточно сложным. Установлено, что учет основных закономерностей технологической системы и взаимовлияния формируемых показателей качества требует отслеживания в процессе проектирования значительного числа постоянно меняющихся параметров.

Ключевые слова: износ, деталь, качество, геометрия поверхности, изделие, механическая обработка, коэффициент.

V. Zablotskyi, O. Dakhnyuk

Lutsk National Technical University

ANALYSIS OF WAYS TO TECHNOLOGICAL SUPPORT REGULATED INDICES AS FUNCTIONAL SURFACES

The article analyzes the technological quality parameters of the friction surfaces of machine parts. It is found that the feature of maintenance of the set of quality indicators such parts is to regulate their performance properties by changing the process parameters of machining operations. In order to establish the theoretical foundations of the formation of the quality indicators are analyzed existing theoretical solutions, revealed that they rely on a large number of factors, the determination of which is rather complicated. It was found that the inclusion of the basic laws of technological system and interference generated by tracking quality indicators required in the design process a significant number of constantly changing parameters.

Keywords: wear, detail, quality, surface geometry, product machining coefficient.