

УДК 621.822

В.Ю.Заблоцький, В.І.Марчук

Луцький національний технічний університет

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СПАДКОВОСТІ НА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПІДШИПНИКІВ

В статті розглянуто питання впливу технологічної спадковості на формування показників якості робочих поверхонь роликів підшипників зокрема та підшипників в цілому. Розроблено схему взаємозв'язків параметрів ГСП з конструктивно-технологічними чинниками технологічних операцій формоутворення кілець роликів підшипників в структурі життєвого циклу деталі.

Ключові слова: робочі поверхні, кільце, спадковість, життєвий цикл, роликів підшипник, якість.

Формування показників якості виробу відбувається протягом всього технологічного процесу. Результати виконання остаточних операцій, наприклад шліфування, залежать від попередньої обробки і якості заготовки. Основними параметрами якості оброблених деталей є точність розмірів, шорсткість поверхні та якість поверхневого шару. Процес послідовного перетворення заготовки в готову деталь супроводжується постійною зміною цих показників на кожній операції технологічного процесу.

Фахівцями в області проектування, виготовлення і експлуатації різних технічних пристроїв давно усвідомлений факт впливу ранніх стадій життєвого циклу пристрою на його стан у період експлуатації. У літературі це явище зазвичай називають технологічної спадковістю. Поняття технологічної спадковості дозволяє зв'язати якісно різні етапи життєвого циклу деталі єдиним процесом формування і витрати його ресурсу працездатності.

Потенційні можливості такого підходу значні. Кількісне визначення ефекту спадковості при проектуванні і виготовленні кілець роликів підшипників може істотно підвищити їх якісні показники. Певні успіхи в даному напрямку є. Так, в роботі [4] досліджено вплив на формування мікро- та макрогеометричних параметрів робочих поверхонь кілець підшипників (овальності, відхилення форми, хвилястості тощо) ряду технологічних операцій механічного оброблення. Слід все ж визнати, що завдання розробки методу обліку технологічної спадковості, спільного для всіх стадій життєвого циклу, залишається в значній мірі невирішеним.

Проблемі якості виробів присвячені багато робіт, які розкривають різні її сторони [1-2]. Розглядаються питання забезпечення якості на конструкційному, технологічному та експлуатаційному етапах, але практично відсутні роботи по побудові та дослідженню механізму спрямованого формування якості виробів. Експлуатаційні властивості виробів визначаються фізико-механічними властивостями матеріалу складових деталей, станом їх поверхонь, тощо. Тому можна вважати, що технологічна спадковість залежить від всіх технологічних операцій, починаючи з отримання заготовок, окремих деталей, та їх складання у готовий виріб, і тому їх слід розглядати не ізольовано у відриві один від одного, а в тісному взаємозв'язку, оскільки спадковість формується комплексно і так само змінюється в процесі експлуатації.

Для забезпечення надійності і довговічності деталей підшипників необхідно надавати їх обробленим поверхням оптимальні геометричні характеристики і фізікомеханічні властивості. Однак на експлуатаційні властивості, крім обумовлених шорсткості робочих поверхонь, марки матеріалу, його структури і твердості, впливають методи і режими її отримання. Це пояснюється тим, що точність і шорсткість не можуть характеризувати фізичний стан поверхневого шару металу. Поверхні з однаковою точністю і кінцевою шорсткістю можуть мати різну ступінь наклепу, неоднаковий характер і величину залишкових напружень, у них в різній мірі може бути спотворено кристалічну будову і порушена суцільність поверхні внаслідок мікротріщин, задирів, тощо. Різними можуть бути хімічний склад і структура поверхневого шару металу. Якщо поверхня отримана в результаті виконання комплексу фізікомеханічних операцій з виділенням у технологічній зоні значної кількості теплоти, то окремі хімічні складові можуть вигоряти, в результаті чого знижуються експлуатаційні властивості металу. Важливою характеристикою

експлуатаційних властивостей оброблених поверхонь є поверхнева енергія. Фізичний сенс її полягає в наступному. Внутрішні частки твердого тіла оточені з усіх сторін сусідніми частинками. Частинки, що знаходяться на поверхні, оточені сусідніми тільки з декількох сторін, тому вони розташовуються інакше, ніж внутрішні. У поверхневому шарі зосереджений більший запас потенційної енергії, ніж у внутрішніх, який зберігається аж до самої останньої операції. Крім того, деякі фактори впливають лише в межах певної операції, а на суміжні впливу не спричиняють. Так, дослідженнями [4] встановлено, що в процесі оброблення кілець роликотідшипників, хвилястість і відхилення форми робочих поверхонь частково копіюються на суміжних операціях механічного оброблення.

Зазвичай технологічна спадковість розглядається обмежено на останній завершальній операції, хоча формується вона під час перебігу всього технологічного процесу [3]. Встановлено, що вона являє собою явище перенесення властивостей заготовок та деталей від всіх технологічних переходів і операцій пов'язаних між собою взаємним технологічним впливом, який виявляється при експлуатації на показники якості виробу. При цьому сила впливу технологічних факторів на експлуатаційні властивості буде різною. Вплив одних може посилюватися, інших - слабшати.

Кількісні залежності між параметрами якості оброблюваних поверхонь та умовами формоутворення можливо отримати двома шляхами: шляхом поглиблених досліджень фізичних явищ, які відбуваються в поверхневому шарі в процесі оброблення та шляхом спеціально спланованих статистичних досліджень.

При забезпеченні надійності технологічного процесу виникає необхідність у визначенні оцінки впливу характеристик технологічних систем операцій на формування параметрів якості оброблюваних поверхонь заготовок.

Очевидно, що між фізико-механічними властивостями та експлуатаційними характеристиками поверхонь деталей і конструктивно-технологічними чинниками, що супроводжують процеси механічного оброблення в технологічному ланцюгу виготовлення виробів існує складна система взаємозв'язків (рис.1), природа і характер яких не достатньо вивчені. В цьому плані особливої актуальності набувають задачі впорядкування, класифікації, дослідження і моделювання взаємозв'язків (в подальшому зв'язків) між низкою конструктивно-технологічних чинників, показниками якості деталей та їх експлуатаційними характеристиками для формування стратегії стабілізації якості, алгоритмізації рішення задач управління якістю на всіх періодах життєвого циклу деталей і виробів.

Аналіз наукових підходів, результатів досліджень в галузі інженерії поверхні, вивчення технології підшипникового виробництва дозволяють зробити узагальнений висновок про те, що показники якості деталей, експлуатаційні характеристики підшипників залежать від багатьох конструктивно-технологічних чинників і формуються на наступних періодах життєвого циклу деталі (рис.1): період Z – формоутворюючі операції заготівельного виробництва; період L – формоутворюючі операції лезового оброблення (для кілець підшипників це токарні чорнові і чистові операції); період T – процеси термічного й хімікотермічного оброблення; період A – процеси алмазно-абразивного оброблення.

На рис.1 показано схему взаємозв'язків параметрів ГСП з конструктивно-технологічними чинниками технологічних операцій формоутворення кілець роликотідшипників в структурі життєвого циклу деталі.

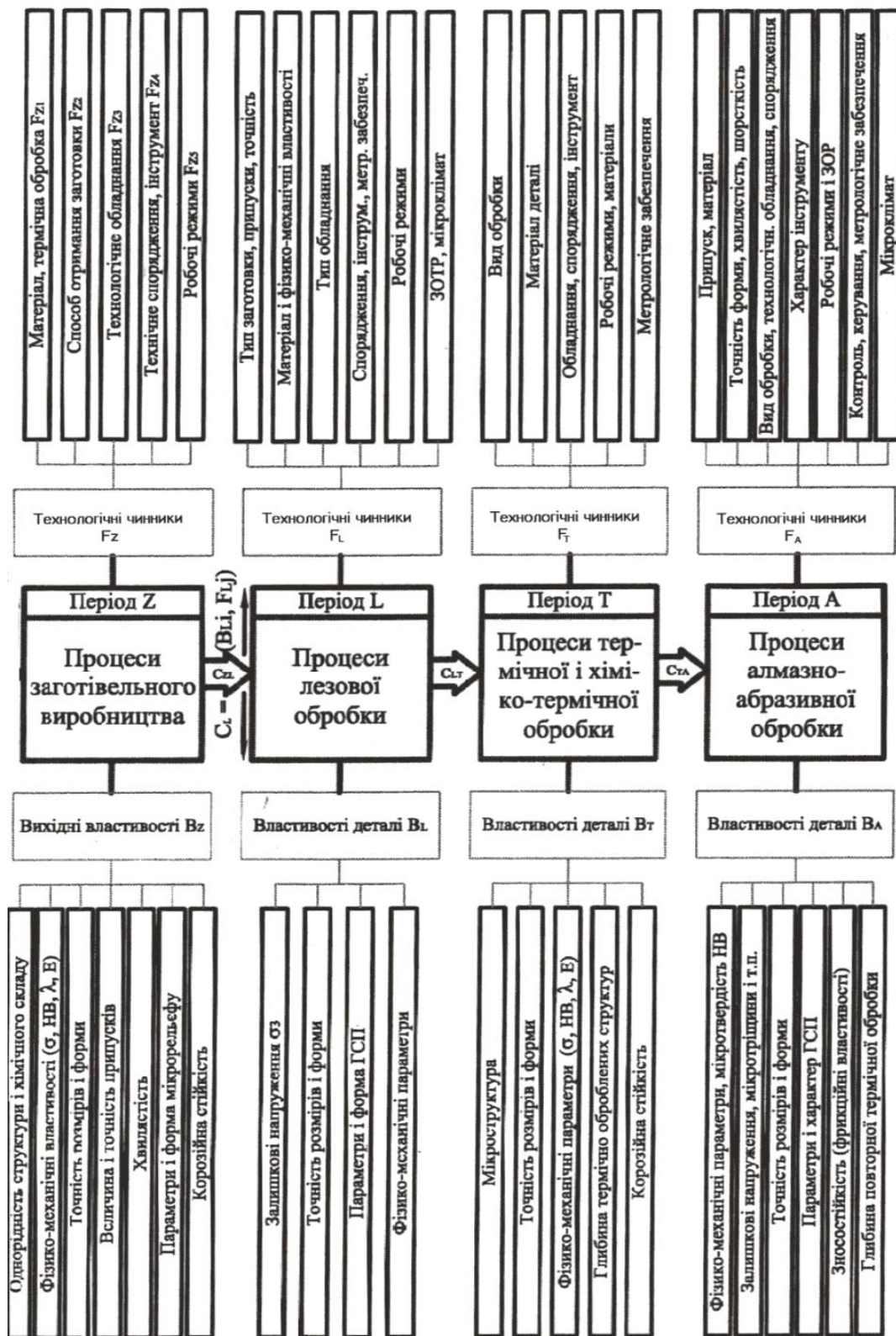


Рис.1 Схема взаємозв'язків параметрів ГСП з конструктивно-технологічними чинниками технологічних операцій

Як бачимо зі схеми, в межах кожного періоду життєвого циклу між множиною чинників F_i і множиною параметрів (властивостей) B_i існують зв'язки C_i з узагальненою назвою функціонально-

параметричні зв'язки. Але подібного роду зв'язки мають місце між чинниками одного періоду і параметрами (показниками) якості іншого періоду життєвого циклу деталі. В такому випадку зв'язок називатиметься структурно-функціональним.

Оскільки, між операціями виготовлення кілець існують взаємозв'язки, кінцева характеристика j -го параметра якості оброблюваної поверхні заготовки на i -й операції залежить від ряду чинників. Вплив одних розповсюджується аж до останньої операції, вплив інших зникає значно раніше. Крім того, є чинники, які діють лише в межах однієї операції, не виходячи навіть на суміжну з нею операцію, тобто можуть частково копіюватися на одній-двох суміжних операціях, а потім вплив початкової величини цих похибок припиняється.

Можна відзначити існування своєрідних бар'єрів, які по-різному долаються різними чинниками. До таких бар'єрів можна віднести термічні та зміцнювальні операції, виходжування при шліфуванні тощо. Значний інтерес являє собою вплив операцій поверхневого зміцнення деталей на ослаблення впливу шкідливих факторів технологічної спадковості. Так, наприклад, поверхневий наклеп усуває мікротріщини, вирівнює фізико-механічні властивості, структурні неоднорідності, усуває підвищені поверхневі напруження, концентратори напружень тощо. Тому при розробленні технологічних процесів повинні вводитися операції, що перешкоджають впливу шкідливих факторів.

У технологічному ланцюгу і при експлуатації існують своєрідні бар'єри. Деякі фактори не можуть подолати бар'єри, і в такому випадку ці фактори не впливають на кінцеві властивості оброблених поверхонь. Інші фактори бар'єри проходять, але при цьому значно втрачають свою вихідну силу і впливають на кінцеві властивості досить слабо. Найбільш істотними бар'єрами в технологічному процесі є термічні операції (наприклад, загартування, відпуск) і так звані зміцнюючі операції, що супроводжуються поверхневим зміцненням деталей (наприклад, обкатка, алмазне вигладжування). Сюди ж можна віднести і процес виходжування при шліфуванні, який сприяє появі абразивного наклепу оброблюваної поверхні.

Розглянемо вплив операцій поверхневого зміцнення на ослаблення впливу негативних факторів технологічної спадковості. Основний ефект полягає в тому, що значна кількість мікротріщин, що знаходяться в поверхневому шарі металу, при пластичній деформації замикається і поверхня стає більш суцільною - заліковується. Крім того, поверхневий наклеп вирівнює фізико-механічні властивості різних ділянок поверхні, усуваючи підвищені напруження, що виникають на межах ділянок з різною структурою і мікротвердістю. У цих місцях під час експлуатації деталі можуть утворитися мікротріщини. Поверхневий наклеп при здійсненні зміцнюючих операцій вирівнює структурні неоднорідності, усуваючи концентратори напружень. Це відбувається в результаті того, що при обробці м'яких структур наклеп відбувається інтенсивніше, ніж твердих, тому їх мікротвердість при цьому вирівнюється. Крім того, місцеві напруження розтягу придушуються новоствореними при наклепі стискаючими напруженнями, і весь поверхневий шар металу стає рівнонапруженим. Залишкові напруження в кінці зміцнювальної операції будуть стискаючими. Отже, вплив багатьох негативних факторів технологічної спадковості при здійсненні зміцнюючих впливів різко знижується. Теплові явища при механічному обробленні зазвичай погіршують фізико-хімічний стан поверхневого шару, тим самим знижуючи працездатність деталей. Структурні перетворення у поверхневому шарі можуть розташовуватися на глибині, що перевищує величину припуску на наступну операцію. Ці перетворення зазвичай спричиняють негативний вплив на формування експлуатаційних характеристик робочих поверхонь при подальшому обробленні. Тому, змінюючи режими термічного оброблення на деталь та керуючи тепловими процесами під час механічного оброблення, можна знизити дію негативних факторів технологічної спадковості.

Висновки.

Підвищення якості виробів повинно забезпечуватися постійно протягом виконання технологічних процесів виготовлення заготовок, деталей і виробів у цілому.

Отже, як позитивні, так і негативні фактори з'являються і згасають на різних операціях технологічного процесу і стадіях експлуатації деталей машин, тобто тривалість дії окремих факторів технологічно експлуатаційної спадковості є різною.

Для використання явищ технологічної спадковості та самоорганізації з більшою ефективністю слід ретельніше вивчати і досліджувати механізми їх прояву.

©В.Ю.Заблоцький, В.І.Марчук

Таким чином, при проектуванні технологічних процесів високоефективного оброблення необхідно вводити технологічні операції та використовувати такі впливи, які перешкоджали б дії негативних факторів на фінішних операціях механічного оброблення.

1. Качество машин: Справочник, в 2 т./А.Г.Суслов и др. Под общей ред. А.Г.Суслова. – М.: Машиностроение, 1995.-430 с.
2. Суслов А.Г. и др. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений. –М.: Машиностроение, 2006.-448 с.
3. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. -640 с., ил.
4. Заблоцький В.Ю. Про вплив технологічної спадковості на експлуатаційні характеристики кілець роликотідшипників Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом "Інженерна механіка") випуск 15 (грудень, 2004) Луцьк 2004, С.91-100