

поряд з підвищенням втомної міцності, забезпечує зниження вихідної шорсткості на 2-3 класи.

Кінцеві результати зміцнення залежать від тиску ролика, подачі, швидкості обкатки, числа проходів і властивостей оброблюваного матеріалу.

При зміцнюючій обкатці підвищення твердості досягає 20...40% і глибина наклепу становить 0,02-0,04 діаметра деталі, що значно збільшує ресурс цих деталей.

Застосування чистової обробки методом поверхневого пластичного деформування забезпечує отримання наклепу і підвищення чистоти поверхневого шару до 9-10 класу (Ra 0,20-0,10).

Поєднання високого ступеня чистоти поверхні з зміцненням поверхневого шару, зумовлює високі експлуатаційні властивості деталей, оброблених тиском.

Проведені дослідження дозволили зробити наступні висновки. Високі техніко-економічні показники дозволяють вважати метод поверхневого пластичного деформування найбільш перспективним та доцільним для широкого впровадження у виробництво. Використання низьких температур при виконанні технологічних процесів на підприємстві визначається можливістю розширення номенклатури деталей, а також використання охолодження та інших технологічних цілей.

Рибалко Ірина Вільгельмівна, к.т.н., доцент кафедри технології машинобудування і ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, rybalko_irina@ukr.net

Кучков Руслан Юрійович, студент групи ТПТ-36т1-21, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН

В сучасному машинобудуванні однією з ключових задач є забезпечення надійності продукції. Надійність машин та механізмів безпосередньо залежить від зносостійкості їх складових частин. Тому підвищення зносостійкості деталей є важливим напрямом у розвитку машинобудівних технологій.

Знос – це процес поступового руйнування та втрати матеріалом своїх властивостей внаслідок механічного, теплового або хімічного впливу. В машинобудуванні розрізняють декілька основних видів зносу:

- абразивний знос – відбувається через контакт поверхонь з твердими частинками;
- адгезійний знос – виникає при безпосередньому контакті поверхонь, що ковзають одна відносно одної;
- кавітаційний знос – зумовлений впливом ударних хвиль в рідині;

– ерозійний знос – спричиняється потоками рідини або газу, що несуть тверді частинки;

– корозійний знос – відбувається через хімічну реакцію матеріалу з навколишнім середовищем.

Для підвищення зносостійкості деталей машин застосовують різноманітні методи, які можна розділити на наступні групи: конструкційні, технологічні та експлуатаційні.

Конструкційний спосіб підвищення зносостійкості деталей машин полягає в проектуванні та виготовленні деталей з урахуванням їх експлуатаційних умов, механічних навантажень та можливих джерел зношування. Ось деякі ключові аспекти конструкційного підходу до підвищення зносостійкості:

Вибір високоякісних матеріалів. Вірний вибір матеріалів для конструкції деталей є одним з найважливіших кроків у підвищенні їх зносостійкості. Використання високоміцних сталей, спеціальних сплавів або композитних матеріалів може значно збільшити міцність та стійкість до зношування деталей.

Оптимізація форм та розмірів. Проектування деталей з мінімальними точковими навантаженнями та рівномірним розподілом напружень допомагає зменшити тертя та знос. Використання зігнутих або закруглених форм, а також заокруглених кутів, може допомогти уникнути концентрації напружень та зменшити ризик виникнення тріщин.

Впровадження амортизуючих систем. Додавання амортизуючих матеріалів або систем поглинання ударів до конструкції деталей допомагає зменшити вплив ударних навантажень, які можуть спричинити знос. Наприклад, використання гумових або полімерних вставок у вузлах з'єднання може покращити амортизацію та знизити знос.

Удосконалення систем мащення. Ефективна система мащення є важливою для зменшення тертя та зносу деталей. Використання автоматизованих систем мащення забезпечує рівномірне розподілення мастила та знижує ризик виникнення зносу внаслідок недостатнього мащення.

Врахування робочих умов. Під час проектування деталей необхідно враховувати робочі умови, такі як температура, вологість, агресивні середовища тощо. Використання матеріалів та покриттів, які стійкі до окремих факторів, дозволяє збільшити тривалість служби деталей.

Використання антивібраційних систем. Впровадження антивібраційних систем дозволяє зменшити вплив вібрацій на деталі машин, що може спричинити знос. Використання амортизуючих опор або спеціальних амортизаторів може покращити умови експлуатації деталей та збільшити їхню тривалість служби.

Загальний підхід до конструкційного підвищення зносостійкості полягає в уважному аналізі умов експлуатації та виборі оптимальних матеріалів та конструкційних рішень, які забезпечать максимальну тривалість служби деталей машин.

Технологічний метод підвищення зносостійкості деталей машин включає в себе використання новітніх технологій обробки матеріалів та застосування

спеціальних покриттів, що дозволяє збільшити тривалість служби та знизити рівень зносу. Ось деякі з найпоширеніших методів.

Термічна обробка. Термічна обробка включає процеси закалки, відпуску та нормалізації, які змінюють мікроструктуру матеріалу, підвищуючи його міцність та стійкість до зношування. Наприклад, закалка може змінити структуру металу, зробивши його більш міцним та стійким до тертя.

Покриття зносостійкими матеріалами. Нанесення покриттів на робочі поверхні деталей може значно збільшити їхню зносостійкість. Такі покриття можуть включати нітриди, карбіди, кераміку або полімерні матеріали. Наприклад, нанесення покриття з карбідом кремнію на інструменти різання забезпечує високу міцність та стійкість до зношування.

Використання передових технологій обробки. Сучасні технології обробки, такі як електроерозійна обробка, лазерна обробка та абразивна обробка, дозволяють досягти високої точності та якості поверхні деталей. Це допомагає зменшити тертя та знос та збільшити тривалість служби.

Удосконалення процесів обробки. Оптимізація параметрів обробки, таких як швидкість різання, подача, глибина різання тощо, може значно вплинути на якість та зносостійкість оброблюваних деталей. Впровадження сучасних систем керування обробкою, таких як ЧПУ, дозволяє досягти високої точності та повторюваності обробки.

Ці технологічні методи, використовуючи передові розробки в області матеріалознавства та обробки, дозволяють створювати деталі машин з високою зносостійкістю та тривалістю служби, що є важливим фактором для підвищення надійності та ефективності технічних систем.

Експлуатаційний спосіб підвищення зносостійкості деталей машин базується на правильній організації процесу їх використання та обслуговування. Цей метод передбачає раціональне використання обладнання та заходи щодо підтримання його в належному технічному стані. Ось деякі ключові аспекти експлуатаційного підходу до підвищення зносостійкості.

Регулярне технічне обслуговування є одним з найважливіших кроків у підвищенні зносостійкості деталей. Це включає в себе перевірку робочих органів, систем мащення, терморегулювання, а також заміну зношених деталей та очищення від забруднень.

Регулярне змащування. Правильне змащування деталей допомагає зменшити тертя та знос. Важливо використовувати відповідне мастило для кожного типу деталей та вчасно здійснювати його заміну.

Контроль за рівнем навантаження. Стеження за режимами роботи обладнання дозволяє вчасно виявляти перевантаження та уникати надмірного зносу. Важливо дотримуватися рекомендацій виробника щодо максимальних навантажень та режимів роботи.

Забезпечення правильних умов експлуатації. Навколишнє середовище та умови роботи можуть впливати на зносостійкість деталей. Наприклад, застосування захисних покриттів для деталей, які експлуатуються в агресивних середовищах, допомагає збільшити тривалість їх служби.

Навчання персоналу. Правильне використання обладнання та знання техніки безпеки роботи може допомогти уникнути надмірного зносу деталей. Навчання персоналу щодо правильних методів експлуатації та обслуговування обладнання є ключовим аспектом підвищення тривалості його служби.

Моніторинг стану деталей. Постійний моніторинг стану деталей дозволяє виявляти початкові ознаки зносу та вчасно вживати заходів щодо його усунення. Використання діагностичних систем та контрольних вимірювань допомагає забезпечити надійну роботу обладнання.

Ефективне впровадження експлуатаційних методів підвищення зносостійкості деталей машин допомагає забезпечити їх тривалу та надійну роботу, що є важливим фактором для підвищення продуктивності та зниження витрат на обслуговування.

Підвищення зносостійкості деталей машин значно впливає на загальну надійність продукції. Це зумовлено декількома факторами:

- збільшення терміну служби деталей – зносостійкі деталі служать довше, зменшуючи потребу у частих ремонтах та замінах;
- зменшення ймовірності відмов – зносостійкі матеріали менш схильні до утворення тріщин та інших дефектів, що можуть призвести до відмови обладнання;
- стабільність параметрів роботи – деталі з високою зносостійкістю забезпечують стабільну роботу машин протягом тривалого часу без значних змін характеристик;
- зниження витрат на обслуговування – завдяки меншій частоті замін та ремонтів знижуються експлуатаційні витрати.

Можна привести декілька прикладів застосування методів підвищення зносостійкості в машинобудуванні.

Двигуни внутрішнього згорання – використання зносостійких покриттів для поршневих кілець та циліндрів дозволяє збільшити ресурс двигунів.

Трансмісійні механізми – азотування шестерень та валів значно підвищує їх зносостійкість та надійність роботи.

Гідравлічні системи – плазмове напилення зносостійких покриттів на поршні та циліндри гідравлічних систем знижує їх знос та покращує герметичність.

Інструменти та ріжучі елементи – застосування тврдосплавних матеріалів та композитів для виготовлення інструментів значно збільшує їх стійкість до зносу.

Підвищення зносостійкості деталей машин є важливим напрямом у підвищенні надійності продукції машинобудування. Використання конструкційних та технологічних методів дозволяє значно зменшити знос, збільшити термін служби деталей та знизити витрати на обслуговування. Це, в свою чергу, забезпечує стабільну та надійну роботу обладнання, що є критично важливим для різних галузей промисловості. Впровадження нових технологій та матеріалів у виробництво сприятиме подальшому розвитку машинобудування та підвищенню його конкурентоспроможності на ринку.

Перелік посилань

1. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

2. Дмитриченко М.Ф. Мнацаканов Р.Г., Мікосянчик О.О. Триботехніка та основи надійності машин: Навчальний посібник. – К.: ІНФОРМАВТОДОР. 2006. – 216 с.

Подригало Михайло Абович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, khadi.pas@gmail.com

Краснокутський Максим Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕЛІНІЙНОСТІ ТИПУ «ЗОНА НЕЧУТЛИВОСТІ» НА КЕРОВАНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОЇ СИСТЕМИ

Динамічні властивості характеризують здатність автомобіля рухатися під дією прикладених сил. Важливою експлуатаційною властивістю є динамічність автомобіля під час розгону, тобто здатність останнього до швидкого збільшення швидкості. Одним із показників руху автомобіля є час його розгону або до максимальної швидкості V_{\max} або до швидкості $V=100$ км/ год. Слід зазначити, що автомобіль є об'єктом, що регулюється [1], а синергетичний гібридний привід – автоматичний регулятор. Разом вони утворюють (у взаємодії) регульовану систему. Керуючими параметрами (входом) регульованої системи (автомобільної моторно-трансмісійної установки) є ефективна (вихідна) потужність двигуна внутрішнього згорання та частота обертання колінчастого валу. Управління динамікою розгону автомобіля відбувається за рахунок регулювання ефективної потужності N_e та швидкості автомобіля V . Остання змінюється за рахунок керування кутовою швидкістю колінчастого валу ДВЗ та передатним відношенням коробки передач.

Керованість процесу розгону автомобіля, як і будь-якого керованого процесу, характеризується здатністю регульованої системи адекватно реагувати на керуючий вплив. Адекватність характеризується пропорційністю між зміною вихідної величини та зміною Δx вхідної величини X . У реальних конструкціях автомобілів зазначена пропорційність, при керуванні моторно-трансмісійною установкою, відсутня через наявність у ланцюзі управління великої кількості нелінійностей. Одна з нелінійностей типу зона нечутливості виникає через наявність опору руху автомобіля