

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
116-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***23-24 лютого 2023 року
м. Київ***

УДК 621.886.6

АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА НАДІЙНОСТІ ШПОНКОВИХ З'ЄДНАНЬ ДОТИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В. Л. КУЛИКІВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: kylikovskiyy@ukr.net

В даний складний час все більшого значення для країни набуває необхідність розвитку техніки та технологій. Головним завданням за такого вектора розвитку є постійне вдосконалення і оновлення матеріально-технічної бази промислового та сільськогосподарського виробництва, підтримання техніки у працездатному стані, створення новітніх технологій з виготовлення, технічного обслуговування, ремонту машин АПК. Якість і продуктивність виготовлення, відновлення деталей у машинобудуванні нерозривно пов'язані із забезпеченням норм точності та взаємозамінності [1]. Удосконалення методик розрахунку посадок відповідальних з'єднань з метою збільшення їх ресурсу, розробка нових технологій зниження рівня браку є одним із наукових завдань на сучасному етапі розвитку.

Режим роботи циліндричних з'єднань зі шпонкою в сільськогосподарських машинах характеризується видом і величиною навантаження на поверхні деталей, частотою обертання, коливаннями, переміщенням елементів відносно один одного, впливом зовнішнього (виробничого) середовища та іншими параметрами [2]. Зношування в даних умовах найчастіше носить абразивний, окислювальний характер за реалізації тертя ковзання з мастилом або без нього при обертальному русі та циркуляційному навантаженні, повсякчас має місце і фретинг-корозія (рис. 1).



Рис. 1. Основні види зношування шпонкових з'єднань дотичних деталей машин

Сталі, що застосовується для виготовлення дотичних елементів, мають низьку корозійну стійкість, а волога, мінеральні добрива, ґрунт суттєво впливають на зношування поверхонь деталей і вихід з ладу з'єднань із зірочками, шківками.

Важливо провести детальний аналіз процесу контактування поверхонь циліндричного з'єднання зі шпонкою під час обертання. В даному випадку реалізується відмінний від підшипника ковзання процес контактування. Спостерігається періодичне (поперемінне) зіткнення з проковзуванням кожної точки поверхні валу відносно отвору. Якщо порівнювати посадку з натягом, що має розкриття стику під навантаженням у зоні пружних деформацій, де реалізується нібито внутрішнє зчеплення нерівностей поверхонь, то саме в даних умовах шпонка заважає відносному прокручуванню. Формується регулярне мікроскопічне руйнування шорсткості через нерівність довжин кіл зовнішніх охоплюваних та внутрішніх охоплюючих поверхонь деталей. Цикл обертання за такого відносно нерухомого положення деталей передбачає зустріч тих точок, які вже контактували між собою. Все вищезгадане призводить до рівномірного, але значного зносу спряжених поверхонь валу і втулки (рис. 2).

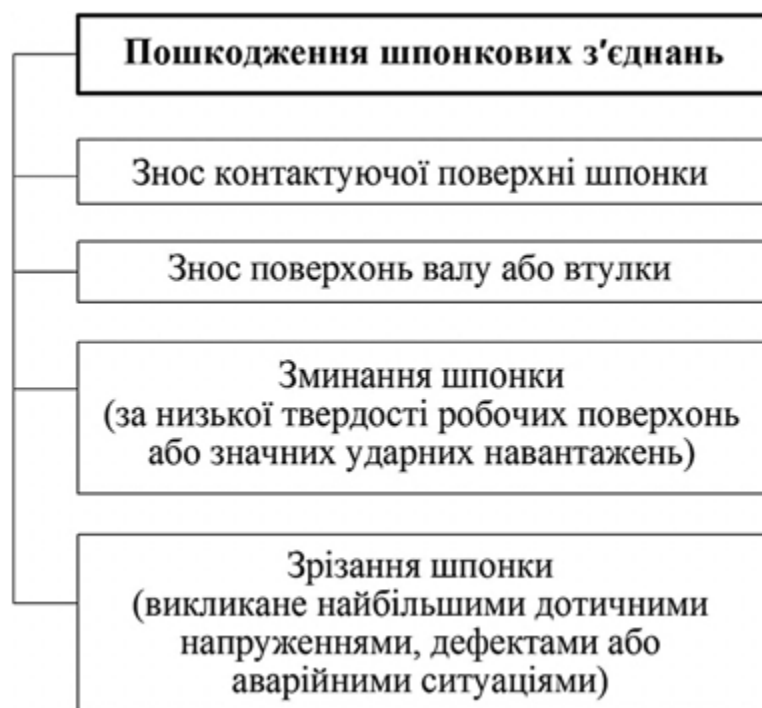


Рис. 2. Характерні види пошкоджень шпонкових з'єднань

Розглянемо процес формування відмов комплексного з'єднання «шпонка – паз валу – паз втулки». Зі збільшенням зазору в циліндричному з'єднанні, шпонка має простір для переміщення у вертикальній системі координат, що призводить до зменшення реальної площі контакту поверхні кріпильного елемента з поверхнями пазів валу та отвору. Від мікроскопічних руйнувань, що з'являються, відбувається вібраційно-ударне навантаження, підвищується знос, збільшується зазор та зминаються поверхні в з'єднанні шпонки з пазами валу і

втулки біля кінцевих елементів (на краях, кутах). З розширенням розміру гнізда і зміною габаритів кріпильного елемента площа контакту за шириною прогресивно зменшується, настає перекис шпонки в пазах і клин набуває округлої форми. Паралельно відбувається деформація пазів та збільшення ширини заглиблення. Розглянуті процеси суттєво прискорюються за наявності забруднень у зоні тертя.

Зазор або розкриття стику необхідно компенсувати натягом у спряженні, що запобігатиме потраплянню забруднень в зону тертя і перешкоджатиме переміщенню поверхонь дотичних деталей, в результаті чого знизиться знос шпонки з пазами по ширині. Великі значення натягів у даному випадку виключені, через необхідність дотримання умов регулярного розбирання і складання вузлів, з метою заміни зношених зірочок, шківів, ременів, ланцюгів, а також ремонту, технічного обслуговування редукторів та муфт.

Таким чином, циліндричні з'єднання зі шпонкою вимагають розрахунку норм точності та забезпечення взаємозамінності з метою підвищення довговічності та створення запасу працездатності.

Досить частим дефектом в циліндричному з'єднанні зі шпонкою є наслідки зносу поверхонь валу і отвору. Відмова з'єднання є параметричною, вона прогнозується і очікується у певний час. Втомні руйнування поверхонь циліндричного з'єднання з кріпильним елементом спостерігаються рідше, найчастіше страждає від дії повторно-перемінних (циклічних) навантажень найменша деталь – шпонка, а також пази валу та отвору.

Систематизація відмов шпонкового з'єднання дозволила виділити основні елементи:

- знос циліндричної поверхні втулки (приблизно 20 %);
- знос циліндричної поверхні валу (приблизно 30 %);
- знос шпонки по ширині, пазів валу та отвору, можливе змінання поверхонь елементів з'єднання (більше 50 %);

Проблеми надійності спряження зводяться до стабілізації граничних натягів у з'єднання, які є функціональними, технологічними характеристиками та параметрами точності. Проаналізовані проблеми можуть бути вирішені наступними способами:

- підвищення зносостійкості поверхонь валу та отвору;
- збільшення зносостійкості поверхонь за шириною шпонки та її пазів;
- розрахунок норм точності з'єднання у вигляді граничних натягів та вибір стандартної посадки.

Список використаних джерел

1. Костюк О. Г., Ламнауер Н. Ю. Прогнозування якості виробів машинобудування за параметром лінійного розміру. *Високі технології в машинобудуванні*. 2013. Вип. 1 (23). С. 104–112.

2. Малащенко В. О., Стрілець О. Р., Стрілець В. М. Методика експериментального дослідження динаміки шпонкових з'єднань під час періодичного навантаження. *Вісник Національного університету «Львівська*

політехніка». Сер. Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. 2013. № 759. С. 59–64.

УДК 621.891

ЗАКОНОМІРНОСТІ АБРАЗИВНОГО РУЙНУВАННЯ ДЕФОРМОВАНОЇ СТАЛІ

В. І. ДВОРУК, доктор технічних наук, професор
І. О. БУЧКО, аспірант
М. О. КІРИЄНКО, аспірант
Національний авіаційний університет, м. Київ

Серед різних видів абразивного зношування одним із найбільш руйнівних є зношування при терті ковзання по моноліту абразиву - великим шматкам гірської породи або шліфувального кола, у яких частинки абразиву міцно скріплені один з одним за допомогою зв'язування.

Як конструкційний матеріал відповідальних деталей технічних засобів різного призначення, що працюють в таких умовах найчастіше застосовують леговані сталі, першопричиною міцності яких є вихідна структура. Для підвищення міцності необхідно ускладнити виникнення дислокацій, а також зародження й розповсюдження тріщин в сталі. Здійснити це можливо шляхом максимального викривлення її внутрішньої структури за допомогою різних способів дії, серед яких найбільше розповсюдження в техніці знайшли термічна обробка й обробка пластичною деформацією.

На сьогодні обидва вказаних способи дії на структуру часто суміщають в різних схемах комбінованої обробки, що сприяє додатковому підвищенню міцнісних властивостей сталі за рахунок утворення дрібнодисперсної структури. Ураховуючи, що в механізмі зношування при терті ковзання по моноліту абразиву лежить міцнісне підґрунтя, цей факт може бути підставою для очікування відповідного підвищення зносостійкості сталі. Однак таке припущення не підтверджується результатами практично всіх відомих лабораторних досліджень, згідно яких зносостійкість деформованої сталі залишається на рівні, досягнутому після термічної обробки. Отже, існуюча точка зору щодо міцнісного підґрунтя в механізмі зношування, яка за суттю ототожнює його з опором об'ємному руйнуванню, а також провідної ролі в ньому відповідних показників міцності не завжди виявляється адекватною. Тому немає підстав зводити відмінності між об'ємним та абразивним руйнуванням лише до масштабу прояву цих процесів. Найімовірнішим поясненням цього можуть бути відрізнявальні особливості механіки об'ємного й контактного руйнування, перш за все у морфології тріщин, а також закономірностях їх зародження та розповсюдження.