

**ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ  
ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

**Гупка Б.В. к.т.н., доцент, Гупка А.Б.**

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

*Проаналізовано причини виходу з ладу робочих органів сільськогосподарських машин. Запропоновано технологічні засоби управління поверхневою міцністю. Розроблена комплексна методика дослідження та критерії оцінки експлуатаційної надійності важко-навантажених пар тертя.*

Сучасний етап розвитку техніки характеризується підвищеними вимогами до якості робочих поверхонь, надійності та довговічності машин і механізмів в цілому. Неврахування даних параметрів на етапі конструювання, відхилення від заданої технології оброблення, використання невисокоякісних матеріалів, неоптимальні режими експлуатації приводять до великих матеріальних та енергетичних затрат. Для сучасного сільськогосподарського машинобудування характерна підвищена енергонапруженість і важкі умови експлуатації пар тертя. Першочергового значення набуває проблема підвищення поверхневої міцності і зносостійкості деталей машин (конструкторські та технологічні засоби), а також використання мастильних матеріалів (експлуатаційні засоби), які забезпечують їх нормальну експлуатацію. Стало очевидним, що для успішного вирішення практичних задач триботехніки необхідно використовувати результати фундаментальних досліджень фізики твердого тіла, матеріалознавства, термодинаміки відкритих систем, теорії системного аналізу .[1]

Враховуючи специфічні умови роботи розглядуваних важко навантажених вузлів тертя, інколи використання конструкторських та експлуатаційних засобів управління процесами активації та пасивації в зоні фрикційного контакту не завжди прийнятне. Тому в даній роботі досліджувались технологічні методи підвищення поверхневої міцності, зокрема методи зміцнюючої технології. Приведено результати комплексного експериментального дослідження по встановленню якісних закономірностей трибологічних взаємодій, кореляції діапазону структурної пристосовуваності (СП) і критичних точок взаємо переходу процесів припрацювання - СП – обємна деструкція, рівнів адаптивності, значень основних триботехнічних (інтенсивність зношування  $I$ , коефіцієнт тертя  $\mu$ , температу-

ра  $T$ ), структурно-енергетичних (питома робота руйнування  $A_p$ , температура енергоємність трибосистеми  $E_Q$ ) характеристик процесів тертя та зношування під впливом технологічних факторів (методів зміцнюючої технології).

До технологічних засобів управління поверхневою міцністю відносяться різні види зміцнюючої технології, за допомогою яких здійснюється регулювання процесів активації і пасивації, а також одержання вторинних структур (ВС) із заданим комплексом характеристик, що призводить до розширення діапазону і пониження рівня основних триботехнічних параметрів. По результатах попередніх досліджень із всіх існуючих методів зміцнюючої технології вибрані найбільш ефективні для важконавантажених пар тертя. З позиції структурно енергетичної пристосованості матеріалів при терті та зношуванні всі існуючі методи поверхневого зміцнення поділено на дві основні групи:

- методи одержання ВС із властивостями, які забезпечують можливість перебудови і додаткового зміцнення в процесі експлуатації, тобто утворення ВС, які розширюють діапазон нормальних процесів і мінімізують параметри тертя та зношення (методи пластичного деформування, хіміко-термічна обробка, нанесення покриття);
- методи одержання ВС з максимально можливою стійкістю по відношенню до механічних і хімічних дій у важко навантажених умовах експлуатації (дифузійне і електролітичне хромування, борування та ін.).

Для досягнення поставлених конкретних практичних задач в даній роботі поставлені та вирішені наступні задачі:

- розроблено комплексну методику дослідження, яка включає в себе універсальну машину тертя, кінетичні критерії оцінки процесів тертя та зношення;
- досліджено вплив методів зміцнюючої технології на закономірності зміни параметрів тертя та зношення і якість ВС;
- дано рекомендації по практичному приміненню методів зміцнюючої технології для оптимізації управління поверхневою міцності важконавантажених пар тертя сільськогосподарських машин.

Вибір матеріалів досліджуваних зразків, контртіла, методів їх зміцнення, мастильного середовища здійснювався у відповідності з поставленими задачами і з метою їх практичного використання. В якості матеріалу досліджуваних зразків вибрана сталь 65Г, яка широко застосовується при виготовленні робочих органів сільськогосподарських машин та механізмів. Матеріал контртіла – сталь ШХ15. Зразки із сталі 65Г, оброблені по серійній технології підлягали різним методам

поверхневого зміцнення та нанесення зносостійких покриттів після чого їх робочі поверхні доводились до шорсткості  $Ra = 0,32$ . У всіх дослідах в якості мастильного середовища використовувалось інактивне, неполярне, малов'язке вазелінове масло, що практично виключало вплив гідродинамічних і адсорбційних ефектів і в той же час розширяло діапазон СП. Швидкість ковзання пари тертя у всіх експериментах була постійною – 2,3 м/с.

Дослідження проводились на спеціально виготовленій машині тертя [2].

Експериментальні залежності зміни основних триботехнічних (інтенсивні зношування  $I$ , коефіцієнт тертя  $\mu$ , температури  $T^{\circ}C$ ), структурно-енергетичних (питома робота руйнування  $A_p$ , температурна енергоємність системи тертя  $E_Q$ ) характеристик, одержаних при дослідженні сталі 40X, показано на рис. 1 – рис. 5 (1 - серійна технологія, 2 - комплексна хіміко-термічна обробка, 3 - хромування, 4 - хімічне травлення, 5 - КІБ.).

На одержаних графіках чітко виділяються три характерні області: зона припрацювання (нестабільні значення досліджуваних параметрів); діапазон оптимального і стабільного значення даних параметрів (режим СП); режим різкої зміни досліджуваних параметрів (перехід до об'ємної деструкції). Загальним для всіх запропонованих методів поверхневого зміцнення являється пониження рівня і розширення діапазону нормального механо-хімічного зношування в порівнянні із серійною технологією. Як виключення – методи комплексної хіміко-термічної обробки, КІБ, які розширюють діапазон СП, проте одночасно і підвищують рівень нормального механо-хімічного зношування. Характер зміни коефіцієнтів тертя  $\mu$  аналогічний характеру зміни інтенсивності зношування  $I$ .

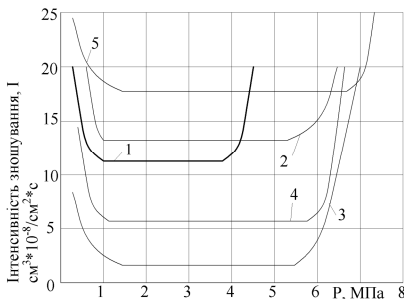


Рис 1. Залежність інтенсивності зношування  $I$  від величини питомого навантаження  $P$ .

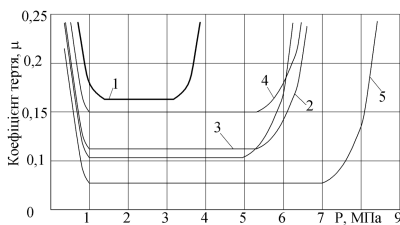


Рис 2. Залежність коефіцієнта тертя  $\mu$  від величини питомого навантаження  $P$ .

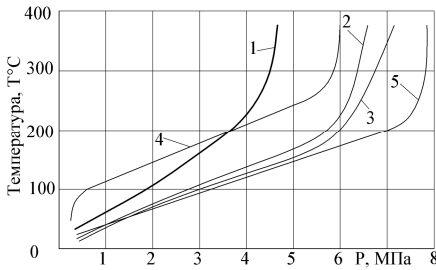


Рис 3. Залежність температури  $T$  від величини питомого навантаження  $P$ .

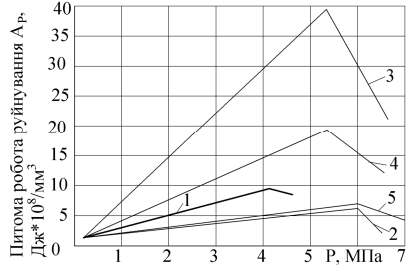


Рис 4. Залежність питомої роботи руйнування  $A_p$  від величини питомого навантаження  $P$ .

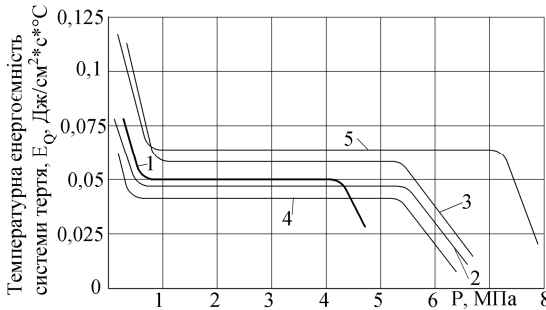


Рис 5. Залежність температурної енергоємності системи тертя  $E_Q$  від величини питомого навантаження  $P$ .

Як видно із приведених графіків для досліджуваних методів поверхневого зміцнення існує кореляція між діапазонами стабільних значень коефіцієнтів тертя  $\mu$  та інтенсивності зношування  $I$ . Відносно рівнів значень  $I$  та  $\mu$  в діапазоні СП аналогічна кореляція відсутня, що зумовлено властивостями структури зміцнених поверхневих шарів. Для всіх досліджуваних методів із збільшенням питомого навантаження, збільшується температура поверхонь тертя. В порівнянні із серійною технологією всі запропоновані методи поверхневого зміцнення понижують температуру в зоні контакту. Підтверджено взаємозв'язок між основними триботехнічними показниками ( $I$ ,  $\mu$ ,  $T$ ) та структурно-енергетичними критеріями ( $A_p$ ,  $E_Q$ ). Аналіз структурного стану поверхонь тертя в режимі СП підтвердив наявність оптимальних ВС.

Таким чином обґрунтоване примінення методів зміцнюючої технології дозволяє підвищувати зносостійкість пар тертя, попереджувати процеси пошкоджуваності, зменшувати абразивне та втомлюване зношування, підвищувати зносостійкість в режимі нормального тертя, управляти процесами припрацювання.

## Список використаних джерел

1. Костецкий Б.И. и др.. Поверхносная прочность материалов при трении. – К. Техника, 1976.-296с.
2. Гупка Б.В., Матвійчук А.В., Гупка А.Б., Трибометр для дослідження перехідних процесів в зоні фрикційного контакту важконавантажених пар тертя сільськогосподарських машин. Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Випуск 93 «Механізація сільськогосподарського виробництва». Том 1. Харків 2010. С 112-117.

## Abstract

### TECHNOLOGICAL METHODS TO ENSURE OPERATIONAL RELIABILITY HEAVILY LOADED FRICTION PAIRS AGRICULTURAL MACHINES

Гупка В.В., Гупка А.Б.

*Analyzes the reasons of failure of the working bodies agricultural machines. The technological control facilities superficial durability. The complex research methods of and criteria of evaluation of operational reliability of hard-loaded friction pairs.*

## Аннотация

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПАР ТРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Гупка Б.В., к.т.н., доц., Гупка А.Б.

*Проанализированы причины выхода из строя рабочих органов сельскохозяйственных машин. Предложены технологические средства управления поверхностной прочностью. Разработана комплексная методика исследования и критерии оценки эксплуатационной надежности тяжело-нагруженных пар трения.*