

Таким чином, в процесі тертя спостерігається різна поведінка локальних контактних областей вихідної і вторинної структури матеріалу поверхні тертя. Динаміку структурних і фазових перетворень в процесі тертя більш точно можна дослідити методами безперервного їх фіксування і контролю. В зв'язку з цим слід розробити та удосконалити фізичні та фізико-хімічні методи та методи рентгенівського безперервного структурно і фазового аналізів на основі виявлення закономірностей перетворень матеріалів трибоспряжень зразків та деталей.

УДК 621.891

## **ТРИБОФІЗИКОМАТЕРІАЛОЗНАВЧИЙ ПІДХІД ПРИ ОЦІНЦІ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

**Аулін В.В., д.т.н., професор;**

**Кузик О.В., к.т.н., доцент;**

**Жилова І.В., аспірант;**

**Лукашук А.П., аспірант**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

При оцінці ресурсу деталей систем і агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ) необхідно передбачувати зміни стану поверхневих шарів їх матеріалів, які відбуваються в процесі тертя і зношування. В процесі тертя деталей машин виникають суттєві зміни в матеріалах їх поверхневих робочих шарів під впливом пружно-пластичної деформації і теплоти в процесі роботи сил тертя і переході механічної енергії в теплову, а також протіканні ряду інших процесів. Ці зміни можна розглядати як на макроскопічному, так і мікроскопічному рівнях. До макроскопічних слід віднести зміни мікрогеометрії і рельєфу взаємодіючих спряжених поверхонь, утворені нарости, викришування дрібних і великих частинок та знос матеріалу зон тертя, як поступове видалення тонкого поверхневого шару трибоелементу. Мікроскопічні зміни складають зміни структури і субструктури (кількості і характеру розподілення дефектів кристалічної ґратки та ін.).

Однією з головних причин зміни фізико-механічних властивостей поверхневого шару є нерівномірна пластична деформація, енергія якої витрачається на формуванні залишкових напружень. Із зростанням питомих тисків і швидкостей частка глибинної пластичної деформації зменшується через значну частину витрат роботи сил тертя на пружні і пластичні деформації в місцях контактів, а також на процес зношування. Виникаючі поля температур, напружень та деформацій в матеріалі деталей при терті, обумовлюють можливість протікання в них ряду складних і взаємозв'язаних процесів. Зміна стану поверхонь тертя деталей матеріалів істотно залежить від динаміки зміни комплексу властивостей і структури, тобто визначається закономірностями динамічного трибоматеріалознавства поверхневих шарів деталей машин. Ефективне виявлення цих закономірностей можна здійснити на основі фізичного підходу у цій проблемі, який вимагає вивчення процесу тертя на мікроскопічному рівні.

Процеси, що призводять до зміни структури і властивостей матеріалу поверхневих шарів деталей трибоспряжень, можуть відбуватися як в результаті фазових перетворень, так і без них. При зміні стану без фазових перетворень матеріалу під дією сил тертя і реакцій, що викликаються ними, може спостерігатися прискорена еволюція зміни станів матеріалів деталей до самої деградації їх (руйнування). При цьому, можуть мати місце і процеси, тривалий період які намагаються перешкоджати процесам деградації та руйнуванню матеріалів деталей.

В процесі експлуатації матеріали деталей проходить через серію станів, одні з яких

можуть виявитися катастрофічними і необоротними, інші – оборотними (залікування дефектів, що утворюються на поверхні та ін.). При усталеному процесі тертя може спостерігатися більш менш стан тривалої рівноваги, але розвиток фізико-хімічних процесів в подальшому може здійснюватися безпосередньо в самому процесі тертя і призводити до зміни структури і властивостей матеріалів деталей трибоспряжень.

У приповерхневих шарах матеріалів деталей трибоспряжень інтенсифікуються процеси, які приводять до виникнення дифузійної пористості металу і макроскопічних дефектів. Робочі локальні мікрооб'єми поверхневих шарів деталей багаторазово піддаються тепловому і силовому впливу. Утворені при цьому теплові і силові поля характеризуються нестационарністю і великими градієнтами температур і тиску.

В зоні тертя збільшується дифузійний обмін і виникають спрямовані дифузійні потоки атомів, обумовлені цілою сукупністю градієнтів: тиску  $\text{grad}p$ , температури  $\text{grad}T$ , концентрації легуючих елементів  $\text{grad}c_i$ , енергії активації дифузії  $\text{grad}E_a$ , концентрацій дефектів  $\text{grad}n$ , дотичного напруження  $\text{grad}\tau$ , хімічного потенціалу  $\text{grad}\mu$  та ін. В умовах тертя в цілому ряді випадків активізується дифузія в активних поверхневих шарах матеріалів деталей. При високій швидкості нагрівання й охолодження й існуванні температурного градієнта, перетворення при терті можуть йти мікродифузійним шляхом.

Виявлено, що в результаті дифузійних процесів, зв'язаних з карбідоутворенням, матеріал основи деталі істотно збіднюється легуючими карбідоутворюючими елементами і зносостійкість сталі змінюється. Навантаження тертям істотно стимулює дифузійні процеси в поверхневих шарах деталей трибоспряжень що відбуваються в зоні контакту. Виявлено, що елементи, що сприяють графітизації (кремній, нікель, мідь, вуглець), накопичуються в деформованому поверхневому шарі матеріалу деталі, тоді як концентрація елементів, що перешкоджають графітизації (марганець, хром, молібден, вольфрам) при терті, зменшується в поверхневому шарі, деформованого тертям металу. Отже, в поверхневому шарі деталей, спостерігається сегрегація атомів хімічних елементів при терті спряжень.

Здатність атомів хімічних елементів накопичуватися в поверхневому шарі сталевих і чавунних деталей, деформованих тертям, залежить від їх дифузійної рухливості і від сил їх зв'язку з вуглецем та хімічним елементом основи деталі.

Розглядаючи напружений стан поверхневих шарів матеріалу необхідно враховувати внутрішні структурні залишкові напруження, які часто більш інтенсивно впливають на процеси тертя і зношування, ніж створюване зовнішнє напруження. При балансі напруженого стану матеріалів деталей при терті чималу роль відіграють напруження, які формуються за наявності високих температур та температурних градієнтів: під дією теплових навантажень при терті, матеріал деталей має знижений опір дії навантажень.

Енергія, яка виділяється в дискретних ділянках контактування деталей обумовлює розвиток високих температур у локальних ділянках робочих поверхонь деталей, які можуть привести до оплавлення тонких шарів.

Дослідження показують, що структурні перетворення при терті визначаються в основному температурою спалаху, але істотними факторами, що впливають на механічні та триботехнічні характеристики матеріалів деталей, є об'ємні і поверхневі температури та температурні градієнти.

Зі зміною температури змінюються субструктура, мікроструктура і фізико-хімічні властивості матеріалів деталей, і, як наслідок, їх зносостійкість. Змінюється і характер взаємодії поверхні тертя із зовнішнім середовищем; властивості матеріалу при утворенні окисних плівок; взаємодія робочої поверхні з продуктами зносу, що утворюються в процесі тертя, а також характер цих продуктів.

Таким чином, поєднавши трибологічний, фізичний і матеріалознавчий підходи в один комплексний можливо, більш точно охарактеризувати експлуатаційні властивості деталей МСГТ з подальшим запропонуванням інтегрального критерію оцінки їх ресурсу.