

т.4, ч.II. С. 102-110.

5. Aulin V., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Pankov A., Tykhyi A. Analysis of tribological efficiency of movable junctions "polymeric-composite materials – steel". Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. Vol. 4 (12-100). P. 6-15.

6. Aulin V.V., Derkach O.D., Kabat O.S., Makarenko D.O., Hrynkiv A.V., Krutous D.I. Application of polymer composites in the design of agricultural machines for tillage. Problems of Tribology, V.25, No2/96-2020. 49-58.

7. Aulin V., Kobets A., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Krutous D., Muranov E. Design of mated parts using polymeric materials with enhanced tribotechnical characteristics. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol. 5 (12-107). P. 49-57.

8. Aulin V., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Krutous D., Muranov E. Development of a system for diagnosing bearing assemblies with polymer parts during operation. Technology audit and production reserves. 2020. № 5/1(55), pp.18-20.

9. Aulin V.V., Hrynkiv A.V., Smal V.V., Lysenko S.V., Pashynskyi M.V., Katerynych S.E., Livitskyi O.M. Basic approaches and requirements for the design of tribological polymer composite materials with high-modulus fillers. Problems of Tribology, V.26, No 4/102-2021, P. 51-60.

УДК 631.372+62-192

РОЛЬ ЕКВІДИСТАНТНОСТІ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В ЇХ ПРИПРАЦЮВАННІ

В. В. АУЛІН, д.т.н., проф., **А. Є. ЧЕРНАЙ**, асп.,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.

Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

В проблемі підвищення надійності мобільної сільськогосподарської (МСГТ) та автотранспортної техніки (АТТ) безпосередньо мова йде про процеси зміни технічних параметрів спряжень деталей систем і агрегатів. Інтенсивність і характер протікання цих процесів істотно залежать від відхилень форми і точності взаємного розташування робочих поверхонь деталей в спряженнях в процесі експлуатації.

Особливо проблемними у цьому ракурсі є прецизійні спряження деталей МСГТ і АТТ, а також деталей з поверхневими шарами високої твердості. Ефективність реалізації процесів припрацювання та відновлення ресурсовизначальних спряжень деталей можливо забезпечити на основі високої

якості і усунення відхилення взаємного розташування і форми деталей, а також високий ступінь підготовки їх до сприйняття експлуатаційних навантажень.

Зазначено, що більшість методів припрацювання і відновлення спрямовані на прискорення процесів, а не на перенесення умов пристосування спряжених поверхонь на початковий період їх роботи, що є недостатньо ефективним при підготовці робочих поверхонь деталей. Відсутність відомостей про динаміку зміни технічного стану спряжень деталей не дає можливості ефективно управляти процесами припрацювання та відновлення. Особливе це стосується процесів, які спостерігаються через певний тривалий час або обумовлюють надмірний знос. Застосування ряду покриттів і захисних плівок в спряженнях деталей створює перехідний шар, що приховує неприпрацьовані поверхні, і після зносу, під час експлуатаційних навантажень. Зазначене може викликати задири і схоплювання. Використання добавок в оливу зменшує коефіцієнт тертя, але ускладнює припрацювання деталей з геометричними відхиленнями. Їх додавання до палива – призводить до утворення абразивних продуктів зносу, що забезпечує усунення геометричних відхилень за рахунок надлишкового зносу. Використання некерованих електричних полів і неефективних олив обумовлює наявність абразивних продуктів за рахунок електроерозійної дії на робочу поверхню деталі, призводить до максимального локального зміцнення і, в той же час, зменшує ресурс.

Показано, що використання змінного електричного струму та електроліту в процесах припрацювання прискорюється взаємне пристосування поверхонь деталей з різних матеріалів, типів спряжень і видів геометричних відхилень і одночасно реалізується ефективно підвищення надійності вузлів, систем і агрегатів машин. Виявлено, що процеси припрацювання найбільш ефективні при формуванні еквідистантних спряжених поверхонь деталей. Розглянуто основні типи прецизійних спряжень деталей гідроагрегатів та дано їх характеристики.

З'ясовано, що необхідною умовою для розуміння ролі зовнішнього середовища в процесах терті, зношування та пов'язаної з ними пошкоджуваності деталей є результати, досягнуті у вивченні формування на їх поверхнях змащувальних плівок та несучої здатності. Особливим напрямком у вивченні еквідистантних спряжень є вплив поверхнево-активних середовищ (ПАС) на стан матеріалів деталей спряжень в умовах механічного навантаження

Дослідженнями встановлено, що зниження ресурсу спряження деталей викликається неповним формуванням фактичної площі плями контакту і фактична опорна поверхня деталей після їх механічної обробки надзвичайно мала. Дуже важливо при припрацюванні спряжень деталей забезпечити негативний градієнт механічних властивостей по глибині припрацювання поверхні деталі. Аналіз відмов гідроприводів в процесі проведення припрацювання показує, що основне число відмов обумовлено ушкодженнями і руйнуваннями в спряженнях внаслідок схоплювання спряжених поверхонь деталей. Після абразивного притирання, особливо в режимі полірування, має

місце наклеп. При цьому твердість поверхневого шару збільшується в 1,5...3,0 рази, а глибина наклепаного шару, в залежності від матеріалу деталі, становить 15...20 мкм. Чим м'якше матеріал, тим більша ступінь його наклепування. Тому має місце негативний градієнт механічних властивостей, тобто міцність адгезійного зв'язку поверхневих шарів вище, ніж міцності нижчих глибинних шарів, що і є причиною схоплювання матеріалів деталей. В цьому випадку руйнування відбувається в більш слабкій локальній області і на значній глибині від поверхні.

З'ясована можливість поліпшення експлуатаційних характеристик поверхонь тертя основних спряжень деталей, вузлів і агрегатів машин на основі механізму формоутворення еквідистантних спряжених поверхонь тертя деталей в різних режимах тертя. Розроблено схему впливу сукупності факторів запропонованого методу на інтенсивність зносу.

З'ясовано, що основними факторами методу припрацювання і відновлення є: форма зони контакту; вид і режим тертя; властивості поверхонь тертя; фактори зовнішнього впливу. Очевидно, що від початкової геометрії робочих поверхонь деталей істотно залежить процес припрацювання і відновлення, якість робочих поверхонь, зносостійкість і надійність роботи спряжень деталей. Поверхні тертя спряжених деталей при реалізації методів триботехнічного припрацювання та відновлення зазнають три основних етапи, режим тертя на яких визначається числом критерію Зоммерфельда S_m .

Запропонована триботехнологія використання методу накладання змінного електричного струму малої напруги і великої по величині струму на спряженнях деталей різного типу є інноваційним рішенням. Характерним також є наявність електроліту в зазорі між деталями, трибологічно активних добавок до олів, а також використання матеріалів, що є трибологічно ефективними в режимах сухого тертя.

Виявлено, що метод накладання змінного електричного струму покращує триботехнічні характеристики поверхонь тертя. Зміна форми робочих поверхонь деталей відбувається на всіх етапах припрацювання і відновлення, що неможливо при звичайних методах, які базуються на механічному зношуванні або при створенні різного виду плівок на поверхнях тертя. Формоутворення робочих поверхонь при реалізації запропонованих триботехнологій відбувається завдяки електрохімічній і механічній складових впливу на матеріали деталей в процесі припрацювання і відновлення.

Для компенсації неточностей форми деталей і похибок складання вузлів, системи і агрегати МСГТ і ТМ піддають обкатці, при якій відбувається припрацювання і відновлення поверхонь тертя. Найбільш ефективним прийомом прискорення припрацювання і відновлення з підвищенням показників зносостійкості і надійності є використання суміщених процесів впливу на припрацьовані поверхні.

Розглядом факторів, що впливають на інтенсивність знімання матеріалу робочих поверхонь спряжених деталей при припрацюванні і відновленні встановлені наступні: форма зони контакту, вид тертя, властивості поверхонь

тертя і фактори зовнішнього впливу. При цьому важливим є вплив початкової геометрії поверхонь тертя на протікання процесу припрацювання і відновлення поверхонь тертя.

Вплив різних факторів процесів запропонованих триботехнологій припрацювання і відновлення дозволив формувати зносостійкі спряжені поверхні деталей. Механічне активування сприяє травленню електролітом робочих поверхонь деталей спряжень в зоні їх безпосереднього контакту, а наявність поверхневих плівок і газоутворення зменшує розтравлювання поверхонь, розділених електролітом.

Показано, що можливим шляхом вирішення завдання підвищення якості припрацювання основних спряжень деталей гідроагрегатів може бути розробка триботехнологій припрацювання та відновлення на основі законів протікання електрохіміко-механічних процесів. Однак для даних спряжень на застосовуваних електролітах воно ускладнене, оскільки при великих навантаженнях і малих зазорах має місце граничний режим тертя, що зменшує дію електрохімічної складової на процес припрацювання і відновлення. У даній ситуації більш ефективними є використання рідких адсорбентів в складі електроліту, які адсорбуючись на поверхнях тертя запобігають розвитку на них тріщин. У той же час, при механічній взаємодії поверхонь спостерігається їх активація в локальних місцях, очищенням від адсорбентів, і забезпечення електрохімічної взаємодії. Одним з таких адсорбентів є олеїнова кислота, широко застосовувана як добавка до технологічних олів, а в гідравлічних машинах – як протизадирний засіб.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.04 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2015. 360 с.
2. Аулін В.В., Лисенко С.В., Кузик О.В., Гриньків А.В., Голуб Д.В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: монографія. Кропивницький: Лисенко В. Ф., 2016. 303 с.
3. Аулін В.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В. Модель надійності деталей транспортних машин за процесами реалізації триботехнологій їх припрацювання і відновлення. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. Кропивницький : ЦНТУ, 2019. Вип. 2 (33). С. 50-64.
4. Аулін В.В., Чернай А.Є., Замота Т.М. Шляхи розв'язання проблеми підвищення ресурсу золотникового гідророзподільника мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь: III Всеукр. наук.- практ. конф. : тез. доп., 29-30 бер. 2017 р., Житомир. Житомир, 2017. С. 236-237.
5. Аулін В.В., Замота Т.М., Чернай А.Є. Підвищення довговічності

золотникового гідророзподільника МСГТ та АТТ триботехнологіями припрацювання і відновлення. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів : науковий журнал. 2017. № 8. С.121-127.

6. Аулін В.В., Лисенко С.В., Гриньків А.В. та ін. Можливості технологій триботехнічного відновлення для підвищення зносостійкості і довговічності спряжень деталей транспортних засобів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : наук. жур. Луцьк : Луцький НТУ, 2018. №1(10). С. 5-11.

7. Aulin V., Lysenko S., Hrynkiv A., Velykodnyi D., Chernai A., Lukashuk A. Regularities of dynamics of change in tribotechnical characteristics of coatings formed by tribotechnologies of restoration. Problems of tribology, 2019. №1. P.73-80.

8. Aulin V., Lysenko S., Hrynkiv A. et al. Creation of theoretical bases of tribotechnologies of running-in and restoration as means of effective increase of operational wear resistance of motor transport and mobile agricultural machinery. Problems of tribology, 2021. № 1. С. 51-58.

9. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: монографія. Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2014. 370 с.

10. Aulin V., Lysenko S., Lyashuk O., Hrinkiv A., Velykodnyi D., Vovk Y., Holub D., Chernai A. Wear resistance increase of samples tribomating in oil composite with geo modifier KgMf-1. Tribology in Industry, 2019, 41 (2), pp. 156-165.

11. Aulin V., Hrynkiv A., Lysenko S., Zamota T., Pankov A., Tykhyi A. Determining the rational composition of tribologically active additive to oil to improve characteristics of tribosystems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019. 6 (12-102), pp. 52-64.

УДК 656:338

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ТА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Д. В. ГОЛУБ, к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Необхідність підвищення готовності до використання за призначенням транспортних і технічних систем є причиною пошуку шляхів становлення і розвитку теорії їх надійності і ефективності. Сутність змістовної частини будь-якої теорії визначається використаним в ній загальнонауковим концептуальним підходом, що базуються на критичному осмисленні системи принципів і способів організації та побудові теоретичної і практичної діяльності систем. З