

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЗАСТОСУВАННЯМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Болтянська Н.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті розкрито аналітичні положення щодо застосування спеціальних ремонтно-експлуатаційних препаратів, зокрема розроблених на основі наноматеріалів і нанотехнологій для підвищення довговічності вузлів тертя мобільної сільськогосподарської техніки.

Постановка проблеми. Однією з причин кризового стану сучасного сільського господарства України є погіршення його технічного оснащення. Зниження якісних і кількісних показників МТП призвело до різкого збільшення навантаження на техніку і зниження її надійності. Важливим резервом підвищення якості ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин, економії матеріальних і інших ресурсів є застосування прогресивних технологічних процесів відновлення деталей, що забезпечують підвищення ресурсу відремонтованих машин та застосування безрозбірного сервісу [1,2].

Аналіз останніх досліджень. Ефективність роботи сільськогосподарської техніки залежить, головним чином, від її надійності - здатності виконувати задані функції з мінімальними витратами праці і матеріальних засобів протягом тривалого часу. Прості техніки, викликані усуненням відмов, приводить до затягування агротехнічних термінів проведення польових робіт, внаслідок чого втрачається до 15-30% урожаю сільськогосподарських культур.

Щорічно через несправності і знос простоює від 10 до 40 % машин і устаткування. Застосування прогресивних технологій при ремонті зношених деталей в 4-6 разів скорочує кількість операцій в порівнянні з їх виготовленням, в 20-30 разів знижує витрату матеріалів, а собівартість відновлення і зміцнення багатьох деталей складає 60-80% від собівартості виготовлення нових, що вкрай важливе в умовах економії сировини, паливно-енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів [3].

За наявності в нашій країні величезних посівних площ навіть невелике зниження показників надійності приносить значні збитки сільському господарству. Запізнювання з посівом ярових культур (наприклад, у разі відмови техніка) на 5 днів веде до зниження урожаю на 3,3 ц/га.

Працездатність і ресурс сільськогосподарських машин в значній мірі визначаються інтенсивністю зношування деталей, що труться. Досвід експлуатації свідчить, що 80-90 % деталей машин виходять з ладу внаслідок зносу [1].

Безрозбірний сервіс може включати операції обкатки (прироблення), ді-

агностики, профілактики (сезонної підготовки), автохімічного тюнінга, очищення і відновлення, як окремих з'єднань, так і агрегатів і механізмів в цілому [4-6].

Теоретичними передумовами безрозбірного сервісу (відновлення) з'явилися дослідження в теорії самоорганізації, якою займався бельгійський фізикохімік російського походження І. Р. Пригожин.

У прикладному плані безрозбірний сервіс базується на наукових відкриттях російських учених. До них, в першу чергу, відноситься явище виборчого перенесення при терті, відкрите і досліджене Д.Н. Гаркуновим і І.В. Крагельським [7,8]. Іншим важливим відкриттям в цій області є ефект пластифікування поверхонь тертя у присутності поверхнево-активних речовин, зроблене П. А. Ребіндером і його учнями. У тридцятих роках ХХ століття П.А. Ребіндер відкрив ефект пониження міцності твердих тіл, завдяки адсорбції поверхнево-активних речовин, що призводить до полегшення виходу дислокацій. Теоретичну можливість створення умов беззносного тертя підтверджує факт відкриття в 1969 р. ефекту аномально низького тертя (АНТ) твердих тіл, виявленого групою учених А.А. Силіним, Е.А.Духовським, В.Л. Тальрозе і ін. Ними було встановлено, що при бомбардуванні поліетилену і пропілену у вакуумі потоком атомів гелію (або деякими іншими хімічними елементами) коефіцієнт тертя зменшувався на два порядки до значення нижче 0,001 (межа чутливості вимірювальної установки), що можна говорити про його зникнення. Інтенсивність зношування при цьому, природно, різко знизилась.

На підставі подальших досліджень, зокрема у ВНДІ оптико-фізичних вимірювань, було виявлено, що при опромінюванні якнайтоншого поверхневого шару речовини прискореними атомами відбувається його перехід у впорядкований стан. Експериментально підтверджено, що фундаментальною причиною тертя служить зовсім не механічна деформація доріжки, а адгезійний ефект, сконцентрований в якнайтоншому поверхневому шарі. Реалізація такого ефекту, заснованого на безперервному обміні адгезійних зв'язків, вимагає товщину шару всього 10^{-7} см (1,0 нм), тобто порядку подвоєної товщини атома. Таким чином, досліді з ефектом АНТів в даному випадку однозначно підтверджували адгезійну теорію сухого тертя. Не виключено, що при цьому важливу роль грає явище самоорганізації. [9].

Формулювання цілей статті. Розкрити аналітичні положення щодо застосування спеціальних ремонтно-експлуатаційних препаратів, зокрема розроблених на основі наноматеріалів і нанотехнологій для підвищення довговічності вузлів тертя мобільної сільськогосподарської техніки застосуванням нанотехнологій.

Основна частина. Безрозбірний сервіс транспортних засобів є подальшим розвитком досліджень в цих областях і, як видно з приведених вище даних базується, в основному, на положеннях нанонауки.

В умовах недоліку фінансових коштів у більшості населення, певного дефіциту доступних якісних паливно-мастильних матеріалів проблема підтримання в працездатному стані вітчизняної і імпоротної техніки може бути багато в чому вирішена за рахунок застосування спеціальних ремонтно-експлуатаційних препаратів, зокрема розроблених на основі наноматеріалів і нанотехнологій.

Відомі автохімічні препарати для безрозбірного сервісу автотракторної техніки можуть бути віднесені до нанотехнологічних розробок за трьома основними критеріям:

- застосування в їх складі нанорозмірних частинок (ультрадисперсні алмази, металева пороша, політетрафторетилен, модифікований графіт і т. д.);
- використання компонентів, отриманих (проведених) з використанням нанотехнологій, наприклад золь-гель технології (рекондиціонери);
- формування на поверхнях тертя внаслідок взаємодії з активними компонентами цих препаратів захисних нанорозмірних (наноструктурованих) покриттів і структур (іонні металоплакуючі присадки, кондиціонери, геомодифікатори).

Поза сумнівом, що всі вищеперелічені властивості в тій чи іншій мірі властиві практично всім ремонтно-відновлювальним препаратам автохімії, вживаних для безрозбірного сервісу (відновлення) автотракторної техніки. В одних випадках, вони є визначальними для того, щоб бути віднесеними до нанотехнологічних препаратів, а в інших, можуть бути віднесені до допоміжних (додаткових) ефектів. Наприклад, у всіх препаратах разом з макрочастками можуть знаходитися і нанорозмірні частинки. Слід також відзначити той факт, що практично всі питання трибології пов'язані з вивченням процесів, що протікають в поверхневому шарі (міжфазній межі) деталей, що контактують.

При цьому, найпростішим наноматеріалом препарату автохімії або автокосметики можуть служити фрагменти речовини, подрібнені до нанорозмірного стану або отримані якимсь іншим фізичним або хімічним способом, що мають хоч би в одному вимірюванні протяжність не більше 100 нм і що проявляють якісно нові властивості (фізико-хімічні, функціональні, експлуатаційні і ін.). Це можуть бути і сферичні (багатогранні) частинки, нановолокна (наприклад, PTFE), пластинки монтморилоніту або голки серпентину.

Реально діапазон даних об'єктів набагато ширший – від атомів і молекул до їх кластерів і полімерних органічних молекул, що містять понад 100 атомів і що мають розміри навіть більше 1 мкм в одному або двох вимірюваннях. Принципово важливо, що вони складаються з невеликого числа атомів, і, отже, в них вже в значній мірі виявляються дискретна атомно-молекулярна структура речовини, квантові ефекти, енергетика розвиненої поверхні наноструктур.

Відповідно до вищесказаного, в даний час до нанотехнологічних препа-

ратів автохімії для застосування в якості і присадок, і добавок до змащувальних матеріалів автотракторної техніки слід віднести наступні розробки:

Отримано препарати на основі наноалмазів (Lubriform Di-amond Run In, Fenon Nanodiamond Green Run і ін.). Наноалмази (діаметром 4.6 нм) і кластерний вуглець, що входять до складу присадок структурують оливкову плівку, збільшують її динамічну міцність, діють на кристалічну решітку поверхні металу, зміцнюючи її, формують нові поверхні тертя, зменшуючи граничне тертя і знос (особливо при великих навантаженнях і дефіциті змащувального матеріалу). В результаті скорочується час обкатки і оптимізується якість з'єднань, що труться, поліпшується робота двигуна, економляться паливо і олива, а також знижується кількість шкідливих викидів і полегшується запуск двигуна

Кондиціонери металу (Energy release, SMT2 і ін.) В результаті трибохімічних реакцій (утворення, розпаду і відновлення в зоні тертя з'єднань металу з активними молекулами продукту) ці кондиціонери утворюють захисний граничний шар (20...40 нм). Захисний шар набуває пластичних і пружних властивостей, антифрикційних якостей і одночасно стійкості до високих навантажень.

Рекондиціонери (Old Chap, Tensai). Препарати створені із застосуванням золь-гель технології. Разом з утворенням на поверхнях тертя захисних шарів додатково сприяють підвищенню міцності несучої оливкової плівки. Полімолекулярна система препарату, що включає нанорозмірні комплекси (кластери) органічних речовин, структурує граничну оливкову плівку і збільшує адгезію оливи до металу.

Відновлювальні присадки або реметалізанти (Return Metal, Renom Engine NanoGuard і ін.) Містять маслорозчинні або порошкові металорганічні з'єднання. Присадки сприяють „лікуванню“ нано- і мікрodefektів поверхонь тертя і відновленню їх працездатності.

Геомодифікатори (Fenom nanotechnology, RVS і ін.) Препарати автохімії на основі мінералів природного і штучного походження (нано- і мікрорівня) отримали найменування „геомодифікатори“, „геоактиватори“, „ремонтно-відновні склади“ (PBC-технологія) або „ревіталізанти“. Потрапляючи на поверхні тертя разом з оливою, ініціюють процес формування на поверхнях тертя, металокерамічної нанорозмірної структури з високою зносостійкістю і малим коефіцієнтом тертя.

Застосування ремонтно-відновлювальних препаратів для безрозбірного сервісу визначається технічним станом техніки. При цьому необхідність тієї або іншої дії або препарату оцінюється на підставі результатів технічної діагностики техніки. За результатами діагностування призначається або профілактичні препарати, „м'якшої“ дії, або препарати, що забезпечують інтенсивнішу дію на з'єднання, що труться, і агрегати автотракторної техніки.

Розглянуті нанопрепарати дозволяють: значно підвищити зносостій-

кість деталей; скоротити тривалість і поліпшити якість прироблення поверхонь тертя; ефективно підвищити задиростійкість і понизити пітинг контактуючих поверхонь у важконавантажених парах тертя; знизити температуру працюючих вузлів, рівень шуму і вібрації.

Розробки найбільш ефективні в умовах граничного тертя, при високих навантаженнях і швидкостях ковзання, підвищеній температурі тертя і „оливовому голоді“, характерних для зношених з'єднань техніки, що труться, з великим терміном служби, режимах прироблення і перевантаження. Утворення стійких захисних металевих плівок це достатньо тривалий (поступовий) процес, тому при випробуваннях, а також штатній роботі техніки, може не спостерігатися різкого (раптового) поліпшення експлуатаційних показників, але обов'язково наголошується їх позитивна динаміка, що істотно впливає на підвищення надійності і ресурсу вузлів і агрегатів техніки.

Висновок. Підвищити довговічність вузлів тертя мобільної сільськогосподарської техніки можна застосуванням нанотехнологій. Застосування наноматеріалів дозволяє: значно підвищити зносостійкість деталей; скоротити тривалість і поліпшити якість прироблення поверхонь тертя; ефективно підвищити задиростійкість і понизити пітинг контактуючих поверхонь у важконавантажених парах тертя; знизити температуру працюючих вузлів, рівень шуму і вібрації.

Список використаних джерел:

1. *Курчаткина В. В.* Надежность и ремонт машин / под ред. *В.В. Курчаткина*. - М. : Колос, 2000. - 776 с.
2. *Цыцын, В. И.* Повышение долговечности ДВС мобильной техники на основе системного анализа пар трения / *В. И. Цыцын, Д. Катков* // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. - 2008. - Вып. 7. - 69-73.
3. Анализ и пути повышения сроков службы сельскохозяйственных тракторов // Тракторное и с.-х. машиностроение. Серия 1. / Тракторы и двигатели. Вып. 3. -М., 1985.
4. *Балабанов В.И.* Нанотехнологии / *В.И. Балабанов* // Наука будущего.– М.: Эксмо. – 2009. – 248 с.
5. *Балабанов В.И.* Все о присадках и добавках для автомобилиста / *В.И. Балабанов*. – М.: Эксмо. – 2008. – 240 с.
6. *Балабанов В.И.* Безразборный сервис автомобиля (обкатка, профилактика, очистка, тюнинг, восстановление) / *В.И. Балабанов и др.* – М.: Издательство УДП РФ «Известия», 2007. – 272 с.
7. *Гаркунов Д.Н.* Триботехника. Износ и безызносность / *Д.Н. Гаркунов*.– М.: МСХА – 600 с.
8. *Гаркунов Д.Н., Балабанов В.И.* Восстановление двигателей внутреннего

сгорания без их разборки / Д.Н. Гаркунов, В.И. Балабанов// Тяжелое машиностроение.– 2000.– № 2.– С. 18–23.

9. Силин А.А. Трение и мы /А.А. Силин.– М.: Наука, 1987. – 192 с.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Н. Болтянская

В статье раскрыты аналитические положения относительно применения специальных ремонтно-эксплуатационных препаратов, в частности разработанных на основе наноматериалов и нанотехнологий для повышения долговечности узлов трения мобильной сельскохозяйственной техники.

Abstract

INCREASE OF LONGEVITY OF KNOTS OF FRICTION OF MOBILE AGRICULTURAL TECHNIQUE BY APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY

N. Boltyanska

The article deals with the analytical application of special provisions for the repair and maintenance products, especially developed based on nanomaterials and nanotechnology to enhance the durability of friction units of mobile agricultural machinery.