



## ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ ТА НАДІЙНІСТЬ МАШИН

УДК 631.17

### ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ, НАНОМАТЕРІАЛІВ І НАНОПРЕПАРАТІВ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ І РЕМОНТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**М.В. Молодик**, докт. техн. наук, проф., чл.-кор. НААН  
ННЦ "ІМЕСГ"

---

*Викладені результати досліджень щодо перспектив застосування нанотехнологій, наноматеріалів і нанопрепаратів для підвищення надійності і ресурсу роботи машин, особливо тих, що відпрацювали амортизаційний строк і продовжують успішно експлуатуватися завдяки застосуванню сучасних технологій їх технічного обслуговування і ремонту.*

**Ключові слова:** нанотехнології, наноматеріали, технічне обслуговування, ремонт, сільськогосподарська техніка.

---

**Проблема.** Розроблення і впровадження сучасних технологій щодо підтримання роботоздатного стану сільськогосподарської техніки і підвищення її надійності є досить актуальним завданням вчених у галузі технічного сервісу.

Реалізуються сучасні технології підвищення надійності машин при застосуванні наноматеріалів і нанопрепаратів, які дають можливість збільшити ресурс роботи вузлів, агрегатів, робочих органів сільськогосподарської техніки.

---

© М.В.Молодик.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 95. 2011.

Наночастинки мають високий рівень вільної енергії, утворюють поверхневі плівки, за рахунок яких зменшується коефіцієнт тертя і зношення контактуючих поверхонь.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо [1, 2], що при створенні нової техніки нанотехнології використовуються для виготовлення деталей. Так, нанесення порошкових матеріалів на клапани, сідла, поршні двигунів забезпечують підвищення жаро- і зносостійкості. Нанесення металокерамічних порошків на деталі обприскувачів, розпилювачів забезпечують підвищення стійкості до гідроабразивного зношування. Нанесення цих наноматеріалів на ріжучі елементи ґрунтообробних робочих органів забезпечує підвищення довговічності в 2 – 3 рази [3].

Мідні наноматеріали застосовуються для виготовлення наконечників, сопел електрозварювального обладнання, струмознімальних вставок, струмоприймачів швидкісних електровозів [4].

Порошки мідних сплавів застосовуються для введення в мастильні композиції, при цьому відбувається мікрomodифікування поверхні та утворення наноструктурного покриття з високою твердістю та пластичністю, що компенсує і запобігає зносу поверхонь тертя [5].

Використання препарату TRIBOL-Д, до якого введені наночастинки міді, дає можливість збільшити потужність двигуна на 5 – 15 %, знизити токсичність вихлопу і зменшити витрату пального на 7 – 17 % [6].

Виготовлене за технологією РнМЕТ металоплакуюче пластичне мастило “МС Вимпел” в 3 – 4 рази збільшує термін служби вузлів тертя [7].

**Мета досліджень** – визначення напрямів застосування нанотехнологій для підвищення надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації, відновленні і ремонті.

**Результати досліджень.** Найбільш перспективними при технічному обслуговуванні і ремонті техніки є технології, що використовуються при безрозбірному технічному сервісі. Ці технології включають операції обкатування, діагностування, очищення і відновлення як окремих третьових з’єднань і вузлів, так і механізмів та машин у цілому. При цьому передбачається проведення операцій технічного обслуговування і ремонту без проведення розбирально-складальних операцій. Комплекс операцій включає не тільки присадки і добавки до різних технологічних середовищ, а й самостійні препарати і технології їх застосування [8].

Теоретичними передумовами застосування нанотехнологій стали

дослідження з теорії самоорганізації, розробленої фізиком і фізико-хіміком російського походження І.Ф. Пригожиним (лауреат Нобелівської премії з хімії 1977 року).

В прикладному плані нанотехнології базуються на відкриттях збирального переносу при терті ефекту беззношуваності, відкритих Д.Н. Гаркуновим і І.В. Крагельським.

Наступним відкриттям з цього напрямку був ефект пластифікування поверхонь тертя в присутності поверхнево-активних речовин (ПАР), розробленим П.О. Ребіндером і його учнями.

Теоретичну можливість створення беззношуваного тертя підтверджує відкриття ефекту аномально низького тертя (АНТ) твердих тіл, виявленого групою вчених А.О. Силінін, Є.А. Рухівським, В.Л. Тальрозе в 1969 р.

Особливе місце в застосуванні нанотехнологій займають методи і засоби, призначені для часткового відновлення зношених поверхонь тертя вузлів і агрегатів у процесі тривалої експлуатації.

Процес відновлення деталі, спряження або машини в цілому включає проведення технічних та технологічних заходів, спрямованих на доведення геометричних розмірів до номінальних (або ремонтних), а також на відновлення роботоздатності до нормативних показників.

Механізм дії препаратів полягає у формуванні на тертьових поверхнях нанокристалічної самовідновлювальної захисної плівки з мінімальним коефіцієнтом тертя і інтенсивністю зношування з активних компонентів препаратів і частинок зносу. При цьому забезпечується усунення нано- і мікрodefektів поверхонь тертя і підвищується їх роботоздатність.

Найбільший ефект досягається в умовах граничного тертя, при високих навантаженнях і швидкостях ковзання, підвищення температури тертя (що характерно для зношених тертьових з'єднань техніки з великим терміном служби), режимах припрацювання і перевантаженнях.

Застосування ремонтно-відновлювальних препаратів (РВП) визначається технічним станом машини. При цьому необхідність того чи іншого впливу оцінюється на підставі результатів технічної діагностики. За результатами діагностування призначаються профілактичні препарати більш "м'якої" дії, або препарати, що забезпечують інтенсивний вплив на тертьові з'єднання і агрегати машини.

Всі препарати розрізняються за способами застосування (введення в тертьові з'єднання). Більшість їх вводять у моторні і трансмісійні масла, пальне або пластичні мастила. Деякі з них подають через систему живлення (впускний трубопровід) у вигляді аерозолів і добавок



до паливно-повітряної суміші - так звана "спеціальна обробка". Ряд препаратів подається безпосередньо в зону тертя, наприклад в циліндропоршневу групу і т.д. Досить часто випускаються РВП комплексної дії, наприклад реметалізанти і кондиціонер металу, полімеровмісні препарати і пошарова добавка. Зустрічаються препарати з вмістом у них практично всіх ремонтно-відновлювальних компонентів: тefлону, кераміки, молібдену, а також інших полімерних і поверхнево-активних речовин. Застосування РВП дає можливість отримати результат, який можна порівняти за величиною з ефектом від використання спеціальних методів спортивного доведення двигуна – доробки каналів у головці блока циліндрів, зміни фаз газорозподілу, зменшення опору фільтрів і т.д. Наприклад, на серійному автомобільному двигуні без будь-яких конструкторських доопрацювань можна отримати приріст потужності на 5-7 к.с. (3-5 кВт), економію витрат пального і мастильних матеріалів на 5-10% і ряд інших позитивних характеристик.

Наноконспекти на основі порошкових матеріалів входять до багатьох РВП, проте найбільш поширені і ефективні реметалізанти і геомодифікатори на їх основі. Реметалізанти (металізанти) - особливий клас препаратів, що базується на аспектах теорії самоорганізації, передбаченої І. Р. Пригожиним, і відкритті російських вчених Д. Н. Гаркунова та І. В. Крагельського явища збирального переносу при терті (ефекту беззношуваності).

Механізм дії реметалізантив полягає в металоплакуванні третьових поверхонь у результаті осадження металевих компонентів, що входять до складу реметалізантив у підвишеному чи іонному вигляді. При цьому частково усуваються мікрodefекти, знижується коефіцієнт тертя, значно підвищується зносостійкість плакованих поверхонь (у деяких випадках - у сотні разів).

Нині металоплакувальні композиції (реметалізанти) поділяються на порошокві і іонні. Порошкові препарати в якості основного компонента містять ультрадисперсні (нанорозмірні) порошки, а іонні - повністю маслорозчинні солі пластичних металів, органічні кислоти, мила жирних і нафтових кислот, жирні аміди, ефіри жирних кислот і спиртів, а також гліцерин.

В якості плакуючих металів використовуються мідь, олово, цинк, залізо, алюміній, свинець, срібло, хром, нікель і молібден.

Металоутримуючі мастильні композиції, крім порошокподібних металів, зазвичай містять активні хімічні компоненти, здатні утворювати з ними структури, необхідні для реалізації ефекту беззношува-

ності. Активні компоненти мастильного середовища утворюються в процесі тертя або додаються при приготуванні. Підтвердженням цьому служать мастильні композиції, що містять альдегіди, які здатні при терті утворювати речовини, необхідні для формування металоутримуючих сполук, наприклад комплексів двовалентної міді.

Встановлено, що застосування ремонтно-відновлювальних препаратів для сільськогосподарської техніки дає можливість:

- скоротити тривалість обкатки агрегатів у 5 разів з одночасним підвищенням якості припрацювання тертьових з'єднань;
- підвищити зносостійкість оброблених тертьових з'єднань до 10 разів;
- збільшити потужність обробленого двигуна до 15 % з одночасним зменшенням споживання пального до 10 % за рахунок зниження механічних втрат на тертя;
- продовжити термін служби мастильних матеріалів (моторного масла, трансмісійних масел) в 1,5 раза за рахунок зниження температурного режиму в парах тертя;
- зменшити витрати мастильних матеріалів до 15 % за рахунок скорочення втрат через ущільнення та вигорання;
- технологія профілактичної обробки замінює планові ремонти, значно збільшуючи ресурс і міжремонтні терміни;
- вартість обробки вузлів і механізмів в 2-3 рази нижче вартості ремонту за звичайними технологіями;
- забезпечити більш легкий і безпечний пуск двигуна, особливо в холодну пору року, часткову очистку систем (ТНВД, форсунки, компресійні кільця, клапани та ін.);
- зменшення вмісту СО і СН, а також твердих домішок (сажа) у вихлопних газах двигунів.

Все це в комплексі може забезпечити підвищення міжремонтного ресурсу обробленої сільськогосподарської техніки більш ніж в 2 рази [9].

Науково-технічний центр “Конверс-Ресурс” на основі нанотехнологій розробив протизносний антифрикційний ремонтно-відновлювальний склад СТРИБОЙЛ. Його застосування у вузлах тертя різноманітного обладнання має наступні техніко-економічні показники:

- обслуговування техніки проводиться в режимі штатної експлуатації, не вимагає спеціально обладнаного приміщення і наявності запчастин;
- наявність модифікованого шару на поверхнях тертя при експлу-

атації призводить до зниження споживання електроенергії і пального на 10-20 %;

- зниження вібрації і шуму призводить до якісно нових віброакустичних показників.

Перспективними напрямками застосування нанотехнологій є зміцнення і відновлення деталей шляхом напилення нанопорошків на робочі поверхні деталей для підвищення їх зносостійкості.

**Висновки.** 1. Продовження терміну експлуатації дизельних двигунів сільськогосподарської техніки доцільно вирішувати шляхом розроблення нової технології технічного обслуговування і безрозбірного ремонту із застосуванням наноматеріалів і нанопрепаратів. При цьому гарантується зменшення витрат пального і шкідливих викидів у навколишнє середовище.

2. Доцільне застосування нанотехнологій при технічному обслуговуванні трансмісії сільськогосподарської техніки (підшипникові вузли, зубчасті передачі та ін.). При цьому необхідно встановити періодичність технічних обслуговувань, оцінки технічного стану і прогнозування – збільшення ресурсу, підвищення ККД трансмісії, зменшення витрат мастильних матеріалів.

3. Необхідно обґрунтувати доцільність використання металокерамічних нанопорошків для зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин при їх виготовленні і відновленні.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Лускинович П. Н. *и др.* Нанотехнологии XXI века: Аналит. обзор. – М.: ВНИИЦ, 2001. – 20 с.
2. Ковшов А. Н., Назаров Ю. Ф. Нанотехнология XXI века // Кн.: Нанотехнология – технология XXI века. – М.: МГАУ, 2004. – С. 4-6.
3. Петрунин В. Ф. Ультрадисперсные порошки “Ниша” наноматериалов и перспективная база технологий // Кн.: Нанотехнология – технология XXI века. – М.: МГАУ, 2004. – С. 5-6.
4. Смирнов Н. И., Смирнов Н. Н., Прожега М. В. Применение наноструктурированных детонационных покрытий // Тез. докл. конф. “Нанотехнологии – производству”. – Фрязино: ООО “Бизнес-гарант”, 2006.
5. Глебов В. А. *и др.* Нанокристаллические магнитотвердые материалы // Тез. докл. конф. “Нанотехнологии – производству”. – Фрязино: ООО “Бизнес-гарант”, 2006.

6. Золотухина Л. А. и др. Технология получения и возможности применения нанодисперсных порошков меди и медных сплавов // Тез. докл. конф. “Нанотехнологии – производству”. – Фрязино: ООО “Бизнес-гарант”, 2006.
  7. Ткачев А. Г. Углеродные наноструктурные материалы “Таунит”: исследование, производство, применение //Тез. докл. конф. “Нанотехнологии – производству”. – Фрязино: ООО “Бизнес-гарант”, 2006.
  8. Климанов А. Н. Технология РИМЕТ // Техника и оборуд. для села. - 2002. - № 1. - С. 28-29.
  9. Балабанов В. И. и др. Ремонтно-восстановительные препараты для техники // Сельский механизатор. – 2005. – № 11. – С. 40 – 41.
  10. Уайтсайдс Дис. и др. Нанотехнология в ближайшем десятилетии / Под ред. М. К. Роко: Пер. с англ. - М.: Мир, 2002. - 292 с.
- 

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОПРЕПАРАТОВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Изложены результаты исследований по перспективам применения нанотехнологий, наноматериалов и нанопрепаратов для повышения надежности и ресурса работы машин, особенно тех, которые отработали амортизационный срок и продолжают успешно эксплуатироваться благодаря применению современных технологий их технического обслуживания и ремонта.*

**Ключевые слова:** нанотехнологии, наноматериалы, техническое обслуживание, ремонт, сельскохозяйственная техника.

#### **PERSPECTIVES OF NANOTECHNOLOGY, NANOMATERIALS AND NANOPREPARATIONS FOR MAINTENANCE AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY**

*The results of studies on the prospects of nanotechnology, nanomaterials and nanopreparativ to improve reliability and life of machines, especially those. that worked amortization period and continue to operate successfully through the use of modern technology maintenance and repair.*

**Key words:** nanotechnology, nanomaterials, technical maintenance, repair, farm machinery.