

УДК 621.431.7/436+621.004.61/01-19:631.33

Л.Н. Болдар, М.В. Брагінець, О.В. Козаченко

ЛНАУ, м. Луганськ; ХНТУСГ ім. П. Василенка, м. Харків, Україна

Тел.: 8(0642) 96-74-97; E-mail: rector@lnau.lg.ua**НАУКОВО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ
ТЕХНІКИ АПК УКРАЇНИ**

Встановлені причини недосконалості систем, що діють у АПК та показана необхідність розробки нових підходів для системного розв'язання проблем, що стримують розвиток основного і ремонтного виробництва комбайнових і автотракторних двигунів. Досліджено вплив взаємного доведення деталей під дією змінного електричного струму у електроліті з органічним розчинником та скороченої обкатки двигунів на будову чавуну поршневих кілець, характер їх зношування і службові показники двигунів. Показано, що абразивний механізм зношування деталей у контрольних двигунів стримує процеси розпадання метастабільних складових чавуну, а режим нормального зношування деталей у дослідних двигунів підсилює ці процеси. Вважається, що нанодисперсність складових трибосистеми зберігає присадки у оливі і сприяє зносостійкості поверхонь та утворенню на них вторинних структур.

Ключові слова: Впровадження двигунів, ремонт ізоляції, взаємна електрохімічна обробка частин, будова чавуну поршневих кілець, стабільна і метастабільна структура поверхні.

Вступ. Як відомо, основними функціями технології формування систем і управління ними є планування, облік, аналіз та регулювання [1]. Без такого чіткого розкладу цілей і засобів, систематизація у науці призводить до накопичення, так званих «хащ» - прибологічних, хіммотологічних і інших [2], а при пошукові аргументів щодо необхідності удосконалення систем, призводить до «неправильного висвітлення» нормативних документів [1].

Проблема. За умов, коли, при достатньо високій якості с.г. продукції АПК, Україна швидко стає країною-реципієнтом, або лише споживачем закордонної с.г. техніки і дуже дорогих паливно-мастильних матеріалів (ПММ), системність при розв'язанні проблем постачання, технічного обслуговування і ремонту техніки (ТОіР) та раціонального використання ПММ, набуває надзвичайно важливої ваги. Без цього буде неможливо відновити власне виробництво техніки і виконувати рентабельний ремонт, а величезний щорічний дохід від врожаю і далі буде витрачатися на підтримання лише відносно працездатного стану застарілої вітчизняної техніки, закупівлю закордонної техніки та її досить дорогий фірмовий ремонт. За даними [3], таку розкіш вже не можуть дозволити собі навіть фермери США.

Разом з тим, на Україні є напрацювання в усіх напрямках - біологічному, енергетичному, технологічному і організаційно-технічному [4, 5], при впровадженні яких можна взагалі сформувати нові елементи системи ТОіР техніки, заощадити ПММ нафтового походження і, зокрема, автоматизувати фінішні технологічні процеси обробки і доведення деталей, наприклад, тих, що стримують ресурс комбайнових і автотракторних двигунів (КиАТД). За допомогою їх, соціум (держава) і вітчизняна аграрна наука можуть і повинні вийти із стану застигlosti перед навалюю проблем [6-8].

Аналіз публікацій. Останнім часом, до функціональних чинників, що мають забезпечувати інтенсивний розвиток АПК, долучається «прогнозування» в справі постачання техніки і дієвості агротехнологій [9]. Однак, при аналізі тенденцій розвитку системи постачання технікою вона не узгоджується з діючими системи технічного обслуговування, не враховується її пристосованість до умов вітчизняного ремонтного виробництва. Очевидно, якщо вітчизняним користувачам пропонується техніка без фірмового обслуговування і ремонту і без урахування вимог соціуму (держави), то ренкінг (впорядкований список) кращих компаній [9] слід постійно коригувати. Щодо напрямку коригування, то аналіз публікацій показує, що всі ідеї оздоровлення української економіки успішно вирішуються лише тоді, коли до управління підприємницькою діяльністю (ризиковими проектами) і «серійними» замовленнями держави (соціуму) залучаються інформаційні технології [10] та не заангажоване, наприклад, метафізикою або псевдополітикою сприйняття дійсності [11]. В обох випадках, кінцевою метою є нові робочі місця, збільшення зарплати і збереження життя виконавців - тобто збереження та захист соціуму в умовах ринку. На цій основі, швидко і успішно, відбувається переростання проектно-орієнтованих систем управління у проектно-керовані [10].

Без таких науково-технологічних і організаційних передумов, у АПК України залишається невизначеною вага основних чинників і відгуків, як у багаторівневій рекурентній моделі [12], так і у межах моделей державного управління наукою, виробництвом і випробуванням техніки та її використання [13]. В процесі реформування АПК, попри тому, що на сьогодні, чинник енергозощадження і енергозбереження набув значної державної ваги [4], а найбільш дієвими стали відносини між користувачем і виробником, бо перший забезпечує соціум с.г. продукцією, а другий за рекомендаціями ООН, повинен продовжувати життєвий цикл техніки у рамках керованого рециклінгу (ISO серії 30 000), ні один з кластерів згаданих систем, поки що, не став об'єктом реінжинірингу.

Обґрунтування методики досліджень. У зв'язку з тим, що КіАТД є термодинамічно відкритими ТС і забезпечення в них умов припрацювання (управління процесами і явищами саморегуляції між деталями і середовищем) є проблемною задачею, нижче приводяться дані досліджень, що спрямовані на розробку технологічних і організаційних передумов формування вітчизняної системи обособленого капітального ремонту (ОКР) КіАТД, введення їх у експлуатацію і технічного обслуговування. Системою ОКР передбачається застосування технології покращення початкового стану і взаємного доведення (ВД) деталей, що обмежують ресурс двигунів, за рахунок дії змінного електричного струму у електролітах з органічним розчинником, вже в процесі збирання двигунів із вузлів. Після ВД, електроліти залишаються у зазорах між деталями, змішуються з обкаточною оливою і сприяють виникненню умов структурної адаптації матеріалів з середовищем (УСАіС), або припрацюванню. За час скороченої до 35-40 хв. обкатки, двигуни виводяться на номінальні режими теплового і силового навантаження і після цього можуть використовуватися у експлуатації без 30 або 60-ти годинної обкатки.

У якій мірі, при застосуванні названих технологічних і організаційних передумов, в ТС забезпечується початок припрацювання складових, або їх структурне пристосування (СП) і перехід ТС на режим нормального і прискореного зношування, було визначено раніше [15, 16]. У цій роботі наводяться дані, як ці передумови впливають на внутрішні і зовнішні відгуки якості поршневих кілець, відповідно, на зміни в будові складових чавуну і на зміни напружено-деформованого стану (НЗС)

кілець. Зміни в будові чавуну визначалися шляхом мікроаналізу. Методика мікроаналізу докладно наведена у джерелі [15]. Відгуки кілець дослідних двигунів типу 4Ч12/14 (СМД) порівнювалися з відгуками контрольних двигунів, які були відремонтовані за типовою технологією. Функціональними відгуками двигунів були прийняті втрати оливи на вигорання (чад). Для цього двигуни випробувались на обкаточно-гальмівному стенді протягом 70-ти годин, згідно ГОСТ18508 і 18509.

Результати досліджень і їх тлумачення. Як показав мікроаналіз, чавун кілець до випробувань мав перлітну основу, метастабільні складові (МСС), графіт і розмежовану сітку фосфідної евтектики з розмірами вічок від 30 до 200 мкм (рис. 1, а).

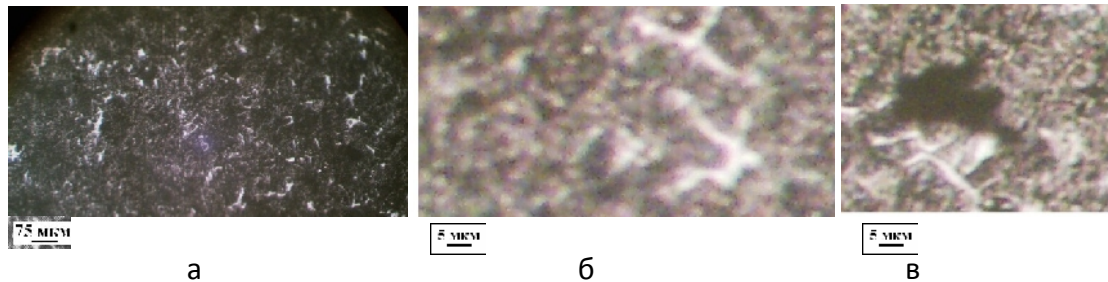


Рис. 1. Характерні структури чавуну кілець, відповідно, до (а), х500 і після (б, в), х3500 стендових випробувань двигунів

Після 70-ти годинних випробувань, у 75 % кілець дослідних двигунів основа чавуну стала нанодисперсною (див. рис. 1, б). На фоні МСС чітко виділялися окремі зерна перліту і елементи сітки фосфідної евтектика з розмірами 5-10 мкм. У контрольних двигунів такі зміни у будові чавуну спостерігалися лише у 25 % кілець.

Зовні робочі поверхні кілець у контрольних двигунів були густо подряпані абразивними часточками. На робочих поверхнях кілець дослідних двигунів таких слідів не було помітно, що свідчило про нормальний механізм їх зношування. Втрати оливи на вигорання (чад), по відношенню до витраченого палива, у дослідних двигунів були на рівні 0,7%, а у контрольних - 0,9% і більше.

Тож, малий початковий знос кілець і дрібнодисперсна будова чавуну, що були досягнуті за умов дії нових технологічних чинників - електричного струму і електролітів з органічним розчинником та номінального силового і температурного навантаження, слід вважати такими, які реально підтверджують бажану якість $F(s)$ ТС, змодельовану за допомогою логістичної функції сигмоїда [16]:

$$F(s) = \frac{1}{1 + e^{-as}}, \quad (1)$$

де s – надійність або ресурс системи, при $a > 3$ надійність або ресурс системи може досягти розрахункових значень (за нанодисперсності складових ТС показник $a = 8 - 9$), а при $a < 3$ - лише деякої частини розрахункових значень.

Майже незмінний стан складових чавуну кілець у контрольних двигунів, очевидно, можна вважати наслідком механічної активації поверхонь абразивними частинками зношування. У роботі [17] зазначається, що від дії абразиву із кристалічних ґраток можуть «витискатися» окремі атоми вуглецю. Тож, очевидно, можна вважати, що при абразивному зношуванні (АЗ) деталей у двигуні, витиснутий із ґраток вуглець міг служити додатковим джерелом абразиву. Такі дрібнодисперсні абразивні часточки

могли легко різати чавун кілець і гільз, гальванічний хром, що захищає робочі поверхні кілець, а також алюмінієвий сплав поршнів і цим сприяли інтенсивному локальному відведенню тепла (йдеться про стримування коливань елементарних часточок на піко і фемто рівнях [18]) від поршня до кілець і далі до гільзи. Однак, це не сприяло процесам дифузійного розпадання МСС чавуну. І навпаки, за відсутності абразиву в зазорах між деталями дослідних двигунів, їх поверхні захищалися тонкою плівкою оливи і вторинними структурами (ВС), які, як відомо, характеризуються значно меншою теплопровідністю, ніж металеві сплави. В результаті відбувалося не лише розпадання МСС, а і об'єднання атомів вуглецю у графітні зерна (див. рис. 1, в). Ці факти, очевидно, слід вважати вагомими і закономірними відгуками режиму нормального зношування (НЗ) деталей. Вплив градієнта температури на дифузійні процеси або зміну концентрації $C(x)$, очевидно, доцільно розглядати у контексті відомого закону Фіка, як третій член (другим членом враховуються зміни градієнта напружень $\frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2}$ в кристалічній ґратці [19]):

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = D' \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D'' \frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2} \pm D''' \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad (2)$$

де $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ - зміна градієнта концентрацій; $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ - зміна градієнта температури;

знаками «+» і «-» позначено, відповідно, підсилення (за умов НЗ) і стримування (за умов АЗ) дифузійних процесів;

Коефіцієнти пропорційності D' і D'' враховують енергію активації (Q) і у значній мірі залежать від температури, зокрема $D' = A e^{-Q/RT}$ [20]. При включенні у залежність третього члена, очевидно, можна вважати, що третій коефіцієнт D''' стосується гетерогенних складових матеріалів на нано і піко рівнях, або плівок між деталями товщиною 1 – 10 нм, наприклад, за умов контактної гідродинаміки [21] та дії чинників, що супроводжують комбіновані процеси – електрохімічні, термоциклічні, трибо фізичні, трибо хімічні, трибо електромагнітні і ін.

Після запропонованого введення дослідних двигунів у експлуатацію, середня швидкість зношування $C_{знд}$ 1-х поршневих кілець у спряженні з поршнями в період НЗ $t_{нз}$ становила 0,031 мкм/м-г, або 0,01 нм/с [12]. У цей же час, швидкість зношування $C_{знк}$ 1-х поршневих кілець у контрольних двигунів сягала 0,075 мкм/м-г. Зважаючи на ці дані КіАТД було рекомендовано ремонтувати обособлено.

Висновки. 1. Показана необхідність розробки нових підходів і технологій для системного розв'язання проблем, що стримують розвиток основного і ремонтного виробництва КіАТД. 2. Досліджені зв'язки між зовнішніми і внутрішніми показниками якості двигуна, відповідно, між номінальним силовим і температурним навантаженням, та нанодисперсністю складових матеріалів деталей, ВС і оливи. 3. Встановлені наукові, теоретичні, технологічні і організаційні передумови введення у експлуатацію відремонтованих за технологією обособленого ремонту комбайнових і автотракторних двигунів і використання їх лише в режимі НЗ.

Список літератури:

1. Григор'єва Н.С. Управління модульною складальною технологією [Текст] / Н.С.Григор'єва // Міжнародн. зб. наук. праць «Прогресивні технології і системи машинобудування». – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – Вип. 1-2 (43). – С.110 - 113.

2. Болдар Л.Н. Відправна точка формування «рециклінгової індустрії» для АПК України [Текст] / Л.Н. Болдар // Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». – Глеваха: ІМЕСГ, 2012. – Вип. 96. – С. 586-593.

3. Бабицкий Л.Ф. Обоснование методов выбора передвижных мастерских в системе диллерской службы АПК Крыма [Текст] / Л.Ф. Бабицкий, И.В. Соболевский // Вісник Харківського національн. технічного ун-ту с.г. ім. П. Василенко. «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Харків: ХНТУСГ, 2012. – Вип. 121. – С. 13-19.

4. Брагинец Н.В. Использование нетрадиционных технологий в АПК страны. [Текст] / Н.В. Брагинец, А.Н. Брагинец // Зб. наук. техн. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Вид-во ЛНАУ, 2008. – Вип. № 91. – С. 59-67.

5. Розробка системи технічного сервісу сільськогосподарської техніки в АПК та технологічних процесів обробки деталей і технологічного середовища електрофізичними і електрохімічними методами / Звіт по НДР. № ДР 0109U000996. – Луганськ: ЛНАУ. – 2012. – 189 с.

6. Гуков Я.С. До теорії морфологічного опису системи машин для агропромислового виробництва [Текст] / Я.С. Гуков // Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». – Глеваха: ІМЕСГ, 2004. – Вип. 88. – С. 4-10.

7. Козаченко О.В. Перспективи розвитку технічного обслуговування і ремонту машин / О.В. Козаченко // Вісник Харківського національн. технічного ун-ту с.г. ім. П. Василенко «Проблеми технічної експлуатації машин». – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 94 – С. 3 - 8.

8. Адамчук В.В. Не просто буде переоснащувати парк сільськогосподарської техніки за числом і структурою, але потрібно [Текст] / В.В. Адамчук // Зерно і хліб. – 2012. – №2. – С. 10 -12.

9. Кравчук В. Організаційно-методичні аспекти створення іміджевого рейтингу компаній-виробників та прогнозування тенденцій розвитку сільськогосподарської техніки / В. Кравчук, М. Павлишин, В. Гусар, Н. Таргоня, М. Шпак, Є. Ціп // Зб. наук праць «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України». – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого, 2011. – Вип. 15 (29). – С. 108-119.

10. Чернова Л.С. Технология проектно-ориентированной и проектно-управляемой систем предприятия /Л.С. Чернова [Текст] // Міжнародн. зб. наук. праць «Прогресивні технології і системи машинобудування». – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – Вип. 1-2 (43). – С. 327-331.

11. Гречихин Л.И. Особенности горения и взрыва метано-воздушной смеси и угольной пыли. [Текст] / Л.И. Гречихин, Н.Г. Куць // Міжнародн. зб. наук. праць «Прогресивні технології і системи машинобудування». – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – Вип. 1-2 (43). – С. 100-109.

12. Болдар Л.Н. Умови реінжинірингу систем виробництва, ремонту і технічного обслуговування комбайнових і автотракторних двигунів [Текст] / Л.Н. Болдар // Вісник Харківського національного техн. ун-ту с/г ім. П. Василенка «Проблеми технічної експлуатації машин». – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. №94. – С. 142-148.

13. Козаченко О.В. Аналіз факторів впливу на рівень технічної експлуатації машин АПК. [Текст] / О.В. Козаченко // Вісник Харківського національн. технічного ун-ту с.г. ім. П. Василенко. «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Харків: ХНТУСГ, 2012. Вип. 121. – С. 3-7.

14. Посібник. Серія: Сільськогосподарська техніка – XXI. Трактори, мобільні навантажувальні машини і причепа / За ред. Кравчука В.І., Демидова О.А. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2010. – 176 с.

15. Болдар Л.Н. Пріоритетні напрямки у справі запровадження «рециклінгових технологій» при виробництві і ремонті вітчизняних комбайнових і автотракторних двигунів. [Текст] / Л.Н. Болдар // Міжнародн. зб. наук. праць «Прогресивні технології і системи машинобудування». – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – Вип. 44. – С.

16. Болдар Л.Н. Забезпечення якості відремонтованих двигунів внутрішнього згоряння: системний підхід [Текст] / Л.Н. Болдар // Зб. наук. техн. праць ЛНАУ. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Вид-во ЛНАУ, 2008. – Вип. № 91. – С. 36 - 51.

17. Войнов Б.А. Износостойкие сплавы и покрытия. – М.: «Машиностроение». – 1980. – 120 с.

18. Шапаронов М.И. Межмолекулярные взаимодействия. – М.: Изд-во «Знание», 1983. – 63 с.

19. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии. – Харьков: ННЦ ХФТИ, 2003. – 212 с.

20. Миркин И.Л. Диффузия в металлических сплавах / И.Л. Миркин, М.А. Кристал. – М.: ЦП НТО Маш.пром., 1959. – 57 с.

21. Коднир Д.С. Контактная гидродинамика смазки деталей машин. – М.: «Машиностроение», 1976. – 304 с.

Надійшла до редколегії 15.05.2012 р.

L. Boldarev, M. Braginets, A. Kozachenko
SCIENTIFIC - TECHNOLOGICAL
PREREQUISITES OF FORMATION OF
MAINTENANCE AND REPAIR EQUIPMENT
AIC OF UKRAINE

Are the data of the research of the problem of improving the quality of production and repair of domestic for combine harvesters and of automotive and tractor engines in the framework of the new paradigms – recyclings industry and separate repair. It is shown, that the use of the finishing technologies of electrochemical processing and mutual finishing details, as well as the condensed breakin engines, contributes to the stabilization of the structure of cast iron piston rings.

Key words: the roll-out of engines, isolation repair, mutual electrochemical machining parts, termocyclings loading of piston rings, stable and metastable structure of pigiron.

Л.Н. Болдарь, М.В. Брагинець, А.В. Козаченко
НАУЧНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ
СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНИКИ
АПК УКРАИНЫ

Установлены причины несовершенства систем, действующих в АПК и показана необходимость разработки новых подходов для системного решения проблем, сдерживающих развитие основного и ремонтного производства комбайновых и автотракторных двигателей. Исследовано влияние взаимной доводки деталей под действием переменного электрического тока в электролите с органическим растворителем и сокращенной обкатки двигателей на строение чугуна поршневых колец, характер их износ и служебные показатели двигателей. Показано, что абразивный механизм изнашивания деталей в контрольных двигателей сдерживает процессы распада метастабильных составляющих чугуна, а режим нормального износа деталей в опытных двигателях усиливает эти процессы.

Ключевые слова: внедрение двигателей, ремонт изоляции, взаимная электрохимическая обработка частей, строение чугуна поршневых колец, стабильная и метастабильная структура поверхности.