

Summary. To effectively develop the management of spare parts and consumables, it is necessary to conduct comprehensive research, including sales analysis, assessment of the machinery fleet, market supply, and consumer demand. Based on this data, a mandatory assortment and stock volume should be defined, while centralizing the processes of ordering, procurement, logistics, and distribution. Programs for licensing, supplier authorization, and promotion of original products play a key role. Additionally, it is essential to adapt the dealer network and implement tools for managing profitability and increasing sales volumes.

УДК 620.9. 621.436

Лазарев С.Ю., кандидат технических наук
ООО «ЭПЕКО», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

О НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Рассматривается вопрос о применении нового класса конструкционных материалов – природных минеральных материалов с целью устранения износа сопряжений техники. Приводятся общие результаты применения этих материалов.

Abstract. The issue of using a new class of construction materials – natural mineral materials – to eliminate wear of equipment joints is considered. General results of using these materials are given.

Ключевые слова. Минеральные материалы, физико-механические характеристики, механический КПД, интенсивность изнашивания, расход масла, расход топлива, межремонтные сроки.

Keywords. Mineral materials, physical and mechanical characteristics, mechanical efficiency, wear rate, oil consumption, fuel consumption, time between overhauls.

На современном этапе развития техники износ технических средств превращается для всего человечества в большую проблему. По разным оценкам на устранение износа технических средств и его последствий в виде аварий, выхода из строя энергетических систем, крушения поездов и т.п. расходуется до 30% ВВП отдельной страны, что следует отнести к непроизводительным затратам, отрицательно влияющим на экономику в целом.

В ходе борьбы с этим явлением исследователи и инженеры пришли к пониманию двух вещей:

- основные конструкционные материалы деталей не способны обеспечить низкий уровень износа;
- задачу снижения износа следует решать с помощью покрытий деталей из материалов с иными физико-механическими свойствами.

Таковыми оказался ряд природных минеральных материалов, характеристики которых практически не достижимы при традиционных технологиях получения материалов.

Основные идеи, положенные в основу применения природных минеральных материалов в различных областях техники, сформулированы В.И. Вернадским и А.Е. Ферсманом в первой половине 20-го века. Свойства мелкодисперсных минеральных материалов стали изучать в нашей стране, начиная с 30-х годов [1].

Теоретическое обоснование применения слоистых кристаллических соединений в качестве высокотемпературных твердофазных смазочных материалов впервые дано в монографии Г.П. Майоровой [2].

В дальнейшем, на основании результатов работ по широкому кругу направлений, было зарегистрировано научное открытие №323 «Свойство высокоэнергоплотных минеральных веществ изменять параметры триботехнических систем» [3], установленное в 2007 году.

Снижение износа пар трения обуславливается следующими свойствами высокоэнергоплотных природных материалов:

- данные материалы являются наноструктурированными веществами в компактном состоянии;
- при одинаковых уровнях давления в парах трения возникающая между материалами поверхностей сила адгезионных связей у минералов в 80–150 раз ниже, чем у традиционных материалов пар трения, что обуславливает низкие коэффициенты трения;
- природные материалы обладают высокой твёрдостью, что снижает абразивный износ;
- минеральные материалы обладают низкими индексами смачивания, что приводит к снижению сопротивлений при обтекании поверхности жидкими и газообразными телами;
- природные материалы обладают высокими антикоррозионными свойствами, так как не вступают при нормальных условиях в реакции с большинством кислот и щелочей.

Технологии формирования покрытий на поверхностях деталей двигателей подробно изложены в [4-6]. Основным требованием является формирование на поверхности сплошного слоя материала.

Формирование поверхности быть осуществлено как при изготовлении деталей или ремонте двигателя станочным способом на специализированных предприятиях [7-8], так и способами безразборной обработки [9-11].

Перечислив свойства новых материалов, кратко изложим насколько изменяются характеристики агрегатов, узлов и деталей автотракторной техники при использовании на поверхностях деталей минеральных покрытий.

В двигателях оценить изменения механических потерь можно посредством мотор-тесторов, измеряющих механический КПД. Замеры механического КПД двигателей разных типов в обычном исполнении,

показывают следующие величины: в бензиновых двигателях – от 0,74 до 0,87; в дизелях, в зависимости от типов и конструкций [12] – от 0,70 до 0,92.

Исследования [13] показывают, что механические потери в четырёхтактном двигателе содержатся в ЦПГ – 43%; аэродинамические и гидравлические потери – 33%. Остальные узлы – менее 11%. Зависимость механического КПД автомобильных двигателей от пробега статистически прослеживается слабо.

Результаты изменения механического КПД при использовании триботехнических составов и разных присадок при безразборном варианте зависят от характеристик и количества расходного материала, вводимого в систему двигателя. Это количество, зависящее, как от технических, так и от коммерческих, причин, в подавляющем большинстве случаев бывает совершенно недостаточным для полного устранения механических потерь. Например, при стендовых испытаниях одного из составов с минеральным материалом дизеля 2Ч 8,5/11 при номинальной мощности механический КПД увеличился с 0,7 только до 0,9.

Комплексные испытания 5-и препаратов с разными принципами действия, проведённые Шабановым А.Ю. и Колодочкиным М.В. [14], показали, что только средства Suprotec и XADO, которые содержали минеральные составляющие, показали прирост мощности (до 4,0%), снижение механических потерь (до 5,6%), снижение расхода топлива (до 7,4% только при малых нагрузках), снижение расхода масла (до 45%), токсичность снизилась только за счёт снижения расхода масла.

В целом продуктов износа у всех обработанных двигателей меньше, чем у контрольного мотора, на 12–60%, в зависимости от вида состава. По результатам исследования деталей (шатунные вкладыши, коренные вкладыши, поршневые кольца) выяснилось, что во всех случаях имеются потери массы деталей, которые снижаются по сравнению с контрольным двигателем в 1,20...1,8 раза.

Коэффициенты трения при испытаниях на машине трения снизились у составов Suprotec с 0,049 до 0,025 и XADO с 0,070 до 0,040; у остальных изменились незначительно.

Исходя из результатов можно констатировать, что применение трибосоставов позволяет в основном поддерживать состояние двигателей, не получая максимальных результатов.

Максимальные характеристики агрегатов узлов и деталей в случае наличия на поверхности минеральных покрытий толщиной не менее 15...20 мкм.

Данные приведены по [6-11, 15-17] и результатам многочисленных измерений отдельных характеристик.

Максимального результата для любых агрегатов или узлов можно добиться даже при безразборной обработке, если ввести в зону контакта необходимое из геометрических размеров поверхностей количество расходного материала. Стабильные результаты, полученные на мотор-тестере типа К-297, следующие: механический КПД составляет величину 98,2-99,5% (в частности, на а/м «Волга» ГАЗ 24-11 – 98,5%, на а/м «Волга» ГАЗ 31 – 98,2%). На современных машинах можно получить аналогичный результат, необходимо лишь провести соответствующие замеры с помощью мотор-тестера.

В изношенных цилиндрах можно восстановить компрессию до паспортных значений или выше. Например, увеличение компрессии для л/а «Ford-sierra» – с 9,6 до 14,5 кгс/см²; для «Жигули» ВАЗ 21093 – с 10,5 до 13,5; для грузовика ЗИЛ-130 (возрастом 20 лет) – с 7,0 до 11,3; для убитого а/погрузчика «Хайстер» – с 10,0 до 20,0.

Притирка клапанов в минеральной среде позволяет в дальнейшем забыть об их существовании.

Уменьшение потерь на трение в двигателе естественным образом ведёт и к снижению расхода топлива. Кроме этого, что интересно, наблюдается и снижение объёма вредных выбросов.

На 1-ом авторемонтном заводе в г. Санкт-Петербург был освоен ремонт дизелей фирмы «RABA-MAN» автобусов «Икарус». Завод отгрузил потребителям 125 двигателей с пониженным на 12,0%–12,7% потреблением топлива. Расчётный механический КПД для них – в пределах 0,96...0,97, а ресурс – 20–25 лет.

Карьерный самосвал БелАЗ-7519 со степенью износа агрегатов 70-80% показывал перерасход топлива от нормативной величины 3800 л/месяц. После формирования покрытий на деталях ходовой части и двигателя при последующей эксплуатации в течение полугода расход топлива в месяц снизился на 700 литров ниже норматива, что являлось минимальным расходом топлива по всему парку.

Интересен результат модификации деталей в автомобилях с большим возрастом. Испытывались два легковых отечественных автомобиля.

Замеры расхода топлива на 100 км пробега у легковых автомобилей производились по двухмесячным наблюдениям до, и после модификации пар трения при примерно равных условиях эксплуатации. Был налажен тщательный учёт топлива. Результаты этих опытов следующие: снижение расхода топлива от 15,8% до 25,0%.

Представленные примеры показывают, что можно достигать весьма высоких эксплуатационных результатов на поршневой машине любого возраста.

Снижение расхода масла в модифицированном двигателе связано в основном со снижением расхода масла на угар. Расход смазочных масел определялся в ходе стендовых испытаний в течение 12 лет на различных

типах дизелей [12, 13, 17]. Снижение расхода масла на угар составляет 2,5 – 3,5 раза. В частности, для дизеля 2ч 8,5/11 расход масла на угар снизился в 3,28 раза.

Одним из показателей экологичности работы двигателя является состав выхлопных газов (наличие СО в %), измеряемый типовыми газоанализаторами. У легковых автомобилей максимальное снижение СО в отработавших газах – с 7,2% до 1,5–1,7%.

Изменение в составе отработавших газов подтверждается и стендовыми испытаниями дизеля 2ч8,5/11 с одним из разновидностей триботехнического состава. Эмиссия азотосодержащих газов снизилась на 20%.

По литературным данным интенсивность изнашивания деталей и узлов составляет от $1,4 \times 10^{-10}$ до $4,9 \times 10^{-12}$. В модифицированных двигателях эта величина снижается до величин $1,0 \times 10^{-14}$... $3,7 \times 10^{-14}$.

Экономические показатели. Для двух парков автомобильной и строительной модифицированной техники экономия средств составила 0,12 от стоимости новых образцов в год. Для потребителя снижение эксплуатационных расходов составляет 2,7 раза в год.

Для крупных автопарков интерес представляют расходы на эксплуатацию, отнесённые к стоимости техники.

В парке из 123 единиц строительно-дорожной техники модифицировались в основном двигатели, а кроме того, некоторые механические передачи и подшипники. По результатам годичной эксплуатации экономия средств на обслуживание составила 0,12 стоимости парка техники.

В парке легковых отечественных и импортных автомобилей численностью 89 количество капитальных ремонтов двигателей снижено с 58 до 1 за период 12 месяцев.

Заключение. Технически проблема выпуска автотракторной техники нового поколения со значительно сниженными эксплуатационными расходами на сегодняшний день практически решена. Необходима только политическая воля для её воплощения и реорганизация отрасли под новые технологии. Всё изложенное касается в целом любых механических систем. Экономический эффект от повышения надёжности и эффективности аграрной техники может быть направлен как на снижение цен на продукцию, так и на другие цели.

Список использованной литературы

1. Дерягин, Б.В., Лазарев, В.П. Новый закон трения, его экспериментальная проверка и применение к трению минеральных дисперсидов. – Коллоидный журнал, т. 1, вып. 4. – 1935. – С. 293–302.
2. Майорова, Л.А. Твердые неорганические вещества в качестве высокотемпературных смазок. – М.: Наука, 1971. – 95 с.

3. Научное открытие №323. Зуев В.В., Лазарев С.Ю., Лавров Ю.Г., Денисов Г.А., Маринич Т.Л., Половинкин В.Н., Соловьёв А.П., Холин А.Н. Свойство высокоэнергоплотных минеральных веществ изменять параметры триботехнических систем. Сборник описаний научных открытий №3. – 2007г.
4. Зуев, В.В., Лазарев С.Ю. Природные минеральные материалы в современной технике. Теория и практика применения. Наука и технология. Том 2. Труды XXIV Российской школы по проблемам науки и технологий. РАН. М.2004 г. – С. 149–159.
5. Грушев, В.В., Лазарев С.Ю. Промышленное применение минеральных покрытий и ультразвуковой обработки. Монография. // Чита: ЗабГУ, 2011. – 151 с.
6. Черноиванов, В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
7. Патент RU 2263217 Лазарев С.Ю., Энгельке М.В., Кузякин Ю.И. Способ формирования минеральных покрытий поверхностей деталей из металлов и сплавов.
8. Патент RU 2263217 Лазарев С.Ю., Филимонов В.П., Холопов Ю.В. Способ обеспечения минимальных механических потерь в поршневых машинах-двигателях внутреннего сгорания.
9. Лавров, Ю.Г, Половинкин В.Н. Повышение износостойкости деталей дизелей на основе геотрибознергетики. – «Двигателестроение». – 1994 г. – №5. – 41 с.
10. Половинкин, В.Н., Лавров Ю.Г., Аратский П.Б. Применение геомодификаторов трения для восстановления изношенных поверхностей узлов трения при эксплуатации. Материалы международного научно-практического симпозиума «Славянтрибо-5. Наземная и аэрокосмическая трибология-2000. Проблемы и достижения.» СПб 26-30.06.2000 с. 289.
11. Хмелевская, В.Б., Леонтьев Л.Б. Повышение надёжности судового оборудования технологическими методами. Том 2. Триботехника покрытий и композиционных материалов. Владивосток. – ГУП «Издательство «Дальнаука»» ДВО РАН, 2004. – 282 с.
12. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. – 375с.
13. Groth K. Neuere Methoden zur Untersuchung von Reibungsverlusten in Motortriebwerken. Schiff & Hafen/Kommandobrücke 29 (1977) 10. – s. 917–923.
14. Шабанов, А., Колодочкин М. Как отсрочить смерть двигателя? – «За рулём», №9. – 2015г.
15. Половинкин, В.Н., Лавров Ю.Г., Аратский П.Б. Применение геомодификаторов трения для восстановления изношенных поверхностей узлов трения при эксплуатации. Материалы международного научно-практического симпозиума «Славянтрибо-5. Наземная и аэрокосмическая трибология-2000. Проблемы и достижения». – СПб 26-30.06.2000. – с. 289.
16. Погодаев, Л.И., Кузьмин В.Н. Структурно-энергетические модели надёжности материалов и деталей машин. – СПб. Издательство «МКС». 2006. – 608 с.
17. Патент RU 2263217 Лазарев С.Ю., Филимонов В.П., Холопов Ю.В. Способ обеспечения минимальных механических потерь в поршневых машинах-двигателях внутреннего сгорания.

Summary. Technically, the problem of producing a new generation of motor and tractor equipment with significantly reduced operating costs has been practically solved today. Only political will is needed for its implementation and reorganization of the industry for new technologies. All of the above applies in general to any mechanical systems. The economic effect of increasing the reliability and efficiency of agricultural equipment can be directed both to reducing prices for products and to other purposes.

УДК 631.3.004.67

Круглый П.Е., кандидат технических наук, доцент;

Василевский П.Н., старший преподаватель

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ УСЛУГ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Изложен порядок формирования требований функциональности при организации технического сервиса сельскохозяйственной техники. Установлено, что ожидаемая функциональность зависит от назначения услуги, типа потребителя и степени неопределенности хозяйственных условий.

Abstract. The procedure for forming functionality requirements in the organization of technical service for agricultural machinery is presented. It is established that the expected functionality depends on the purpose of the service, the type of consumer, and the degree of uncertainty in economic conditions.

Ключевые слова. Функциональность услуг, технический сервис, длительность услуги, стабильность, уровень несоответствий.

Keywords. Functionality of services, technical service, duration of service, stability, level of non-conformities.

Функциональность системы обслуживания определяется потенциалом ее производственной среды [1, 2]. Здесь основными являются такие факторы, как организационно-техническое обеспечение, производственные помещения, технологическое и контрольно-диагностическое оборудование, оснастка и средства измерений, кадровое обеспечение, нормативная и технико-технологическая документация.

Для потребителей технической функциональность характеризуется способностью системы обслуживания выполнять заказы в ожидаемые сроки и приемлемым качеством технологических операций. Функциональность зависит от назначения услуги, типа потребителя и степени неопределенности хозяйственных условий.

Ожидаемая функциональность $\bar{\Phi}$ может определяться такими оперативными показателями, как длительность услуги, стабильность и уровень несоответствий