

**СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МАШИН
И ОБОРУДОВАНИЯ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ**

**Салминен Э. О.¹, проф., к.т.н., Борозна А. А.¹, проф., к.т.н., Пушкин Д. В.¹, асп.,
Кобыльсков И. П.², зам. ген. директора, Насковец М. Т.³, доц., к.т.н.**

¹Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
(Санкт-Петербург, Российская Федерация), e-mail: salminen.lta@mail.ru

²НПО «Руспромремонт»

(Санкт-Петербург, Российская Федерация), e-mail: rpr-spb@mail.ru

³Белорусский государственный технологический университет
(Минск, Республика Беларусь), e-mail: naskovets@belstu.by

**REDUCING ENERGY CONSUMPTION AND INCREASING THE RELIABILITY
OF MACHINES AND EQUIPMENT IN THE FORESTRY COMPLEX**

**Salminen E. O.¹, Prof., PhD, Borozna A. A.¹, Prof., PhD, Pushkov D. V.¹, PhD,
Kobilskov I. P.², Deputy. Gene. Manager, Naskovets M. T.³, Assoc. Prof., PhD**

¹St Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov

(Saint-Petersburg, Russian Federation)

²NPC «Ruspromremont»

(Saint-Petersburg, Russian Federation)

³Belarusian State Technological University

(Minsk, Republic of Belarus)

Modern forestry machinery requires constant rearmament. this is condition with one side to increase in the volume of blanks, and on the other – rather complicated conditions and specific features of the operation of machinery and equipment. Increase the reliability of technical facilities and reduce energy consumption during their operation is possible by applying new technologies based on the use of repair and recovery compounds

Лесозаготовительные машины и оборудование эксплуатируются в сложных природно-технологических и погодных условия и с большими нагрузками, что приводит к быстрому износу и повышенному расходу энергетических ресурсов. В условиях экономического кризиса заменить изношенное оборудование на новое, не всегда представляется возможным. Повысить надежность работы механизмов и продлить их срок службы, снизить расход энергоресурсов возможно, применив новейшую разработку – РВС-технологии.

РВС-технология — совокупность технологических операций использования ремонтно-восстановительных составов (РВС. РВС состоит из специально изготовленной тонко помолотой смеси минералов. Основу смеси составляет никель-железо-магнезиальный гидросиликат - $(Ni - Fe - Mg)_3(Si_2O_5)(OH)_4$, в качестве катализатора используется оливинный минеральный ряд - $(Mg_{2-x}Fe_x)_2 SiO_4$).

Рекомендуемое соотношение: Никель-железо-магнезиальные гидросиликаты 90 – 95 ма. %, катализатор 5 – 10 мас. %. при этом размер зерен основы и катализатора соответствует друг другу и составляет от 1 мкм до 100 мкм.

Мелко размолотая, тщательно перемешанная смесь, поставляемая в виде порошка или геля, вводится в масляную систему в штатном режиме работы механизма.

В начальной стадии геомодификатор работает как абразив, срезая неровности и шероховатость трущихся деталей, затем в процессе работы механизма под действием высокой температуры и давления между РВС - частицами и кристаллами фаз металла происходит замещение атомов магния из минералов на атомы железа, из которых состоят детали. Продукты распада внедряются в поверхность металла на глубину 1 – 3 мкм.

При этом на кристаллической решетке металла происходит образование новых кристаллов. Кристаллы ориентированы вдоль поля, и срастаясь, образуют на всей поверхности пятна контакта непрерывный ряд твердых монокристаллов. Образованная таким способом поверхность, обладает высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения. Формируемый в процессе работы механизма слой обладает уникальными свойствами и называется металлокерамическим защитным слоем (МКЗС).

Использование состава обеспечивает создание новообразованного слоя, обладающего способностью при трении контактирующих металлических поверхностей разрушаться и самовосстанавливаться при эксплуатации, автоматически регулируя зазор между трущимися поверхностями. При этом новообразованный слой обладает повышенными триботехническими характеристиками, повышенной износостойкостью, коррозионной стойкостью и однородностью. Фактически, он «залечивает» дефекты на изношенных трением металлических поверхностях деталей в режиме их штатной эксплуатации, при этом деталь приобретает новые, более высокие эксплуатационные свойства, значительно снижается коэффициент трения, повышается износостойкость.

Обработанные по РВС - технологии механизмы эксплуатируются с явно выраженным большим технико-экономическим эффектом, минимизирующим вредное влияние на окружающую среду. Опыт использования РВС – технологии в различных областях показал положительные результаты:

- снижение потребления электроэнергии и топлива на 2% - 15%;
- увеличение межремонтного ресурса работы узлов и механизмов от 2 до 5 раз;
- увеличение полезной мощности для различного типа механизмов от 5% до 15%;
- увеличение ресурса масел в 2 – 4 раза;
- снижение шумов и вибраций работы механизмов;
- снижение электрохимических коррозионных процессов;
- снижение вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- увеличение выносливости механизмов в режиме масляного голодания.

Преимущества РВС-технологии:

- работы выполняются в режиме штатной эксплуатации оборудования без остановки технологического процесса;
- при своевременном применении значительно дешевле и эффективнее традиционного ремонта;
- позволяет восстанавливать эксплуатационные характеристики оборудования с износом до 50%, а в отдельных случаях имеющего предельно допустимый износ;
- применяется не только для восстановления изношенных узлов механизмов, а также для предотвращения износа новых;
- РВС не влияют на физико-химический состав масел и смазок, не требуют добавки при замене последних, т.к. не являются присадками.

В отличие от различных известных присадок, модификаторов трения и добавок в смазочные материалы, РВС восстанавливает и оптимизирует зазоры в сопряжениях деталей, полностью устраняет контакт металл-металл, предотвращая дальнейший износ и коррозию металлов в пятнах контакта пар трения.

В учебно-научной лаборатории Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета был проведен эксперимент с применением РВС - технологии.

Проведение научного эксперимента проводилось на опытной установке, которая состоит из обкаточно-тормозного стенда КО-2204 и двигателя ЗИЛ-130 выпуска 1969 года. Стенд КО-2204 состоит из следующих основных узлов (рисунок 1): 1 приспособления для установки двигателя, 2 гидротормоза, 3 весового механизма, 4 пульта контрольных приборов, 5 обгонной муфты (находится под кожухом), 6 электродвигателя.

Двигатель установлен на стенде соосно с валом гидротормоза и соединен с ним эластичными муфтами. До начала эксперимента были сняты основные технико-

экономические показатели – компрессия в цилиндрах и расход топлива. После снятия показателей в масляную систему двигателя ввели ремонтно-восстановительную смесь - РВС. Двигатель под нагрузкой проработал 40 часов и снова были сняты технико - экономические показатели (таблица 1 и таблица 2).

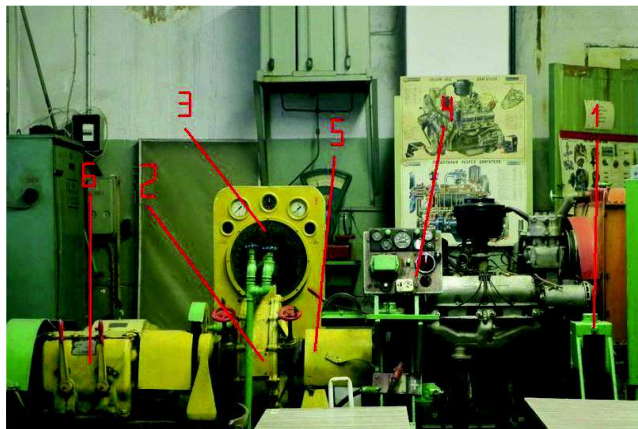


Рисунок 1 – Экспериментальная установка

Показания, снятые до и после обработки двигателя РВС составом:

Таблица 1 – Компрессия по цилиндрам, МПа

Цилиндр	1	2	3	4	5	6	7	8
До	6,7	6	6,7	6,5	6,3	6,1	6,2	6,8
После	8,6	8,4	8,9	8,5	8,6	8	8,8	8,5

Измерения проводились таким образом: двигатель был выведен на устойчивые обороты (2000об/мин) и был максимально нагружен. Затем нагрузку постепенно уменьшали, и проводился замер количества потребляемого топлива за определенный промежуток времени. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений

№	До обработки				После обработки			
	об/мин	Р, Н	устан. об/мин	Δ, гр	об/мин	Р, Н	устан. об/мин	Δ, гр
1	2000	30	950	220	2000	30	900	205
2		25	1300	245		25	1100	210
3		20	1400	270		20	1300	235
4		15-17	1460	280		15-17	1500	260
5		10-12	1680	285		10-12	1700	255

Эффективная мощность двигателя N_e , л. с.:

$$N_e = 0,001P_T n;$$

где 0,001 – постоянный коэффициент весового механизма гидротормоза;

n – частота вращения двигателя в минуту;

P_T – нагрузка на гидротормозе, Н.

Часовой расход топлива G_T , кг/ч:

$$G_T = \frac{3,6\Delta G}{t}$$

где  - расход топлива за время опыта, г;

t – время опыта, с.

Удельный расход топлива g_e , г/э.л.с.·ч

$$g_e = \frac{1000G_T}{N_e}$$

Среднее эффективное давление p_e , МПа:

$$p_e = \frac{0,9P_T}{V_s}$$

где V_s - литраж двигателя, л. (6.0 л).

Таблица 3 – Расчетные показатели

№	Эффективная мощность N_e , л. с.	Эффективное давление p_e , кгс/см ²	Часовой расход топлива, G_T , кг/ч		Удельный расход топлива, g_e , г/э.л.с. ч	
			до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
1	60	4,5	6,6	6,15	110	102,5
2	50	3,75	7,35	6,3	147	126
3	40	3	8,1	7,05	202,5	176,2
4	30	2,25	8,4	7,8	280	260
5	20	1,5	8,55	7,65	427,5	382,5

Как видно из показателей компрессия в цилиндрах изношенного двигателя восстановилась до нормативов, предусмотренных для нового двигателя (8,5), а экономия топлива составила при различной нагрузке от 7 до 15%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салминен Э.О., Борозна А.А., Кобыльсков И.П., Сизов А.Ю. использование нанотехнологий для повышения надежности и эффективности работы машин и оборудования в лесопромышленном комплексе. СПб. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Выпуск 182. 2010 г.
2. Пушков Д.В. Применение РВС – технологий для повышения эксплуатационных качеств транспортных систем. В сб. ЛЕСА РОССИИ В XXI ВЕКЕ. Материалы девятой международной научно-технической интернет - конференции. Спб. 2012 г.
3. Пушков Д.В., Салминен Э.О., Борозна А.А., Насковец М.Т, Энергосберегающие технологии в транспортно-технологическом процессе лесного комплекса. Материалы международной научно-технической конференции “Ресурсо - и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии”. Минск. БГТУ. 2014 г.
4. Борозна А. А., Салминен Э.О., Пушков Д.В. Повышение надежности и снижение энергоемкости транспортно-технологических машин. Материалы III международной научно-технической конференции “Инновации на транспорте и в машиностроении. Том I. Транспорт и логистика. Санкт-Петербург. Университет Горный, 2015 г.