ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Григорьева Евгения Александровича на тему: «РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА В ДВИГАТЕЛЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА» представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) в диссертационный совет 35.2.008.01, созданного на базе ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 13, учебный корпус агроинженерного факультета (корпус № 3), аудитория 319.

Совершенствование системы технического обслуживания автотракторной техники требует перехода от фиксированных сроков замены моторного масла к обслуживанию по фактическому состоянию. Как показывает анализ, наиболее информативным и обобщённым показателем остаточного ресурса масла выступает щелочное число, снижение которого зависит прежде всего от нагрузочных и скоростных режимов работы двигателя. Однако реализация такого подхода сдерживается отсутствием простых и достоверных методов бортового контроля: лабораторный анализ трудоёмок, а известные экс пресс-методы страдают субъективностью, что смещает акцент в сторону прогнозирования по эксплуатационным факторам. Современные системы мониторинга тракторов позволяют реализовать это в форме цифрового двойника, объединяющего статистическую модель изменения щелочного числа с фактическими данными о режимах работы двигателя. Предлагаемый расчётный модуль интегрируется в существующую систему удалённого мониторинга и без усложнения конструкции выполняет прогноз остаточного ресурса масла на сервере, информируя оператора о необходимости замены. Разработка математической модели и алгоритма такого цифрового двойника является актуальной научной задачей, решение которой даст возможность научно обоснованно корректировать межсервисные интервалы, минимизируя риски отказов и эксплуатационные расходы.

Цель исследования – повышение эффективности использования моторных масел при эксплуатации сельскохозяйственных тракторов применением цифрового двойника процесса деградации моторного масла.

Научная новизна: - выявлена закономерность деградации моторного масла на основе экспоненциального закона, отличающаяся тем, что учитывает изменение щелочного числа в зависимости от ре жимов работы двигателя внутреннего сгорания при эксплуатации; - получены аналитические зависимости скорости изменения щелочного числа моторного масла от продолжительности работы двигателя, отличающиеся тем, что учитывают влияние режимов работы двигателя, а также утечку, угар и доливку моторного масла; - разработана модель цифрового двойника процесса деградации моторного масла, отличающаяся тем, что использует данные мониторинга эксплуатационных показателей двигателей сельскохозяйственных тракторов или результаты стендовых экспериментов;

- получены зависимости изменения щелочного числа моторного масла от наработки, отличающиеся тем, что учитывают работу двигателя внутреннего сгорания при разных ре жимах в типичных условиях эксплуатации сельскохозяйственных тракторов. Теоретическую значимость имеют закономерность деградации моторного масла на основе экспоненциального закона; зависимости скорости изменения щелочного числа моторного масла от наработки, режимов работы двигателя, влияния утечки, угара и доливки моторного масла; модель цифрового двойника процесса деградации моторного масла, дополняющие теоретические положения оценки состояния моторных масел в процессе эксплуатации двигателей внутреннего сгорания.

Практическую значимость представляют компьютерная программа, реализующая модель цифрового двойника процесса деградации моторного масла, (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2026617913 РФ) для прогнозирования оста точного ресурса моторного масла;

компьютерная программа подготовки данных мониторинга эксплуатационных

показателей двигателя внутреннего сгорания сельскохозяйственного трак тора (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2026619413 РФ);

алгоритм определения параметров модели цифрового двойника;

компьютерная программа планирования поэтапного стендового эксперимента, обеспечивающая равномерное насыщение опытами факторного пространства (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2024684264 РФ);

устройство для определения положения рейки топливного насоса высокого давления, позволяющее определять нагрузку на двигатель в моделях двигателей с топливным насосом высокого давления и механическим регулятором без электронного блока управления (патент №243901 РФ).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе три статьи – в российских журналах, включенных в перечень ВАК, два патента РФ на полезные модели и четыре свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Замечания по автореферату и его оформлению:

1. В автореферате не показано, как именно в модели учитывается смешивание свежего и отработанного масла при доливке (уравнение 6 приведено, но его влияние на итоговый прогноз не проанализировано). Требуется уточнить, насколько сильно доливка влияет на точность прогноза в реальных условиях эксплуатации.

2. В пятом разделе приведён расчёт экономической эффективности для парка из тракторов МТЗ-80 и John Deere 6B. Однако экспериментальные исследования проведены для для тракторов Кировец К 742М и John Deere 6B.

Указанные недостатки не снижает научной и практической ценности работы и заслуживают положительной оценки результатов исследования. Диссертация выполнена на достаточном научном уровне, соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемых к диссертациям, а её автор Григорьев Евгений Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Сенников Вячеслав Анатольевич
кандидат технических наук (05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 2004 г.)
доцент, доцент кафедры «Транспортно-энергетические средства и механизация АПК» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»
675005, Амурская область, г. Благовещенск,
ул. Политехническая, д. 86, т. 8(4-162) 52-66-48, 8(4-162) 99-51-79
E-mail: Sennikovva@mail.ru

Лонцева Ирина Александровна
кандидат технических наук (05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 2012 г.) доцент, доцент кафедры «Транспортно-энергетические средства и механизация АПК» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»
675005, Амурская область, г. Благовещенск,
ул. Политехническая, д. 86, т. 8(4-162) 99-51-27
E-mail: largoil@mail.ru

Подписи Сенникова В.А. и Лонцевой И.А. заверяю

начальник отдела кадров и делопроизводства

Дата 21.09.2026