

ОТЗЫВ

официального оппонента - кандидата технических наук, доцента Курбакова Ивана Ивановича на диссертацию Сафонова Константина Валентиновича на тему «Повышение ресурса двигателей автотранспортных средств путем применения ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) в диссертационный совет 35.2.035.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова».

Актуальность темы диссертации

Для обеспечения эффективной работы АПК большое значение имеет функционирование подкомплексов производственной инфраструктуры и, в первую очередь это грузоперевозки с использованием автомобильного транспорта. Транспортный фактор играет большую роль в конкурентной борьбе за рынки сбыта сельскохозяйственной продукции. Расходы на доставку продукции к местам ее реализации составляют значительную долю, а учитывая дальность перевозок, они сопоставимы с затратами на производство.

Известно, что надежная работа автомобилей в большей степени зависит от технического состояния двигателей, на долю которых приходится около 39 % отказов от общего количества отказов и неисправностей систем и агрегатов автомобиля.

Одним из эффективных способов обеспечения работоспособности двигателей и других элементов, является применение современных экспресс-технологий, способствующих снижению скорости изнашивания трущихся деталей и частичному или полному восстановлению зазоров между ними в процессе эксплуатации.

Однако, не смотря на большое количество исследований в этой области

механизм действия смазочных сред, содержащих порошкообразные компоненты, полностью не изучен, многие положения и взгляды на этот вопрос остаются спорными.

В связи с вышеизложенным считаю, что тема диссертационной работы Сафонова Константина Валентиновича «Повышение ресурса двигателей автотранспортных средств путем применения ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу» является актуальной, а достижение поставленной цели, направленной на повышение долговечности двигателей автотранспортных средств за счет применения нового трибопрепарата на основе ультра- и наноразмерных порошкообразных компонентов, вносит значительный вклад в развитие современной инженерно-технической системы АПК Российской Федерации.

**Степень обоснованности научных положений и выводов,
сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Положения, выносимые на защиту сформированы на основе последовательного решения поставленных в диссертационном исследовании задач и представляют собой результаты научной и практической деятельности. Положения, выносимые на защиту, обоснованы, являются достоверными, объективно существуют, и не являются следствием ошибочных построений и умозаключений соискателя.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований в заключении сформулировано пять выводов.

В выводе 1 указан процент состава автомобильного транспорта РФ занятого в напряженный период сельскохозяйственных работ; представлена доля отказов деталей цилиндропоршневой группы и коленчатого вала с вкладышами двигателей КАМАЗ-740, а так же доля затрат на запасные части и эксплуатацию двигателей; отмечено, что сохранение работоспособности на протяжении всего межремонтного ресурса двигателей достигается путем применения современных экспресс-технологий, способствующих снижению скорости изнашивания трущихся деталей и частичному или полному восста-

новлению зазоров. Достоверность представленных утверждений подтверждается цитатами и ссылками на используемые литературные источники.

Однако, вывод не согласуется с поставленной задачей, в которой требовалось определить основные факторы, влияющие на снижение надежности двигателей автотранспортных средств. Кроме того, вывод не обладает научной новизной и практической значимостью.

Вывод 2 констатирует, что получена математическая модель процесса изнашивания трущихся деталей, учитывающая изменение параметров состояния их поверхностных слоев под действием различных смазочных композиций; так же получена зависимость влияния ремонтно-эксплуатационной добавки к смазочной среде на скорость изнашивания контактирующих деталей, способствующей увеличению их ресурса.

Вторая часть *вывода 2* соответствует третьей поставленной задаче, в которой представлен состав разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу и определена оптимальная концентрация компонентов добавки: ультрамелкий порошок полититаната калия – 0,27 г/л, наноразмерный порошок латуни – 1,07 г/л, ПАВ – 0,21 г/л.

В целом вывод обладает научной новизной и практической значимостью. Достоверность подтверждается применением апробированного научно-методического аппарата, аналитическими и экспериментальными методами проверки достоверности. Новизна, изобретательский уровень и промышленная применимость технических решений подтверждена патентом РФ на изобретение №2525238.

В выводе 3 представлены результаты исследования влияния разработанной добавки «Кластер-В» на трибологические и восстановительные свойства моторного масла. Установлено, что по сравнению с базовым маслом Лукойл 15W-40 применением добавки удалось уменьшить момент трения в 2,2 раза, температуру в зоне контакта элементов модельной пары трения в 1,14 раза, кроме того, удалось существенно повысить противоизносные свойства базового моторного масла, а также отмечено восстановление поверхностных дефектов трущихся деталей.

Вывод соответствует поставленной задаче 4, обладает научной новизной и практической значимостью. Достоверность подтверждается применением апробированного научно-методического аппарата и современного научно-исследовательского оборудования, большим объемом экспериментальных исследований и верификацией полученных результатов.

Вывод 4 показывает результаты сравнительных стендовых и эксплуатационных испытаний. Установлено, что введение добавки «Кластер-В» в моторное масло Лукойл 15W-40 привело к снижению износа основных деталей КШМ двигателя КАМАЗ-7403.10 в 1,21–2,3 раза, а прогнозируемое увеличение ресурса двигателей, в среднем составило 55 844 км пробега, что в 1,82 раза больше, чем у двигателей, работающих на базовом моторном масле Лукойл 15W-40.

Вывод соответствует первой части пятой поставленной задачи, обладает научной новизной и практической значимостью. Представленные результаты сравнительных стендовых испытаний, получены в результате экспериментальных исследований, гарантирующих возможность получения таких же результатов при повторных испытаниях; обработка результатов эксплуатационных испытаний с использованием известной в теории надежности методики прогноза среднего межремонтного ресурса не допускающей двусмысленности подтверждает достоверность сделанного вывода. Наличие актов эксплуатационных испытаний так же подтверждает эффективность разработанной добавки «Кластер-В» позволяющей повысить срок службы масла до замены.

В *выводе 5* констатируется то, что годовой технико-экономический эффект от внедрения разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки «Кластер-В» составил 5220 руб. на один двигатель КАМАЗ. Масштабируя годовой технико-экономический эффект на 10 тысяч автомобилей, используемых при производстве сельскохозяйственной продукции в Саратовской области, годовой экономический эффект составит более 50 млн руб.

Вывод соответствует второй части пятой поставленной задачи, носит констатирующий характер. Вывод о технико-экономической эффективности сделан при сопоставлении результата и затрат, обусловивших этот результат.

Данные для технико-экономического расчета получены экспериментальным путем, а их достоверность подтверждена актами эксплуатационной проверки и внедрения.

Ценность результатов исследования для науки и практики

Для науки ценными результатами, обладающими новизной, являются:

- математическая модель процесса изнашивания трущихся деталей, учитывающая изменение параметров состояния их поверхностных слоев под действием различных смазочных композиций;
- закономерности влияния ремонтно-эксплуатационной добавки к смазочной среде на скорость изнашивания контактирующих деталей, способствующей увеличению их ресурса;
- значения триботехнических и восстановительных свойств моторного масла с разработанной добавкой;
- морфология поверхности трения, сформированной под влиянием предлагаемой смазочной композиции, а также состав поверхностного слоя и восстановительный эффект ремонтно-эксплуатационной добавки;
- значения результатов сравнительных стендовых и эксплуатационных испытаний разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки к базовому моторному маслу.

Практическая значимость работы заключается в:

- обосновании оптимального состава и концентрации ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу, содержащей ультра- и наноразмерные порошкообразные компоненты;
- результатах внедрения разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу, позволяющей значительно уменьшить износ трущихся деталей и произвести восстановление их поверхностных дефектов.

Содержание диссертации и оценка ее содержания

Диссертационная работа изложена на 169 страницах машинописного

текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений.

Во введении дана общая характеристика работы, включающая актуальность и степень разработанности темы, цель работы и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, сформулированы положения и результаты, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость.

Первая глава работы посвящена оценке современного состояния вопроса надежности автомобильного транспорта АПК на примере автомобилей семейства КАМАЗ и анализу современных экспресс-технологий, подразумевающих использование эксплуатационно-ремонтных добавок к смазочным материалам, способствующих снижению скорости изнашивания трущихся деталей и частичному или полному восстановлению зазоров между контактирующими деталями.

Установлено, что в настоящее время отсутствует единый подход к выбору состава и дисперсности порошкообразного наполнителя к современным добавкам. Однако, проведенный анализ позволил выделить для изучения наноразмерные добавки к смазочным материалам, полученные методом плазменной переконденсации сырья. Основными их компонентами являются наноразмерные порошки следующих металлов: медь, олово, свинец, цинк, алюминий, никель, кобальт, кадмий, серебро и их сплавы, а также антифрикционные ультрадисперсные порошки полититаната калия, полученные методом химического синтеза.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям, направленным на изучение процесса изнашивания трущихся деталей, с учетом изменения параметров состояния их поверхностных слоев под действием различных смазочных композиций. Установлено влияние ремонтно-эксплуатационной добавки к смазочной среде на скорость изнашивания контактирующих деталей, которое заключается в увеличении ресурса трибосопряжений.

Обоснован предварительный качественный состав ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу, включающий в себя нанораз-

мерный порошок легированного сплава меди с цинком, ультрадисперсный порошок полититаната калия и ПАВ.

Получена регрессионная модель процесса изнашивания трущихся деталей в присутствии разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки, а также решена задача оптимизации ее количественного состава.

В третьей главе представлена программа и методики экспериментальных исследований. Соискатель разработал общие методические подходы к получению ультра- и наноразмерных порошкообразных металлов.

В работе представлено экспериментальное оборудование, приборы и методики для исследования триботехнических испытаний добавок к моторному маслу, исследования морфологии поверхностей трения образцов и химического состава поверхностной пленки и другие.

В четвертой главе представлены результаты и анализ экспериментальных исследований. Разработан состав ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу на основе ультра- и наноразмерных порошкообразных компонентов и определена их оптимальная концентрация.

Результаты исследования влияния разработанной РЭД на трибологические и восстановительные свойства базового моторного масла показали ее эффективность: момент трения и температура в контакте элементов модельной пары трения уменьшились в 2,2 и 1,14 раза соответственно по сравнению с показателями базового масла Лукойл 15W-40. Кроме того, существенно улучшились противоизносные свойства разработанной смазочной композиции, а после 3 ч испытаний был выявлен ее восстановительный эффект. Масса трущихся деталей (колодки) после испытаний увеличилась в среднем на 2 мг.

При рассмотрении с помощью оптического микроскопа поверхности трения модельных образцов, испытанных на базовом масле Лукойл 15W-40 с РЭД, хорошо видны участки новообразований, которые начинают формироваться в наиболее нагруженных местах поверхностей трения образцов, вызванных повышенной шероховатостью, или в зонах поверхностных дефектов.

Масс-спектральный анализ образцов трения показал, что наряду с основным химическим элементом железом, содержащимся в материале, выявлены также компоненты порошкообразных добавок, применяемых в смазочных материалах, что указывает на их участие в формировании рабочих поверхностей образцов трения.

Исследования, проведенные с помощью растрового электронного микроскопа, показали, что компоненты добавки спрессовываются и за счет адгезии заполняют впадины между выступами шероховатости поверхности трения контактирующих деталей, что приводит к уменьшению шероховатости поверхности трения и увеличению реальной площади контакта.

Сравнительные стендовые испытания экспериментальных двигателей на износ основных деталей КШМ показали эффективность применения разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки. Ее использование привело к снижению износа основных деталей КШМ двигателя КАМАЗ-7403.10 в 1,21–2,3 раза.

В результате сравнительных эксплуатационных испытаний установлено, что прогнозируемое увеличение остаточного ресурса двигателей, работающих на моторном масле Лукойл 15W-40 с добавкой «Кластер-В», в среднем составляет 55844 км пробега, что в 1,82 раза больше по сравнению с двигателями, работающими на базовом моторном масле Лукойл 15W-40.

В пятой главе диссертации представлен расчет технико-экономической эффективности применения разработанной добавки к моторному маслу. Годовой технико-экономический эффект от внедрения разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки «Кластер-В» составит 5220 руб. на один двигатель КАМАЗ. С учетом того, что, например, в Саратовской области при производстве сельскохозяйственной продукции используют примерно 10 тыс. автомобилей марки КАМАЗ с аналогичными двигателями, то годовой экономический эффект составит более 50 млн руб.

В заключении автор представил выводы по работе, рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

В работе представлен *список сокращений и условных обозначений*.

Список литературы включает в себя 169 наименований, из них 19 на иностранных языках.

В приложении представлены промежуточные результаты статистической обработки результатов экспериментальных исследований; патенты и дипломы; акты проведения эксплуатационных испытаний, акты внедрения, справки об использовании опубликованных результатов в учебном процессе.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе Сафонова К.В. считаю указать следующие замечания:

- в работе отсутствуют исследования по оценке качественной характеристике шероховатостей трущихся деталей двигателя и ее изменения в процессе эксплуатации двигателя при условии применения предлагаемой ремонтно-эксплуатационной добавки;

- отсутствуют исследования по изменению концентрации порошкообразной добавки к моторному маслу при ее функционировании в двигателе;

- отсутствуют исследования по отфильтровыванию или выпадению в осадок порошкообразного компонента добавки в процессе работы двигателя;

- отсутствуют исследования по определению толщины пленки получаемой за счет взаимодействия разработанной ремонтно-эксплуатационной добавки с рабочими поверхностями деталей двигателя в процессе его работы;

- не всегда соблюдается единство терминологии – присадка, добавка, смазочная композиция;

- отсутствуют сравнительные исследования предлагаемой ремонтно-эксплуатационной добавки с аналогичными по назначению препаратами и её работа с другими марками моторных масел, рекомендуемых заводом изготовителем, исследуемых ДВС;

- в работе отсутствуют исследования по влиянию предлагаемой ремонтно-эксплуатационной добавки на техническое состояние и ресурс подшипникового узла турбокомпрессора.

Соответствие содержания автореферата положениям диссертации и полнота опубликованных основных результатов

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационного исследования. Все структурные элементы оформлены согласно ГОСТ 7.0.11-2011.

Основные результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на международных научно-практических конференциях, проходивших в Саратове, Ставрополе, Тамбове, Санкт-Петербурге и других городах.

По теме диссертации опубликовано 25 работ, из них 10 статей в рецензируемых научных изданиях по перечню ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, включенных в международные базы Web of Science и Scopus, 3 патента РФ на изобретение. Общий объем публикаций составляет 5,26 печ. л., из которых 3,42 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Заключение

Диссертационная работа Сафонова Константина Валентиновича на тему «Повышение ресурса двигателей автотранспортных средств путем применения ремонтно-эксплуатационной добавки к моторному маслу», является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые технические решения по повышению ресурса дизельных двигателей за счет применения разработанной смазочной композиции при техническом обслуживании автотранспортных средств и соответствует пункту 20 Методы и технические средства обеспечения надежности, долговечности, диагностики, технического сервиса, технологии упрочнения, ремонта и восстановления машин и оборудования, паспорта специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации