

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу Горлова Игоря Васильевича
«Методология эффективной эксплуатации трибоэлементов торфяных
машин»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.05.06 - Горные машины

Структура и объём работы

Диссертационная работа Горлова И.В. «Методология эффективной эксплуатации трибоэлементов торфяных машин» состоит из шести глав, общих выводов и приложений. Объём диссертации составляет 313 страниц, содержит 118 рисунков и 23 таблицы. Список литературы, приведённой в диссертационной работе, включает 210 наименований.

Актуальность темы диссертационной работы

В проекте «Энергетической стратегии России на период до 2035 года» предполагается использование местных энергетических ресурсов для решения задачи повышения надёжности функционирования генерирующих систем. Таким ресурсом может стать торф, использование которого в региональных энергетических системах позволяет решать поставленную задачу. Перед экономикой нашей страны стоит ещё одна важнейшая задача - расширение сельскохозяйственного производства. Решение этой задачи невозможно без использования эффективных экологически чистых удобрений на основе фрезерного торфа. Поставленные задачи невозможно решить без повышения эффективности использования машинно-тракторного парка, находящегося на балансе торфяных предприятий.

Эксплуатация торфяных машин (ТМ) сезонная, на добычу торфа важнейшее значение оказывают метеорологические условия (в сезоне добычи бывает от 40 до 60 метеоблагоприятных дней). Многолетние наблюдения за эксплуатацией ТМ показывают, что более половины операций технического обслуживания и ремонтов проходят в дни, когда добыча торфа возможна. Это приводит к снижению объёмов производства торфа, и как следствие, к снижению эффективности использования ТМ. Максимальное использование благоприятных для добычи торфа дней позволяет обеспечивать высокую сезонную производительность торфяных машин, и как следствие, высокую эффективность их эксплуатации.

Следовательно, разработка методологии эффективной эксплуатации ТМ, учитывающей изменение технического состояния трибоэлементов и влияние метеорологических факторов на технологический процесс добычи торфа, является актуальной научной проблемой.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Соискателем проведён анализ исследований ряда ведущих специалистов в области использования торфяных, горных, сельскохозяйственных и строительно-дорожных машин. Результаты анализа этих исследований позволили автору диссертации сформулировать цель и задачи исследований, разработать методы решения поставленных задач, провести планирование эксплуатационных и модельных исследований. Представленные в диссертационном исследовании научные положения соответствуют поставленной цели работы.

Обоснованность сформулированных выводов подтверждается использованием современных методов исследования, применением апробированных методик, использованием для моделирования данных, полученных в ходе экспериментальных исследований на торфяном предприятии ОАО «Васильевский мох».

Во введении соискатель сформулировал актуальность темы диссертации, представил цель работы, идею, выносимые на защиту положения, научную новизну, научную и практическую значимость.

В первой главе диссертации приведён анализ известных методов оценки технического состояния ТМ, используемых для фрезерного способа добычи.

Следуя поставленной цели исследования, её идеи и задачам соискатель обращается к реальной оценке технического состояния торфяных машин, используемых для фрезерного способа добычи на действующих предприятиях.

Соискателем установлено, что производительность торфяных машин зависит от условий их эксплуатации, а метеорологические факторы оказывают значительное влияние на технологический процесс добычи торфа.

Автор диссертации предлагает методологию использования торфяных машин, которая обеспечивает высокую эффективность за счёт адаптации системы эксплуатации к метеорологическим условиям.

В первом разделе **второй главы** представлены результаты исследований параметров надёжности ТМ в ОАО «Васильевский мох», где получены зависимости потока отказов от наработки, которые необходимы для реализации имитационной модели. Были также установлены показатели безотказности и статистические параметры эксплуатации для уборочных машин МТФ-43А и МТФ-43А-К, фрезерующих машин Ф-6,5 и ворошилок ВС-9,6 (таб. 2.1 - 2.4). Анализ результатов эмпирического исследования позволил установить, что поток отказов зависит от ряда факторов: сложности отказа, наработки и количества трибоэлементов (рис. 2.1 и 2.2), полученное выражение (2.2), которое позволяет определить количество отказов от наработки и объёма трибоэлементов.

Исходя из полученных результатов исследований в ОАО «Васильевский мох» сформулированы предпосылки создания имитационной модели,

разработан алгоритм функционирования системы восстановления работоспособности. Проведён анализ структуры торфяных машин для фрезерного способа добычи и разработана модель комплексного агрегата, включающего основные элементы рассматриваемых ТМ. Компьютерный эксперимент позволил получить зависимость коэффициента готовности ТМ от наработки машины и количества её трибоэлементов (рис. 2.22 и 2.23). Полученные данные позволили спрогнозировать сезонную производительность уборочных машин МТФ-43А и МТФ-43А-К в зависимости от наработки и количества метеонеблагоприятных дней (рис. 2.25). Также был проведён анализ влияния на сезонную производительность смещения ТО и ремонтов на неблагоприятные для уборки дни (рис. 2.27). Результаты компьютерного эксперимента соответствуют эмпирическим данным.

Третья глава посвящена исследованию влияние диагностики на повышение надёжности ТМ.

В начале третьей главы представлен анализ ряда диагностических параметров, предложена структурная система диагностирования, разработана диагностическая модель, которая позволила провести анализ состояния фрезерующего, предложена структурно-следственная схема анализа работоспособности ТМ (рис. 3.2). Получены выражения для определения остаточного ресурса трибоэлементов по результатам диагностики (3.3, 3.5, 3.9).

Далее изложены результаты исследования фрезерующего устройства с помощью вибродиагностики, которые проводились на модели фрезерующего устройства, выполненной в масштабе 1:5 (рис. 3.6). В качестве основного диагностического параметра был выбран общий уровень виброакустического сигнала (рис. 3.10). Более глубокий анализ технического состояния устройства проходил за счёт разложения общего виброакустического сигнала по амплитудно-частотным характеристикам (рис. 3.7-3.9).

В следующих разделах третьей главы диссертации представлены результаты исследования моторных масел. Изменение качества моторных масел оценивалось в зависимости от количества загрязнений, кислотного и щелочного числа, триботехнических параметров и других свойств. Соискателем было установлено, что оценивать качество моторных масел ТМ можно по значению щелочного или кислотного числа и концентрации железа (рис. 3.13). Триботехнические исследования моторных масел показали, что для анализа качества смазки можно использовать изменение коэффициента трения или интенсивности износа образцов (рис. 3.20, 3.22).

Результаты проведённого компьютерного исследования показали, что диагностика позволяет повысить коэффициент готовности уборочных машин МТФ-43А на 15-20%.

В **четвёртой главе** работы проведён анализ структуры ТМ и выявлены трибоэлементы, имеющие недостаточный ресурс. Улучшение эксплуатационных параметров трибоэлементов может быть достигнуто за

счёт использования самосмазывающихся полимеров, магнитных жидкостей и порошков. Предложен новый фрикционный материал, который за счёт эффекта самовосстановления обеспечивает повышенный ресурс узлам трения. Изучение триботехнических характеристик материалов проводилось на специально разработанных устройствах, на основе методики сравнительных испытаний.

Представленные исследования подтвердили, что модификация трибоэлементов может увеличить сезонную производительность уборочных машин МТФ-43А на 7-15% в зависимости от количества метеоблагоприятных дней (рис. 4.39).

В пятой главе представлена разработанная методика восстановления изношенных поверхностей трибоэлементов методом пластического деформирования, изложен новый способ восстановления, на который получен патент. Проведён анализ процесса пластического деформирования с помощью энергетического метода расчёта и системы инженерного анализа ANSYS. Аналитически получено выражение (5.13), позволяющее определять силу и глубину внедрения индентора в зависимости от величины износа, также были получены распределения эквивалентных напряжений по Мизесу (рис. 5.8, 5.9), нормальных давлений (рис. 5.10) и касательных напряжений (рис. 5.11). Проведены эмпирические исследования деформирования в локальной точке, и получены обобщённые зависимости глубины внедрения от усилия (рис. 5.15).

Далее представлены результаты триботехнических исследований восстановленной поверхности. За счёт композиционной структуры и улучшенных механических свойств восстановленная поверхность превосходит свойства традиционных материалов (интенсивность износа снизилась на 30%).

Соискателем разработано устройство для восстановления изношенной поверхности кулачковой муфты фрезерного барабана.

В шестой главе автором диссертации представлены результаты анализа эффективности системы методов (методологии) воздействия на свойства трибоэлементов. Соискателем предложены выражения для анализа эксплуатации ТМ (6.18 и 6.19), и на основе показателя относительной эффективности (6.20) выбираются наилучшие варианты использования торфяных машин для конкретных условий. На основе имитационного исследования проведён анализ эксплуатации уборочных машин МТФ-43А, получены графики изменения относительной эффективности от трудоёмкости операций ТО и ремонта и их смещения на метеоблагоприятные дни. В завершающем разделе автором диссертационной работы дано обобщение результатов исследований и представлены основные факторы, влияющие на эффективность эксплуатации трибоэлементов ТМ с точки зрения наивысшей сезонной производительности.

Новизна полученных результатов

Разработана методология эксплуатации, в которой на основе имитационного моделирования, учитывающего данные диагностики основных трибоэлементов и метеорологического прогноза, определяются сроки проведения, а также объем ТО и ремонтов.

Предложена имитационная модель надёжности ТМ, учитывающая изменение технического состояния до 430 элементов и данные метеопрогноза.

Разработан новый метод анализа надёжности ТМ с использованием предложенной модели и выявленных по результатам экспериментов закономерностей изменения состояния трибоэлементов.

Предложен новый показатель оценки эффективности использования производственного времени, который характеризуется отношением количества дней добычи к общему количеству метеоблагоприятных дней. Данный показатель позволяет оценивать потенциальные возможности эксплуатации ТМ с точки зрения достижения максимальной сезонной производительности.

Предложена методика подбора триботехнических материалов для узлов трения торфяных машин с улучшенными с точки зрения обслуживания и ремонтов свойствами, что позволяет сократить простои на ТО и ремонт более чем на 30%.

Разработан способ восстановления изношенных поверхностей трибоэлементов ТМ, который увеличивает ресурс трибоузлов на 30-40%.

Предложен сравнительный критерий оценки эффективности системы эксплуатации ТМ, который позволяет с помощью имитационного исследования сравнивать варианты воздействия на техническое состояние трибоэлементов торфяных машин.

Научная и практическая значимости

Научное значение диссертационного исследования Горлова И.В. заключается в совершенствовании системы эксплуатации ТМ, в которой на основе имитационного моделирования производится прогнозирование технического состояния.

Результаты диссертационного исследования позволяют:

- сформировать на основе анализа модели комплексного агрегата имитационную модель большинства ТМ для фрезерного способа добычи, которая учитывает состояние до 430 трибоэлементов, а также данные метеопрогноза, полученная модель позволяет проводить анализ эксплуатации ТМ на интервалах времени до месяца;

- использовать метод компьютерного анализа эксплуатации ТМ на основе данных диагностики и метеопрогноза, благоприятных для добычи дней, что позволяет определять сроки проведения, объемы ТО и ремонтов, обеспечивая наивысшую сезонную производительность;

- применять информационные технологии для анализа результатов модификации и восстановления работоспособности трибоэлементов ТМ для конкретных условий, на основе разработанной методологии обеспечивается наиболее эффективное использование техники в сезон добычи торфа.

Практическое значение заключается в разработке:

- методики воздействия на техническое состояние трибоэлементов ТМ с анализом результатов на имитационных моделях, которые позволяют инженерно-техническим специалистам торфопредприятий выбирать наиболее эффективные решения;

- методики диагностирования технического состояния трибоэлементов ТМ с выбором индивидуальных параметров, которые обеспечивают специалистам по эксплуатации сбор необходимой информации для прогнозирования технического состояния торфяных машин;

- методики анализа эффективности использования триботехнических материалов в узлах трения ТМ, с точки зрения максимального использования метеоблагоприятных для добычи дней, которые позволяют инженерно-техническим работникам торфопредприятий сравнивать варианты применения различных материалов в трибоэлементах торфяных машин;

- нового способа восстановления изношенных поверхностей трибоузлов торфяных машин, которые повышают ресурс отремонтированным элементам на 30 - 40%, по сравнению с типовыми узлами.

Результаты представленной диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию на торфопредприятии «Орловское» филиал ОАО «Удмуртторф», ООО «Аргаяшское торфопредприятие», ЗАО «Росторфинвест» и других торфопредприятиях, в учебном процессе кафедр, изучающих торфяные, дорожно-строительные, сельскохозяйственные и другие машины.

Стиль и язык диссертации и автореферата.

Диссертация соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», изложена технически грамотным языком с использованием требуемой терминологии. Это позволяет использовать научные и практические результаты различным специалистам, работающим в области эксплуатации торфяных машин. Основные выводы и результаты диссертационного исследования изложены достаточно ясно, что не допускает их различной трактовки. Автореферат в полной мере отражает суть диссертации, а его структура и содержание полностью соответствуют основным положениям работы. Результаты исследований опубликованы в 42 работах автора, в том числе 14 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в двух монографиях, в двух патентах на изобретения РФ, в авторском свидетельстве на программу для ЭВМ.

Замечания по диссертации и автореферату

По диссертации и автореферату имеются несколько замечаний:

1. В разделе 2.1 представлены результаты исследования, проходившего в ОАО «Васильевский мох». Как результаты согласуются с данными других специалистов?
2. В таблицах 2.1 и 2.3 представлены статистические характеристики эксплуатации торфяных машин, но расчёты этих характеристик отсутствуют.
3. На странице 45 описаны неисправности уборочной машины МТФ-43. Как эти данные согласуются с данными таблицы 2.1?
4. На странице 50 в выражении 2.2 не представлено что такое $T_{кр}$.
5. В разделе 2.4 описывается модель, содержащая 430 элементов. Количество лимитирующих деталей в машинах обычно меньше.
6. Не ясно как используется выражение 2.27 на странице 103.
7. На странице 109 представлена «Номограмма изменения сезонной производительности уборочной машины МТФ-43А-К и МТФ-43А в зависимости от количества метеонеблагоприятных дней и наработки» (рис. 2.25). Автор предлагает использовать для анализа сезонной производительности имитационную модель. Непонятно тогда для чего нужна номограмма?
8. Исследования масел проводились на машине трения, данные которой в тексте диссертации отсутствуют.
9. Страница 154 рис. 3.25 дублирует рис. 3.24.
10. В разделе 4.2 страница 165 описывается экспериментальная установка для исследования антифрикционных полимерных материалов. В описании отсутствуют технические характеристики установки.
11. Автором представлены разделы 4.3 Модификация трибоузлов с использованием магнитных смазок и 4.4 Магнитопорошковая герметизация узлов трения торфяных машин в абразивных средах. В выводах по главе указывается «Модификация трибоэлементов за счёт магнитожидкостной смазки и магнитопорошковых уплотнений требует существенных дополнительных затрат, но не обеспечивает требуемой долговечности из-за коагуляции магнитных элементов смазки на частицах пыли, попадающих из окружающей среды». Для чего тогда представлены эти исследования?
12. В разделе 6.3 диссертации проводится анализ эффективности эксплуатации ТМ на основе выражений 6.18, 6.19, 6.20. Почему не использовались типовые методики?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Указанные замечания несколько снижают положительную оценку диссертационного исследования, но они скорее имеют редакционный характер и не отражаются на научной и практической значимости диссертации в целом.

В связи с изложенным выше необходимо заключить: представленная Горловым Игорем Васильевичем диссертация по своим задачам, содержанию, научно-техническому направлению и выполненным исследованиям

соответствует требованиям специальности 05.05.06 - Горные машины. Область исследования - пункт 5 «Повышение долговечности и надёжности горных машин и оборудования».

Диссертация Горлова Игоря Васильевича «Методология эффективной эксплуатации трибоэлементов торфяных машин» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Рассматриваемая диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени **доктора технических наук** по специальности 05.05.06 «Горные машины».

Официальный оппонент:

профессор кафедры «Подъемно-транспортные
строительные и дорожные машины»

ФГБОУ ВО "Орловский государственный университет
имени И.С.Тургенева"

доктор технических наук, профессор


Л.С. Ушаков

302026, г. Орел, ул.Комсомольская, 95

тел: 89103025061

e-mail: oushakov2007@mail.ru

Подпись профессора Ушакова Л.С. заверяю

И.о. проректора по НР ФГБОУ ВО «Орловский государственный
университет имени И.С.Тургенева»

д.т.н., профессор


С.Ю. Радченко