

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Левина Максима Юрьевича

«Совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

На отзыв представлены диссертация и автореферат диссертации Левина Максима Юрьевича на тему «Совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Диссертационный труд посвящен проведению комплексных исследований для решения проблемы предотвращения потерь моторного топлива при его хранении в стальных цилиндрических резервуарах наземного исполнения горизонтального типа, применяемых в сельскохозяйственном производстве.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность темы диссертации определяется направлением исследований в рамках перечня критических технологий РФ, связанных с проблемами энергосбережения в промышленном и сельскохозяйственном производстве. В перечень таких приоритетных направлений повышения энергоэффективности экономики страны входят вопросы, связанные с созданием энергосберегающих систем хранения энергоносителей, прежде всего, моторного топлива. Основным видом потерь светлых нефтепродуктов, полностью неустраняемых на современном уровне развития средств хранения углеводородов, являются потери от испарения из резервуаров. Потери нефтепродуктов от испарения незаметны и на первый взгляд кажутся незначительными. Однако испарение из резервуаров при отсутствии технических средств его сокращения является основным источником потерь моторного топлива. При этом происходит не только уменьшение топливных ресурсов, стоимости теряемых продуктов, но и ухудшение качества топлива, обуславливающего снижение надежности и ресурса двигателей внутреннего сгорания, наряду с загрязнением окружающей среды углеводородами. Сравнительный анализ показывает, что в России потери энергоносителей при хранении могут превышать аналогичные потери в экономически развитых странах мира более чем в пять-шесть раз. Поэтому борьба с потерями светлых нефтепродуктов дает не только экономический эффект, но и жизненно важна для обеспечения охраны природы.

Таким образом, проблемы, связанные непосредственно с потерями моторного топлива при их хранении, обусловлены повышением требований по экономии светлых нефтепродуктов, увеличением сохранности углеводородов топлива и экологической безопасности, в первую очередь, при их хранении в резервуарах наземного исполнения горизонтального типа малой вместимости, имеющих широкое использование в АПК России.

Характерными особенностями в работе сельскохозяйственных резервуарных парков в настоящее время и в будущем останутся выдача малыми дозами относительно большого количества светлых нефтепродуктов при небольших

коэффициентах оборачиваемости резервуаров. Это вызывает значительные потери от испарения.

Учитывая все вышесказанное, диссертационная работа Левина Максима Юрьевича, посвященная решению научной проблемы совершенствования методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении, является актуальной, имеет большое научное и практическое значение и направлена на решение важной государственной проблемы.

Научная новизна работы

Научную новизну исследований и полученных результатов считаю целесообразным изложить в следующей редакции (поскольку нет «горизонтальных» цилиндров, как приведено в тексте автореферата и диссертации, а есть цилиндр горизонтального типа):

- математическая модель процессов испарения углеводородов в условиях изменяющейся площади зеркала испарения в стальных резервуарах относительно малой вместительности наземного исполнения горизонтального типа;
- установленная зависимость изменения температуры холодного потока на выходе из вихревого модуля от величины входного давления и количества его ступеней;
- теоретические основы виртуально-облачной системы автоматизации стальных цилиндрической формы резервуаров относительно малой вместительности наземного исполнения горизонтального типа для обеспечения мониторинга эксплуатационных свойств и количественных параметров топлива;
- метод оценки эксплуатационных показателей топлива в процессе его хранения с применением нейронных сетей;
- метод построения каскада нейронных сетей для оценки объема испарившегося топлива из стальных резервуаров относительно малой вместительности наземного исполнения горизонтального типа.

Вместе с этим можно предложить (из текста диссертации) включить в научную новизну еще два пункта, которые представляют особый научный интерес:

- алгоритм для определения потерь топлива при его хранении в стальных цилиндрических резервуарах наземного исполнения горизонтального типа;
- алгоритм для предупреждения аварий в резервуарном парке, предотвращения обводнения моторного топлива и выброса паров углеводородов в атмосферу.

Практическая значимость работы

Практическая значимость выводов и рекомендаций диссертации заключается в том, что полученные автором экспериментальные и расчетно-аналитические данные, результаты математического моделирования, эмпирические формулы и технические решения создают основу разработки методов расчета потерь моторного топлива при его испарении и выбросе паров углеводородов из резервуаров, а также дополняют научные представления из области газодинамики закрученных потоков, что необходимо для модернизации существующих и разработке новых инженерных решений для сохранения качества моторных топлив с перспективными технико-экономическими показателями.

Действующие в настоящее время нормативные методики оценки потерь углеводородов основаны на упрощенных подходах к анализу системы хранения

нефтепродуктов и не учитывают всего комплекса основных взаимосвязанных и взаимозависимых факторов и процессов, оказывающих существенное влияние на уровень потерь моторного топлива. Существенно снизить масштабы потерь углеводородов при хранении можно за счет использования результатов диссертации научно обоснованных подходов к совершенствованию систем хранения топлива с учетом взаимодействия с окружающей средой. Полученные автором результаты могут найти широкое применение при разработке методик расчета нормативов естественной убыли нефтепродуктов при их хранении в резервуарных парках в Министерстве природных ресурсов и экологии РФ, в Министерстве энергетики РФ, в Министерстве сельского хозяйства РФ.

Особый практический интерес вызывает впервые разработанный автором оригинальный способ интеллектуального управления разработанными устройствами сохранения качества топлива и нефтескладом сельского хозяйства в целом с применением виртуально-облачной системы автоматизации, реализуемый с помощью разработанного автором программного продукта.

Результаты исследований реализованы в *Липецкой области* (Добринский муниципальный район, ОАО «Добринское АТП», ООО «Раненбургъ», ИП КФХ Докучаев К.С.), в *Смоленской области* (КФХ «Дроново», ИП КФХ Вьюнов С.В.); в *Ростовской области* (ИП КФХ Кудашкин Б.М., ИП Кудашкина Е.Б.), что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Достоверность, полнота опубликования и апробирования основных положений и результатов диссертации

Достоверность полученных в работе результатов сомнений не вызывает, так как в диссертации применяются обоснованные подходы к моделированию физических процессов, используется строгий математический аппарат, результаты численных экспериментов сопоставлены с экспериментальными данными, в предельных случаях – с результатами математического моделирования других исследователей. Автор достаточно обоснованно и аргументированно использует известные методы экспериментальных исследований, их обработки и анализа. Достоверность определяется соответствием полученных результатов современным физико-химическим представлениям процессов испарения, окисления и осадкообразования, обуславливающих изменение фракционного, химического и фазового состава светлых нефтепродуктов, а также грамотной тарировкой и апробацией измерительной аппаратуры, тщательным анализом результатов измерений. Результаты работы внедрены и используются в хозяйствах различных форм собственности.

Основные положения диссертации достаточно полно опубликованы в 46 печатных работах, из которых 17 статей в перечне изданий, рекомендованных ВАК РФ, 3 статьи в перечне изданий Scopus и Web of Science, 1 монография, 1 патент на изобретение, 1 свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ. Общий объем публикаций составляет 20,92 п.л., из них Левину М.Ю. принадлежит 11,09 п.л.

Объем и структура диссертации

Представленная на отзыв диссертационная работа Левина Максима Юрьевича состоит из введения, шести глав, основных результатов и выводов, списка использованных источников и приложений. Объем диссертации составляет 281

страницу машинописного текста, содержит 78 таблиц, 102 рисунка, 10 приложений, список использованной литературы из 358 наименований.

Автореферат диссертации представлен на 38 страницах и включает в себя общую характеристику работы, основное содержание работы, общие выводы и список работ, опубликованных автором по теме диссертации из 46 наименований.

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования. Сформулирована научная новизна, показана теоретическая и практическая значимость, представлены источники апробации результатов, личный вклад автора, достоверность результатов исследования, определены объект и предмет исследования, а также общие положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации приведен анализ технического состояния резервуарного парка сельских товаропроизводителей, обоснованы причины и показано влияние изменения физико-химических показателей моторного топлива в процессе хранения на работоспособность аграрной техники, выявлена проблема снижения качества топлива от испарения и обводнения при его хранении в резервуарах. При этом значительное внимание уделено характеру изменения этих показателей. Приведен анализ методик расчета потерь моторного топлива при его хранении в стальных резервуарах и представлен сравнительный анализ эффективности современных технических средств и методов сокращения потерь углеводородов от испарения, оценена возможность их применения для защиты резервуаров сельских товаропроизводителей. На основании проведенного анализа автором достаточно убедительно и обоснованно сформулированы цель и задачи исследования, направленные на совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении. Приведены общие выводы по главе.

Во второй главе представлены результаты теоретических исследований физико-химических процессов, протекающих при хранении моторных топлив. Представлены факторы, влияющие на интенсивность испарения углеводородов и изменение давления насыщенных паров топлива, приведены тепловые и термодинамические расчеты. Разработана математическая модель расчета потерь топлива от испарения, в котором использованы факторы, не учитываемые в известных моделях. Эта модель, основанная на влиянии переменной площади испарения на потери топлива, позволила аналитически обосновать новые эффективные методы предупреждения потерь моторного топлива при хранении. Теоретические вопросы решены правильно и позволили автору достичь поставленной цели. Глава заканчивается выводами.

В третьей главе приведены теоретические аспекты предотвращения количественных и качественных потерь моторного топлива при хранении в резервуарах. Научно обоснованы параметры и режимы устройств, использованных для снижения потерь углеводородов, показаны преимущества конденсации паров углеводородов и воды за счет использования вихревого эффекта закрученных потоков. Для адекватного описания термодинамических характеристик воздуха во всех диапазонах работы вихревых труб автором использовано уравнение состояния в форме Редлиха-Квонга. Вследствие основного недостатка работы вихревых труб – низкого КПД – в работе предложены пути увеличения интенсивности охлаждения входного потока в вихревых трубах.

Впервые автором предложены пути цифровой трансформации нефтесклада АПК в «умный» нефтесклад с использованием таких ресурсов, как интернет вещей,

искусственные нейронные сети глубокого обучения, технологии анализа Big Data, универсальный инструмент для построения различных баз данных (Блокчейн). Выявлены необходимые условия функционирования «умного» нефтесклада, обоснован переход от классической схемы автоматизации резервуара на сельскохозяйственном нефтескладе к виртуально-облачной. Разработан метод интеллектуального управления нефтескладом с применением нейронной сети, предложена концепция виртуально-облачной системы автоматизации. В завершении раздела приведены выводы по главе.

В четвертой главе приведены основные этапы и методики проведения экспериментов, рассмотрены установки, измерительные приборы и оборудование. Методики последовательно обосновывают проведение исследований в лабораторных условиях. Рисунки, схемы, общие виды установок, применяемое исследовательское оборудование дают ясное представление о методах выполнения экспериментов, их оценке, достоверности.

В пятой главе проведен анализ полученных экспериментальных данных, их математическая обработка, проверка корректности теоретических предпосылок, отработка основных конструктивно-режимных и технологических параметров вихревого модуля. В конце главы даются выводы и рекомендации.

В шестой главе выделены три стадии испарения. С помощью пакетов прикладных программ (Flow Vision и др.) осуществлено моделирование процессов в системе «окружающая среда - обечайка резервуара - паровоздушное пространство - светлые нефтепродукты - подтоварная вода» при наличии больших и малых «дыханий» резервуара. Приведено обоснование необходимости разработки метода прогнозирования нейронной сетью количества испарившегося топлива при хранении, сформирован перечень критериев для построения и обучения нейросетевой модели. Для расчета количества испарившегося топлива разработан метод построения каскада нейронных сетей, который предполагает взаимодействие с облачным хранилищем и виртуальными датчиками. Показаны преимущества разработанного метода оценки качества топлива при хранении с применением нейронной сети. Обоснована необходимость совершенствования метода моделирования нагревания топлива с применением нейронной сети. В конце главы приведены выводы.

В заключении приведены выводы, отражающие основные результаты диссертационной работы. Здесь четко и вполне обосновано характеризуются результаты, полученные автором диссертационной работы. При этом соискатель достаточно корректно использует научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Результаты работы и выводы соответствуют данным и их анализу, приведенным в диссертации. Таким образом, основные положения диссертации подтверждены всей последовательностью проведенного исследования и получили развернутое обоснование в тексте работы.

К достоинствам работы следует также отнести результаты выполненного математического моделирования и теоретического обоснования конструкции ступенчатого блока вихревых труб, на основе которого изготовлен опытно-промышленный образец ступенчатого блока вихревого модуля.

Для достижения поставленных целей выполнены все задачи исследования.

Оценивая диссертацию в целом, необходимо отметить, что диссертация,

выполненная Левиным М.Ю., является цельным, логически завершенным научным исследованием, оформлена в соответствии с требованиями для докторских диссертаций ВАК РФ, ее содержание достаточно информативно, а построение в целом классическое.

Структура и объем диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук.

Текст диссертации изложен последовательно, логично и технически грамотно, результаты исследований проанализированы и научно обоснованы, наглядно интерпретированы с помощью графиков, схем, таблиц.

Основные положения диссертации достаточно полно отражены в сорока шести опубликованных научных работах. В диссертации Левина М.Ю. на тему «Совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении» отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов и источники заимствования. Работа написана ясным и понятным языком, публикации отражают суть выполненных исследований, а также полученные результаты.

Содержание работы соответствует паспорту специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, а именно пунктам:

2. Разработка теории и методов технологического воздействия на среду и объекты сельскохозяйственного производства.

11. Разработка инженерных методов и технических средств обеспечения экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве.

Автореферат по содержанию в целом соответствует диссертации и достаточно полно отражает результаты выполненных исследований: содержание выводов не имеет отклонений от их изложения в диссертации.

Диссертация и автореферат написаны грамотно и достаточно аккуратно, изложены в логической последовательности, читаются и воспринимаются как единое законченное целое. Качество оформления диссертации соответствует стандартам.

Представленный материал говорит о том, что Левин Максим Юрьевич провел большую по объему работу, отличающуюся глубиной и добросовестностью.

Замечания и предложения по диссертационной работе

1. Для подтверждения выводов в подразделе 1.7 автору следовало бы привести в тексте схемы или рисунки, наглядно поясняющие достоинства и недостатки существующих методов предотвращения потерь.

2. На стр. 55 вывод 3 является только частным случаем из приведенных в диссертации факторов влияния некондиционного топлива на работу автотракторной техники.

3. На стр. 55 говорится о необходимости использования «современных цифровых технологий». Следовало бы пояснить, как автор пришел к этому выводу, поскольку в вышеизложенном тексте о цифровых технологиях ничего не было сказано.

4. На стр. 62 автором отмечено: «Влияние на испарение оказывает скорость среды, в которую оно происходит». Требуется корректировка этой фразы.

5. На стр. 73 подраздел назван: «Метод расчета количества тепла...», а в тексте далее речь идет только о методике. Требуется корректировка текста.

6. На стр. 80 автором отмечается, что «Под воздействием разницы температуры окружающей среды, стенок резервуара и температуры моторного топлива, которое его наполняет, возникают процессы теплоотдачи». Требуется корректировка, поскольку здесь имеем процесс теплопередачи, а не теплоотдачи.

7. В ряде формул при обозначении входящих в них величин отсутствует или не точно указана размерность физических величин, в частности:

- на стр. 85 в формуле 2.49 автором изложено « P_y - давление газового пространства резервуара, м^3 »;

- на стр. 86 в формуле 2.54 не приведена размерность концентрации насыщенных паров углеводородов;

- на стр. 86 в формуле 2.53 не приведены размерности величин: концентрации насыщенных паров углеводородов и средней концентрации паров в газовом пространстве резервуара, а также скорость выхода паровоздушной смеси через отверстие люка.

8. На стр. 86 более наглядно было бы, если в уравнении 2.53 привести скорость изменения площади поверхности испарения резервуара в виде dF/dt .

9. На стр. 127 при рассмотрении структуры интеллектуального нефтесклада автором отмечено, что он включает в себя «1. Роботизацию сельскохозяйственного нефтесклада в части защиты топлива от испарения и обводнения». Однако в тексте не приводится описание процесса роботизации, нужно пояснить, о чем здесь идет речь.

10. На стр. 147 нужно пояснить, каким образом происходит «снижение потерь моторного топлива за счет автоматического включения вихревого модуля средствами автоматизации».

11. На стр. 147 отмечено, что «Экспериментальная установка обеспечивает ... формирование массива данных для обучения искусственных нейронных сетей, выполняющих задачи моделирования состояния системы хранения топлива...». Нужно пояснить, каким образом экспериментальная установка обеспечивает формирование массива данных для обучения нейронных сетей.

12. Не совсем раскрыта суть метода «моделирования процесса хранения топлива в наземных горизонтальных резервуарах с применением нейронной сети».

Отмеченные замечания не являются принципиальными, не снижают высокий уровень диссертационного исследования и ни в коей мере не влияют на главные теоретические и практические результаты представленной работы, ее научную новизну и практическую значимость, а также на положительную оценку диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Левина Максима Юрьевича «Совершенствование методов и технических средств для снижения потерь моторного топлива при хранении» является законченной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические и технические решения проблемы предотвращения потерь моторного топлива, сохранения и повышения его качества при хранении, предупреждения загрязнения окружающей среды углеводородами. Внедрение предложенных решений вносит значительный вклад в развитие технических наук и экономики страны.

Диссертационная работа по актуальности темы, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных в исследованиях результатов, соответствует критериям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Левин Максим Юрьевич, заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Эксплуатация мобильных
машин и технологического оборудования»,
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Хохлов Алексей Леонидович

Контактная информация

Специальность по которой защищена докторская диссертация 05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ)

Почтовый адрес: 433431, Ульяновская область, Чердаклинский район, п. Октябрьский, улица Студенческая, д. 9.

Телефон: +7 (84231) 5-11-75, Email: mobilemach-dep@ugsha.ru, Сайт: <https://ulsau.ru/>

Подпись	<i>Нохлова А.В.</i>	заверено
Ф.И.О.		
Ученый секретарь Ученого совета		
Н.Н.Аксенова		
« 7 »	06	2014 г.

