

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента

Игнатика Анатолия Александровича

на диссертацию Густова Вадима Сергеевича

«Обоснование методов расчета потерь нефтепродуктов от испарения при заполнении резервуаров и транспортных ёмкостей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

1. Актуальность темы диссертации

Закачка нефти и нефтепродуктов в резервуары и транспортные емкости сопровождается вытеснением газовоздушной смеси через дыхательные клапаны или газоотводные трубы, поскольку при заполнении продуктом емкости уменьшается объем ее газового пространства. Также при закачке продукта наблюдается его испарение, что увеличивает массу удаляемых паров продукта. Поэтому расход газовоздушной смеси из емкости превышает расход закачки продукта. Актуальной научной проблемой видится достоверное определение коэффициента превышения K , равного отношению расхода газовоздушной смеси к расходу закачки.

Если резервуары или емкости не оборудованы трубопроводами отвода газовой фазы, то газовая смесь с парами продукта вытесняется в атмосферу через дыхательную арматуру. При этом удаляются наиболее ценные легкие фракции нефти. Сохранение газовоздушной смеси в пространстве резервуара недопустимо по условиям его прочности. Чем выше давление насыщенных паров нефтепродукта, тем больше его массовых потерь от испарения. Огромные массовые потери характерны для паров бензина. Удаление паров продукта в атмосферу выглядит нерационально в хозяйственном отношении, ведь теряются большие объемы бензина. Кроме того, наносится вред природе и здоровью человека. Итак, расчет потерь нефтепродуктов от испарения при заполнении резервуаров и транспортных емкостей является актуальной проблемой с технологической, экономической и экологической точек зрения.

Расчет расхода газовой смеси из емкости является сложной научной и инженерной задачей ввиду влияния большого числа факторов. Эта задача до конца не решена. В диссертации основное внимание уделено вытеснению газовой среды при наполнении емкостей танкера.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна видится в следующих двух пунктах.

– Разработана математическая модель «больших дыханий» резервуаров и транспортных емкостей. В ней учитывается испарение продукта при его закачке и гидравлическое сопротивление газоотводной трубопроводной системы. Основные формулы в модели для получения искомого результата:

- 1) выражение (2.41) для вычисления коэффициента превышения K ;
- 2) выражение (2.54) для расчета массовой потери газовой смеси.

– Экспериментально получена формула для вычисления коэффициента превышения K при закачке бензина в емкость – формула (3.5). В нее входят следующие безразмерные величины: 1) число Рейнольдса для жидкости; 2) число Шмидта для газовой смеси; 3) соотношение температуры газовой смеси к температуре начала кипения жидкости; 4) число Фруда, учитывающее периодические колебания емкости. Эксперименты проводились на стенде, причем заполняемая бензином емкость подвергалась колебаниям для моделирования погрузки танкера.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Выводы и научные положения диссертационной работы получены в ходе теоретических и экспериментальных исследований, и их можно считать достоверными.

При выводе формул для расчета расхода газовой смеси использовалось уравнение состояния газа в дифференциальной форме, учитывалась динамика изменения расхода закачки, применялись известные выражения гидродинамики. Введенные в математических выкладках упрощения достаточно обоснованы и приемлемы для практики.

Вычислительные эксперименты показали адекватность и применимость полученных формул для расчета «больших дыханий» емкостей.

Эмпирические исследования проводились на стенде с учетом теории планирования и обработки экспериментов. Технологическая схема стенда вполне соответствует схеме закачки продукта в транспортные емкости танкера. Использовалось современное измерительное оборудование с малой погрешностью. Выполнено 16 опытов. На основании полученных результатов выведена эмпирическая формула (критериальное уравнение) для вычисления максимального коэффициента превышения K . Числовые коэффициенты в этой формуле получены методом Левенберга – Марквардта.

4. Научные результаты, их ценность

Положения диссертационного исследования отражены в 4 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК; в 2 статьях – в изданиях, включенных в базу данных Scopus. Получено 2 патента на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных. Имеются акты о внедрении результатов диссертации в производство и в учебный процесс.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Полученные в диссертационном исследовании результаты имеют существенное значение в теории и практике транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов. К таким результатам можно отнести следующие пункты.

В первой главе выполнен интересный технический анализ проблемы потерь нефтепродуктов от испарения и заполнения / опорожнения резервуаров, сопровождаемый статистическими данными.

Предложен метод определения потерь нефтепродуктов от испарения при заполнении резервуаров и транспортных емкостей, учитывающий явление превышения расхода газовой фазы над расходом закачки и технологические особенности проведения операций. Описанный в

диссертации метод позволяет решить следующие задачи: 1) расчет расхода газовой фазы при наполнении емкости и коэффициента превышения K ; 2) расчет массы вытесняемого из емкости продукта; 3) расчет времени достижения критического уровня засорения газоотводного трубопровода при известной скорости увеличения шероховатости труб; 4) оценка диаметра труб газоотводной системы по условию недопущения критического загрязнения труб; 5) определение возрастающей функции давления в газовом пространстве от времени заполнения емкости и прогнозирование времени достижения предельно допустимого уровня давления.

Дана теоретическая оценка применимости моделей диффузии и конвекции к задачам испарения нефти и нефтепродуктов при наливке в транспортные емкости.

Разработан стенд для изучения процессов рекуперации паров нефти и нефтепродуктов и получен патент на это изобретение. На основе изобретения создан упрощенный стенд для изучения процесса расхода газовой смеси из емкости при ее заполнении нефтепродуктом.

Получен патент на изобретение «Безвальный насосный агрегат для отвода газовой фазы».

Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программа расчета газодинамических процессов при операциях погрузки танкеров» и базы данных «База данных установок рекуперации паров, эксплуатируемых на объектах налива нефти и нефтепродуктов».

В целом, в диссертации изложены новые технические решения, направленные на повышение точности расчетных методов определения потерь нефтепродуктов от испарения при заполнении резервуаров и транспортных емкостей.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертации могут использоваться предприятиями, занимающимися проектированием и эксплуатацией объектов хранения нефти и нефтепродуктов, а также транспортных емкостей в танкерах, поскольку

позволяют оценить величину потерь продукта при заполнении емкостей с учетом реальных технологических факторов.

Предложенные математические методы и формулы для расчета гидравлических параметров при заполнении емкостей могут использоваться в образовательном процессе в рамках дисциплин, связанных с эксплуатацией баз и хранилищ.

7. Замечания и вопросы по работе

1) Разработанная во второй и четвертой главах диссертации математическая модель расхода газовой смеси из емкостей является изотермической, что видно, например, из формул (2.40), (2.41), (2.54). Можно ли считать такое упрощение допустимым и почему? Из литературы известно, что дополнительный расход газовой фазы возникает вследствие нагрева газового пространства резервуара от внешней среды и от более нагретого закачиваемого продукта. Непонятно, учитывается ли в разработанной модели влияние турбулентного перемешивания газовой смеси.

2) В конце второй главы диссертации написан вывод: «...на сегодняшний день модели диффузии, несмотря на их высокую математизацию и глубокую проработанность, не могут дать корректных оценок для крупномасштабных процессов, в том числе для процессов испарения при погрузке танкеров». Не заметил, чем обосновывается это утверждение. Может быть, данное направление исследований мало проработано, требует большого количества исходных данных, опыта компьютерного моделирования, и поэтому данный подход не дает точных количественных оценок.

3) Не обозначена граница применения регрессионного уравнения (3.5). Вероятно, если смотреть на рисунок 3.12, оно справедливо для диапазона коэффициента превышения K от 1,0 до 1,4.

Замечания и вопросы, конечно, не снижают научной и практической ценности результатов диссертации.

8. Заключение по диссертации

Диссертация **Густова Вадима Сергеевича** на тему «Обоснование методов расчета потерь нефтепродуктов от испарения при заполнении резервуаров и транспортных ёмкостей», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Густов Вадим Сергеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

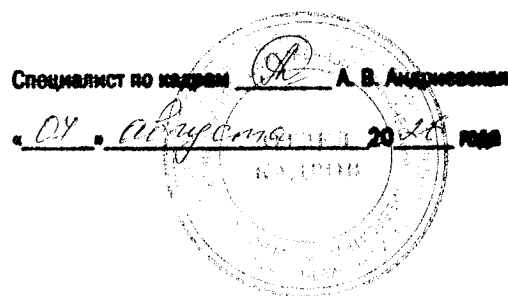
Я, Игнатик Анатолий Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

доцент кафедры проектирования и эксплуатации магистральных газонефтепроводов ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», канд. техн. наук по специальности 25.00.19. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, доцент

Дата 07.08.2026 И.И. Игнатик Анатолий Александрович

Подпись Игнатика А. А. заверяю:



Сведения об официальном оппоненте:

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГТУ»)

Адрес: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13

Официальный сайт в сети Интернет: www.ugtu.net

эл. почта: aignatik@ugtu.net телефон: 8-8216-774-482