

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук **Ямилева Марата Замировича** на диссертационную работу Борисова Артёма Витальевича на тему: «Совершенствование подходов к количественному учёту нефти и нефтепродуктов на самотечных участках трубопроводов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки).

На рассмотрение представлены рукопись и автореферат диссертации. Диссертация содержит 125 страниц машинописного текста, 48 рисунков, 15 таблиц, список литературы из 120 наименований и 3 приложений. Автореферат содержит 22 страницы машинописного текста, 3 рисунка и 2 таблицы.

1. Актуальность темы диссертационной работы.

Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов обеспечивает своевременную и надежную поставку углеводородов конечному потребителю. При транспортировке важным аспектом работы оператора товарных поставок трубопроводного транспорта является определение объема партий нефти и нефтепродуктов, транспортируемых по трубопроводам. Возможность определения объема транспортируемой нефти и нефтепродуктов зависит в первую очередь от оснащённости линейной части контрольно-измерительными приборами, позволяющими вести оперативный учёт перекачиваемого продукта. Переориентация маршрутов экспорта российской нефти и нефтепродуктов обуславливает увеличение в трубопроводных системах режимов с частичным заполнением сечения и самотечных потоков. Данные гидродинамические аномалии значительно затрудняют как проведение коммерческих товаров транспортными процедурами, так и метрологическое обеспечение учета объемов транспортируемой среды. Данные участки возникают и в случае прокладки трубопроводов в условиях горной местности с переменным профилем при пониженных режимах

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- 545 от 11.09.16
АУ УС

перекачки. На самотечных участках достаточно сложно определить степень заполнения трубопровода прямым измерением. Известные аналитические модели самотечного режима течения нефти и нефтепродуктов на участках трубопроводов позволяют определять коэффициент заполнения, однако данные модели требуют высокой технической оснащенности средствами измерения и не учитывают ряд факторов, таких как шероховатость поверхности внутреннего покрытия трубопровода, силы поверхностного натяжения продукта перекачки, вязкость продукта, степень насыщения транспортируемого продукта легколетучими компонентами которые, в свою очередь, влияют на степень заполнения трубопровода.

В диссертации Борисова А. В. особое внимание уделено аналитическому и экспериментальному определению степени влияния вышеперечисленных факторов на коэффициент заполнения самотечных участков трубопроводов. На основании полученных результатов исследования выработаны предложения по совершенствованию подхода к определению уровня заполнения самотечных участков с учётом термобарических параметров, а также предложено решение по техническому оснащению самотечных участков отечественным устройством для прямого измерения уровня заполнения. Результаты исследования в рамках диссертации Борисова А.В., позволяют решать производственную задачу по определению коэффициента заполнения на самотечных участках трубопроводов, что делает работу Борисова А.В. своевременной и актуальной.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертации заключается в двух основных положениях, вокруг которых во многом формируется широкий перечень достигнутых научных результатов:

1. Разработана физико-математическая модель для расчета коэффициента заполнения, учитывающая свойства перекачиваемого продукта и режимные параметры перекачки.

2. Получено критериальное уравнение для определения степени заполнения самотечного участка трубопровода, учитывающее влияние свойств перекачиваемого продукта и режимных параметров перекачки.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации

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

Степень достоверности результатов исследования, выполненного в рамках диссертационной работы, имеет необходимый уровень, который обеспечивается научно обоснованным применением общепризнанных теоретических подходов к рассматриваемым проблемам и использованием высокоточных математических моделей.

При обосновании общего вида критериального уравнения для определения коэффициента заполнения использованы положения теории подобия и размерностей.

Эмпирические исследования проводились на стенде с учетом теории планирования и обработки экспериментов. Технологическая схема экспериментального стенда включает в себя измерительные приборы с малой погрешностью, инвентарное и емкостное оборудование, а также перекачивающее оборудование с подходящей напорно-расходной характеристикой. Проведено 27 опытов. На основании полученных результатов установлены зависимости переменных критериального уравнения с помощью метода Хука-Дживса.

4. Научные результаты, их ценность

Основные научные результаты сформулированы в защищаемых положениях диссертации. Важнейшим результатом является вывод критериального уравнения для определения степени заполнения самотечного

участка трубопровода, учитывающего влияние свойств перекачиваемого продукта и режимных параметров перекачки. Степени зависимостей для критериального уравнения определены по результатам испытаний на экспериментальном стенде при перекачке нескольких видов продуктов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

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.

Разработана гидравлическая модель самотечных участков, позволяющая комплексно учесть влияние второстепенных факторов на формирование степени заполнения трубопровода. Результаты диссертационного исследования использованы на предприятии ООО «ЗНГО-Импульс» (акт внедрения от 24.04.2026) и внедрены в практику проектной деятельности ОАО «Сибнефтетранспроект» (акт внедрения от 27.04.2026) в виде методических рекомендаций по расчету уровня заполнения трубопроводов на самотёчных участках нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Разработана инженерная методика по расчету вместимости трубопроводов, транспортирующих жидкие продукты, в зависимости от термобарических условий. Разработана программа для ЭВМ, предназначенная для определения степени заполнения на самотечном участке трубопровода (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024664520 «Программа расчета коэффициента заполнения нефтепровода методом Ньютона-Гаусса).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты работы могут быть использованы компаниями и предприятиями, занимающимися проектированием и эксплуатацией нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, в составе линейной части которых имеются самотечные участки.

Предложенные формулы для расчета коэффициента заполнения могут использоваться в образовательном процессе в рамках дисциплин, связанных с эксплуатацией магистральных трубопроводов.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В конце третьей главы для формулы (3.11), являющейся итоговым видом критериального уравнения, не обозначены границы применения. Для каких режимов перекачки справедливо применение данного критериального уравнения?

2. При моделировании самотечного участка в среде Ansys на различных уровнях заполнения трубопровода и при проведении экспериментальных исследований выбрано дизельное топливо ДТ-Л-К5. Чем обосновано игнорирование использования бензина и других нефтепродуктов при проведении экспериментальных и теоретических исследований?

3. В конце четвертой главы приведена рекомендация по использованию на самотечных участках трубопроводов устройства, работа которого основана на электроимпедансной томографии. Чем обоснован выбор метода работы устройства? Какие альтернативные методы/датчики можно потенциально использовать для технического решения?

4. Метод расчета коэффициента заполнения самотечного участка не учитывает показатель давления насыщенных паров перекачиваемой среды и степень насыщения легколетучими компонентами, влияющим на границу расположения границы раздела фаз жидкой и парогазовой фазы.

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

8. Заключение по диссертации

Диссертация **Борисова Артёма Витальевича** на тему «Совершенствование подходов к количественному учёту нефти и нефтепродуктов на самотечных участках трубопроводов», 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 от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Борисов Артём Витальевич** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Я, Ямилев Марат Замирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Начальник управления математического моделирования и технологий трубопроводного транспорта НТЦ ООО «НИИ Транснефть», кандидат технических наук

[Signature]

Ямилев Марат Замирович

2026 г.

Подпись М.З. Ямилева заверяю:
Начальник отдела управления персоналом

Казакова Ирина Равилевна

« » 2026 г.

Сведения об официальном оппоненте

Научно-технический центр ООО "НИИ Транснефть"; Адрес: 450055, г. Уфа, проспект Октября, д. 144/3
Телефон: +7 917 436 86 88, E-mail: marat-yamilev@mail.ru