

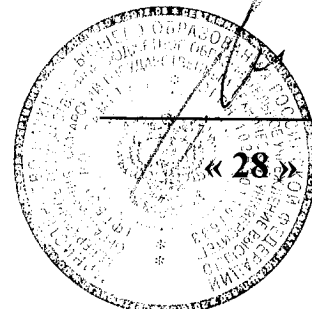
УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по научной работе
ФГБОУ «Самарский государственный
технический университет»**

Д.Т.Н., доцент

Еремин А.В.

«28» августа 2026г



ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» на диссертацию Голунцова Андрея Сергеевича на тему: «Повышение эффективности трубопроводного транспорта высоковязкой смолистой нефти в смеси с разбавителем в условиях низких температур», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки).

1. Актуальность темы диссертации

В мировой структуре углеводородных запасов наблюдается устойчивый рост доли высоковязких нефтей, ресурсы которых, по оценкам экспертов, составляют порядка 5,5 трлн баррелей (около 790 млрд тонн). Значительная часть таких запасов сосредоточена в северных регионах с суровыми климатическими условиями, включая территории России, Канады и Аляски. Транспортировка высоковязкой нефти по магистральным трубопроводам в условиях низких температур сопряжена с рядом сложностей, связанных с проявлением неньютоновских свойств, резким ростом гидравлических сопротивлений и снижением пропускной способности трубопроводов. Для обеспечения эффективного транспорта применяются различные методы подготовки, среди которых одним из наиболее перспективных является

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-480 01.09.26
АУ УС

смешение (компаундирование) высоковязкой смолистой нефти с маловязким разбавителем.

Однако существующие методы гидравлического расчета в недостаточной степени учитывают совместное влияние температуры и концентрации разбавителя на реологические параметры нефтяной смеси, что приводит к значительным погрешностям при определении энергозатрат на перекачку. В связи с этим, диссертационная работа Голунцова А.С., основная идея которой заключается в повышении эффективности трубопроводного транспорта за счет учета изменяющихся реологических свойств смеси на основе модифицированной реологической модели, является актуальной и практически значимой.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна, полученная в ходе выполнения диссертационного исследования и сформулированная автором, характеризуется следующими основными результатами:

- выявлены закономерности изменения коэффициента консистенции и индекса течения смеси высоковязкой смолистой и маловязкой нефти в зависимости от температуры и концентрации разбавителя в условиях пониженных температур, описываемые экспоненциальными и степенными зависимостями;

- предложена модифицированная степенная реологическая модель Оствальда–де Вааля, связывающая напряжение сдвига и динамическую вязкость с температурой и концентрацией компонентов смеси;

- установлено, что учет температурно-концентрационных зависимостей коэффициента консистенции и показателя течения в обобщенном критерии Рейнольдса позволяет определять рациональные режимы трубопроводного транспорта высоковязкой смолистой нефти в смеси с разбавителем.

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

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждена теоретическими исследованиями и результатами экспериментальных работ. Адекватность предложенной модифицированной реологической модели подтверждена результатами проверки адекватности с применением критериев Фишера и Пирсона при доверительной вероятности 0,95. Достоверность разработанной зависимости для коэффициента гидравлического сопротивления установлена в ходе сопоставления теоретических расчетов с данными лабораторных экспериментов; коэффициент детерминации ($R^2 = 0,961$) и средняя относительная погрешность 7,9 % свидетельствуют о высокой сходимости и позволяют рекомендовать полученные зависимости для практического использования при гидравлических расчетах нефтепроводов в условиях низких температур..

4. Научные результаты, их ценность

Ценность научных результатов выражена в обоснованности подхода к выбору рационального температурно-концентрационного режима трубопроводного транспорта смеси высоковязкой нефти в зависимости от ее реологических характеристик. Установлены границы применимости разработанной модели по критерию сохранения псевдопластичных свойств для различных концентраций высоковязкой нефти.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий ВАК, а также в 3 статьях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2024665987). Основные положения и результаты работы докладывались на 5 научно-практических мероприятиях, включая международные конференции: «Рассохинские чтения» (г. Ухта, 2024 г.), VII Международный молодежный научно-практический форум «Нефтяная столица» (г. Ханты-Мансийск, 2024 г.), XII Молодежная международная научно-практическая конференция «Новые технологии в газовой отрасли» (г. Москва, 2024 г.), IV Всероссийская

конференция «Прорывные технологии транспорта и хранения углеводородов» (г. Санкт-Петербург, 2025 г.) и IX ежегодная международная научно-практическая конференция «Булатовские чтения» (г. Краснодар, 2025 г.).

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

1. Разработана методика гидравлического расчета, позволяющая определять потери давления на участке трубопровода при транспортировании смеси высоковязкой смолистой нефти и разбавителя в условиях неизотермического течения.

2. Разработана программа для ЭВМ по расчету основных параметров гидравлического расчета неньютоновских жидкостей (свидетельство о государственной регистрации № 2024665987), позволяющая автоматизировать определение обобщенного числа Рейнольдса и коэффициента гидравлического сопротивления.

3. Результаты диссертации рекомендованы к внедрению в производственной деятельности ООО «СТ ЦР» для повышения точности расчетов динамической вязкости смеси нефти и снижения трудозатрат на исследование реологических свойств нефти в процессе компаундирования (Акт внедрения от 05.05.2026 г.). Использование полученных методик позволяет повысить точность расчетов гидравлического сопротивления на 8,6 % и сократить трудозатраты на 12 %.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертации рекомендуется использовать в компаниях нефтегазового сектора, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией трубопроводов, транспортирующих высоковязкую нефть в сложных природно-климатических условиях Крайнего Севера.

7. Замечания и вопросы по работе

1. Разработанная реологическая модель позволяет с высокой точностью описывать поведение смеси, проявляющей псевдопластичные свойства, однако область ее применимости ограничена диапазоном температур и концентраций, в котором жидкость сохраняет неньютоновские свойства.

2. В работе экспериментально исследовано влияние концентрации разбавителя на реологические свойства смеси, однако недостаточно подробно представлен анализ структурных изменений асфальтено-смолистых соединений под воздействием разбавителя.

4. В предложенном выражении для обобщенного числа Рейнольдса (формула 2.32) не в полной мере учитывается влияние возможного пристеночного проскальзывания, характерного для структурированных неньютоновских жидкостей в области низких скоростей сдвига, что может вносить дополнительную погрешность в расчеты в зимний период эксплуатации.

5. В работе не в явном виде приведен критерий перехода от ламинарного режима течения к турбулентному для предлагаемой модифицированной степенной модели. Поскольку показатель течения n и коэффициент консистенции K зависят от температуры, критическое значение обобщенного числа Рейнольдса также должно являться функцией температуры и концентрации, что требует дополнительного уточнения для корректного практического применения.

Указанные замечания носят дискуссионный характер, не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не влияют на обоснованность основных защищаемых положений.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Повышение эффективности трубопроводного транспорта высоковязкой смолистой нефти в смеси с разбавителем в условиях низких температур», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки) полностью отвечает 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 Голунцов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки).

Диссертационная работа и автореферат на диссертацию Голунцова Андрея Сергеевича рассмотрены и обсуждены, а Отзыв утверждён на заседании кафедры «Трубопроводный транспорт» Института нефтегазовых технологий ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (Протокол №7 от 07.07.2026г.).

Председатель заседания

Заведующий кафедрой «Трубопроводный транспорт»

ФГБОУ ВО «СамГТУ»,

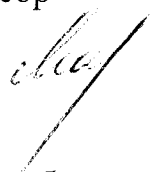
д.т.н., профессор



Стефанюк Е.В.

Подпись Стефанюк Е.В. заверяю.

Ученый секретарь СамГТУ, д.т.н., профессор



Малиновская Ю.А.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет».

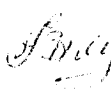
Адрес: Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус, 443100.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://samgtu.ru/>.

Эл. почта: rector@samgtu.ru.

Телефон: 8-846 278-43-11.

Исполнитель

Д.т.н., профессор каф. ТТ  Тянь В.К.