

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Голунцова Андрея Сергеевича**

«Повышение эффективности трубопроводного транспорта высоковязкой смолистой нефти в смеси с разбавителем в условиях низких температур», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

Актуальность темы исследования. При транспорте смесей высоковязких нефтей с разбавителем определяющим фактором, влияющим на гидравлическое сопротивление, являются реологические свойства смеси. Известно, что при смешении тяжелой смолистой нефти с маловязким разбавителем наблюдается нелинейное изменение коэффициента консистенции и индекса течения. Использование ньютоновских зависимостей для расчета коэффициента гидравлического сопротивления в этом случае приводит к погрешности, величина которой возрастает при понижении температуры. В связи с этим, задача разработки математической модели, корректно описывающей изменение реологических свойств бинарной смеси в широком диапазоне температур и концентраций, представляется актуальной.

Научная новизна работы заключается в установлении эмпирических зависимостей коэффициента консистенции и индекса течения от температуры и концентрации компонентов и их введении в степенную модель Оствальда-де Ваале. Автором получен обобщенный критерий Рейнольдса, в котором реологические свойства являются функциями состояния системы (температуры и состава).

Практическая значимость работы. Полученные результаты позволяют обоснованно выбирать рациональную концентрацию разбавителя и температурный режим перекачки, что напрямую влияет на энергопотребление нефтепровода.

Достоверность результатов. Верификация разработанных зависимостей выполнена на основании сопоставления расчетных и экспериментальных данных, полученных в широком диапазоне варьируемых параметров. Корректность предложенной модели подтверждается статистической значимостью коэффициентов аппроксимации, установленной по критерию Фишера, а также согласованностью эмпирических распределений с теоретическими, проверенной критерием Пирсона при уровне значимости 0,05.

Предложения по автореферату:

1. Автор не приводит данных о влиянии скорости сдвига на границы применимости предложенной модели. Известно, что для высоковязких смолистых нефтей при малых скоростях сдвига может наблюдаться отклонение от степенного закона,

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-645 ОТ 22.09.26
АУ УС

связанное с наличием предельного напряжения сдвига. Поскольку экспериментальные исследования выполнены в диапазоне $1-300 \text{ с}^{-1}$, целесообразно было бы указать, в каком диапазоне скоростей сдвига модель сохраняет адекватность.

2. Автор не рассматривает вопрос о влиянии неизотермичности потока на гидравлическое сопротивление. При транспортировке высоковязкой нефти в условиях низких температур температура среды изменяется по длине трубопровода, что приводит к изменению коэффициента консистенции и индекса течения. Учет этого фактора важен для корректного определения потерь давления на реальных протяженных участках.

3. В работе предложена модель, параметры которой определены на основе экспериментальных данных для нефтей Северо-Комсомольского и Ванкорского месторождений. Для подтверждения универсальности разработанных зависимостей было бы целесообразно выполнить их верификацию на нефтях иного группового углеводородного состава, что позволило бы оценить возможность применения предложенного подхода в более широком диапазоне условий.

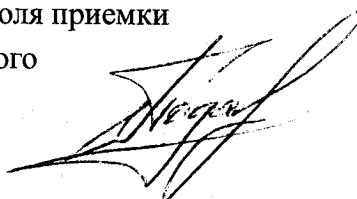
Приведённые замечания являются дискуссионными и не влияют на достоверность основных положений, выносимых на защиту.

Заключение. Работа Голунцова А.С. представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная задача повышения точности гидравлического расчёта трубопроводов, транспортирующих смеси высоковязких нефтей. Полученные автором результаты обладают научной новизной и практической значимостью.

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), 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 - Голунцов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Рецензент:

к.т.н, начальник Отдела планирования и контроля приемки
логистических услуг Управления логистического
обеспечения МТР ООО «Газпром инвест»



И.Ю. Подавалов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Голунцова Андрея Сергеевича**
«Повышение эффективности трубопроводного транспорта высоковязкой смолистой нефти в смеси с разбавителем в условиях низких температур», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

Актуальность темы исследования. При транспорте смесей высоковязких нефтей с разбавителем определяющим фактором, влияющим на гидравлическое сопротивление, являются реологические свойства смеси. Известно, что при смешении тяжелой смолистой нефти с маловязким разбавителем наблюдается нелинейное изменение коэффициента консистенции и индекса течения. Использование ньютоновских зависимостей для расчета коэффициента гидравлического сопротивления в этом случае приводит к погрешности, величина которой возрастает при понижении температуры. В связи с этим, задача разработки математической модели, корректно описывающей изменение реологических свойств бинарной смеси в широком диапазоне температур и концентраций, представляется актуальной.

Научная новизна работы заключается в установлении эмпирических зависимостей коэффициента консистенции и индекса течения от температуры и концентрации компонентов и их введении в степенную модель Оствальда-де Ваале. Автором получен обобщенный критерий Рейнольдса, в котором реологические свойства являются функциями состояния системы (температуры и состава).

Практическая значимость работы. Полученные результаты позволяют обоснованно выбирать рациональную концентрацию разбавителя и температурный режим перекачки, что напрямую влияет на энергопотребление нефтепровода.

Достоверность результатов. Верификация разработанных зависимостей выполнена на основании сопоставления расчетных и экспериментальных данных, полученных в широком диапазоне варьируемых параметров. Корректность предложенной модели подтверждается статистической значимостью коэффициентов аппроксимации, установленной по критерию Фишера, а также согласованностью эмпирических распределений с теоретическими, проверенной критерием Пирсона при уровне значимости 0,05.

Предложения по автореферату:

1. Автор не приводит данных о влиянии скорости сдвига на границы применимости предложенной модели. Известно, что для высоковязких смолистых нефтей при малых скоростях сдвига может наблюдаться отклонение от степенного закона,

связанное с наличием предельного напряжения сдвига. Поскольку экспериментальные исследования выполнены в диапазоне $1-300 \text{ с}^{-1}$, целесообразно было бы указать, в каком диапазоне скоростей сдвига модель сохраняет адекватность.

2. Автор не рассматривает вопрос о влиянии неизотермичности потока на гидравлическое сопротивление. При транспортировке высоковязкой нефти в условиях низких температур температура среды изменяется по длине трубопровода, что приводит к изменению коэффициента консистенции и индекса течения. Учет этого фактора важен для корректного определения потерь давления на реальных протяженных участках.

3. В работе предложена модель, параметры которой определены на основе экспериментальных данных для нефтей Северо-Комсомольского и Ванкорского месторождений. Для подтверждения универсальности разработанных зависимостей было бы целесообразно выполнить их верификацию на нефтях иного группового углеводородного состава, что позволило бы оценить возможность применения предложенного подхода в более широком диапазоне условий.

Приведённые замечания являются дискуссионными и не влияют на достоверность основных положений, выносимых на защиту.

Заключение. Работа Голунцова А.С. представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная задача повышения точности гидравлического расчёта трубопроводов, транспортирующих смеси высоковязких нефтей. Полученные автором результаты обладают научной новизной и практической значимостью.

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), 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 - Голунцов Андрей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Рецензент:

к.т.н, начальник Отдела планирования и контроля приемки
логистических услуг Управления логистического
обеспечения МТР ООО «Газпром инвест»



И.Ю. Подавалов

Сведения о лице, подписавшем отзыв

Ф.И.О. полностью	Подавалов Илья Юрьевич
Телефон	+7 (812) 455-17-00
Адрес электронной почты	ipodavalov@invest.gazprom.ru
Наименование организации	ООО «Газпром инвест»
Адрес	Санкт-Петербург, ул. Внуковская 2, БЦ Пулковский, корпус С
Должность	начальник Отдела планирования и контроля приемки логистических услуг Управления логистического обеспечения поставок МТР
Ученая степень	кандидат технических наук
Дата подписания отзыва	21.09.2026