

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИР, Федеральное
государственное бюджетное
образовательное учреждения высшего
образования «Уфимский государственный
нефтяной технический университет», д.т.н.,



И.Г. Ибрагимов

09 2023 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию *Карякиной Екатерины Денисовны* на тему: «Разработка технологического процесса транспортировки сжиженного природного газа по полимерным трубопроводам», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

1. Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день сжиженный природный газ (СПГ) является одним из самых перспективных видов топлива для энергоснабжения удаленных потребителей. При этом, строительство объектов средне и малотоннажного объемов производства СПГ является наиболее эффективным как с экономической, так и с технической точки зрения, так как позволяет обеспечить гибкие децентрализованные поставки СПГ в условиях невозможности строительства традиционных газопроводов. В этой связи, происходит развитие инфраструктуры, необходимой для производства, транспортировки и хранения СПГ. Наблюдается тенденция к увеличению числа систем трубопроводного транспорта, которая продиктована прежде всего необходимостью сооружения технологических линий на заводах сжижения, установках регазификации, терминалах по приему и отгрузке СПГ.

Наиболее распространенным материалом, применяемым для устройства трубопроводов перекачки СПГ, являются стали с высоким содержанием никеля. К недостаткам сталей данной группы следует отнести высокую стоимость, обусловленную дефицитностью никеля, высокую металлоемкость системы, накладывающие определенные трудности при строительстве указанных систем, в частности на протяженность данных систем.

ОТЗЫВ
ВХ. № 9-290
АУ УС 15 СЕН 2023

В тоже время, наблюдается интенсивное развитие технологий промышленного производства полимерных материалов, которые сопоставимы по своим прочностным характеристикам со сталью.

В этой связи, возникает необходимость поиска альтернативных материалов для сооружения технологических трубопроводов с разработкой соответствующего научно-обоснованного технологического процесса транспортировки СПГ.

Таким образом, диссертация Карякиной Е.Д., посвященная разработке технологического процесса транспортировки СПГ по полимерным трубопроводам является значимым и актуальным исследованием в нефтегазовой отрасли.

2. Научная новизна диссертации

Главной целью диссертационного исследования Карякиной Е.Д. является повышение эффективности технологического процесса транспортировки сжиженного природного газа за счет использования труб из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). При этом, идея применения указанного материала для перекачки криогенных жидкостей является уникальной, требующей разработки соответствующего технологического процесса транспортировки СПГ.

Результаты исследования, отраженные в диссертационной работе Карякиной Е.Д., несомненно, обладают научной новизной.

Соискателем на основании проведенных экспериментальных исследований прочностных свойств СВМПЭ в жидком азоте и при температуре окружающей среды установлено явление увеличения прочностных свойств сверхвысокомолекулярного полиэтилена, а именно пределов прочности и текучести, ударной вязкости и модуля упругости при криогенных температурах с сохранением материалом вязкого характера разрушения.

Исходя из проведенного анализа научно-технической литературы Карякиной Е.Д. была разработана методика проведения тепловых и гидравлических расчетов криогенных трубопроводов из полимерных материалов, в результате которого было установлено, что применение СВМПЭ в качестве несущего материала трубопровода способствует увеличению расстояния транспортировки за счет сокращения тепловых и гидравлических потерь.

На основании проведенных экспериментальных исследований с использованием результатов компьютерного моделирования соискателем также была предложена методика оценки напряженно-деформированного состояния подземного СВМПЭ трубопровода для перекачки СПГ. Полученные результаты подтверждают возможности применения данного материала в криогенных условиях.

В результате соискателем разработан и научно-обоснован технологический процесс транспортировки СПГ по полимерным трубопроводам с применением СВМПЭ в качестве несущего материала трубопровода.

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

Защищаемые научные положения, рекомендации, выводы и заключения логичные и достаточной степени аргументированы. Степень обоснованности и достоверности полученных соискателем результатов обеспечена значительным числом проработанных русскоязычных и иностранных источников из 162 наименований, необходимым объемом выполненных экспериментальных исследований, обладающих высокой степенью сходимости результатов; обусловлена использованием стандартных методов математического и имитационного моделирования, подтвержденными результатами общепризнанных исследований в области трубопроводного транспорта криогенных жидкостей и прочностных свойств полимерных материалов. Выводы автора объективны и свидетельствуют о том, что поставленная цель достигнута.

Результаты работы прошли значительную апробацию и докладывались на следующих международных и российских семинарах и конференциях: IV International Conference «AGRITECH IV - 2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies», (ноябрь 2020, Красноярск); III International Conference on Advanced Technologies in Aerospace, Mechanical and Automation Engineering, (ноябрь 2020, Красноярск); 74-я международная молодежная научная конференция «Нефть и газ - 2020» (сентябрь-октябрь 2020, Москва); Ежегодная научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение», Санкт-Петербургский горный университет, (апрель 2023, Санкт-Петербург).

4. Научные результаты, их ценность

В рамках проведенного диссертационного исследования соискателем были получены следующие ценные научные результаты:

1. Экспериментально доказана возможность использования СВМПЭ в качестве несущего материала трубопровода при рабочих параметрах транспортировки СПГ. По результатам экспериментальных исследований прочностных свойств СВМПЭ в условиях криогенных температур было выявлено увеличение прочности в 1,4 раза, ударной вязкости в 2,5 раз при сохранении вязкого характера разрушения, что объясняется увеличением энергии процесса разрушения, что расширяет границы применения указанного материала.

2. На основании разработанной методики теплового и гидравлического расчетов подземного СПГ трубопровода обосновано увеличение расстояния транспортировки, достигаемое за счет сокращения тепловых и гидравлических потерь.

3. Таким образом, на основании экспериментальных данных путем анализа существующих данных по осуществлению трубопроводного транспорта криогенных жидкостей с использованием разработан и обоснован аналитически-расчетным путем технологический процесс транспортировки СПГ по полимерным трубопроводам.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 5 печатных работах в том числе в 1 статье - в издании 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, в 3 статьях - в

изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus, Web of Science). Получен патент и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Результаты диссертационного исследования дополняют теоретические основы трубопроводного транспорта сжиженного природного газа, характера разрушения полимерных материалов при криогенных температурах. Практическая значимость исследования заключается в возможном использовании разработанного способа транспортировки СПГ по полимерным трубопроводам, алгоритма теплового и гидравлического расчетов подземного трубопровода, предложенной адаптации существующих стандартов по оценке напряженно-деформированного состояния подземного СПГ трубопровода в деятельности нефтегазовых компаний и профильных научных организаций.

Практическая значимость работы подтверждается полученными патентом и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также полученным актом внедрения результатов исследования.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Основные результаты работы могут быть применены в деятельности профильных компаний (ПАО «НОВАТЭК», ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ», АО «Криогаз») при проектировании объектов производства, транспортировки и хранения сжиженного природного газа, а также в деятельности компаний, осуществляющих научно-производственную деятельность в области полимерных материалов (ОАО «Пластполимер», АО «НПО Спецматериалы»).

Полученные теоретические результаты работы могут выключены в учебный процесс обучения студентов-бакалавров, студентов-магистрантов нефтегазовых и материаловедческих направлений.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В работе не указано, каким образом осуществляется соединение секций трубопровода СВМПЭ, в чем особенности создания сварочных соединений, какое оборудование для этого используется.

2. Необходимо указать разброс выборки полученных экспериментальных данных по результатам проведенных испытаний СВМПЭ на растяжение и ударную вязкость.

3. В каких отраслях используются предлагаемые трубы из СВМПЭ, не указано, где сосредоточено их производство?

4. При докладе результатов диссертационного исследования следует более подробно объяснить необходимость выполнения моделирования НДС и использования его результатов для оценки адекватности предлагаемой расчетной методики.

Указанные недостатки и замечания не являются критичными, не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертационной работы и могут быть рассмотрены как рекомендации к продолжению исследований в данном направлении.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Разработка технологического процесса транспортировки сжиженного природного газа по полимерным трубопроводам», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Карякина Екатерина Денисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Карякиной Екатерины Денисовны обсужден и утвержден на заседании **кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»** Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», **протокол №1 от 07.09.2023 года.**

Председатель заседания

Доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Доцент, доктор технических наук

Валеев Анвар Рашитович

Секретарь заседания

Доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Доцент, кандидат технических наук

Ташбулатов Радмир Расулевич

Подпись Валеева Анвара Рашитовича и Ташбулатова Радмира Расулевича заверяю

М.П.



Начальник Отдела по работе с персоналом

Дадаян О.А.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования

«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Почтовый адрес: 450064, Республика Башкортостан,

г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1

Официальный сайт в сети Интернет: <https://rusoil.net/>

эл. почта: info@rusoil.net телефон: +7 347 242 03 70