

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

**Китаева Сергея Владимировича**

на диссертацию Махно Даниила Андреевича на тему: «Обоснование способа регулирования рабочей температуры трубопроводов для транспортировки сжиженной смеси углеводородов с газоконденсатных месторождений Восточной Сибири», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

На отзыв представлена рукопись диссертационной работы и ее автореферат. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка. Содержание диссертации изложено на 96 страницах машинописного текста, включает 41 рисунок, 20 таблиц, список литературы из 91 наименования. Содержание автореферата изложено на 20 страницах машинописного текста, включает 7 рисунков.

### **1 Актуальность темы диссертационной работы**

Диссертационная работа Махно Д.А. посвящена решению важной научно-практической задачи, связанной с совершенствованием технологии трубопроводного транспорта углеводородов в однофазном сжиженном состоянии с газоконденсатных месторождений с учетом сложных геологических и природно-климатических условий.

Важность соблюдения теплового режима транспортирования газа по трубопроводам в районах крайнего Севера связана с недопустимостью оттаивания ореола грунта вокруг трубопровода, что может привести к изменению проектного положения трубопровода.

В работе предлагается решение одной из основных проблем при реализации технологии транспортирования углеводородов в охлажденном и сжиженном виде – поддержание температуры рабочей среды в рабочем

*№1-9  
от 25.01.2011.*

диапазоне. Актуальность темы подчеркивается нынешними тенденциями в области разработки перспективных газоконденсатных месторождений Иркутской области и Восточной Сибири. Развитие и совершенствование технологий транспортировки ресурсов с газоконденсатных месторождений имеет большое значение для энергетического комплекса нашей страны. На основании проведенного анализа Главы 1 диссертационного исследования можно заключить, что соискателем в достаточной степени раскрыта актуальность рассматриваемой темы, а также ее теоретический и практический интерес.

## **2 Научная новизна диссертационной работы**

При оценке научной новизны диссертационной работы можно отметить предложенную математическую модель процесса теплопередачи между жидкой рабочей средой в трубопроводе, грунтом, хладагентом в термостабилизаторе и атмосферным воздухом, базирующуюся на известных уравнениях, в частности уравнении теплопроводности Фурье, а также уравнении состояния Редлиха-Квонга.

В процессе проведения исследований соискателем эмпирическим путем получена новая зависимость термодинамических характеристик генераторов холода, основанных на применении эффекта Ранка-Хилша, что подчеркивает научную составляющую диссертационной работы.

## **3 Практическая значимость диссертационной работы**

В результате проведенных исследований определен алгоритм расчета стационарного теплогидравлического режима трубопровода для транспортировки газоконденсатной смеси, обоснован выбор типа сезонно-действующих охлаждающих устройств для поддержания температуры трубопровода для транспортировки газоконденсатной смеси в рабочем диапазоне.

Соискателем разработана методика расчёта системы регулирования температуры трубопровода для транспортировки сжиженной смеси углеводородов с применением СОУ. С учетом предлагаемой к внедрению в технологию системы регулирования температуры трубопроводов, обосновано дополнение методики подготовки газоконденсатной смеси с высоким содержанием гелия в исходном сырье.

Предложено и обосновано техническое решение вопроса обеспечения работы СОУ в летнее время года с применением вихревого эффекта, и разработано устройство для регулирования рабочей температуры трубопроводов для транспортировки газоконденсатной смеси.

#### **4 Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе**

На защиту соискателем выносятся следующие положения:

1. Применение генератора холода, основанного на эффекте Ранке-Хилша, при относительном расходе охлажденного воздуха в диапазоне 0,5 ... 0,7, позволяет использовать сезонно-действующие охлаждающие устройства для регулирования температуры грунтового основания низкотемпературных трубопроводов независимо от температуры наружного воздуха.

2. Регулирование температуры грунтового основания низкотемпературных трубопроводов для транспортировки сжиженной смеси природного газа и газового конденсата с применением разработанных устройств для генерации холода в грунте, расположенных определенным образом, обеспечивает снижение температуры многолетнемерзлых грунтов ниже  $-25^{\circ}\text{C}$ , что позволяет поддерживать температуру трубопровода в рабочем диапазоне.

При доказательстве **первого защищаемого положения** на основании выполненного анализа научно-исследовательских работ и результатов опытно-промышленной эксплуатации соискателем предложен способ

регулирования температуры трубопровода для транспортировки сжиженной смеси углеводородов с газоконденсатных месторождений с применением сезонно-действующих охлаждающих устройств, обоснован выбор типа сезонно-действующих охлаждающих устройств для поддержания температуры трубопровода для транспортировки газоконденсатной смеси в рабочем диапазоне, предложено техническое решение вопроса обеспечения работы сезонно-действующих охлаждающих устройств независимо от температуры окружающей среды с применением генераторов холода, основанных на использовании вихревого эффекта.

В ходе экспериментальных исследований установлен рабочий диапазон термодинамической характеристики, определяющей получаемый с помощью вихревых трубок эффект охлаждения - относительного расхода охлажденного воздуха. На основании полученных экспериментальным путем регрессионных зависимостей подтверждена эффективность применения предложенного способа и разработанного устройства. Результаты исследований коррелируют с результатами исследований, описанных в работах авторитетных отечественных ученых, что подтверждает достоверность приведенных соискателем доказательств.

При доказательстве **второго защищаемого положения** соискателем проанализирован процесс подготовки и транспортировки углеводородов в виде сжиженной смеси природного газа и газового конденсата на примере Ковыктинского газоконденсатного месторождения, в результате чего разработана методика расчёта системы регулирования температуры трубопровода для транспортировки сжиженной смеси углеводородов с применением разработанного устройства. Кроме того, обосновано дополнение методики подготовки газоконденсатной смеси с высоким содержанием гелия в исходном сырье. Моделирование термодинамических характеристик рабочей среды проводилось с использованием лицензированного программного обеспечения, а полученные результаты не противоречат результатами исследований других ученых в данной области.

При решении поставленных задач использовался комплексный способ исследований, включающий теоретические и экспериментальные методы исследований: анализ современного состояния теории, практики и патентных материалов; математическое моделирование, использование специального программного обеспечения, проведение экспериментальных исследований на разработанной установке.

## **5 Общая оценка содержания диссертационной работы**

В диссертационной работе приведено достаточное количество иллюстративного материала, что обеспечивает полное понимание изложенной в ней информации.

Оформление диссертации выполнено в соответствии с требованиями действующих стандартов. Диссертационная работа написана технически грамотно, язык диссертации научный. Автореферат в полной мере отвечает содержанию диссертации.

Выводы и рекомендации, сделанные автором по результатам научно-исследовательской работы, точные и обоснованные. Легко прослеживается логическая связь между результатами исследований и выводами, а последовательность в суждениях подчеркивает высокий уровень владения соискателем методами проведения научных исследований.

В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылки на автора или источник заимствования, результаты научных работ, выполненных соискателем в соавторстве без ссылок на соавторов.

## **6 Замечания по диссертационной работе**

При ознакомлении с текстом работы были выявлены следующие недостатки:

1. Формулировка п.3 научной новизны не полно отражает суть новой технологии. В п.3 научной новизны сказано, что предложена новая

технология, заключающаяся в учете предложенного способа, в тоже время новый способ входит в п. 1 научной новизны.

2. Приведенная на рисунке 17 зависимость изменения температуры газоконденсатной смеси от длины трубопровода является частным случаем, т.к. на изменение температуры влияет также толщина и коэффициент теплопроводности тепловой изоляции, применяемой на трубопроводах СПГ.

3. На странице 35 пропущена ссылка на источник.

4. Отсутствует подтвержденное справкой внедрение в производственный процесс результатов работы.

5. В работе не приведен технико-экономический расчет, который мог бы подтвердить целесообразность применения вихревых труб. Следует полагать, что реализация на практике данной технологии будет технически сложно реализуемой и очень затратной.

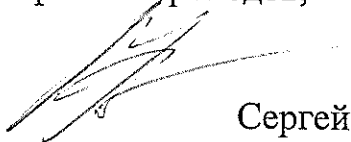
## **7 Заключение**

Приведенные замечания не снижают научной и практической значимости работы, поскольку не влияют на основные результаты работы, и носят рекомендательный характер для дальнейшей работы в данном направлении и соискателю лично.

Объем собранного материала, проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также продемонстрированный уровень владения соискателем методами научного познания свидетельствуют о том, что диссертация «Обоснование способа регулирования рабочей температуры трубопроводов для транспортировки сжиженной смеси углеводородов с газоконденсатных месторождений Восточной Сибири» является законченной научно-квалификационной работой, и соответствует требованиям пунктов 2.1 - 2.8 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм с

изменениями от 30.09.2020 приказ № 1270 адм, а ее автор - Махно Даниил Андреевич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.19 - Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Официальный оппонент,  
профессор кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
доктор технических наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», профессор



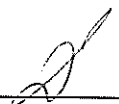
Сергей Владимирович Китаев

Китаев Сергей Владимирович, д-р техн. наук по специальности 25.00.19 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ)

Почтовый адрес: Республика Башкортостан, 450064, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, корп. 2.

тел.: +7 917 409 33 96, e-mail: Svkitayev@mail.ru

Подпись Китаева С.В. заверяю:

  
\_\_\_\_\_ начальник ОРП Дадаян О.А.

« 12 » 01 2017 г.