

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.11
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 11.09.2024 № 14

О присуждении Мартыненко Яне Владимировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование применения и выбор параметров газового эжектора в системах хранения сжиженного природного газа» по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ принята к защите 21.06.2024, протокол заседания № 6, диссертационным советом ГУ.11 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 03.07.2023 № 1024 адм, с изменениями от 31.08.2023 № 1193 адм, от 05.09.2023 № 1227 адм.

Соискатель Мартыненко Яна Владимировна, 13 января 1997 года рождения, в 2020 г. с отличием окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 21.04.01 Нефтегазовое дело.

С 01.10.2020 года по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры транспорта и хранения нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Работает ассистентом кафедры транспорта и хранения нефти и газа в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре транспорта и хранения нефти и газа в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Болобов Виктор Иванович**, федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра машиностроения, профессор.

Официальные оппоненты:

Медведева Оксана Николаевна – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело» Института урбанистики, архитектуры и строительства, профессор;

Зайцев Андрей Викторович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», образовательный центр «Энергоэффективные инженерные системы», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет»**, г. Самара в своем положительном отзыве, подписанном Стефанюк Екатериной Васильевной, доктором технических наук, профессором, заведующей кафедрой «Трубопроводный транспорт», и утвержденным Ненашевым Максимом Владимировичем, доктором технических наук, профессором, первым проректором – проректором по научной работе, указала, что защищаемые научные положения, рекомендации, выводы и заключения автора в достаточной степени аргументированы, а полученные соискателем результаты имеют высокую степень обоснованности и достоверности, что подтверждается проработкой отечественных и зарубежных источников и объемом экспериментальных исследований, продемонстрировавших сходимость с расчетами по общепринятым методикам.

Результаты диссертационной работы 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 издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 3 патента.

Общий объем – 2,81 печатных листа, в том числе 1,56 печатных листа – соискателя.

Публикации 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:

1. Болобов В.И. Экспериментальная установка для оценки возможности использования газового эжектора для утилизации отпарных газов / В.И. Болобов, **Я.В. Мартыненко** // Нефтегазовое дело. – 2022. – Т. 20. – № 5. – С. 140-148. DOI: 10.17122/ngdelo-2022-5-140-148. (ВАК № 1679 ред. 01.02.2022).

Соискателем разработана схема экспериментальной установки, моделирующая работу газового эжектора для утилизации отпарных газов СПГ.

2. Воронов В.А. Сравнительный анализ однофазного и двухфазного режимов транспортировки природного газа по трубопроводным системам / В. А. Воронов, **Я.В. Мартыненко**, М.Н. Назарова// Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – Т. 4. – № 4(58). – С. 28-34. (ВАК-МБД № 657 ред. 19.06.2017).

Соискателем произведен анализ трубопроводных систем для транспортировки природного газа в сжиженном и газоздушном состояниях.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Bolobov V. Experimental Determination of the Flow Coefficient for a Constrictor Nozzle with a Critical Outflow of Gas / V. Bolobov, Y. Martynenko, S. Yurtaev // Fluids. – 2023. – Vol. 8. – № 6 – P. 169. DOI: 10.3390/fluids8060169

Болобов В. Экспериментальное определение коэффициента расхода для сужающегося сопла при критическом истечении газа / В. Болобов, Я. Мартыненко, С. Юртаев // Флюиды. –2023. – выпуск 8. - №6 – С.169. DOI: 10.3390/fluids8060169

Соискателем исследовано истечение реального газа через сопло, как конструктивного элемента эжектора, и найден коэффициент расхода, учитывающий потери энергии при выходе газа через него.

4. Bolobov V. Improvement of the Liquefied Natural Gas Vapor Utilization System Using a Gas Ejector / V. Bolobov, Y.V. Martynenko, V. Voronov, I. Latipov, G. Popov // Inventions. – 2022. Vol. 7. №1 – P. 14. DOI: 10.3390/inventions7010014.

Болобов В. Усовершенствование системы утилизации паров сжиженного природного газа с применением эжектора / В. Болобов, Я. В.

Мартыненко, В. Воронов, И. Латипов, Г. Попов // Инновации. –2022. – выпуск 7. - №1 – С.14. DOI: 10.3390/inventions7010014.

Соискателем предложено техническое решение проблемы утилизации отпарного газа СПГ, заключающееся в использовании газового эжектора, в качестве рабочего тела которого используется природный газ высокого давления.

5. Martynenko Y.V. Use of liquid-gas ejector in liquefied natural gas (LNG) sampling system / Y.V. Martynenko, V.I. Bolobov, V.A. Voronov // E3S Web of Conferences. – 2021. Vol. 266. P. 10 DOI: 10.1051/e3sconf/202126601006

Мартыненко Я.В. Использование жидкостно-газового эжектора в системе отбора проб сжиженного природного газа (СПГ) / Я. В. Мартыненко, В. И. Болобов, В. А. Воронов // Веб-конференция E3S. –2021. – выпуск 266. - – С.10. DOI: 10.1051/e3sconf/202126601006

Соискателем предложена модернизация системы периодического отбора проб сжиженного природного газа (СПГ) путем внедрения жидкостно-газового эжектора в качестве альтернативы газовому компрессору.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

6. Патент № 2677022 Российская Федерация, МПКF17C 7/00 (2006.01), F25J 3/00 (2006.01). Способ сброса паров из резервуара сжиженного природного газа (СПГ): № 2018114589: заявл. 19.04.2018 : опубл. 15.01.2019 / Воронов В.А., Мартыненко Я.В.; заявитель СПГУ. – 8 с. : ил.

Соискателем предложен и обоснован способ сброса паров из резервуара сжиженного природного газа (СПГ), отличающийся тем, что снижение давления в резервуаре производится при отборе СПГ и избытка паров жидкостно-газовым эжектором.

7. Патент № 2770964 Российская Федерация, МПК F17C 13/00 (2006.01), F17C 1/00 (2006.01), F25J 3/00 (2006.01). Способ сброса паров из резервуара сжиженного природного газа (СПГ): № 2021118599 : заявл. 25.06.2021 : опубл. 25.04.2022 / Мартыненко Я.В., Болобов В.И.; заявитель СПГУ. – 6 с. : ил.

Соискателем предложен и обоснован способ отбора проб сжиженного природного газа (СПГ), отличающийся тем, что сжатие и закачка пробы в пробоотборник постоянного давления производится жидкостно-газовым эжектором за счет разницы давления потока СПГ.

8. Патент № 2716442 Российская Федерация, МПК G01N 1/14 (2006.01), G01N 1/24 (2006.01). Способ отбора проб сжиженного природного

газа (СПГ): № 2019135749 : заявл. 06.11.2019 : опубл. 11.03.2020 / Воронов В.А., Мартыненко Я.В.; заявитель СПГУ. – 9 с. : ил.

Соискателем предложен и обоснован способ утилизации отпарного газа из резервуара сжиженного природного газа (СПГ), отличающийся тем, что отвод отпарного газа из резервуара осуществляется газовым эжектором, в котором активной средой выступает природный газ высокого давления.

В диссертации Мартыненко Яны Владимировны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры транспорта углеводородных ресурсов ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», к.т.н. **С.Ю. Подорожникова**; профессора отделения нефтегазового дела Инженерной школы природных ресурсов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», д.т.н. **П.В. Буркова**; главного инженера проекта Управления капитального строительства ООО «Газпром СПГ технологии», к.т.н. **Е.Д. Карякиной**; заместителя начальника отдела организации НИОКР ВО «Газпром диагностика», к.т.н. **В.А. Воронова**; заведующего лабораторией Научно-технологического комплекса «Новые технологии и материалы» ФГАОУ ВО «СПБПУ», к.т.н. **А.С. Цветкова**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. В тест автореферата следовало бы включить полученное в диссертации уравнение, позволяющее рассчитывать коэффициент расхода сопла в зависимости от давления газовой среды, так как его значение оказывает значительное влияние на величину расхода активного потока для разработанной технологической схемы эжектирования (**к.т.н. С.Ю. Подорожников**);

2. В алгоритме расчета рабочих и геометрических параметров газового эжектора не обоснован выбор диапазона коэффициента эжекции в пределах от 0,1 до 1. (**к.т.н. С.Ю. Подорожников**);

3. Из материалов, представленных в автореферате не ясно обработаны ли результаты эксперимента на рисунках 7-8 методами статистической обработки экспериментальных данных (**д.т.н. П.В. Бурков**);

4. Измерение расхода активной среды производилось косвенным методом. (к.т.н. **Е.Д. Карякина**);

5. Не исследован параллельный подвод пассивной среды к соплу эжектора. (к.т.н. **Е.Д. Карякина**);

6. Учтено ли в алгоритме расчета эжектора влияние молекулярного состава отпарного газа на величину расхода? (к.т.н. **А.С. Цветков**);

7. В автореферате не отражено оказывает ли влияние качество механической обработки сопла на величину расхода активного потока. Исследовался ли этот аспект? (к.т.н. **А.С. Цветков**);

8. Автором утверждается, что зависимость расхода пассивного потока газа от давления и расхода активного практически отсутствует, что объясняется отсутствием влияния давления (в диапазоне до 10 МПа) на изменение вязкости газов и, как следствие, силы трения между потоками, смешиваемыми в эжекторе, однако, кроме давления в автореферате не приводятся сравнительные характеристики в зависимости от скорости (разности скоростей) движения сред и температур (разностей температур). (к.т.н. **В.А. Воронов**);

9. В работе выполнены расчеты и натурные опытные эксперименты, но не приводятся сведения о компьютерном моделировании процесса эжекции и прочностных расчетах системы. (к.т.н. **В.А. Воронов**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан научно-обоснованный метод расчета системы утилизации отпарного газа из резервуара СПГ с использованием газового эжектора;

предложен алгоритм расчета рабочих и геометрических параметров газового эжектора для утилизации отпарного газа из емкости хранения СПГ в замкнутый объем;

доказана принципиальная возможность аккумуляции газовой среды с помощью эжектора в замкнутый объем повышенного давления;

введено уравнение, позволяющее рассчитывать коэффициент расхода сопла в зависимости от давления газовой среды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:
доказаны положения, расширяющие границы применимости газовых эжекторов для утилизации отпарных газов СПГ;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** общенаучный подход, включающий анализ и аналогию при работе с литературными источниками, имитационное моделирование процесса эжекции при его расчете, эмпирическое исследование путем проведения эксперимента и формализацию при обработке результатов лабораторных испытаний;

изложены современные концепции и методические подходы к обеспечению снижения энергозатрат и повышению уровня экологической безопасности при утилизации отпарного газа, образующегося в процессе хранения СПГ в резервуарах;

раскрыто отсутствие влияния на эффект эжекции величины давления и расхода активного газового потока в эжекторе;

изучены существующие методы расчета газовых эжекторов с определением наиболее рациональных параметров конструкций;

проведена модернизация алгоритма расчета рабочих и геометрических параметров газового эжектора для утилизации отпарного газа из емкости хранения СПГ в замкнутый объем, обеспечивающего возможность определения входных параметров активной среды, исходя из давления на выходе из эжектора.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методические рекомендации по расчету термодинамических и геометрических параметров эжекторной установки для криогенных емкостей хранения;

определены рациональные параметры конструкции эжектора, обеспечивающие повышенную увлекающую способность пассивной среды активной;

создана система практических рекомендаций по разработке конструктивных схем для утилизации паров из криогенных емкостей хранения СПГ;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию эжектора, в котором сжатый поток природного газа, проходя сопло эжектора, сжижается в камере смешения, а отпарной газ, используемый в качестве пассивной среды, выступает в качестве дополнительного охладителя.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ обоснованы допущения, принятые при разработке экспериментальной установки, погрешности аппаратного оформления соответствуют I классу точности;

теория построена на общеизвестных законах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными, почерпнутыми из российских и зарубежных источников;

идея базируется на обобщении опыта эксплуатации резервуаров СПГ, а также на стратегии импортозамещения и политике декарбонизации в России;

использованы существующие технологические обвязки резервуаров СПГ, на основании которых предложена модернизированная технологическая схема утилизации паров СПГ в емкость с применением эжектора;

установлено качественное соответствие результатов экспериментов автора с представленными в независимых источниках, например, графика основной характеристики эжектора;

использован комплекс общепринятых методов анализа, подтвержденных сходимостью результатов расчета и эксперимента.

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа и обобщении существующих результатов в исследуемой области, разработке конструкции эжекторной установки, имитирующей процесс эжекции отпарного газа, проведении лабораторных исследований и обработке полученных данных.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Мартыненко Я.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 11.09.2024 г. диссертационный совет принял решение присудить **Мартыненко Я.В.** ученую степень кандидата технических наук за новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие значение для развития газовой отрасли.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Щипачёв
Андрей Михайлович

Фетисов
Вадим Георгиевич

11.09.2024 г.