

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

доктора технических наук, профессора Кузьбожева Александра Сергеевича на диссертацию Батырова Артура Магомедовича на тему «Разработка опорных конструкций надземных магистральных трубопроводов, снижающих влияние морозного пучения грунта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

### **1. Актуальность темы диссертации**

Одной из основных задач повышения надежности эксплуатации в многолетнемерзлых грунтах надземных магистральных нефтегазопроводов является обеспечение их устойчивого проектного положения, которое в первую очередь, определяется эффективностью применяемых опор, противодействующих силам морозного пучения.

При возникновении морозного пучения сваи существующих конструкций опор смещаются и теряют устойчивость, что ведет к нарушению проектного положения трубопроводов и необходимости проведения ремонтных работ, что является экономически невыгодным.

На Крайнем Севере ежегодно происходит большое число отказов и аварий на нефте- и газопроводах из-за выдавливания опор из грунта, вызванного морозным пучением грунта. В частности, на надземном магистральном газопроводе Мессояха- Норильск, введенном в эксплуатацию более 40 лет назад, протяженностью более 1 тыс. км на начальном этапе эксплуатации происходило большое число отказов, вызванных в том числе недостаточной надежностью опор, 90% которых было выполнено из дерева.

На современном этапе, для прокладки магистральных трубопроводов наиболее часто применяются опоры с дополнительными термостабилизаторами грунта. Основным недостатком таких опор являются риски развития вторичного морозного пучения грунта, которое может наблюдаться в условиях нестабильно мерзлого грунта, характерного для районов распространения очаговой мерзлоты.

Существует большое число конструкций опор, предназначенных для противодействия морозному пучению грунта, однако в силу многообразия условий и сложности учета всех воздействующих при морозном пучении

факторов, вопросы обеспечения устойчивого положения опор, продолжают оставаться актуальными

В этой связи, диссертационная работа А.М. Батырова, направленная на разработку альтернативных усовершенствованных конструкций опор для сооружения магистральных трубопроводов, позволяющих сохранить их проектное положение в условиях воздействия морозного пучения грунта, несомненно, является актуальной.

## **2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

В диссертационной работе автором проанализированы современные теоретические положения и достижения российских авторов по основным проблемам эксплуатации линейных участков надземных магистральных трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах и применяемых опорных конструкций.

Подробно рассмотрены существующие опоры надземных магистральных трубопроводов на многолетнемерзлых грунтах, выполнен анализ напряженного состояния трубопровода, возникающего под воздействием сил морозного пучения грунта. Также рассмотрены возможные технические способы устранения смещения опор трубопроводов при морозном пучении, отмечены их преимущества и недостатки, на основе чего автор делает вывод об отсутствии безопасных и эффективных способов сохранения проектного положения участков трубопроводов, обоснованно ставит цель и задачи исследования.

Результаты теоретических исследований основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин, диссертант грамотно использует математический аппарат, корректно оперирует техническими понятиями и терминами.

Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений заключается в достаточном объеме экспериментальных исследований, подтверждающих высокую точность результатов расчетов по разработанной математической модели, а также предлагаемых опорных конструкций трубопровода для снижения влияния морозного пучения грунта.

Обоснованность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований.

Экспериментальные исследования разработанных конструкций для подтверждения эксплуатации опор в многолетнемерзлых грунтах при воздействии сил морозного пучения автором производилась с использованием железобетонных клиньев с различными углами скоса, разрывной машины, мерзлых грунтов различного типа.

Экспериментальные исследования параметров вдавливания клина опоры в грунт для предотвращения смещения опоры под воздействием морозного увеличения объема грунта (разделы 4.1, 4.2 текста диссертации) выполнены корректно, результаты эксперимента удовлетворительно согласуются с результатами теоретических и экспериментальных исследований других авторов.

Таким образом, содержание текста диссертации подтверждает обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

### **3. Достоверность полученных результатов**

Достоверность основных положений диссертационной работы А.М. Батырова обеспечивается:

- глубоким анализом российских исследований, нормативной базы и достижений в области строительства опор нефтегазопроводов;
- применением достоверных методов планирования и проведения эксперимента;
- применением корректных современных математических методов обработки полученных экспериментальных результатов;
- публикациями автора в рецензируемых авторитетных отраслевых научных изданиях;

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что теоретические научные предположения и идеи автора подтверждены экспериментальными исследованиями.

### **4. Новизна полученных результатов**

Новыми научными результатами, полученными А.М. Батыровым, являются:

1. Разработана математическая модель для расчета критических напряжений грунта, проверенная экспериментально и необходимая для

расчета параметров процесса резания мерзлого грунта клином опоры, с учетом характеристик грунта и параметров предлагаемого клина опоры;

2. Получены математические зависимости, описывающие пространственное положение опоры трубопровода в процессе морозного пучения грунта и позволяющие определить величины усилия вдавливания клина в мерзлый грунт;

3. На основе теоретического анализа и экспериментальных исследований предложена обоснованная расчетным путем конструкция опоры и способ защиты несущей опорной конструкции надземного магистрального трубопровода от воздействий сил морозного пучения грунта;

4. На основе разработанной математической модели для расчета усилий вдавливания клина в грунты для устранения смещения опор трубопроводов и сохранения их проектного положения, был разработан автоматизированный алгоритм (программа для ЭВМ), позволяющий рассчитать параметры опор надземных магистральных трубопроводов, подверженных воздействию сил морозного пучения на многолетнемерзлых грунтах;

5. Определен минимально необходимый угол клина опоры трубопровода, при котором минимизируется величина усилий вдавливания в грунт, введен новый параметр, на основе которого возможна оценка использования опор с клином в условиях многолетнемерзлых грунтов;

6. Получены математические зависимости, позволяющие определить влияние геометрических параметров клина в разработанной конструкции опоры надземного магистрального трубопровода, обеспечивающей снижение воздействия сил морозного пучения грунта.

## **5. Значимость полученных результатов для науки и практики**

К наиболее существенным результатам диссертации А.М. Батырова, представляющим ценность для науки и практики, следует отнести следующие полученные и обоснованные в работе результаты:

1. При оценке потенциальной опасности смещения опор трубопровода, необходимо пересмотреть подход к применению опор при воздействии морозного пучения грунта, связанных с резанием мерзлого грунта. Проектирование надземных магистральных трубопроводов должно выполняться на основе разработанного алгоритма расчета опор надземных

магистральных трубопроводов, проложенных на многолетнемерзлых грунтах при воздействии сил морозного пучения.

2. Следует отметить нацеленность диссертационного исследования на решение практической задачи, возникшей в связи с отсутствием в практике опор готовых аналогов, удовлетворяющих требованиям их использования в эксплуатирующих организациях. В этой связи наиболее значимым практическим результатом, полученным А.М. Батыровым, является обеспечение надежности эксплуатации надземных магистральных трубопроводов, за счет применения предложенной автором конструкции опоры, имеющей конструктивные элементы для резания мерзлого грунта, эффективно противодействующей морозному пучению грунта и обеспечивающей сохранение проектного положения трубопровода.

Диссертация обладает высокой практической значимостью, что подтверждается разработанными конструкциями устройств для сохранения проектного положения трубопровода (патент РФ № 2781733 от 17.10.2022 и патенты на полезные модели РФ № 216684 от 20.02.2023 и РФ № 216414 от 02.02.2023), способом защиты несущей опорной конструкции надземного магистрального трубопровода от воздействий сил морозного пучения грунта с применением разработанных устройств (патент РФ № 2785329 от 06.12.2022) и программой для ЭВМ «Программа расчета опор надземных магистральных трубопроводов, проложенных на многолетнемерзлых грунтах в условиях морозного пучения» (свидетельство о государственной регистрации № 2023663247 от 21.06.2023).

Полученные в кандидатской диссертации результаты были внедрены на базе компании ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» (акт о внедрении результатов кандидатской диссертации от 13 апреля 2023 года).

## **6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы и восьми приложений, содержит 128 страниц текста, включая 58 рисунков, 14 таблиц и 150 наименования в списке литературы. Диссертация грамотно структурирована и проработана. Поставленные задачи решены и хорошо обоснованы по результатам проведенных экспериментов по воспроизведению разрезания грунта клином опоры трубопроводов на уменьшенных макетах и сопровождающему их

визуальному и измерительному контролю, с использованием современного измерительного оборудования.

В работе обосновывается постановка и целесообразность каждого этапа исследования, что свидетельствует о глубоком теоретическом осмыслении автором поднятых вопросов.

Основные излагаемые положения для облегчения восприятия иллюстрируют соответствующие рисунки, схемы, диаграммы. По каждой главе и работе в целом подведены итоги исследований.

## **7. Публикации, отражающие основное содержание работы**

Основное содержание диссертации отражено в 6 опубликованных научных трудах автора, в том числе в 2 статьях в ведущих рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, и в четырех патентах на изобретения и полезных моделей. Основные положения диссертационной работы представлялись, докладывались и обсуждались на 5 научно-технических конференциях и семинарах.

## **8. Соответствие содержания автореферата основным выводам диссертации**

Автореферат отражает основное содержание и выводы диссертационной работы, содержит теоретические и практические положения и разработки, ориентированные на совершенствование конструкций опор надземных магистральных нефтегазопроводов в условиях многолетнемерзлых грунтов при воздействии сил морозного пучения.

## **9. Основные замечания и рекомендации по диссертации**

По результатам рассмотрения диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Для оценки жесткости конструкции разработанных устройств автору было бы целесообразно провести расчетное и экспериментальное моделирование деформаций конструктивных элементов устройств под действием усилий, воздействующих на их несущие элементы в момент морозного пучения грунта.

2. Для повышения точности расчетных оценок автору было бы целесообразно провести расчетное и экспериментальное моделирование по оценке прочности адгезии грунта с железобетонным клином, которая будет оказывать влияние на точность расчета усилий вдавливания клина в грунт. Каким условиям должен удовлетворять клин в дополнение к углу скоса для разрушения мерзлого грунта?

3. Графические отображения распределения напряжений в трубопроводе, представленные на рисунке 2.11 (существующая конструкция опоры) и рисунке 2.12 11 (новая конструкция опоры) являются недостаточно информативными, отличия по уровню напряжений мало различимы.

4. В качестве средства резания грунта предлагается использовать железобетонные клинья опоры (рисунок 4.1), эффективная работа которых возможна, например, при угле скоса клина 30 градусов и грунтов с определенными характеристиками. Описание предела уменьшения угла клина при разрезании мерзлого грунта в тексте диссертационной работы отсутствует, также не рассмотрены другие виды грунтов.

5. В качестве емкости для грунта в эксперименте, автором использован стальной кусок трубы определенного диаметра. Анализ других вариантов диаметра емкости для эксперимента в тексте не представлен, при этом непонятно, как будет происходить процесс разрезания при параметрах емкости большего или меньшего диаметра.

6. Выполненное автором сопоставление опор для оценки предложенной конструкции не позволяет сделать однозначный вывод о значительных недостатках опор с термостабилизаторами. Поскольку в моделировании для сравнения выбраны опоры без термостабилизаторов, что при должном качестве выполнения, вероятно, позволит получить иные результаты.

Отмеченные замечания не снижают высокой научной и практической ценности диссертационного исследования, представленного А.М. Батыровым к защите. В ходе данного исследования получено новое техническое решение, имеющее важность для надежной эксплуатации надземного магистрального трубопровода, связанного с сохранением проектного положения трубопровода.

## 10. Заключение по диссертации

Диссертационная работа Батырова Артура Магомедовича на тему: «Разработка опорных конструкций надземных магистральных трубопроводов, снижающих влияние морозного пучения грунта», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, обладает актуальностью, научной новизной, теоретической и практической значимостью, соответствует паспорту научной специальности, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной задачи усовершенствования конструкций опор надземных магистральных нефтегазопроводов при воздействии сил морозного пучения в условиях многолетнемерзлых грунтов, что имеет существенное значение для повышения эффективности и безопасности применяемых опор при эксплуатации надземных магистральных нефтегазопроводов.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, 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 Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Батыров Артур Магомедович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 - Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Официальный оппонент,  
Начальник отдела Надежности и ресурса  
Северного коридора газотранспортной системы  
филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта,  
доктор технических наук,  
профессор



Кузьбожев Александр Сергеевич

01.08.2024г.



169300, Республика Коми, г.Ухта, ул.Севастопольская, д.1-а, 8(8216)73-63-66

Адрес электронной почты: [sng@sng.vniigaz.gazprom.ru](mailto:sng@sng.vniigaz.gazprom.ru).

Подпись А.С. Кузьбожева заверяю:

И.о. начальника отдела кадров,

трудовых отношений и

социального развития



Гладкова Янина Александровна