

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора **БУРКОВА Петра Владимировича** на диссертацию **КАЗАКОВОЙ Татьяны Ивановны** по теме: «Разработка методов оценки эффективности и восстановления теплоизоляции газопровода в мерзлых грунтах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

На рецензию представлена рукопись диссертационной работы объемом 159 страниц машинописного текста, включает 62 рисунка, 19 таблиц, библиографию из 138 наименований и два приложения.

1. Актуальность избранной темы

В отечественной практике накоплен большой опыт проектирования, сооружения и эксплуатации трубопроводов в условиях нестабильных, периодически оттаивающих и промерзающих грунтовых оснований, разработана нормативная документация, разработаны и опробованы различные типовые проектные решения.

В тоже время, некоторые вопросы, связанные с устойчивостью мерзлых грунтов, проработаны не в полной мере. В частности, недостаточно изучены процессы отепляющего техногенного воздействия теплых газопроводов на мерзлые грунты, а также интенсификации природных процессов вследствие нарушения естественных средств закрепления и тепловой защиты поверхности грунта, а также изменения режимов стока поверхностных вод, особенно в периоды активного снеготаяния.

Для снижения интенсивности отепляющего воздействия газопроводов на мерзлые грунты применяют технические решения, направленные на ограничение теплопереноса от транспортируемого продукта в мерзлый грунт, наиболее широко распространены теплоизолирующие покрытия,

Анализ имеющегося опыта применения теплоизоляционных конструкций для подземных трубопроводов показал, что для условий трассового применения оптимальным является использование сегментной кольцевой теплоизоляции из твердых вспененных материалов, таких как пенополиуретан или пенополистирол. Ключевым достоинством подобного решения является низкая влагоемкость материала, относительная простота монтажа, относительно низкие затраты на транспортировку вследствие малого веса отдельных сегментов.

При этом сегментная теплоизоляция газопроводов, имеет ряд недостатков, основным из которых является недостаточная проработка технологии закрепления отдельных сегментов, а также повышенная хрупкость материала, разрушающегося при точечном силовом воздействии. При повреждении устройств закрепления, между отдельными сегментами формируются зоны повышенной теплопроводности, снижающие эффективность теплоизоляционной конструкции в целом. Так же следует отметить полное отсутствие методов контроля состояния теплоизоляции при эксплуатации подземного газопровода.

Решение задач, направленных на совершенствование технологии тепловой защиты подземных газопроводов, позволит обеспечить их устойчивое состояние и сократить число отказов, обусловленных изменением тепловых режимов грунтовых оснований. Внедрение новых дистанционных методов оценки состояния теплоизоляции позволит обеспечить оперативное устранение нарушений, обусловленных отепляющим воздействием газопровода на мерзлые грунты.

Таким образом, диссертационную работу Казаковой Т.И. «Разработка методов оценки эффективности и восстановления теплоизоляции газопровода в мерзлых грунтах» следует считать актуальной.

2. Степень обоснованности защищаемых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.5 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», а именно области исследования по пунктам: 1 «Технологические процессы и технические средства для проектирования, сооружения, эксплуатации, теоретические и практические основы взаимодействия объектов трубопроводного транспорта с окружающей средой с целью создания высокоэффективных, энерго- и ресурсосберегающих, надежных, механически и экологически безопасных сухопутных и морских систем трубопроводного транспорта для добычи, сбора, подготовки, транспортировки и хранения углеводородов, распределения, газоснабжения и нефтепродуктообеспечения, а также других газовых, жидкостных и многофазных сред, гидро- и пневмоконтейнерного транспорта» и 4 «Методы и средства информационных технологий, моделирования, мониторинга, прогнозирования, интеллектуального инжиниринга и управления, автоматизации и роботизации, стандартизации и цифровизации технологических процессов проектирования, сооружения, эксплуатации,

диагностики, ремонта сухопутных и морских систем трубопроводного транспорта для добычи, сбора, подготовки, транспортировки и хранения углеводородов, распределения, газоснабжения и нефтепродуктообеспечения, а также других газовых, жидкостных и многофазных сред, гидро- и пневмоконтейнерного транспорта с целью повышения эффективности, надежности и безопасности использования отраслевого потенциала и ресурса трубопроводных конструкций».

Цель диссертационной работы четко сформулирована автором и раскрыта полностью. В том числе, разработан новый оригинальный метод определения состояния сегментной теплоизоляции подземного газопровода; разработана новая, ранее не применявшаяся схема трассового ремонта теплоизолированных участков газопроводов; предложена новая внешняя теплоизоляционная конструкция, устраняющая недостатки известных схем, разработан оригинальный метод долгосрочного прогнозирования изменения температурных режимов грунтов для различных тепловых режимов трубопроводной транспортировки природного газа.

Представленная работа обладает всеми признаками диссертационного исследования, а именно: написана автором самостоятельно, имеет внутреннюю целостность, подтверждает личный вклад автора диссертации в науку, содержит выдвигаемые для публичной защиты новые научные результаты и положения.

Положения, вынесенные на защиту, сформулированы четко и соответствуют содержанию разделов диссертации. В диссертационной работе автором установлены и обоснованы закономерности, определяющие особенности изменения тепловых режимов мерзлых грунтов, окружающих подземный теплоизолированный газопровод, учитывающие теплофизические характеристики грунтов, состояние теплоизоляции, тепловые режимы транспортировки газа, влияние климатических факторов.

Полученные результаты хорошо соотносятся с известными данными, полученными другими авторами, при проведении исследований по темам, аналогичным теме диссертации и в областях, смежных с областью трубопроводной транспортировки газа. Точность и достоверность полученных результатов обеспечена соблюдением известных установленных требований, норм и правил выполнения расчетно-экспериментальных подходов, а также использованием физических и расчетных моделей в необходимой и достаточной мере соответствующим фактическому объекту исследований.

Выводы основаны на результатах анализа полученных лично автором расчетных и экспериментальных данных, а также анализа информационных материалов в сфере проектирования, сооружения и эксплуатации подземных теплоизолированных газопроводов.

В результате анализа определено количественное совпадение данных, полученных на основании существующего опыта эксплуатации теплоизолированных газопроводов с данными физического и расчетного моделирования, с расхождением не более 10%.

Обоснованность полученных автором научных положений основана на строгом соблюдении разработанного плана экспериментальных исследований, проведении измерений в соответствии с требованиями метрологии и стандартизации, определении и подтверждении необходимого количества измерений и расчетных циклов, обработке результатов измерений установленными математическими методами, соответствия предлагаемых новых решений существующим требованиям в области исследований.

3. Достоверность защищаемых положений, выводов и рекомендаций

Положения, выводы и рекомендации, полученные при выполнении диссертационной работы и выносимые на защиту, достоверны. При наполнении теоретической части диссертационной работы учтены известные положения, представленные в нормативно-справочной документации и научных публикациях по теме исследования, также учтен существующий опыт проектирования, сооружения и эксплуатации подземных теплоизолированных трубопроводов.

При проведении диссертационных исследований автором выполнено сопоставление данных, полученных лично, с данными, полученными ранее другими исследователями и научными школами в аналогичных и смежных областях научного знания.

Оригинальность наполнения текстовой части диссертационной работы составляет 80%, цитирование выполнено в соответствии с установленными требованиями, с указанием ссылки на автора и источник заимствования, результаты научных исследований, полученные в соавторстве, содержат указание на соавторов.

4. Новизна научных положений, сформулированных в диссертационной работе

В диссертационной работе доказаны научные положения:

- установлена зависимость, связывающая интенсивность теплопередачи от источника тепла в мерзлый грунт через плоский образец теплоизоляции из экструзионного пенополистирола, и показатель относительной дефектности образца;
- разработан новый метод расчетного прогнозного моделирования теплового взаимодействия теплоизолированного газопровода и грунта околотрубного пространства, обеспечивающий повышение достоверности получаемых результатов, за счет определения краевых условий на границах расчетной модели на основании данных периодической термометрии грунта;
- определены критерии оценки состояния трубных теплоизоляционных сегментных конструкций из органических вспененных жестких материалов по показателям достаточности при фактических температурных режимах эксплуатации и эффективности по сравнению с бездефектным состоянием.

5. Практическое значение диссертационной работы

Разработан новый метод оценки фактической эффективности сборной теплоизоляции подземного газопровода в мерзлых грунтах, основанный на комбинированной интерпретации результатов расчетного моделирования и трассовых измерений границ оттаивания и промерзания грунта в контрольных сечениях; определены условия его практического применения. Сведения, полученные при реализации метода, должны учитываться при проведении уточняющих теплотехнических расчетов режимов эксплуатации газопроводов, установлении причин оттаивания мерзлого грунта на трассе газопроводов.

Разработаны рекомендации по сохранению существующего теплоизоляционного покрытия и методы его восстановления с применением специальных устройств для комплексной теплоизоляции и баллаستировки (патент на изобретение № 2823680 РФ, F16L 59/00, опубликован 29.07.2024), позволяющие оптимизировать технологию проведения ремонтных работ, обеспечить надежное закрепление теплоизоляции в течение всего срока эксплуатации, минимизировать риски оттаивания мерзлого грунта околотрубного пространства и, соответственно, повысить эксплуатационную надежность газопроводов.

Результаты исследования использованы при разработке СТО Газпром трансгаз Ухта «Методы восстановления устойчивости магистральных газопроводов при образовании эксплуатационных нарушений теплоизоляционных покрытий в многолетнемерзлых грунтах», опыт применения стандарта на практике показывает, что нормативный документ

может быть рекомендован для использования в других дочерних обществах ПАО «Газпром», имеющих в зоне ответственности подобные объекты.

6. Замечания по диссертационной работе

- при аналитической обработке результатов моделирования теплового взаимодействия в системе «околотрубный грунт – теплоизолированный газопровод» не представлен алгоритм перехода от визуализированных распределений температурных полей околотрубного пространства, полученных с помощью специализированного программного комплекса, к численным значениям площади талого, охлажденного и мерзлого грунтов модели, не представлена оценка погрешности в процессе конвертации результатов;
- при разработке метода оценки эффективности теплоизоляции газопровода недостаточно подробно представлено обоснование выбора расположения точек контроля определения положения границы оттаивания/промерзания грунта;
- не разработаны рекомендации по особенностям применения разработанного метода оценки эффективности теплоизоляции газопровода на объектах, не оборудованных системами геотехнического мониторинга;
- в тексте заключения диссертации имеется физическое повторение выводов по пункту 2.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Казаковой Татьяны Ивановны является самостоятельной и завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи по совершенствованию методов оценки эффективности и восстановления теплоизоляции газопровода в мерзлых грунтах, имеющей существенное значение для развития нефтегазовой отрасли РФ.

Диссертационная работа имеет внутреннее единство, содержит научные результаты, обладающие научной новизной и практической ценностью, включает расчетную часть исследований, свидетельствующую о корректном решении научных задач.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.5 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ» в части пунктов 1, 4.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 21 печатной работе, среди которых 7 – в ведущих рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки РФ, в том числе один патент на изобретение.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9 – 14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Казакова Татьяна Ивановна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ».

Официальный оппонент,

Доктор технических наук 2.6.17, профессор
Отделения нефтегазового дела Инженерной
школы природных ресурсов «Национального
исследовательского Томского политехнического
университета»

тел.: [REDACTED]

E-mail: burkovpv@tpu.ru; www.tpu.ru

Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом
30

Я, Бурков Петр Владимирович, автор отзыва,
даю согласие на включение своих персональных
данных в документы, связанные с работой
диссертационного совета и их дальнейшую
обработку.

Подписи заверяю

И.о. ученого секретаря

Национального исследовательского
политехнического университета

634050, Российская Федерация,

г. Томск, пр. Ленина, 30

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический
университет»

телефон: 8 (382) 260-63-33

факс: 8 (382) 260-63-33

<https://tpu.ru>, E-mail: tpu@tpu.ru

«_11_» ноября 2024 г.

Петр Владимирович Бурков

» ноября 2024 г

В.Д. Новикова