

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор

ООО НПО «Фундаментстройаркос»

Долгих Г.М.

21 “ апреля 2017 г.



## **ОТЗЫВ**

ведущей организации ООО НПО «Фундаментстройаркос» на диссертацию

**Паздерина Дмитрия Сергеевича** “Динамика теплового состояния многолетнемерзлых грунтов в основании заглубленного трубопровода с применением охлаждающих устройств (термостабилизаторов)”, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности:  
25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

### **1. Актуальность темы выполненной работы**

Диссертационная работа Паздерина Д.С. посвящена применению охлаждающих устройств различной конструкции. Прогноз теплового воздействия на многолетнемерзлые грунты от тепловыделяющих сооружений и термостабилизаторов является сложной комплексной задачей, которая позволяет на основании расчета температур грунтов производить расчеты несущей способности оснований и фундаментов и их деформаций. В случае если прогноз температур грунтов основания выполнен не корректно, это приводит к потере несущей способности грунтов основания и деформациям сооружений в процессе эксплуатации. Анализ применяемых в настоящее время программных комплексов показывает, что в существующих постановках задач отсутствует анализ корректности задания положения границ расчетной области, а также адекватности граничных условий реальным условиям теплообмена. В процессе выполнения прогнозных расчетов проектировщиками недостаточно подробно анализируется роль сезонных колебаний температуры на поверхности массива грунта и

воздействие этого фактора в формирование температурного поля в основании сооружения в различное время года. В принимаемых прогнозных расчетах не учитываются конструктивные особенности конструкции и изготовления оребрения конденсатора, которые могут заметно повлиять на радиус замораживания грунтов.

Необходимость решения поставленных вопросов с целью качественного улучшения методов геокриологического прогноза состояния грунтов основания трубопровода при подземном способе прокладки трубопроводов определяет актуальность темы диссертационной работы.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Разработать модель переноса тепла от внешней поверхности оребренного конденсатора термостабилизатора к атмосферному воздуху, учитывающую характеристики ребер и трубы в основании ребер, а также контактное термическое сопротивление, в случае биметаллического исполнения конденсатора.

2. Разработать способ выбора граничного условия на контакте поверхности массива грунта с атмосферным воздухом, а также выбора положения нижней границы расчетной области, обеспечивающих корректность постановки задач.

3. Провести анализ взаимного теплового влияния двух термостабилизаторов в трехмерной расчетной области.

4. Выполнить исследование теплового влияния термостабилизаторов на температурное поле многолетнемерзлых грунтов основания заглубленного трубопровода с учетом сезонных изменений параметров теплообмена на поверхности грунта.

5. Разработать физико-математическую модель совокупного теплового воздействия от заглубленного трубопровода, одиночного и групповых вертикальных термостабилизаторов, а также природных факторов с поверхности массива на многолетнемерзлые грунты основания трубопровода, позволяющую дать долгосрочный прогноз динамики их теплового состояния.

6. Разработать алгоритм и создать рабочую программу для проведения прогнозного теплотехнического расчета в системе “многолетнемерзлый грунт – подземный трубопровод – система термостабилизаторов – окружающий воздух”.

7. Обосновать корректность разработанной модели и метода расчета на основе сопоставления численных расчетов с известными решениями для некоторых частных конструктивных исполнений прокладки трубопровода.

## **2. Научная новизна результатов исследований**

Научная новизна исследований состоит в алгоритме учета конструкции обребрения конденсатора одиночного вертикального термостабилизатора применительно к скорости ветра. Введено понятие конструкций более эффективных при высоких и низких скоростях ветра («высокоскоростного» и «низкоскоростного»).

Выполнено обоснование граничных условий на верхней поверхности массива грунта и на контакте испарителя термостабилизатора с грунтом обеспечивающих корректность постановки задачи прогноза состояния грунтов в основании сооружений и существенно повышающих точность прогноза.

Разработана новая методика прогнозирования теплового состояния грунтов в системе «многолетнемерзлый грунт – заглубленный трубопровод – система термостабилизаторов – окружающий воздух».

## **3. Достоверность полученных результатов**

Достоверность результатов обеспечена достаточной обоснованностью принятых допущений с применением фундаментальных уравнений теплофизики. Результаты, полученные численными методами, подтверждаются их сходимостью с известными для частных случаев аналитическими и иными известными зависимостями.

## **4. Значимость полученных результатов для науки**

Результаты апробации по теме работы свидетельствуют о хорошем качестве выполненных исследований. По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 5 работы в изданиях входящие в перечень ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук.

## **5. Значимость полученных результатов для производства**

Способ описания переноса тепла через конденсатор термостабилизатора позволяет учитывать не только геометрические и теплофизические характеристики

ребрения, но и технологические особенности его изготовления, в частности - исключение дополнительных термических сопротивлений к корпусу термостабилизатора.

Разработанные вычислительные методы повышают надежность и точность прогнозных тепловых расчетов заглубленного трубопровода в криолитозоне при проектировании термостабилизации грунтов и конструктивных схем укладки трубопровода.

Разработанные инструменты позволяют прогнозировать температуры многолетнемерзлых грунтов на весь срок эксплуатации трубопровода, что позволяет заблаговременно выделить проблемные участки и наметить проектные работы по созданию сети мониторинга вдоль трассы трубопровода.

## **6. Основное содержание диссертации**

Представленная диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа содержит 204 страницы машинописного текста, 129 рисунков, 9 таблиц и списка литературы из 148 наименований.

**Во введении** обоснованы актуальность темы исследования, сформулирована цель и задачи диссертации.

**В 1 главе** дается обзор работ, посвященных существующим методам понижения температуры многолетнемерзлых грунтов оснований с целью повышения их несущей способности, в том числе с использованием вертикальных естественно-конвективных парожидкостных охлаждающих устройств (термостабилизаторов).

**Во 2 главе** сформулирована задача теплообмена внешней поверхности конденсатора термостабилизатора с атмосферой. Описана разработанная методика расчета коэффициента теплоотдачи монометаллической ребренной трубы. Установлен коэффициент для определения скорости ветра в сечении между ребер в зависимости от геометрических размеров конденсатора. Описан алгоритм расчета биметаллической ребренной трубы конденсатора термостабилизатора. В конце главы представлены результаты расчетов по разработанной модели.

**В 3 главе** приводится методика численного решения двумерной нестационарной задачи теплового взаимодействия одиночного термостабилизатора с окружающим грунтом в цилиндрической системе координат с учетом неоднородности геологического строения окружающей породы, сезонного изменения условий на поверхности грунта во времени, зависимости теплоемкости и теплопроводности от температуры, фазовых переходов грунтовой влаги. В главе предложен алгоритм выбора параметров теплообмена на верхней границе расчетной области, а также способ определения положения нижней границы расчетной области.

**В 4 главе** представлены решения некоторых прикладных задач с применением разработанной методики. Содержатся исследования теплового взаимодействия двух вертикальных термостабилизаторов в трехмерном пространстве. Представлено решение общей задачи - расчет динамики температурного поля в многолетнемерзлых грунтах основания заглубленного трубопровода, проложенного с использованием термостабилизаторов, на весь срок его эксплуатации.

**В заключении** содержатся основные результаты и выводы

**По работе имеются замечания.**

- 1) В расчетах по определению эффективности ребра:
  - не указан тип антикоррозионного покрытия стального оребрения;
  - не учтено загрязнение оребрения в процессе эксплуатации;
- 2) При расчете коэффициента теплопередачи конденсатора и последующих расчетах распределения температур грунтов не приведена марка хладагента которым заправлен термостабилизатор, для которого проводились расчеты.
- 3) В математической модели не учтены внутренние потери в термостабилизаторе.
- 4) Не выполнены расчеты распределения температур грунтов при замораживании талых и пластичномерзлых грунтов.

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором в дальнейших публикациях по теме исследования.

## **7. Заключение**

Диссертационная работа Паздерина Дмитрия Сергеевича – «Динамика

теплового состояния многолетнемерзлых грунтов в основании заглубленного трубопровода с применением охлаждающих устройств (термостабилизаторов)», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является актуальной научно-квалификационной работой, имеющей практическое применение.

Все исследования выполнены на достаточно высоком уровне, диссертационная работа является законченным исследованием. Работа написана литературным языком, грамотно, стиль изложения доказательный. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры, подробные расчёты. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует, на наш взгляд, пункту 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», ВАК Минобрнауки России. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Паздерин Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Диссертационная работа заслушана на заседании научно-технического совета ООО НПО «Фундаментстройаркос», «20» апреля 2017 г, протокол № 3

Председатель технического совета  
главный инженер  
ООО НПО «Фундаментстройаркос»  
кандидат технических наук



Окунев С.Н.

ООО НПО «Фундаментстройаркос»  
625014 Тюменская область, г. Тюмень  
Ул. Новаторов, д. 12  
Тел. +7 (3452) 271067  
www.npo-fsa.ru  
Okunev@npo-fsa.ru

Паздерин С.А. Окунев С.Н.  
заверяю  
специальность  
Т.А. Окушев  
кадров

