ОТЗЫВ

Официального оппонента

На диссертационную работу Душеновой Умут Джумаказыловны «Аналитико-численное решение задач теплопереноса» представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкостей, газа и плазмы

Актуальность темы диссертации

Строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений в условиях высокогорья и вечной мерзлоты требует проведения специализированных научных и прикладных исследований, направленных на обеспечение их надежности и безопасности. Одним из ключевых факторов, влияющих на устойчивость подобных сооружений, является температурный режим.

Исследование температурного режима гидротехнических объектов имеет критическое значение не только для обеспечения их технической безопасности, но и для охраны окружающей среды. В частности, таяние мерзлого грунта под основанием хвостохранилищ и плотин золоторудных предприятий может привести к фильтрации токсичных веществ, включая цианиды, в окружающую среду. Это представляет угрозу для подземных, грунтовых и поверхностных вод, а также может вызвать деформации оснований и потерю устойчивости сооружений, вплоть до их разрушения. Подобные последствия сопряжены с серьезным экономическим ущербом и риском для жизни людей.

В связи с этим исследование процессов термодинамического воздействия на мерзлые грунты в зоне влияния гидротехнических сооружений приобретает особую актуальность.

Настоящая работа посвящена изучению процесса таяния вечномерзлого грунта с использованием аналитико-численных методов. Такой подход позволяет эффективно решать задачи долгосрочного прогноза, определять время перехода к стационарному температурному режиму, а также выполнять идентификацию неизвестных параметров математической модели, включая коэффициенты температуропроводности и теплообмена.

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

Исследования, представленные в диссертационной работе, выполнены соискателем на высоком научно-теоретическом уровне. Автором корректно применены современные научные методы анализа и обоснования полученных результатов, выводов и практических рекомендаций.

В ходе работы проведено всестороннее изучение и критический анализ существующих теоретических подходов к моделированию температурно-фильтрационных процессов в мерзлых грунтах, включая как классические, так и современные аналитические и численно-аналитические методы. Особое внимание уделено моделям теплопереноса, учитывающим фазовые переходы,

И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова
КИРУУЧУ № 7/25
"11" 02

нелинейность коэффициентов теплофизических свойств, а также влияние фильтрационных потоков на динамику температурного поля.

Соискателем обоснована применимость выбранного аналитико-численного подхода для решения задач, связанных с прогнозом состояния мерзлого основания гидротехнических сооружений. Проведено сравнение с результатами других авторов, выявлены ограничения и преимущества существующих методик, что позволило усовершенствовать подход к решению задачи таяния мерзлого грунта в реальных инженерно-геокриологических условиях.

Диссертация представляет собой самостоятельное и завершенное научное исследование, обладающее практической значимостью для проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях вечной мерзлоты.

Для достижения целив процессе работы над диссертацией были решены следующие задачи:

- разработана методика численно-аналитического определения температуры, коэффициентов температуропроводности и теплообмена на основе решения математической модели теплопереноса с использованием данных натурных наблюдений. В отличие от традиционных экспериментальных методов, сопровождающихся значительными погрешностями, предлагаемый подход направлен на повышение точности идентификации тепловых параметров.
- анализ процесса таяния мерзлого грунта с учетом и без учета фильтрации под основанием водоема с применением аналитико-численных методов. Особое внимание уделяется влиянию фильтрации на температурный режим и глубину протаивания.
- построено аналитическое решение модели конвективного теплопереноса в мерзлых грунтах при различных граничных условиях. Определено время перехода к стационарному режиму и глубины таяния в указанный промежуток времени с использованием графических методов.
- оценено влияния начальных условий на переход к стационарному режиму теплопереноса в мерзлом грунте. На основе численного анализа построенных аналитических решений выявляется степень зависимости финального теплового режима от начальных температурных распределений.
- сделан сравнительный анализ математических моделей процесса таяния мерзлого грунта с учетом фазового перехода (задача Стефана) и без него. Граница таяния рассматривается как нулевая изотерма в модели конвективного теплопереноса. Оценивается корректность и применимость каждой модели к инженерной практике.

3.Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Диссертация соответствует поставленной цели, сформулированным задачам, а также полученным результатам и выводам. Степень научной новизны достаточна для присуждения ученой степени кандидата наук и проявляется в ряде аспектов представленного исследования.

К числу научных результатов, полученных лично автором, относятся:

- разработка и применение предложенной методики к решению различных задач теплопереноса;
- проведение комплексных исследований, анализ полученных данных, формулировка обоснованных выводов и публикация научных статей;
- установление времени перехода к стационарному режиму при различных условиях;
- формирование рекомендаций по выбору упрощённой математической модели на основе анализа аналитических решений и численных результатов, полученных при исследовании различных математических моделей.

4.Научная и практическая значимость результатов диссертации.

Предложенные подход и алгоритм могут служить основой для решения прикладных задач, связанных с обеспечением температурного режима сооружений, расположенных в зоне вечной мерзлоты, с учётом различных климатических факторов. Это особенно важно при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Результаты расчета внедрены в ОсОО Научно-проектная лаборатория «Устойчивости геотехнических объектов» также полученные результаты можно использовать в учебном процессе в качестве специального курса для старших курсов, магистрантов и аспирантов соответствующих направлений, а также использовать в изучении дисциплины «Математическое моделирование», «Прикладные задачи в математике».

5. Апробация работы

Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, были представлены на ряде международных, республиканских научных конференций и семинаров, в том числе:

- Научно-практические конференции Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова (г. Бишкек) — 2010, 2012, 2016, 2019, 2020 гг.;
- Международная научно-техническая конференция молодых ученых «Инновация — вектор для молодежи» КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, 2014 г.;

- Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы механики сплошных сред», Институт геомеханики и освоения недр НАН КР, г. Бишкек — 2012, 2024 гг.;
- Международная научно-практическая конференция «Научные основы стратегии развития АПК», г. Волгоград, 2014 г.;
- Международная научно-практическая конференция, посвящённая 65-летию КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, 2019 г.;
- Международный научный форум «Мировая наука и современные вызовы в эпоху глобализации и цифровой трансформации», г. Бишкек, 2023 г.;
- VII Всемирный конгресс математиков тюркского мира, г. Туркестан, 2023 г.;
- Международная научная конференция «V Борубаевские чтения», г. Бишкек, 2024 г.;
- XIV Международный научный форум «Перспективные задачи инженерной науки», г. Москва, 2023 г.;
- Международная научная конференция по современным проблемам прикладной науки и техники, «Труды конференции» Самарканд 2024 г.
- 1 статья опубликована в научном журнале, индексируемом в базе данных Scopus;10 статей — в изданиях, входящих в Российский индекс научного цитирования (*РИНЦ*);
- остальные материалы — в сборниках трудов конференций.

6. Структура и объем диссертации

Работа выполнена на научно-техническом уровне достаточном для кандидатских диссертаций и состоит из введения, четырех глав, выводов, содержит 106 страниц машинописного текста, в том числе 22 рисунка, 3 таблицы и 128 наименований списка использованной литературы.

7. Замечания по диссертационной работе

Соискательница учла и полностью устранила все замечания, высказанные по результатам предварительного рассмотрения. Работа выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным исследованиям.

Общее заключение по работе:

В диссертационной работе Душеновой У.Дж. решена актуальная научно-техническая задача, связанная с аналитико-численным исследованием процессов теплопереноса в условиях многолетнемерзлых грунтов.

Представленный автореферат в полной мере отражает содержание и основные результаты диссертационного исследования.

Диссертационная работа на тему «Аналитико-численное решение задач теплопереноса» выполнена в соответствии с требованиями «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Высшей аттестационной комиссии

Кыргызской Республики, отвечает установленным критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На основании изложенного считаю, что Душенова Умут заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 — «Механика жидкости, газа и плазмы».

доктор физико-математических наук,
ассоциированный профессор
кафедры «Математическое и компьютерное
моделирование» университета Аль-Фараби А.О.Бекетаева