

Отзыв

официального оппонента на диссертацию П.И. Котова "Компрессионное деформирование прибрежно-морских мерзлых грунтов при оттаивании (Европейский Север России, Западная Сибирь)", представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение, грунтоведение»

Изучение закономерностей поведения исходно мерзлых грунтов на объектах хозяйственной деятельности человека составляет одно из актуальных направлений современного мерзлотоведения. Рецензируемая работа посвящена исследованию деформирования оттаивающих дисперсных отложений в зависимости от внешних условий и разработке на этой основе экспресс-методики определения деформационных характеристик и осадок.

Диссертация общим объемом 149 стр. состоит из введения, шести глав, списка литературы из 133 наименований (в том числе 43 на английском языке) и приложение.

Во введении традиционно формулируются цель и задачи работы, приводятся основные результаты и защищаемые положения.

В главе 1 проводится анализ исследований в области деформаций оттаивающих грунтов. Критически рассмотрена обширнейшая отечественная и зарубежная литература, посвященная процессам при оттаивании и уплотнении грунтов, методам прогноза осадок, методикам определения механических свойств. При этом рассмотрены основные теоретические представления о формировании осадок оттаивающих грунтов под нагрузкой. Отсутствие обобщенных корреляционных зависимостей автор справедливо объясняет влиянием многих факторов, практически не поддающихся количественному определению. Известные теоретические зависимости могут быть полезны при проведении предварительных оценок.

В этой же главе описаны лабораторные приборы и оборудование для экспериментального исследования деформационных характеристик грунтов в условиях плоскопараллельного и всестороннего оттаивания.

К сожалению, смысл этой части работы трудно понять без описания методики испытаний, приведенной в 3 главе. В целом, материалу первой главы недостает последовательности. На взгляд оппонента, для обоснования цели исследований здесь следовало рассмотреть основные направления работы.

Выводы же по первой главе представляются, в основном, логичными для сформулированных цели и задач исследований.

Глава 2 включает характеристику генезиса и свойств грунтов по регионам отбора проб. Впечатляет территориальный охват регионов России: Таз-Енисейская область, Ванкорская возвышенность, Анадырский лиман, прибрежная Ямала в районах Харасавейского и Бованенковского НГК месторождений, Ненецкий автономный округ Архангельской области. Всего испытано более 430 образцов ненарушенного строения, представленных плейстоценовыми отложениями различного гранулометрического состава и генезиса. Приведены основные характеристики исследованных образцов.

Влияние условий оттаивания (плоскопараллельного и всестороннего) на результаты лабораторных испытаний изучалось на так называемых "модельных" грунтах (350 опытов с песком, супесью и суглинком). В связи с существенным влиянием плотности и влажности на свойства оттаивающих отложений выполнена статистическая обработка экспериментальных данных. Для влажности коэффициент вариации не превышал 3%, а для плотности 1%.

В третьей главе описывается методика исследований и обработки опытных данных.

За основу принята стандартная методика определения деформационных характеристик оттаивающих грунтов, основанная на принципе линейной

зависимости относительной осадки от напряжения. Такой подход дает возможность учесть влияние условий оттаивания (одностороннего и всестороннего) и, что особенно важно, использовать результаты исследований при инженерных изысканиях.

Детально рассматривается методика приготовления образцов и обработки опытных данных. Получены кривые тарировки приборов. Трехкратная повторность опытов обоснована расчетом необходимого объема выборки. Параллельно при участии автора разработана методика построения реологических кривых мерзлых и оттаивающих грунтов по данным испытаний вдавливанием сферического штампа. На этой основе выполнено около 200 определений коэффициента динамической вязкости оттаивающих грунтов.

Для оценки влияния условий оттаивания образцов на результаты экспериментальных определений использовалось также математическое моделирование тепловых и механических процессов по программе «Termoground».

К использованию тепловой части программы нельзя не предъявить ряд вопросов и претензий. Прежде всего, исходное уравнение (3.9), по меньшей мере, некорректно. Коэффициент теплопроводности грунта λ в процессе опытов изменяется в 2-4 раза. По этой причине правую часть уравнения нельзя представлять в виде оператора Лапласа, умноженного на постоянную величину. Возможно, в программе «Termoground» данное противоречие устраняется, но из текста диссертации это понять невозможно. Кроме того, в упомянутой программе используется понятие эффективной теплоемкости, считывающей фазовые превращения в спектре температур. Поскольку в диссертации нет ссылок на кривые незамерзшей воды, читатель вынужден полагать, что весь процесс должен сводиться к классической задаче Стефана. По мнению оппонента, данная часть работы просто излишня. Вполне

достаточно было сравнить экспериментальные значения осадок для опытов с односторонним и всесторонним оттаиванием образцов грунта.

В этой же главе (параграф 3.3) проводится обзор наиболее известных параметрических уравнений ползучести мерзлого грунта. Выполнены расчеты осадок по данным уравнениям на всех ступенях уплотняющих нагрузок. Прогнозные величины сопоставлены с опытными данными. Кроме того, исследовался ход осадок на трех ступенях уплотнения оттаявших грунтов. Экспериментальные данные сравнивались с прогнозами деформаций на последующих ступенях по степенной, логарифмической и мелко-линейной зависимостям.

Следует отметить, что использование параметрических уравнений для прогноза ползучести оттаивающих грунтов рассматривается автором впервые. Подходы к проведению экспериментальных исследований, выбору прогнозных уравнений и определению их параметров достаточно убедительно обоснованы, в том числе статистической оценкой результатов.

Главным результатом 3 главы следует признать новую комплексную экспресс-методику прогноза осадок.

В главе 4 приводится сравнительный анализ результатов определения коэффициентов оттаивания и сжимаемости в условиях одностороннего и всестороннего оттаивания. Рассмотрены результаты испытаний песков, супесей и суглинков, отличающихся по своему строению и свойствам. Особое внимание уделено оценке достоверности полученных данных. Разброс экспериментальных данных оказался меньше утроенного среднего квадратического отклонения от нормального закона распределения.

Выявлено влияние условий оттаивания на деформационные характеристики, в частности, более высокие значения коэффициентов оттаивания наблюдаются при всестороннем оттаивании, а коэффициент сжимаемости больше в условиях одностороннего оттаивания.

Значения t-критерия распределения Стьюдента меньше критической величины для всех видов грунтов. Это позволяет сделать важный практический вывод о возможности использования, как одностороннего, так и всестороннего оттаивания для определения деформационных характеристик грунтов на стадии инженерных изысканий.

Интересным представляется построение реологических кривых по результатам вдавливания шарикового штампа. Сопоставление полученных значений коэффициента динамической вязкости для мерзлых и оттаивающих грунтов позволяет решать прогнозные уравнения, составленные на основе моделей вязко-упругого деформирования.

В пятой главе описаны результаты исследований напряженно-деформированного состояния оттаивающих грунтов при помощи математического моделирования.

Автор провел так называемые "модельные" исследования по программе «Termoground» для образцов супеси и суглинка в условиях одностороннего и всестороннего оттаивания. Результаты расчетов сопоставлялись с экспериментальными данными, полученными при компрессионных испытаниях. Фактические осадки оказались в 1,5÷4 раза выше расчетных. По всей вероятности и механическая часть программы способна отразить лишь качественные закономерности моделируемых процессов.

Большой интерес вызывает сравнение деформационных характеристик оттаивающих грунтов, полученных многими авторами (В.П. Ушкалов, П.Д. Бондарев, Г. В. Порхаев, Г. М. Пахомова, В. В. Докучаев, В. Д. Пономарев, А. А. Колесов, А. И. Золотарь) в полевых и лабораторных условиях.

Глава 6 посвящена прогнозу деформаций оттаивающих грунтов. По экспериментальным определениям осадок на каждой ступени уплотнения автор строил кривые ползучести. Параллельно для ступеней 4 и 5 кривые

ползучести рассчитывались по формулам, рассмотренным в главе 3. Наиболее близкие расчетные и опытные значения осадок получены при использовании прогнозного уравнения, предложенного С. С. Вяловым на основе теории старения. Установлено, что расчет по данным только трех ступеней нагружения приводит к большой погрешности. Поэтому для получения более достоверных результатов необходимо использовать четвертую и пятую ступени.

Значения коэффициентов оттаивания вне зависимости от вида грунта отличались от экспериментальных данных не более, чем на 10%. Разница между расчетными и опытными определениями коэффициента сжимаемости более существенна – 25- 30%.

Проведен корреляционный анализ связи основных свойств грунта с прогнозируемой деформацией. Для коэффициента оттаивания установлена высокая корреляция с исходными физическими свойствами мерзлых грунтов, а коэффициент сжимаемости коррелирует с ними слабо. Регрессионный анализ выполнен по критериям Фиша и Стьюдента. Получены регрессионные уравнения для песка, супеси и суглинка. Их достоверность и абсолютная погрешность проверена по методике, рекомендуемой СНиПом 2.02-04. Автор подчеркивает, что полученные уравнения могут использоваться только для предварительной оценки осадки грунтов при оттаивании, так как они не учитывают влияние структуры, текстуры грунта, условий оттаивания. В заключение предложена методика экспресс-оценки осадок грунтов при сокращенном периоде испытаний, в условиях одностороннего и всестороннего оттаивания.

Говоря о работе в целом, хочется, прежде всего, отметить:

- комплексный характер проведенных исследований;
- охват широкого круга актуальных проблем современного инженерного мерзлотоведения;
- полученные закономерности компрессионного деформирования в условиях

одностороннего и всестороннего оттаивания, что имеет практический интерес для определения деформационных характеристик оттаивающих грунтов при инженерных изысканиях;

- полноценный анализ опубликованной литературы по теме диссертации;
- очень большой объем экспериментов и теоретических оценок, касающихся механики и теплофизики оттаивающих грунтов.

Нельзя не упомянуть об установленных на основе регрессионного анализа зависимостях деформационных характеристик оттаивающих грунтов от их состава и строения.

К сожалению, композиционно-редакционная сторона работы заслуживает серьезной критики. Составные части основных направлений разбросаны по всему объему диссертации, что вызывает повторы, затрудняет оценку поставленных задач и достигнутых результатов. Относительно редакционных недочетов приведу в качестве примера заголовки таблицы 2.1: " Диапазон значений показателей плотности, влажности, пластичности...". Текст изобилует пояснениями к общепринятым терминам и определениям в ущерб четкому описанию новых положений.

Приведенные недостатки не могут повлиять на общую положительную оценку работы. Диссертация «Компрессионное деформирование прибрежно-морских мерзлых грунтов при оттаивании (Европейский север России, Западная Сибирь)» отвечает требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор П.И.Котов заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Результаты работы рекомендуется использовать при инженерно-геологических изысканиях под объекты строительства на территории криолитозоны.

Автореферат и публикации полностью отражают основные положения диссертации.

Гл. научный сотрудник
Института геоэкологии РАН, д.г.-м.н.,
профессор, засл. деятель науки РФ



«17» сентября 2014 г.

Подпись Перлыштейна Г.З. заверено Додоновой Т.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН)

Уланский переулок, дом 13, строение 2, а/я 145

Москва, 101000

Телефон: +7 495 623-31-11

Факс: +7 495 623-18-86

direct@geoenv.ru