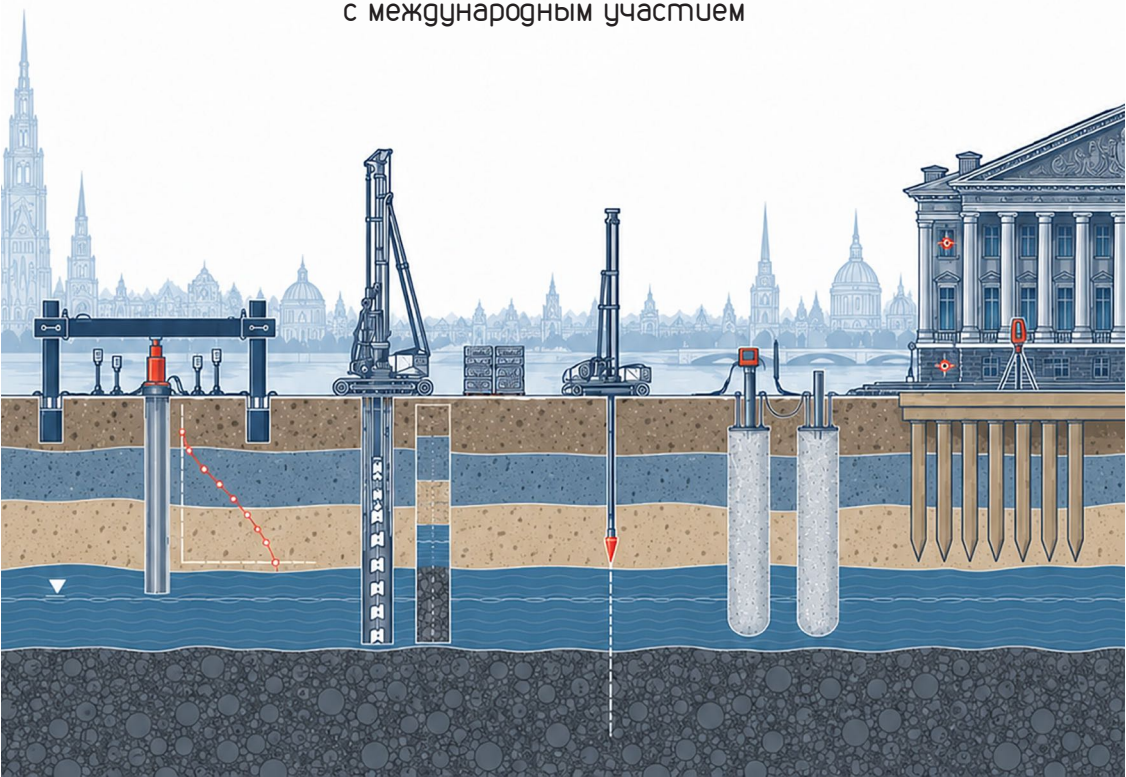
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Сборник тезисов Национальной (Всероссийской) научно-технической конференции с международным участием



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Сборник тезисов Национальной (Всероссийской)
научно-технической конференции
с международным участием

Санкт-Петербург
2026

УДК 624.131

Современные методы проектирования, подземного строительства и реконструкции оснований и фундаментов : сборник тезисов Национальной (Всероссийской) научно-технической конференции с международным участием ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2026. – 131 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1531-7

Включены 76 аннотаций статей по основным направлениям геотехники: методы аналитических и численных расчетов оснований и фундаментов, их конструкций и технологий их устройства; актуальные вопросы механики грунтов и инженерной геологии, проектирования и строительства в условиях промерзающих и вечномерзлых грунтов, представленных авторами из 27 городов России, Беларуси, Казахстана, Азербайджана и Сирии.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:
д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. РААСН *Р. А. Мангушев* (председатель);
д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой геотехники *А. И. Осокин*;
д-р техн. наук, профессор кафедры геотехники *Л. Н. Кондратьева*;
ст. преподаватель кафедры геотехники
Ф. Н. Калач (ответственный секретарь)

ISBN 978-5-9227-1531-7

© Авторы статей, 2026
© Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2026



ПРЕДИСЛОВИЕ

Научные общероссийские конференции по геотехнике в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете (СПбГАСУ), организованные кафедрой геотехники, стали хорошей традицией, поддерживаемой многими геотехниками, инженерами-строителями и изыскателями России и ряда зарубежных стран.

Нынешняя конференция открывается докладом профессора Мангушева Рашида Абдулловича по основным достижениям научной школы кафедры геотехники СПбГАСУ и ее научно-методического обеспечения с начала 2000-х годов.

Обзор и анализ выполненных кафедрой сложных геотехнических объектов сделаны нынешним заведующим кафедрой, заслуженным строителем Российской Федерации, доктором технических наук, доцентом Осокиным Анатолием Ивановичем.

Настоящий сборник содержит 76 аннотаций статей по основным направлениям геотехники: методы аналитических и численных расчетов оснований и фундаментов, их конструкций и технологий их устройства, актуальные вопросы механики грунтов и инженерной геологии, проектирования и строительства в условиях промерзающих

и вечномерзлых грунтов, представленных авторами из 27 городов России, Беларуси, Казахстана, Азербайджана и Сирии.

Сборник открывают два пленарных доклада; остальные аннотации докладов разделены на пять основных разделов.

В разделе 1 «Теория и практика аналитических и численных расчетов при проектировании оснований и фундаментов зданий и сооружений» представлено 15 аннотаций докладов. Большое внимание в нем уделено актуальным вопросам механики грунтов, аналитическим и численным расчетам фундаментных конструкций, порядку и особенностям проектирования различных типов оснований и фундаментов.

Раздел 2 «Расчет, проектирование и устройство свай и свайных фундаментов» включает 6 аннотаций докладов, в которых представлены исследования по проектированию и расчету свай и свайных фундаментов различных типов.

Раздел 3 «Методика и результаты лабораторных, модельных и натурных исследований работы грунтов оснований и фундаментов. Геотехнический мониторинг» содержит описание, методики и результаты лабораторных и экспериментальных исследований. Особую ценность представляют доклады с сопоставлением результатов экспериментов с материалами аналитических и численных методов расчета, а также сравнение мониторинга с результатами предварительных расчетов. По данной тематике представлено 9 аннотаций докладов.

Анализу грунтовых условий, инженерно-геологическим изысканиям, их интерпретации и совершенствованию, вопросам расчетов и проектирования фундаментов и подземных конструкций в особых и региональных условиях, включая сезоннопромерзающие и вечномерзлые грунты, посвящен раздел 4 «Особенности инженерно-геологических изысканий, проектирования и строительства в особых и региональных условиях». В него вошло 17 аннотаций докладов.

В аннотациях раздела 5 «Технологии производства работ по устройству и улучшению оснований и фундаментов различных видов» приводятся описание процессов и новых конструкций, исполь-

зуемых при новых технологиях, в частности при устройстве буровых и буронабивных свай, устройство фундаментов с учетом проведения геомониторинга. В раздел вошло 27 аннотаций докладов.

Большинство представленных материалов является результатами новых и продолжающихся научных исследований, в том числе докторантов, аспирантов и магистрантов, и многие из них публикуются впервые.

Все аннотации докладов печатаются в авторской редакции при незначительной редакторской правке и расположены в каждом разделе в алфавитном порядке фамилий докладчиков.

Благодарим всех авторов и участников конференции и желаем им дальнейших научных успехов и достижений.

Заслуженный деятель науки Российской Федерации,
член-корреспондент РААСН,
доктор технических наук,
профессор кафедры геотехники СПбГАСУ
МАНГУШЕВ РАШИД АБДУЛЛОВИЧ



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
ректора Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, заслуженного работника высшей школы Российской Федерации, доктора экономических наук, кандидата технических наук, профессора
РЫБНОВА ЕВГЕНИЯ ИВАНОВИЧА

С 2003 года хорошей традицией стало регулярное проведение в стенах Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета конференций по геотехнике – механике грунтов, основаниям и фундаментам, инженерно-геологическим изысканиям.

За этот период проведено 18 общероссийских и международных конференций. Они неизменно вызывают огромный интерес со стороны специалистов в области механики грунтов, оснований и фундаментов, инженерной геологии.

Вот и сейчас, в очередной раз, несмотря на сложную международную обстановку и непростое для страны время, мы приветствуем в СПбГАСУ специалистов по геотехнике из 27 городов России и зарубежья.

Это говорит о значимости геотехники – важнейшего направления строительной науки и является данью уважения к научным традициям и достижениям кафедры геотехники СПбГАСУ, которая под разными названиями – механика грунтов, основания и фундаменты, геотехника (инженерная геология) – была организована в ЛИКС – ЛИИКС – ЛИСИ – СПбГАСУ в 1934 году.

В разные годы на ней работали известнейшие в России и за рубежом ученые – заслуженные деятели науки РСФСР, профессора Цытович Н. А., Васильев В. М., Маслов Н. Н., Далматов Б. И., Сотников С. Н., заслуженный деятель науки РФ, чл.-корр. РААСН, профессор Мангушев Р. А. Последние четыре года ее возглавляет заслуженный строитель РФ, лауреат премий Правительства РФ и Санкт-Петербурга доктор технических наук, доцент Осокин А. И.

С момента образования кафедра является одним из ведущих подразделений нашего вуза, которое подготовило большое количество инженеров, кандидатов и докторов технических наук. На кафедре создана и успешно развивается научная школа по разработке актуальных проблем строительной геотехники. В первую очередь это:

– совершенствование фундаментостроения на слабых сильно сжимаемых грунтах, включая свайные фундаменты;

– исследование развития деформаций оснований сооружений и их прогноз;

– исследование свойств мерзлых, промерзающих, оттаивающих грунтов и использование их в качестве оснований сооружений;

– совершенствование методов укрепления оснований и усиления фундаментов зданий при их реконструкции;

– разработка технологичных и конструктивных методов устройства подземных сооружений открытым способом;

– разработка численных методов расчета оснований, фундаментов и подземных сооружений.

Опубликованные сотрудниками кафедры за последние 20 лет многочисленные учебники, учебные пособия, монографии, справочники по геотехнике стали настольными книгами для многих инженеров и преподавателей вузов России, стран СНГ и дальнего зарубежья.

Рассчитываем, что в течение трех дней конференции у специалистов в области геотехники будет возможность обменяться последними научными достижениями, обсудить их, установить новые полезные контакты, а также ознакомиться с историческими и недавно построенными уникальными объектами Санкт-Петербурга.

Желаю участникам конференции плодотворной работы, интересных встреч, дискуссий и, конечно, продолжения знакомства с замечательным городом Санкт-Петербургом.

Надеемся еще неоднократно встречать вас в стенах нашего старейшего в России архитектурно-строительного университета.

Успешной работы, уважаемые коллеги и гости!



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
президента Российского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения (РОМГГиФ), вице-президента Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), заслуженного деятеля науки Российской Федерации, академика РААСН, доктора технических наук, профессора
ИЛЬИЧЕВА ВЯЧЕСЛАВА АЛЕКСАНДРОВИЧА

2026 год стал весьма активным на научные собрания геотехников страны – проведены общероссийские конференции с участием зарубежных коллег в Москве (в марте), Новочеркасске (в июне), Тобольске (в сентябре).

Нынче я рад приветствовать участников Национальной (Всероссийской) научно-технической конференции с международным участием «Современные методы проектирования, подземного строительства и реконструкции оснований и фундаментов», традиционно проводящейся в стенах Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ).

Эти конференции проводятся с 2001 года под научным руководством члена-корреспондента РААСН, профессора Мангушева

Рашида Абдулловича и неизменно вызывают огромный интерес со стороны специалистов в области механики грунтов, оснований и фундаментов, инженерной геологии. Их особенностью является то, что на них рассматривается широкий круг вопросов, относящихся к актуальным вопросам современной геотехники.

Современное строительство предъявляет новые требования к инженерам-строителям и, в частности, геотехникам – в стране проектируются и строятся многочисленные высотные сооружения, устраиваются глубокие подземные сооружения различного назначения, широко осваиваются территории со сложными инженерно-геологическими условиями. Это требует серьезного геотехнического обоснования строящихся объектов, применения новых геотехнологий, разработки новых методов проектирования и научно-технического сопровождения. Уверен, что многие из этих вопросов будут освещены и обсуждены на открывающейся научной конференции.

Желаю участникам нынешней конференции «Современные методы проектирования, подземного строительства и реконструкции оснований и фундаментов» плодотворной работы, интересных научных дискуссий и обретения новых знаний.



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

президента Казахстанской геотехнической ассоциации, академика Национальной инженерной академии Республики Казахстан, директора геотехнического института Евразийского национального университета (ЕНУ) имени Л. Н. Гумилёва (Астана, Казахстан), доктора технических наук, профессора

ЖУСУПБЕКОВА АСКАРА ЖАГПАРОВИЧА

Дорогие коллеги и друзья!

Национальная (Всероссийская) научно-техническая конференция с международным участием по геотехнике «Современные методы проектирования, подземного строительства и реконструкции оснований и фундаментов», проводимая на базе кафедры геотехники СПбГАСУ, представляет собой авторитетную платформу для специалистов, исследователей, инженеров и представителей государственных органов, где они могут обменяться передовыми научными разработками и технологиями в области геоинформатики, зонирования рисков, геотехники, сейсмостойкого строительства и предотвращения катастроф.

СПбГАСУ является моей альма-матер. Моим научным руководителем был профессор кафедры геотехники, заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук Фадеев Александр Борисович, который подготовил много известных ученых-геотехников, которые работают как в России, так и за ее пределами.

Преодолев вызовы, вызванные пандемией COVID-19, мы рады вернуться к очному формату проведения и расширить сферу деятельности комитета в области геотехники за счет включения таких перспективных технологий, как информационное моделирование зданий (BIM), цифровые двойники, машинное обучение и искусственный интеллект. Данные достижения призваны вывести на новый уровень наши исследования и практическую деятельность при предотвращении стихийных бедствий, строительстве в сложных инженерно-геологических условиях, применении современных свайных технологий.

Надеюсь, что проведение этой конференции послужит укреплению научно-технической базы геотехники в Российской Федерации и за ее пределами, а также станет стимулом для установления и развития тесного сотрудничества между геотехническими ассоциациями стран СНГ и другими региональными отделениями РОМГГиФ.

Мы с нетерпением ждем участников в Санкт-Петербурге на этом важном геотехническом форуме, который внесет значительный вклад в инновационное развитие и прогресс в геотехнике, фундаментостроении и механике грунтов.



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
председателя Национального объединения изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ) по Северо-Западному федеральному округу, кандидата технических наук
ВИХРОВА АЛЕКСАНДРА НИКОЛАЕВИЧА

Уважаемые коллеги, участники и организаторы конференции «Современные методы проектирования, подземного строительства и реконструкции оснований и фундаментов»!

От имени Национального объединения изыскателей и проектировщиков искренне рад приветствовать вас на этом важнейшем профессиональном мероприятии в области геотехники. Сегодня мы объединяем ведущих специалистов, ученых, исследователей и практиков, которые посвятили свою деятельность развитию эффективных методов проектирования, строительства, реконструкции оснований и фундаментов в сложных, меняющихся условиях городских и природных сред.

Конференция по геотехнике – это уникальная площадка для обмена передовым опытом, знаниями и технологиями. В рамках мероприятия мы подробно обсудим последние достижения в области механики грунтов, полевых и лабораторных исследований, что позволит повысить точность и надежность инженерных решений.

Особое значение имеют современные модели грунтовых оснований, используемые в проектировании, а также методы научно-технического обоснования, обеспечивающие безопасность и долговечность зданий и сооружений.

Мы уделим внимание цифровому моделированию систем «основание – фундамент – здание», которое является важным инструментом в условиях ограниченного времени и необходимости учитывать многочисленные параметры при проектировании.

В ходе конференции также будут обсуждаться особенности работы с мерзлыми грунтами, их свойствами и возможностью использования в новых конструктивных решениях. Мы рассмотрим методы оценки причин аварий при проектировании и строительстве фундаментов, что способствует снижению рисков и повышению безопасности объектов.

Важной темой станет проектирование подземных сооружений, особенно актуально это в городах с плотной застройкой и повышенными требованиями к использованию подземных пространств.

Надеюсь, что для каждого участника этот форум станет важной ступенью в профессиональной деятельности. Обмен опытом, новые идеи, обсуждение инновационных подходов – все это способствует развитию прикладных практик, повышению качества и безопасности инженерных решений. Пусть сегодняшнее мероприятие вдохновит вас на новые достижения, откроет горизонты для будущих научных исследований и практических разработок, а совместные усилия помогут создавать более надежные, эффективные и экологичные инженерные системы.

Желаю всем плодотворной работы, успешных дискуссий и новых профессиональных контактов!

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 624.154

Мангушев Рашид Абдуллович,
д-р техн. наук, профессор,
чл.-корр. РААСН
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ramangushev@yandex.ru

Mangushev Rashid Abdullovich,
Dr. Sci. Tech., Professor,
Corresponding Member of RAACS
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ramangushev@yandex.ru

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАФЕДРЫ ГЕОТЕХНИКИ СПБГАСУ И ИХ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

THE MAIN SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF THE SCIENTIFIC SCHOOL OF SPBGASU DEPARTMENT OF GEOTECHNICS AND THEIR SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT

Научная школа кафедры механика грунтов, основания фундаментов и геотехники ЛИСИ–СПбГАСУ по достоинству является одной из известных и значимых в нашей стране, специалисты которой широко известны как в России, так и за рубежом. За это время на ней получили специализированные знания и защитили дипломные проекты тысячи студентов, подготовлено более сотни кандидатов технических наук и более 30 докторов технических наук. Со времени ее образования научную школу возглавляли такие известные ученые, как профессора Цытович Н. А., Васильев В. М., Маслов Н. Н., Далматов Б. И., Сотников С. Н., Мангушев Р. А.

В пленарном докладе представлены основные направления научной школы кафедры геотехники СПбГАСУ (ЛИСИ) за последние 25 лет, кратко проанализированы научные достижения, полученные аспирантами, докторантами и сотрудниками при проведении лабораторных, натурных и теоретических исследований в области геотехники. Приведены сведения об основных учебниках, монографиях и защищенных диссертациях аспирантами, докторантами, соискателями и сотрудниками кафедры геотехники СПбГАСУ.

Многочисленные учебники и учебные пособия, монографии, подготовленные и изданные преподавателями и сотрудниками кафедры в разное время, известны и используются студентами, аспирантами, научными сотрудниками

во многих регионах России. Результаты исследований, в том числе диссертационных, выполненных на кафедре в различные годы, легли в основу многих технических норм и широко используются в современной строительной практике.

Ключевые слова: кафедра геотехники, достижения научной школы основные научные и учебно-методические работы кафедры.

Keywords: Department of Geotechnics, achievements of the scientific school main scientific and educational-methodical works of the department.

УДК 624.154

Осокин Анатолий Иванович,
д-р техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой
геотехники
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: geostroy-osokin@mail.ru

Osokin Anatolii Ivanovich,
Dr. Sci. Tech., Associate Professor,
Head of the Department
of Geotechnical Engineering
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: geostroy-osokin@mail.ru

ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ КАФЕДРЫ ГЕОТЕХНИКИ ПОД РУКОВОДСТВОМ Р. А. МАНГУШЕВА В ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА СПБГАСУ В ОБЛАСТИ ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ И ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЛАБЫХ ГРУНТАХ

ACHIEVEMENTS OF THE SCIENTIFIC SCHOOL OF THE DEPARTMENT OF GEOTECHNICS UNDER THE LEADERSHIP OF R.A. MANGUSHEV IN FORMING THE BASIC PRINCIPLES FOR ENSURING STRATEGIC TECHNOLOGICAL LEADERSHIP OF SPBGASU IN THE FIELD OF FOUNDATION ENGINEERING AND UNDERGROUND CONSTRUCTION IN WEAK SOILS

Современная ситуация в строительной отрасли – эпоха вызовов и поиска нестандартных, инновационных решений для снижения затрат на реализацию проектов при условии обеспечения высокой надежности построенных объектов в слабых грунтах. Это требует создания системы анализа, мониторинга всех случаев возникновения нештатных ситуаций при строительстве подземных частей зданий, подземном строительстве и при устройстве фундаментов. На основе получаемых материалов выполняются численные расчеты, находятся приемлемые решения, позволяющие обеспечить оптимальные технические и инженерные решения с соблюдением уровня безопасности и качества выполняемых работ. Практическая направленность научных исследований – традиции кафедры геотехники. Научную школу кафедры геотехники на

протяжении 27 лет возглавляет член-корреспондент РААСН, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор Рашид Абдуллович Мангушев.

В докладе представлены достижения научной школы кафедры за последние годы в разработке проектных конструкторских и технологических решений, при выполнении геотехнического мониторинга, научно-технического сопровождения, обеспечения экспертного консультирования и сопровождения сложных и уникальных объектов геотехнического строительства. В выполнении работ активно участвуют практически все сотрудники кафедры.

Ключевые слова: научная школа под руководством Р. А. Мангушева, научно-практическая деятельность кафедры геотехники, научно-техническое сопровождение сложных и уникальных объектов геотехнического строительства.

Keywords: scientific school led by R. A. Mangushev, applied research of the Department of Geotechnics, scientific and technical supervision of complex and unique geotechnical projects.

РАЗДЕЛ 1
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АНАЛИТИЧЕСКИХ И ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЁТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 624.1:550.34

Абатуров Михаил Анатольевич,
канд. хим. наук,
ст. науч. сотрудник
Андреев Владимир Николаевич,
д-р хим. наук,
заведующий лабораторией
(Институт физической химии
и электрохимии имени А. Н. Фрумкина
Российской академии наук)
Филиппов Сергей Леонидович,
советник по международным проектам
(Международная академия транспорта)
E-mail: abatur@yandex.ru,
vandr@phyche.ac.ru,
transport-stroy@mail.ru

Abaturov Mikhail Anatolyevich,
PhD in Sci. Chem.,
senior research worker
Andreev Vladimir Nikolaevich,
Dr. Sci. Chem.,
Head of Laboratory
(A. N. Frumkin Institute of Physical
Chemistry and Electrochemistry of the
Russian Academy of Sciences)
Filippov Sergei Leonidovich,
Advisor on International Projects
(International Transport Academy)
E-mail: abatur@yandex.ru,
vandr@phyche.ac.ru,
transport-stroy@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ШУМОВЫХ ПОЛЕЙ (ДШП, АНЧАР) В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF SEISMOACOUSTIC METHOD OF DETECTING NOISE FIELDS (DNF, ANCHAR) IN TRANSPORT CONSTRUCTION

Рассмотрены возможности применения в транспортном строительстве подхода, основанного на микросейсмическом мониторинге. Актуальность вопроса обусловлена серьезными последствиями, вызываемыми скрытыми процессами

в объектах строительства. Рассмотрена конкретная технология акустической низкочастотной разведки (АНЧАР), нашедшая применение в различных областях, – метод детектирования шумовых полей (ДШП). Спектральный анализ микросейсмов позволяет выявить специфический портрет для каждого конкретного объекта. Так, например, физико-химические процессы в нефтегазовом флюиде характеризуются всплеском (3 Гц). Микросейсмы в типичном лабораторном здании характеризуются продольными и поперечными колебаниями здания (1,5 и 1,8 Гц) и его конструкций в зависимости от состояния здания и фундамента. Также метод позволяет выявить влияние внешних факторов: ветровая нагрузка; движение метро; солнечно-лунные приливы и др. Предложенный подход может быть исключительно полезен на различных этапах транспортного строительства – например, при контроле плывунов, а также при эксплуатации объектов.

Ключевые слова: микросейсмический шум, спектральная обработка, подземные плывуны.

Keywords: microseismic noise, spectral processing, underground quicksand.

УДК 624.131

Богомолов Александр Николаевич,
д-р техн. наук, профессор,
гл. науч. сотрудник
(ООО «Научно-проектное
экспертно-консультативное
предприятие ОиФ»)
Богомолова Оксана Александровна,
канд. техн. наук, доцент
Богомолов Никита Александрович,
магистрант
(Волгоградский государственный
технический университет)
*E-mail: banzaritcyn@mail.ru,
boazaritcyn@mail.ru,
nik.bogomolov-34@yandex.ru*

Bogomolov Alexander Nikolaevich,
Dr. Sci. Tech., Professor,
Chief Researcher
(Research and Design
Expert and Consulting
Enterprise O&F LLC)
Bogomolova Oksana Alexandrovna,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Bogomolov Nikita Aleksandrovich,
Master's degree student
(Volgograd State Technical
University)
*E-mail: banzaritcyn@mail.ru,
boazaritcyn@mail.ru,
nik.bogomolov-34@yandex.ru*

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

NUMERICAL SIMULATION OF THE INTERACTION OF TWO PARALLEL STRIP FOUNDATIONS

В статье приведен обзор результатов исследования взаимного влияния параллельных ленточных фундаментов, выполненных отечественными и зарубежными исследователями.

Представлены результаты численного моделирования поведения таких фундаментов, выполненного при помощи компьютерной программы FEA, разработанной авторами, в которой формализован метод конечных элементов.

Для выбранной ширины фундаментов и набора физико-механических характеристик слагающего грунта установлены графоаналитические зависимости величины несущей способности, расчетного сопротивления основания и его осадок в зависимости от расстояния между краями фундаментов D. Показано, что при достижении величиной D некоторого значения соседствующие фундаменты перестают оказывать влияние друг на друга, о чем можно судить по форме областей пластических деформаций, по величине несущей

способности основания, которая становится равной величине несущей способности изолированного фундамента, по величине (эпюре) осадок и по величине кренов, которые должны отсутствовать.

Дано сравнение полученных результатов с результатами других авторов.

Ключевые слова: параллельные ленточные фундаменты, несущая способность, осадки.

Keywords: parallel strip foundations, bearing capacity, settlement.

УДК 624.131

Бурдин Тимофей Владимирович,
аспирант
(Сибирский государственный
университет путей сообщения)
E-mail: theskyrung@gmail.com

Burdin Timofey Vladimirovich,
postgraduate student
(Siberian Transport
University)
E-mail: theskyrung@gmail.com

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ ПРЕДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА НА ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ

FORMULAS FOR DETERMINING THE FORCE OF ULTIMATE SOIL PRESSURE ON RETAINING WALLS

В рамках теории устойчивости грунтовых массивов иногда выделяют три основные задачи: несущая способность горизонтального основания фундамента, устойчивость откосов и склонов и предельное давление грунта на подпорные стенки. Эти задачи имеют общую методологическую основу – в грунтовом массиве некоторой поверхностью скольжения выделяется область обрушения (например, тело оползня), для которой составляются уравнения равновесия, а нормальные и касательные напряжения по поверхности скольжения связываются законом Кулона. Далее ставится задача поиска опасной поверхности скольжения, т. е. такой, которой отвечает минимальный коэффициент устойчивости, максимальное давление грунта на стенку и т. п. Образно говоря, в концентрированном виде эта методология реализована в схеме Кульмана, решение по которой сводится обычно к поиску экстремального угла наклона плоскости скольжения. Однако если допустить нелинейность поверхности, то приходим к задаче вариационного исчисления. В настоящей работе предложены такие решения некоторых классических задач теории устойчивости.

Ключевые слова: теория устойчивости, вариационное исчисление, активное давление, подпорная стенка.

Keywords: stability theory, calculus of variations, active earth pressure, retaining wall.

УДК 624.1(075.8)

Габибов Фахраддин Гасан оглы,
д-р техн. наук, профессор
(Азербайджанский государственный
экономический университет)
E-mail: farchad@yandex.ru

Gabibov Fakhraddin Hasan oglu,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Azerbaijan State University
of Economics)
E-mail: farchad@yandex.ru

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТЕОРИИ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ СЛАБЫХ СВЯЗНЫХ ГРУНТОВ, ОСНОВАННЫЕ НА ЗАКОНЕ СДВИГОВОЙ ПРОЧНОСТИ Ф. Г. ГАБИБОВА

FUNDAMENTAL EQUATIONS OF THE LIMIT EQUILIBRIUM THEORY FOR WEAK COHESIVE SOILS BASED ON F. G. GABIBOV'S SHEAR STRENGTH LAW

В статье подробно рассматриваются вопросы вывода основных уравнений теории предельного равновесия слабых водонасыщенных связных грунтов. Выявлено, что для слабых водонасыщенных глинистых грунтов определение прочностных параметров при сжимающих нагрузках приводит к экспериментальному получению некорректных результатов. В связи с этим было принято решение использовать новый закон сдвиговой прочности Ф. Г. Габибова, где основные параметры сдвиговой прочности слабых водонасыщенных глинистых грунтов определяются в условиях нагрузок растяжения. При использовании нового закона сдвиговой прочности графическое построение кругов Мора оказалось невозможным. Автором была предложена оригинальная методика построения кругов главных нагружений. По данной новой методике были получены основные уравнения теории предельного равновесия для слабых связных грунтов.

Предельным равновесием грунтов основания сооружений и грунтовых массивов называют такое напряженное состояние, при котором незначительное увеличение внешней нагрузки приведет к нарушению установившегося равновесия и вызовет потерю устойчивости грунта.

Теория предельного равновесия сыпучих сред была заложена в трудах Ш. Кулона (1773), У. Ренкина (1859) и позднее Л. Прандтля (1921). В современном виде теория предельного равновесия сформирована фундаментальными трудами В. В. Соколовского. Графоаналитический метод решения плоской задачи предельного равновесия земляных масс был предложен С. С. Голушкевичем.

Большой вклад в развитие этой теории внесли В. Г. Березанцев, М. В. Малышев, М. Н. Гольдштейн, В. А. Флорин, М. Харр и другие.

Ключевые слова: теория предельного равновесия, слабый связный грунт, растяжение, нагрузка, условие Мора–Кулона, график.

Keywords: limit equilibrium theory, weak cohesive soil, tension, load, Mohr-Coulomb criterion, graphical construction.

УДК 624.154

Готман Альфред Леонидович,
д-р техн. наук, профессор
(Научно-исследовательский,
проектно-изыскательский
и конструкторско-технологический
институт оснований и подземных
сооружений имени Н. М. Герсеванова)
E-mail: gotmans@mail.ru

Gotman Alfred Leonidovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Gersevanov Research Institute
of Bases and Underground Structures)
E-mail: gotmans@mail.ru

РАСЧЁТ ДЛИННОМЕРНЫХ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ И ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ НАГРУЗКИ

ANALYSIS OF LONG BORED PILES UNDER VERTICAL AND HORIZONTAL LOADS

Представлены результаты экспериментальных, численных и аналитических исследований длинномерных буронабивных свай, при действии вертикальной и горизонтальной нагрузок и методы их расчета.

По результатам статических испытаний буронабивной сваи длиной 65 м на вертикальную нагрузку методом погружного домкрата установлено, что при допускаемых нормативных осадках зданий не достигается предельное состояние сваи по грунту, а следовательно, расчет таких свай следует выполнять по 2-му предельному состоянию. По результатам численных исследований установлено, что общая осадка головы сваи включает осадки за счет сжатия ствола сваи, осадки околосвайного массива грунта и осадки за счет сжатия грунта под нижним концом сваи. По результатам экспериментальных и численных исследований разработана методика расчета, в соответствии с которой определяется допускаемая вертикальная нагрузка на сваю по заданной ее осадке.

Разработаны аналитические методы расчета на горизонтальную нагрузку буронабивных свай, работающих по «жесткой» и «гибкой» схемам в винклеровском многослойном основании. Метод расчёта сваи по жёсткой схеме разработан из условия равновесия действующих и реактивных сил. Метод расчета свай по гибкой схеме разработан с использованием метода конечных элементов. По результатам расчета определяются горизонтальное перемещение и угол поворота головы сваи, а также изгибающие моменты и поперечная сила по длине сваи.

Ключевые слова: длинномерная буронабивная свая, метод расчёта, вертикальная нагрузка, горизонтальная нагрузка.

Keywords: long bored pile, calculation method, vertical load, horizontal load.

УДК 624.131.5:519.6

Исламов Иван Павлович,
студент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: islamovip7@gmail.com

Islamov Ivan Pavlovich,
student
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: islamovip7@gmail.com

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ SOFT SOIL CREEP НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ОСАДОК СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

ASSESSING THE IMPACT OF SOFT SOIL CREEP MODEL PARAMETER UNCERTAINTY ON SETTLEMENT CALCULATIONS FOR SOFT CLAYS

Прогноз длительных осадок является актуальной задачей при строительстве на слабых глинистых грунтах, деформации которых могут развиваться в течение десятков лет. Для учета процессов консолидации и ползучести применяются вязкопластические модели, одной из которых является Soft Soil Creep.

Применение данной модели связано с трудностями определения ряда параметров, неопределенность которых способна существенно влиять на результаты расчета.

В работе выполнен анализ чувствительности модели к изменению параметров POP/OCR, коэффициента фильтрации и коэффициента вторичной консолидации на примере реальных объектов. Влияние параметров оценивалось по величине осадки и характеру ее развития во времени.

Также рассмотрены существующие подходы к снижению неопределенности, основанные на использовании экспериментальных зависимостей, корреляций и данных натурного мониторинга для последующей обратной идентификации параметров модели.

Ключевые слова: слабые глинистые грунты, Soft Soil Creep, параметры нелинейной модели грунта, длительные осадки.

Keywords: soft clayey soils, Soft Soil Creep, nonlinear soil model parameters, long-term settlement.

УДК 624.131.6:518.8

Маций Владимир Сергеевич,
аспирант
(Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина)
E-mail: Matsiy02@gmail.com

Matsiy Vladimir Sergeevich,
postgraduate student
(Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin)
E-mail: Matsiy02@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ФУНДАМЕНТОВ ПРИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ

OPTIMIZATION OF FOUNDATION STRUCTURES UNDER SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPERVISION

На северном склоне горы Бытха в Сочи находится подстанция 110/10 кВ. Ниже по склону запроектированы многоуровневая парковка и коттеджи. В процессе выполнения научно-технического сопровождения работ на оползнеопасном склоне возникла задача корректировки типов фундаментов.

Для выбора типа фундамента выбран гибридный метод многокритериального анализа, сочетающий методы аналитических сетей (ANP) и PROMETHEE. В результате подтверждена необходимость научно-технического сопровождения при строительстве на оползнеопасных склонах. Сформированы альтернативные варианты фундаментов строящихся на склоне зданий. Определены основные критерии оценки. По результатам расчета многокритериальными методами выбрано оптимальное сочетание фундаментов (комбинированный – для подстанции, буронабивные сваи – для паркинга, фундаменты мелкого заложения – для коттеджей в сочетании с подпорной стеной и дренажом); также предусмотрено устройство буроинъекционных свай, которые отвечают всем необходимым критериям. Применение многокритериального анализа позволило обоснованно выбрать типы фундаментов, обеспечивающие баланс между бюджетными ограничениями и надежностью мероприятий.

Ключевые слова: научно-техническое сопровождение, многокритериальные методы, склон, оползень, фундамент.

Keywords: scientific and technical supervision, multi-criteria methods, slope, landslide, foundation.

УДК 699.841:626/627:624.1

Минаев Олег Петрович,
канд. техн. наук,
соискатель-докторант
(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)
E-mail: minaev.op@bk.ru

Minaev Oleg Petrovich,
PhD in Sci. Tech.,
doctoral candidate
(Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University)
E-mail: minaev.op@bk.ru

МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЁТА ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ С УЧЁТОМ МАССЫ СТЕНКИ

METHODOLOGY FOR CALCULATING THE SEISMIC RESISTANCE OF A GRAVITY RETAINING WALL TAKING INTO ACCOUNT THE MASS OF THE WALL

Классическая теория Ш. Кулона расчёта гравитационной подпорной стенки известна еще с XVIII века. Принципы и результаты расчётов и проектирования естественного основания и свайного фундамента гравитационной подпорной стенки на статическую (строительную и эксплуатационную) нагрузку нашли отражение в ряде работ, а на сейсмическую нагрузку – требуют дальнейшей разработки и всестороннего осмысления по результатам расчёта.

В статье рассматриваются принципиальные положения методики расчёта гравитационной подпорной стенки с учётом инерционной нагрузки от её массы при расчёте на сейсмическое воздействие. Приведены основные результаты проведённых расчётов для заданных размеров железобетонной уголковой подпорной стенки и характеристик грунтов обратной засыпки из песчаных грунтов на слабых глинистых грунтах. Выявлены особенности расчёта и проектирования подпорной стенки с учётом инерционной нагрузки от массы подпорной стенки в расчётах на сейсмическое воздействие.

Ключевые слова: подпорная стенка, вес, инерционная нагрузка, сейсмическое воздействие.

Keywords: retaining wall, weight, inertial load, seismic action.

УДК 624.138

Мчедлидзе Константин Вахтангович,
заведующий учебной лабораторией,
аспирант
Севастьянова Екатерина Владимировна,
ст. лаборант,
магистрант
Виту Марк Сергеевич,
магистр
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
*E-mail: costya.mchedlidze@yandex.ru,
mvitu@mail.ru,
ekaterina.2001@inbox.ru*

Mchedlidze Konstantin Vakhtangovich,
Head of the Teaching Laboratory,
postgraduate student
Sevastyanova Ekaterina Vladimirovna,
senior laboratory assistant,
Master's degree student
Vitu Mark Sergeevich,
Master's degree
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
*E-mail: costya.mchedlidze@yandex.ru,
mvitu@mail.ru,
ekaterina.2001@inbox.ru*

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ДЕФОРМАЦИЙ ОГРАЖДЕНИЯ ГЛУБОКОГО КОТЛОВАНА ПО ДАННЫМ НАТУРНОГО ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF THE NUMERICAL FORECAST OF DEFORMATIONS OF A DEEP EXCAVATION RETAINING STRUCTURE BASED ON FIELD GEOTECHNICAL MONITORING DATA

Исследование посвящено оценке соответствия численного прогноза горизонтальных перемещений ограждения глубокого котлована данным натурного геотехнического мониторинга. Рассмотрен котлован в слабых водонасыщенных грунтах Санкт-Петербурга. Моделирование выполнено в PLAXIS 3D с использованием модели Hardening Soil. Расчётные перемещения сопоставлены с данными 11 инклинометрических скважин для сечений 1–1, 2–2 и 5–5. Максимальные расчётные перемещения составили соответственно 63,6, 66,0 и 100,4 мм. Измеренные значения находились в диапазоне 26–92 мм. В семи контрольных точках фактические перемещения были ниже расчётных, в четырёх превышали прогноз. Максимальное измеренное перемещение составило 92 мм при установленном критерии безопасности 100 мм. Локальные расхождения показывают, что оценка достоверности прогноза требует сопоставления расчётных и измеренных перемещений по отдельным сечениям и этапам

строительства. Результаты подчёркивают необходимость геотехнического мониторинга и уточнения расчётной модели по данным натурных наблюдений.

Ключевые слова: глубокий котлован, ограждающие конструкции, горизонтальные перемещения, численное моделирование, геотехнический мониторинг, инклинометрия, Hardening Soil.

Keywords: deep excavation, retaining structures, horizontal displacements, numerical modelling, geotechnical monitoring, inclinometry, Hardening Soil.

УДК 624.159.11

Нуждин Леонид Викторович,
канд. техн. наук, профессор
(Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин))
E-mail: nuzhdin_ML@mail.ru

Nuzhdin Leonid Viktorovich,
PhD in Sci. Tech., Professor
(Novosibirsk State
University of Architecture
and Civil Engineering (Sibstrin))
E-mail: nuzhdin_ML@mail.ru

РАСЧЕТНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

COMPUTATIONAL DETERMINATION OF MODELS FOR ANALYZING THE DYNAMIC BEHAVIOR OF PILE FOUNDATIONS

Динамическому поведению относительно небольших свайных фундаментов наиболее близко отвечают волновые модели свайных фундаментов с использованием истинных динамических характеристик грунтов, построенные на рассмотрении колебаний гибких стержней в вязкоупругой среде. Для повышения точности прогнозирования грунт может моделироваться слоистой средой, учитывается волновое взаимодействие ростверка с грунтом и свай в кусте.

Для большеразмерных свайных фундаментов процесс колебаний отличается значительной инерционной массой армированного сваями грунтового массива. Поэтому необходима проверка возможности резонанса в системе «основание – сооружение». При ее отсутствии – для жестких фундаментов расчеты выполняются по моделям пропорциональных деформаций, а для фундаментов малой жесткости – по контактным моделям полупространства. В противном случае для свайных фундаментов любой жесткости рекомендуется применять комбинированную пространственную модель с укрупненными свайными ячейками и энергетическим волновым критерием дискретизации грунтового массива, включающую ближнюю зону и контактный подстилающий слой.

Ключевые слова: колебания свайных фундаментов, волновые модели, модель пропорциональных деформаций, комбинированная пространственная модель с ближней зоной и контактным подстилающим слоем, укрупненная свайная ячейка.

Keywords: vibrations of pile foundations, wave models, proportional strain model, combined spatial model with a near zone and a contact underlying layer, enlarged pile cell.

УДК 550.34

Орлова Ирина Петровна,
канд. техн. наук,
ст. науч. сотрудник, доцент
(Институт физики Земли
имени О. Ю. Шмидта Российской
академии наук, МИРЭА – Российский
технологический университет)
E-mail: orlova_i@mirea.ru

Orlova Irina Petrovna,
PhD in Sci. Tech.,
senior research worker, Associate Professor
(Schmidt Institute of Physics
of the Earth of the Russian Academy
of Sciences, MIREA – Russian
Technological University)
E-mail: orlova_i@mirea.ru

РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ДЕГРАДАЦИИ МЕРЗЛЫХ ОСНОВАНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДАМИ ПАССИВНОЙ СЕЙСМОМЕТРИИ

EARLY DIAGNOSTICS OF PERMAFROST FOUNDATION DEGRADATION UNDER TRANSPORT STRUCTURES USING PASSIVE SEISMOMETRY METHODS

В работе рассматривается новая технология пассивного сейсмического мониторинга состояния грунтов основания железнодорожных путей в криолитозоне. Актуальность исследования обусловлена климатическими изменениями и возрастанием техногенной нагрузки, приводящими к деградации многолетнемерзлых грунтов и снижению их несущей способности. Существующие методы диагностики носят эпизодический характер и не позволяют выявлять опасные процессы на ранней стадии. Предлагаемый подход базируется на регистрации широкополосным трехкомпонентным сейсмометром низкочастотных (0,01–0,1 Гц) деформационных волн, генерируемых проходящим тяжелым подвижным составом, который рассматривается как движущийся штамп. Экспериментальные исследования проводились в весенне-летний период на участке Северной железной дороги с непрерывной записью более 50 суток (более 1500 поездов). На основе аналитических моделей Буссинеска и Эльзассера установлена связь параметров сейсмического сигнала (амплитуда вертикальной компоненты Az, отношение амплитуд горизонтальных компонент R, время достижения максимума Δt) с упруго-вязкими свойствами грунтов (модуль сдвига μ и коэффициент вязкости η). Показано, что предложенные параметры чувствительны к сезонным изменениям мерзлых грунтов: при оттаивании фиксируется рост амплитуд и изменение временных задержек, коррелирующие с температурным режимом. Чувствительность метода позволяет детектировать изменения свойств на 5–10 %, что существенно ниже порога

возникновения критических деформаций. Разработаны алгоритмы автоматизированной обработки данных, исключающие влияние типа и скорости поезда. Технология может быть использована для непрерывного геотехнического мониторинга оснований транспортных сооружений в условиях деградации многолетней мерзлоты.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, сейсмический мониторинг, деградация мерзлоты, модуль сдвига, вязкость грунтов, несущая способность оснований, in situ испытания.

Keywords: permafrost soils, seismic monitoring, permafrost degradation, shear modulus, soil viscosity, bearing capacity of foundations, in situ testing.

УДК 624.159.4

Пономарев Андрей Будимирович,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II)
E-mail: andreypab@mail.ru

Ponomaryov Andrey Budimirovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University)
E-mail: andreypab@mail.ru

АРМИРОВАНИЕ ГРУНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ГЕОТЕХНИКЕ

SOIL REINFORCEMENT AS A TOOL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN GEOTECHNICS

Армирование грунтов – это метод преобразования механических свойств массива путем введения в него армирующих элементов (геосинтетики, металлических сеток, стержней или закрепленного грунта). В контексте устойчивого развития геотехники этот инструмент перестает быть просто способом повышения несущей способности и становится ключевым фактором экологической и экономической эффективности строительства.

Армирование грунтов с использованием геосинтетических, природных и переработанных материалов становится ключевым инструментом устойчивого развития в области геотехники, обеспечивающим снижение негативного воздействия на окружающую среду при одновременном повышении прочности и долговечности конструкций. Геосинтетические материалы повышают структурную безопасность, долговечность и эксплуатационную пригодность, одновременно сводя к минимуму воздействие на окружающую среду.

Однако для того, чтобы в полной мере воспользоваться этими преимуществами, необходимо всестороннее понимание механики взаимодействия геосинтетических материалов с грунтом и механизмов передачи нагрузки.

Ключевые слова: геотехника, армирование грунтов, геосинтетические материалы, устойчивое развитие.

Keywords: geotechnics, soil reinforcement, geosynthetics, sustainable development.

УДК 624.131.5

Чунюк Дмитрий Юрьевич,
д-р техн. наук, доцент
Толмачев Даниил Александрович,
аспирант
(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)
E-mail: KafedraMGG@mgsu.ru, tolmachev19.99@mail.ru

Chunyuk Dmitry Yurievich,
Dr. Sci. Tech., Associate Professor
Tolmachev Daniil Aleksandrovich,
postgraduate student
(Moscow State University of Civil Engineering (National Research University))
E-mail: KafedraMGG@mgsu.ru, tolmachev19.99@mail.ru

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОДЕЛИ К МАЛЫМ ДОПУЩЕНИЯМ, СУЩЕСТВУЮЩИМ В ЕЖЕДНЕВНОЙ ПРАКТИКЕ ИНЖЕНЕРОВ-ГЕОТЕХНИКОВ

SENSITIVITY ANALYSIS OF A MODEL TO MINOR ASSUMPTIONS IN THE DAILY PRACTICE OF GEOTECHNICAL ENGINEERS

В данной работе авторами ставилась задача проанализировать влияние допущений, которые инженеры-геотехники ежедневно используют в своей работе. Так как математические модели по своему определению требуют принятия ряда допущений, важно представление о том, какое влияние каждое из этих допущений будет оказывать на итоговый результат.

В исследовании рассмотрена чувствительность конечно-элементной модели ограждения котлована в дисперсном песчаном грунте к изменению удельного сцепления в малых диапазонах. Расчеты выполнены в Plaxis 2D с использованием математической модели грунта Hardening Soil. Индикатором чувствительности модели принимаются горизонтальные перемещения ограждения котлована, а рассматриваемыми параметрами являются удельное сцепление песчаного грунта, секущий модуль деформации и изменение жесткости ограждающей конструкции.

Полученные решения для плоской постановки имеют прямую корреляцию с результатами для пространственной задачи и могут быть ориентиром для формирования гипотез и допущений при дальнейшем численном моделировании на практике.

Ключевые слова: чувствительность расчётной модели, ограждение котлована, удельное сцепление, Hardening Soil, численное моделирование, расчётные допущения.

Keywords: model sensitivity, excavation retaining wall, cohesion, Hardening Soil, numerical modelling, design assumptions.

УДК 620.179.17:550.8.053

Чуркин Алексей Андреевич,
канд. техн. наук,
ст. науч. сотрудник лаборатории
(Научно-исследовательский,
проектно-изыскательский
и конструкторско-технологический
институт оснований и подземных
сооружений имени Н. М. Герсеванова,
Научно-исследовательский центр
«Строительство»)
E-mail: chaa92@mail.ru

Churkin Alexey Andreevich,
PhD in Sci. Tech.,
senior research worker
(Gersevanov Research Institute
of Bases and Underground Structures,
Research Center of Construction)
E-mail: chaa92@mail.ru

СПЕЦИФИКА АНАЛИЗА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ В РАМКАХ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА КОНСТРУКЦИЙ

FEATURES OF ANALYZING GEOPHYSICAL DATA WITHIN THE STRUCTURE'S GEOTECHNICAL MONITORING FRAMEWORK

Использование методов геофизики в качестве вспомогательного инструмента при решении геотехнических задач – повсеместная практика. Сейсмоакустические, георадиолокационные, электроразведочные методики применяются при исследовании состояния конструкций и их грунтового основания. Интеграция технической геофизики в систему геотехнического мониторинга требует выработки стандартизированных подходов к работе с геофизическими параметрами. При исследовании объектов набираются обширные массивы значений скоростей упругих и электромагнитных волн, амплитудно-частотных характеристик сигналов, показателей электропроводности и радиоактивности. Эти данные необходимо ранжировать для выделения диапазонов, «нормальных» и «аномальных» для исследуемых конструкций или инженерно-геологических тел. На примере выборки параметров акустических сигналов, полученных при акустическом исследовании контакта «обделка – грунт» чугунного тоннеля, разбираются некоторые методические подходы к работе с данными.

Ключевые слова: техническая геофизика, дефектоскопия, геотехнический мониторинг, анализ результатов, атрибутный анализ.

Keywords: technical geophysics, non-destructive testing, geotechnical monitoring, data analysis, attribute analysis.

УДК 69.04

Шулятьев Олег Александрович,
д-р техн. наук
Шулятьев Станислав Олегович,
канд. техн. наук
(Научно-исследовательский,
проектно-изыскательский
и конструкторско-технологический
институт оснований и подземных
сооружений имени Н. М. Герсеванова,
Научно-исследовательский центр
«Строительство»)
E-mail: niiosp35@yandex.ru

Shulyatiev Oleg Alexandrovich,
Dr. Sci. Tech.
Shulyatiev Stanislav Olegovich,
PhD in Sci. Tech.
(Gersevanov Research Institute of Bases
and Underground Structures,
Research Center of Construction)
E-mail: niiosp35@yandex.ru

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГРУНТА ПУТЁМ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ

REGULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE SOIL MASSIF BY CHANGING PORE PRESSURE

В процессе учёбы одного из авторов доклада в аспирантуре ЛИСИ приходилось часто заниматься исследованием порового давления, начиная с помощи аспиранту Гузенкову О. П., который исследовал влияние забивки свай на выпор соседних, кончая экспериментальным исследованием консолидации основания защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Далее, в период работы в Кемерово, проводились исследования влияния порового давления (отрицательного) на скорость пучения грунта. В дальнейшем, в практической деятельности, посчастливилось часто проводить исследования порового давления и факторов, которые необходимо было учитывать при проектировании, в частности при расчете фильтрационной консолидации.

В соответствии с существующими представлениями о взаимодействии водонасыщенного грунта с нагрузкой, согласно теории Терцаги, нагрузка распределяется между поровой водой и скелетом грунта. При этом в первый момент после приложения нагрузки всё давление воспринимается водой. В дальнейшем (за счет фильтрации воды из пор грунта) нагрузка переходит

от поровой воды на скелет, что и приводит к увеличению эффективных напряжений и соответственно деформаций грунта.

Данный процесс зависит от градиента напора (скорости приложения нагрузки), фильтрационных характеристик грунта, возможности фильтрации воды в вертикальном и горизонтальном направлениях. В последнем случае имеется в виду наличие дренажного слоя как сверху, так и снизу рассматриваемого слоя грунта, вертикального ограждения пути фильтрации в виде стены в грунте или противофильтрационной завесы с боков. Часто для ускорения процесса фильтрации применяются дрены, иногда для улучшения их работы устраивается вакуумирование, что дополнительно пригружает массив грунта атмосферным давлением, что соответственно увеличивает эффективные напряжения.

Ключевые слова: регулирование напряжённо-деформированного состояния массива грунта, изменение порового давления, поровая вода.

Keywords: control of the stress-strain state of a soil mass, pore pressure variation, pore water.

РАЗДЕЛ 2
РАСЧЁТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО СВАЙ И СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

УДК 624.131.22

Аввад Талал,
канд. техн. наук, профессор
(Дамасский университет, Сирия)
E-mail: dr.awwad.gfce@gmail.com

Awwad Talal,
PhD in Sci. Tech., Professor
(Damascus University, Syria)
E-mail: dr.awwad.gfce@gmail.com

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ТРЕНИЕ В СТРУКТУРНО-НЕУСТОЙЧИВЫХ ГРУНТАХ

NEGATIVE SKIN FRICTION IN STRUCTURALLY UNSTABLE SOILS

Negative skin friction (NSF) is the downward shear stress distributed along the pile's shaft. NSF may lead to pile's material cracks or in some cases might pull out the piles from the pile cap. NSF occurred when the settlement of the adjacent soil is larger than pile's settlement which makes the soil pull down the pile until arriving the point of equilibrium; Neutral plane location (NPL). After reaching this point, the skin friction changes from negative to positive. Studying the mechanism of NSF distribution is so important when designing the pile foundations in clay layers. Many factors play a major role in mobilizing the negative shear stresses along pile's shaft. In this paper, a parametric study will be carried out to examine the distribution of NSF and the changing in the NPL. The study model will be validated first by comparing the numerical results with field test measurements. Then a numerical parametric study based on two soil models will be carried out. The location of a neutral plane will be determined for different cases of parameters and designing equations will be formed to help the design engineers. Graphs show the NSF and excess pore water distribution in addition to soil settlements along the pile's length will be obtained.

Ключевые слова: отрицательное поверхностное трение, свая, напряжение сдвига, коэффициент гибкости, нейтральная плоскость.

Keywords: negative skin friction, pile, shear stress, coefficient of slenderness, neutral plane.

УДК 624.154

Глухов Вячеслав Сергеевич,
канд. техн. наук, профессор
(Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства)
Вишнякова Юлия Сергеевна,
руководитель проектов
(ООО «МосТехСтрой»)
E-mail: gds@pguas.ru,
89273713931@mail.ru

Glukhov Viacheslav Sergeevich,
PhD in Sci. Tech., Professor
(Penza State University
of Architecture and Construction)
Vishniakova Iuliia Sergeevna,
project manager
(MosTechStroy LLC)
E-mail: gds@pguas.ru,
89273713931@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ НА ЭТАПЕ ПОГРУЖЕНИЯ ВДАВЛИВАНИЕМ

STUDY OF THE BEARING CAPACITY OF A PILES AT THE STAGE OF SUBMERSIBILITY BY INDENTATION

В настоящее время специалистами в области геотехники накоплен значительный опыт научно-практических данных о взаимодействии разнообразных грунтовых оснований с различными типами свайных фундаментов и способами погружения последних. Ключевым элементом в выборе оптимальной методики для определения несущей способности является точное понимание принципа работы системы свая – грунтовое основание. Авторами исследовалась зависимость усилия вдавливания и несущей способности в процессе погружения шести опытных свай на площадке строительства многоквартирного жилого дома в г. Жигулевске. По результатам проведенных испытаний статической вдавливающей нагрузкой рекомендуется откорректировать различия в указаниях нормативной документации и внести изменения в формулу определения контролируемого усилия вдавливания, добавив коэффициент, зависящий от характеристик грунтового основания и способа определения несущей способности.

Ключевые слова: несущая способность свай, статические испытания, сваи вдавливания, контролируемое усилие, водонасыщенные глинистые грунты.

Keywords: pile bearing capacity, static load tests, jacked piles, controlled jacking force, saturated clayey soils.

УДК 624.154.1

Глухов Вячеслав Сергеевич,
канд. техн. наук, профессор
Панкина Мария Вячеславовна,
канд. техн. наук, доцент
Еремин Матвей Денисович,
магистрант
(Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства)
E-mail: pankina.mary@mail.ru

Glukhov Viacheslav Sergeevich,
PhD in Sci. Tech., Professor
Pankina Mariia Vyacheslavovna,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Eremin Matvei Denisovich,
Master's degree student
(Penza State University
of Architecture and Construction)
E-mail: pankina.mary@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА СВАЙ В ПРОБИТЫХ СКВАЖИНАХ С УШИРЕНИЕМ

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF THE SOIL COMPACTION CHARACTER OF PILE IN PUNCHED HOLE WITH BROADENING

С целью расширения области рационального применения свай в пробитых скважинах с уширением (СПСУ) для широкого диапазона грунтовых условий, включая пылевато-глинистые грунты с показателем текучести до IL = 0,6, проведены опытные работы по оценке прочностных, деформационных и физико-механических характеристик грунта основания в уплотненной зоне под уширением. Приводятся данные о влиянии характеристик грунта на несущую способность рассматриваемых свай СПСУ.

В данной работе рассмотрены варианты формирования уширения в двух уровнях, что позволяет существенно увеличивать несущую способность свай и уменьшать расчетную осадку. В целом указанное позволяет рекомендовать данные сваи к применению в водонасыщенных глинистых грунтах.

Ключевые слова: свая в пробитой скважине, свая с уширением, фундамент в вытрамбованном котловане, водонасыщенные грунты.

Keywords: pile in a punched hole, pile with a broadened base, foundation in a rammed pit, saturated soils.

УДК 624.154

Знаменский Владимир Валерианович,
д-р техн. наук, профессор
Збрыський Михаил Тарасович,
аспирант
(Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет)
E-mail: geosts@yandex.ru,
zmt.work@mail.ru

Znamenskii Vladimir Valerianovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
Zbryskii Mikhail Tarasovich,
postgraduate student
(Moscow State University
of Civil Engineering
(National Research University))
E-mail: geosts@yandex.ru,
zmt.work@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ВЕРИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА БОКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ГРУНТА НА СВАИ ОТ ВЕСА МОСТОВОЙ НАСЫПИ

DEVELOPMENT AND VERIFICATION OF AN ALGORITHM FOR CALCULATING LATERAL EARTH PRESSURE ON PILES INDUCED BY THE WEIGHT OF BRIDGE APPROACH EMBANKMENTS

Нередки случаи сдвига устоев мостов, вызванные недооценкой горизонтальных давлений от подходных насыпей. Существующие упрощённые подходы часто не учитывают сложное напряжённо-деформированное состояние, что может приводить к значительным горизонтальным смещениям и превышению несущей способности свай по материалу.

В задачи исследования входит: адаптация метода зависимых давлений, разработка итерационной процедуры расчёта на основе МКЭ и её программная реализация с учётом промежуточных состояний грунта между активным, пассивным и состоянием покоя. В основе предлагаемого подхода лежит кусочно-линейная зависимость горизонтального давления грунта от горизонтальных перемещений свайного ряда. Для численного моделирования используется метод конечных элементов, где свая представлена как балка Эйлера-Бернулли на упругом основании модели Фусса-Винклера.

Представленная работа направлена на повышение надёжности и безопасности мостовых сооружений за счёт совершенствования методов их расчётов.

Ключевые слова: устой, подходная насыпь, боковое давление грунта, свайный фундамент, метод зависимых давлений.

Keywords: bridge abutment, approach embankment, lateral earth pressure, pile foundation, dependent pressure method.

ЧЧ

УДК 624.154.54

Полищук Анатолий Иванович,
д-р техн. наук, профессор
Солонов Геннадий Геннадьевич,
ст. преподаватель
(Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина)
E-mail: ofpai@mail.ru, solonovgg@mail.ru

Polishchuk Anatoly Ivanovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
Solonov Gennadii Gennadievich,
senior lecturer
(Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin)
E-mail: ofpai@mail.ru, solonovgg@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЁТА КОНЕЧНЫХ ОСАДОК БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ КОНИЧЕСКИХ СВАЙ В ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

SUBSTANTIATION OF METHODS FOR CALCULATING THE FINAL SETTLEMENT OF BORED-INJECTION CONICAL PILES IN CLAYEY SOILS

Основная задача представляемой работы заключалась в развитии метода расчета конечной осадки одиночной буроинъекционной конической сваи. В статье приводятся результаты численных и аналитических методов расчета осадок буроинъекционных цилиндрических и буроинъекционных конических свай в глинистых грунтах различных разновидностей длиной от 4 до 8 м; моделировалась также в глинистых грунтах работа буронабивных конических свай такой же длины. Одновременно рассматривались результаты экспериментальных исследований нагружения буронабивных конических и буроинъекционных цилиндрических свай такой же длины в аналогичных грунтовых условиях. Численные исследования всех рассматриваемых свай выполнялись в ПК Midas GTS NX в соответствии с предварительно подготовленными методиками. Аналитические методы расчета осадок цилиндрических и конических свай выполнялись по СП 22.13330.2016, Г. Г. Солонову и др. (2025). По результатам выполненных расчетов и сопоставления полученных результатов с данными экспериментальных исследований нагружения натурных буронабивных конических и буроинъекционных цилиндрических свай были сделаны выводы и обобщения. Установлено, что конечные осадки одиночных буроинъекционных конических свай длиной от 4 до 8 м на 15–18 % меньше, чем у цилиндрических свай с соответствующими геометрическими параметрами.

Ключевые слова: буроинъекционная цилиндрическая и коническая свая, буронабивная коническая свая, глинистый грунт, внешняя нагрузка, осадка, методика и методы расчета.

Keywords: bored-injection cylindrical and conical pile, bored conical pile, clayey soil, external load, settlement, calculation methods.

УДК 624.154.5

Пронозин Яков Александрович,
д-р техн. наук, профессор
Сальный Иван Сергеевич,
канд. техн. наук,
доцент
Левченко Виталий Максимович,
аспирант
(Тюменский индустриальный
университет)
E-mail: pronozinja@ytyuiu.ru,
salnyy2493@mail.ru,
vitally_p881968@yandex.ru

Pronozin Yakov Alexandrovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
Salnyi Ivan Sergeevich,
PhD in Sci. Tech.,
Associate Professor
Levchenko Vitaly Maksimovich,
postgraduate student
(Industrial University
of Tyumen)
E-mail: pronozinja@ytyuiu.ru,
salnyy2493@mail.ru,
vitally_p881968@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ НА ДЕЙСТВИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

EXPERIMENTAL RESULTS AND THEORETICAL METHOD FOR ANALYZING BORED-INJECTION PILES UNDER VERTICAL LOAD

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований по изменению напряженно-деформированного состояния (НДС) околосвайного массива грунта в процессе устройства буроинъекционных свай и при их последующем испытании на вертикальную нагрузку. Особое внимание уделено анализу распределения продольного усилия по стволу таких свай, что позволяет оценить характер перераспределения нагрузки между боковой поверхностью и пятой по мере ее роста, вплоть до исчерпания несущей способности сваи по грунту.

Приведено сопоставление экспериментальных данных с аналитическим решением, что позволяет оценить достоверность и границы применимости предлагаемой расчетной модели. Предлагаемый аналитический подход к оценке взаимодействия сваи с грунтовым основанием основан на стадийности работы грунта вдоль ствола. Такое представление дает возможность напрямую использовать лабораторные данные результатов кинематического сдвига грун-

та по контакту с материалом сваи. Полученное решение позволяет определять мобилизованные силы трения по боковой поверхности сваи и, как следствие, получать изменение продольного усилия по ее длине на каждом этапе нагружения с учетом жесткости основания под пятой сваи.

Ключевые слова: буроинъекционная свая, осадка сваи, напряженно-деформированное состояние.

Keywords: bored-injection pile, pile settlement, stress-strain state.

РАЗДЕЛ 3
МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ, МОДЕЛЬНЫХ И НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОТЫ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ. ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

УДК 624.131.43

Ананьев Андрей Александрович,
канд. техн. наук, доцент
Вознесенская Елена Сергеевна,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-
строительный университет)
E-mail: andrej.3@mail.ru,
ELVOZN@yandex.ru

Ananiev Andrey Aleksandrovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Voznesenskaya Elena Sergeevna,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg
State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: andrej.3@mail.ru,
ELVOZN@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПУАССОНА ГЛУБОКОВОДНЫХ ОКЕАНИЧЕСКИХ ИЛОВ

DETERMINATION OF POISSON'S RATIO OF DEEP-SEA SOFT SEDIMENTS

Разработка технологии добычи железомарганцевых конкреций в зоне Кларион-Клиппертон Тихого океана требует расчётной оценки взаимодействия агрегата сбора с глубоководным илистым основанием. Для расчёта осадки основания методами теории линейно-деформируемого полупространства необходим коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона), сведения о котором для океанических илов практически отсутствуют. Предложена методика его определения по результатам испытаний в модифицированном компрессионном приборе, допускающем боковое расширение образца.

Коэффициент Пуассона определяют по связи между ним и коэффициентом бокового давления, горизонтальные давления измеряют по градуировочной зависимости тангенциальных деформаций рабочего кольца. В результате испытаний 15 проб глубоководных океанических илов в диапазоне вертикальных

давлений от 5 до 25 кПа, соответствующем ожидаемым нагрузкам агрегата сбора, экспериментально определены средние значения коэффициента Пуассона: 0,46 – для илов нарушенного сложения и 0,21 – для илов ненарушенного природного сложения.

Ключевые слова: океанический ил, коэффициент Пуассона, коэффициент бокового давления, модифицированный компрессионный прибор.

Keywords: oceanic ooze, Poisson's ratio, coefficient of lateral earth pressure, modified oedometer.

УДК 624.131.4

Ахметгареева Рания Наилевна,
студент
Шамаева Александра Алексеевна,
студент
(Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-
строительный университет)
E-mail: akhmetgareeva.rania@bk.ru,
Aleksandra5hamaeva@yandex.ru

Akhmetgareeva Rania Nailevna,
student
Shamaeva Aleksandra Alekseevna,
student
(Saint Petersburg
State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: akhmetgareeva.rania@bk.ru,
Aleksandra5hamaeva@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ И МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ПЕСКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОРИСТОСТИ

STUDY OF THE DEPENDENCE OF THE ANGLE OF INTERNAL FRICTION AND DEFORMATION MODULUS OF SAINT PETERSBURG SANDS ON THE VOID RATIO

Одним из основных факторов, влияющих на процесс возведения или реконструкции зданий, являются данные, полученные в ходе инженерно-геологических изысканий. Песчаные грунты в Санкт-Петербурге являются основаниями как для исторических, так и для гражданских и промышленных зданий. Для выполнения строительных или реставрационных работ также необходимы инженерно-геологические изыскания, однако методик для их проведения много. На основе данных, полученных в геологических условиях Санкт-Петербурга, была изучена зависимость, на основе которой можно спрогнозировать угол внутреннего трения и модуль деформации для песчаных грунтов, уточнить полученные данные или сопоставить с лабораторными исследованиями.

В ходе исследования, проведенного на основе составленной базы данных по результатам инженерно-геологических изысканий в Санкт-Петербурге, были выявлены зависимости угла внутреннего трения и модуля деформации от коэффициента пористости для песчаных грунтов. В ходе анализа данных были выявлены следующие зависимости: для мелких и пылеватых песков характерна высокая прогнозируемость механических характеристик, тогда как средние и крупные фракции имеют более непредсказуемый характер изменений.

По итогам исследования было сделано заключение о важности проведения инженерно-геологических изысканий всех объектов без исключения, что в первую очередь связано с низким уровнем аппроксимации и высокой изменчивостью данных в пределах одной территории.

Ключевые слова: пески, угол внутреннего трения, модуль деформации, коэффициент внутреннего трения, анализ, инженерно-геологические изыскания.

Keywords: sands, angle of internal friction, deformation modulus, coefficient of internal friction, data analysis, geotechnical investigations.

УДК 624.131.38

Бай Владимир Федорович,
канд. техн. наук, доцент
Еренчинов Сергей Александрович,
канд. техн. наук, доцент
Шанхоев Зураб Шабазгиреевич,
канд. техн. наук, доцент
Жайсамбаев Еркн Аскерович,
канд. техн. наук,
ст. преподаватель
Морозов Даниил Романович,
студент
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: bajvf@tyuiu.ru, erenchinovsa@tyuiu.ru, shanhoevzs@tyuiu.ru, zhajsambaevea@tyuiu.ru, danya.morozov.2014@list.ru

Buy Vladimir Fedorovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Yerenchinov Sergey Alexandrovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Shanhoev Zurab Shabazgireevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Zhaysambaev Erkn Askerovich,
PhD in Sci. Tech.,
senior lecturer
Morozov Daniil Romanovich,
student
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: bajvf@tyuiu.ru, erenchinovsa@tyuiu.ru, shanhoevzs@tyuiu.ru, zhajsambaevea@tyuiu.ru, danya.morozov.2014@list.ru

МОБИЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ «ГЕОПАУК» ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТОВ СВАЯМИ

THE «GEOSPIDER» MOBILE STRUCTURE FOR SOIL TESTING WITH PILES

Мобильная конструкция «ГеоПаук» представляет собой инновационное инженерное решение, предназначенное для проведения испытаний грунтов сваями и штамповых испытаний.

Система «ГеоПаук» состоит из профильного металлопроката, анкерных шнеков, независимой реперной системы, гидравлического домкрата, маслонасосной станции и датчиков измерения перемещений. Предлагаемое инженерное решение является альтернативой традиционным методам испытаний грунтов сваями.

Мобильная установка «ГеоПаук» обладает компактными габаритными размерами и небольшой массой до 0,8 т. Дюбельное соединение узлов конструкции «ГеоПаука» обеспечивает возможность их ручного монтажа и демонтажа. В совокупности вышеперечисленные характеристики обеспечивают оперативное перемещение установки «ГеоПаук» между сваями, на которых проводят-

ся испытания, минимизируя затраты времени на их проведение. Компактные геометрические параметры позволяют проводить испытания в условиях ограниченного пространства строительных площадок и существенно облегчают транспортировку и хранение мобильной конструкции.

Ключевые слова: статические испытания грунтов сваями, штамп, основание, несущая способность, грунты, анкерные сваи.

Keywords: static pile load tests, plate, subgrade, bearing capacity, soils, anchor piles.

УДК 624.131.439.1

Васенин Владислав Анатольевич,
канд. техн. наук
(ООО «ПИ Геореконструкция»)
E-mail: vavasenin@mail.ru

Vasenin Vladislav Anatolyevich,
PhD in Sci. Tech.
(PI Georeconstruction LLC)
E-mail: vavasenin@mail.ru

РАЗВИТИЕ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕКОНСТРУКЦИИ КОМПРЕССИОННЫХ КРИВЫХ. ОСНОВНЫЕ СЛЕДСТВИЯ

DEVELOPMENT OF GRAPHICAL-ANALYTICAL METHODS FOR RECONSTRUCTING COMPRESSION CURVES. MAIN IMPLICATIONS

Предложено развитие графоаналитических методов реконструкции компрессионных кривых на основе перехода от зависимости e–lgσ′ к обобщённому индексу компрессии C=−Δe/Δlgσ′–lgσ′. Компрессионный паспорт представляется ступенчатой логистической моделью, разделяющей раннюю мобилизацию рекомпрессии и основной структурный переход. Для симметричной логистической функции строго устанавливаются нейтральный уровень как среднее асимптотических индексов и касательно-асимптотический масштаб ±2/k. Для асимметричных переходов используется функция Ричардса, позволяющая раздельно описывать положение центра, касательную геометрию и фазовую асимметрию. На этой основе формализуются определение давления предуплотнения, восстановление природного индекса компрессии и независимые диагностические проверки. Точные геометрические соотношения отделены от гипотез о переносе найденных закономерностей между различными состояниями грунта, а графические построения переводятся в аналитические процедуры, пригодные для автоматизации и численной верификации.

Ключевые слова: компрессионная кривая, давление предуплотнения, нейтральная ось, логистическая модель, функция Ричардса.

Keywords: compression curve, preconsolidation pressure, neutral axis, logistic model, Richards function.

УДК 624.131.43

Дремов Леонид Сергеевич,
аспирант
(Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б. Е. Веденеева)
Белаш Татьяна Александровна,
д-р техн. наук, профессор
(Научно-исследовательский центр «Строительство»)
E-mail: lleoonid@mail.ru, belashta@mail.ru

Dremov Leonid Sergeevich,
postgraduate student
(Vedeneev All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering)
Belash Tatyana Alexandrovna,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Research Center of Construction)
E-mail: lleoonid@mail.ru, belashta@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ГРУНТА ПРИ ФИЗИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕТОДАМИ УСЕЧЕНИЯ И ЗАМЕЩЕНИЯ

CHANGES IN SOIL DENSITY IN PHYSICAL MODELLING BY SCALPING AND REPLACEMENT METHODS

Целью данной работы является изучение изменения максимальной и минимальной плотности при физическом моделировании грунта методами усечения и замещения. Показано, что моделирование усечением и замещением можно описать смешением двух грунтов. Предложена модель на основе теории Lade P.V., описывающая изменение плотности при смешении фракций. Выполнен метаанализ работ, изучающих смешение двух фракций. Экспериментально изучено изменение максимальной и минимальной плотности при смешении двух неоднородных грунтов. На основе экспериментальных данных выведено регрессионное уравнение, получены выражения для расчета плотности грунта при моделировании. Показано, что при расчете плотности натурного грунта при усечении, без использования предложенной теории, получаются завышенные результаты. При замещении до 30 % грунта изменением плотности можно пренебречь.

Одним из основных материалов для строительства плотин являются крупнообломочные грунты. К таким плотинам относятся Shuangjiangkou (312 м), Нурекская ГЭС (300 м), Tehri (261 м), Mica (243 м), Oroville (235 м) и множество других. Диапазон используемых гранулометрических составов грунтов для гидротехнического строительства варьируется в широком диапазоне.

Для изучения таких грунтов используется физическое моделирование, так как большинство приборов имеют слишком маленькие размеры для таких грунтов. При моделировании грунта изменяется гранулометрический состав грунта, а вместе с этим и физические характеристики, которые влияют на механические свойства. Цель моделирования – максимально сохранить механические свойства грунта, уменьшая его до необходимых размеров. Одними из распространенных методов моделирования являются усечение и замещение.

Ключевые слова: грунт, крупнообломочный грунт, моделирование, плотность, усечение, замещение.

Keywords: soil, coarse-grained soil, modelling, density, scalping, replacement.

УДК 624.154

Королева Ирина Владимировна,
канд. техн. наук, доцент
(Казанский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: 79178711218@yandex.ru

Koroleva Irina Vladimirovna,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Kazan State University of Architecture and Engineering)
E-mail: 79178711218@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ ОБРАЗЦОВ ГРУНТА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

FEATURES OF DESTRUCTION OF CYLINDRICAL LAYERED SOIL SAMPLES IN LABORATORY CONDITIONS

Основания фундаментов в большинстве случаев представляют собой многослойный массив дисперсных грунтов с различными физико-механическими характеристиками. В пределах каждого слоя выделяются инженерно-геологические элементы, отбираются пробы грунта для определения его наименования, классификационных признаков и механических характеристик. Однако зона контакта слоев дисперсных грунтов остается практически неизученной. Кроме того, малоисследованным вопросом является влияние чередования слоев в массиве на его деформационные свойства.

В работе предложены результаты лабораторных трехосных испытаний цилиндрических двухслойных образцов и сопоставление их с данными, полученными в ходе исследований идентичных по схеме нагружения однослойных, состоящих из одного вида грунта, образцов. Использованы искусственно приготовленные грунты с целью исключения влияния включений и дефектов на ход экспериментов.

Получены данные о прочности, особенностях деформирования и схеме разрушения образцов в двух сериях трехосных стабилометрических испытаний: «глинистый грунт – песок» и «песок – глинистый грунт». Установлено влияние взаимного расположения слоев в образце на его механические характеристики. Предложен механизм деформирования и разрушения двухслойного образца.

Ключевые слова: трехосное сжатие, глинистый грунт, песок, слоистый образец, разрушение.

Keywords: triaxial compression, clayey soil, sand, layered specimen, failure.

УДК 624.139

Паскачева Дарья Алексеевна,
аспирант, ассистент
(Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-
строительный университет),
инженер
(Научно-исследовательский институт
строительной физики Российской
академии архитектуры
и строительных наук)
E-mail: dashaP17012000@yandex.ru

Paskacheva Daria Alekseevna,
postgraduate student, assistant lecturer
(Saint Petersburg
State University of Architecture
and Civil Engineering),
engineer
(Research Institute
of Building Physics
of the Russian Academy of Architecture
and Construction Sciences)
E-mail: dashaP17012000@yandex.ru

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF A MATHEMATICAL MODEL OF DEFORMATION OF SOFT WATER-SATURATED SILTY CLAY SOILS

Представлены результаты экспериментальных исследований и математического моделирования деформирования слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов Санкт-Петербурга. Рассмотрены результаты лабораторных испытаний в условиях компрессионного и сдвигового нагружений.

Особое внимание уделено закономерностям сдвигового деформирования в дренированных и недренированных условиях, развитию пластических объёмных деформаций и формированию избыточного порового давления. Экспериментально установлена стадийность объёмного деформирования при сдвиге, включающая первоначальную контракцию и последующее развитие дилатансии. На основе полученных данных сформулированы определяющие зависимости упругопластической модели грунта, учитывающей сдвиговое и объёмное упрочнение, зависимость жёсткости от напряжённого состояния и изменение характера дилатансии в процессе нагружения.

Для проверки принятых зависимостей выполняется численное моделирование лабораторных испытаний. Разработанная модель реализуется в конечно-элементной постановке для последующего решения геотехнических задач

и оценки напряжённо-деформированного состояния оснований, сложенных слабыми водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами.

Ключевые слова: слабые водонасыщенные пылевато-глинистые грунты, лабораторные испытания, простой сдвиг, недренированное поведение, дилатансия, контракция, математическая модель грунта, упругопластическое деформирование, метод конечных элементов.

Keywords: soft saturated silty clay soils, laboratory testing, simple shear, undrained behaviour, dilatancy, contraction, constitutive soil model, elastoplastic deformation, finite element method.

УДК 622.83

Просяников Борис Дмитриевич,
ст. преподаватель
(Сибирский государственный
университет путей сообщения)
E-mail: feinstahl@mail.ru

Prosyanikov Boris Dmitrievich,
senior lecturer
(Siberian Transport
University)
E-mail: feinstahl@mail.ru

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КОЭФФИЦИЕНТОМ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ И ФИЗИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГРУНТА

CORRELATION RELATIONSHIPS BETWEEN THE PORE PRESSURE COEFFICIENT AND THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL

В научной геотехнической литературе прочности водонасыщенных медленно уплотняющихся глинистых грунтов уделяется значительно меньше внимания, чем их деформированию во времени. Вместе с тем проблема прочности таких грунтов не менее важна, и её недостаточная изученность связана скорее с исторически сложившейся канвой исследований, чем с ее практической важностью. Теоретический аппарат этой проблемы достаточно подробно разработан в трудах А. С. Строганова, Ю. И. Соловьева, А. М. Караулова, К. В. Королева, И. Б. Башмакова и др. Удивительно, но экспериментальных работ на эту тему значительно меньше, хотя сегодня многие лаборатории оснащены оборудованием, позволяющим замерять поровое давление, а это является самым существенным при оценке прочности водонасыщенных глинистых грунтов. Нами был сконструирован оригинальный прибор для проведения таких измерений и выполнено несколько серий соответствующих опытов преимущественно на супесчаных и суглинистых грунтах. Выявлен ряд зависимостей между коэффициентом мгновенного порового давления и физическими характеристиками грунта.

Ключевые слова: прочность водонасыщенных глинистых грунтов, поровое давление, коэффициент мгновенного порового давления.

Keywords: strength of saturated clayey soils, pore pressure, instantaneous pore pressure coefficient.

УДК 624.131.3

Самохвалов Михаил Александрович,
канд. техн. наук, доцент
(ООО «Научно-производственная
компания „Геотехника 72“»)
E-mail: info@gt72.ru

Samokhvalov Mikhail Aleksandrovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Geotekhnika 72 Scientific
and Production Company LLC)
E-mail: info@gt72.ru

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ

DEVELOPMENT OF A NEW STAND DESIGN FOR STATIC SOIL TESTING

Разработана новая конструкция стенда для статических испытаний грунтов как сваями, так и штампами. Её ключевые элементы: сборно-разборная конструкция геодезического купола на болтовых соединениях, анкеры из буровых шнеков и натяжные элементы в виде канатов или цепей. Нагрузка на сваю создаётся домкратом, а усилие равномерно распределяется через верхний узел купола по канатам и воспринимается анкерами. Стержни купола воспринимают усилия сжатия и растяжения, канаты работают на растяжение, а анкеры – на выдёргивание. Отсутствие изгибающих моментов делает конструкцию лёгкой и эффективной: при весе купола 1,5 тс возможна нагрузка до 150 тс. Накрывающий купол тент позволяет надёжно защитить датчики и оборудование от атмосферных воздействий, технологично организовать отогрев грунта. Благодаря болтовым соединениям монтаж стенда может выполняться полностью ручным способом, а все его элементы могут технологично транспортироваться на дальние расстояния в сложенном виде. Использование данного стенда позволит сократить расходы до 75 % при статических испытаниях грунтов.

Ключевые слова: статические испытания грунтов, штамповые испытания грунтов, геодезический купол.

Keywords: static soil tests, plate load tests, geodesic dome.

РАЗДЕЛ 4
ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 551.345:624.139

Артюшенко Игорь Александрович,
канд. техн. наук, доцент
Ноздрачёв Алексей Сергеевич,
ассистент
(Российский университет транспорта)
Гречищева Эрика Станиславовна,
канд. геол.-минерал. наук
Володин Андрей Викторович,
инженер-геолог
Лещук Святослав Эдуардович, техник
(Научно-исследовательский центр «Строительство»)
E-mail: alex14071953@mail.ru, cryoerika@mail.ru, volodin.anod@gmail.com

Artyushenko Igor Alexandrovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Nozdrachev Alexey Sergeevich,
assistant lecturer
(Russian University of Transport)
Grechishcheva Erika Stanislavovna,
PhD in Sci. Geol.-Mineral.
Volodin Andrey Viktorovich,
engineer-geologist
Leshchuk Svyatoslav Eduardovich, technician
(Research Center of Construction)
E-mail: alex14071953@mail.ru, cryoerika@mail.ru, volodin.anod@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИЧЕСКОГО МАКРОМОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЩЕБЕНОЧНЫХ СВАЙ С ГРУНТАМИ СЛОЯ СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

THE RESULTS OF PHYSICAL MACRO-MODELING OF THE INTERACTION BETWEEN CRUSHED-STONE PILES AND SOILS OF THE SEASONAL FREEZING-THAWING LAYER UNDER LABORATORY CONDITIONS

На грунты оснований сооружений значительно влияют природно-климатические факторы, проблема обеспечения стабильности их свойств представ-

ляет важнейшую научную и производственную задачу. Разработана принципиальная схема устройства грунтового основания с применением армирования вертикальными столбами из щебня (щебеночными сваями). Проведено исследование взаимодействия щебеночной сваи с окружающим массивом грунта в мерзлом и оттаявшем состояниях.

Проведены лотковые испытания по определению наличия мостика холода в щебеночной свае, находящейся в массиве песчаного и глинистого грунта. Проведено физическое моделирование взаимодействия щебеночной сваи и мерзлого грунта путем ступенчатого приложения нагрузки к щебеночной свае. Проведено физическое моделирование взаимодействия щебеночной сваи и оттаявшего грунта путем ступенчатого приложения нагрузки к щебеночной свае. После испытаний осуществлялся распил лотков для визуальной оценки деформации щебеночных свай в массиве грунта.

Статья подготовлена на основе исследований, выполненных в рамках гранта, предоставленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в форме субсидии из федерального бюджета на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития, тема проекта «Анализ и разработка теоретических основ с исследованием и разработкой конструктивно-технологических решений по обеспечению эксплуатационной надежности объектов транспортной инфраструктуры в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов», соглашение № 075-15-2024-559 от 25.04.2024.

Ключевые слова: физическое макромоделирование, щебеночная свая, грунт сезонного промерзания-оттаивания, мостик холода, усиление мерзлого грунта.

Keywords: physical macro-modelling, crushed-stone pile, seasonal freezing-thawing layer, cold bridge, frozen soil improvement.

УДК 624.1

Дружинин Михаил Сергеевич,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: dms95@mail.ru

Druzhinin Mikhail Sergeyevich,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: dms95@mail.ru

НАТУРНОЕ И ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВДАВЛИВАНИЯ СВАЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ЗАСТРОЙКУ В ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

FIELD AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF JACKED PILE INSTALLATION ON ADJACENT STRUCTURES IN SATURATED CLAY SOILS OF SAINT PETERSBURG

Обобщены результаты натурных наблюдений и численного моделирования изменения напряженно-деформированного состояния водонасыщенных глинистых грунтов при массовом погружении свай статическим вдавливанием в условиях плотной застройки Санкт-Петербурга. Полевой эксперимент включал измерения избыточного порового давления, уровня грунтовых вод, вертикальных перемещений поверхности массива и деформаций существующего здания. Выявлена связь подъема расположенных вблизи сооружений с ростом порового давления в слабопроницаемых глинистых грунтах. Предложены детальная и упрощенная методики численного моделирования в пространственной постановке для оценки влияния от массового погружения свай вдавливания на окружающий массив. С их помощью оценена эффективность устройства ограждения котлована, лидерного бурения и изменения очередности работ. Полученные результаты подтверждают необходимость геотехнического прогноза и обоснованного выбора защитных мероприятий до начала устройства работ по вдавливанию свай.

Ключевые слова: сваи вдавливания, технологическое влияние, подъем грунтового массива, подъем зданий окружающей застройки, избыточное поровое давление, численное моделирование вдавливания свай.

Keywords: jacked piles, installation effects, ground heave, heave of adjacent buildings, excess pore pressure, numerical modelling of pile jacking.

УДК 624.1

Жайсамбаев Еркн Аскерович,
канд. техн. наук, ст. преподаватель
Мальцева Татьяна Владимировна,
д-р физ.-мат. наук, профессор
(Тюменский индустриальный университет)
Громадский Артём Николаевич,
директор
Синицкий Антон Иванович,
канд. геол.-минерал. наук,
вед. науч. сотрудник
(Научный центр изучения Арктики)
Шанхоев Зураб Шабазгиреевич,
канд. техн. наук, доцент
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: zhaysambaeverkn@mail.ru, maltsevatv@tyuiu.ru, ANGromadskii@yanao.ru, AISinitskii@yanao.ru, zurab_shanhoev@mail.ru

Zhaisambaev Erkn Askerovich,
PhD in Sci. Tech., senior lecturer
Maltseva Tatyana Vladimirovna,
Dr. Sci. Phys.-Math., Professor
(Industrial University of Tyumen)
Gromadsky Artyom Nikolaevich,
director
Sinitskii Anton Ivanovich,
PhD in Sci. Geol.-Mineral.,
leading research worker
(Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District)
Shankhoev Zurab Shabazgireevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: zhaysambaeverkn@mail.ru, maltsevatv@tyuiu.ru, ANGromadskii@yanao.ru, AISinitskii@yanao.ru, zurab_shanhoev@mail.ru

ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

THERMAL STABILIZATION OF THE BASE SOILS IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

В докладе анализируются аспекты строительства объектов промышленного и гражданского назначения на многолетнемерзлых грунтах (ММГ) с применением технологий термостабилизации.

В работе отражены происходящие природно-климатические изменения, снижающие несущую способность ММГ, что ставит под угрозу эксплуатационную надежность объектов строительства.

Представлены результаты применения систем термостабилизации грунтов при строительстве в Ямало-Ненецком автономном округе. Отражены особенности проведения тепловизионной диагностики систем термостабилизации

и полученные результаты геотехнического мониторинга объектов, расположенных в Ямало-Ненецком автономном округе.

Проведено численное моделирование температурного режима термостабилизируемого грунтового основания с учетом происходящих природно-климатических изменений.

Ключевые слова: многолетнемерзлый грунт, термостабилизация, строительство, изменение климата, тепловизионная диагностика.

Keywords: permafrost soil, thermal stabilization, construction, climate change, thermal imaging diagnostics.

УДК 624.15

Звездов Антон Андреевич,
науч. сотрудник, аспирант
(Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений имени Н. М. Герсеванова, Научно-исследовательский центр «Строительство»)
E-mail: 89858800019@mail.ru

Zvezdov Anton Andreevich,
research fellow,
postgraduate student
(Gersevanov Research Institute of Bases and Underground Structures, Research Center of Construction)
E-mail: 89858800019@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАЙНО-ВИНТОВЫХ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ МНОГОЛОПАСТНЫХ ВИНТОВЫХ СВАЙ В ЗОНЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

DESIGN OF SCREW-PILE FOUNDATIONS USING MULTI-BLADE SCREW PILES IN PERMAFROST SOILS

В докладе представлены результаты научно-исследовательской работы по изучению работы и взаимодействия одиночной многолопастной винтовой сваи с мерзлыми грунтами, позволяющие выполнить оценку несущей способности сваи по грунту в многолетнемерзлых грунтах. Работа выполнена с целью разработки инженерной методики расчета несущей способности одиночной многолопастной винтовой сваи по грунту в многолетнемерзлых грунтах. В рамках исследования проведен комплекс полевых и лотковых испытаний. На основе лоткового эксперимента осуществлено численное моделирование методом конечных элементов. Результаты лотковых экспериментов и численного моделирования наглядно демонстрируют работу одиночной многолопастной винтовой сваи в мерзлых грунтах и обосновывают принятую расчетную схему, вошедшую в основу предлагаемой методики. Предлагается инженерная методика по определению несущей способности одиночной многолопастной винтовой сваи по грунту в многолетнемерзлых грунтах, в основе которой лежат расчетные сопротивления, определяемые лабораторными методами или по табличным значениям СП 25.13330.2020.

Ключевые слова: свая, винтовая свая, многолопастная винтовая свая, свайно-винтовые фундаменты, мерзлые грунты, многолетнемерзлые грунты, вечная мерзлота.

Keywords: pile, screw pile, multi-blade screw pile, screw-pile foundations, frozen soils, permafrost soils.

УДК 624.131.43:539.3

Идрисов Ильдар Хайдарович,
канд. техн. наук,
генеральный директор
(ООО «Научно-производственное
предприятие „Геотек“»)
Болдырев Геннадий Григорьевич,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
ООО «Научно-производственное
предприятие „Геотек“»)
E-mail: g-boldyrev@geoteck.ru

Idrisov Ildar Khaidarovich,
PhD in Sci. Tech.,
General Director
(Geotek Research
and Production Enterprise LLC)
Boldyrev Gennady Grigoryevich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State
University of Architecture
and Civil Engineering, Geotek
Research and Production Enterprise LLC)
E-mail: g-boldyrev@geoteck.ru

ТЕРМО-ГИДРО-МЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЁРЗЛОГО ГРУНТА ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

THERMO-HYDRO-MECHANICAL MODELS OF FROZEN SOIL UNDER STATIC AND DYNAMIC LOADING

Представлен критический обзор современных термо-гидро-механических (ТГМ) моделей мёрзлого грунта применительно к задачам статических трёхосных испытаний с программой охлаждения и оттаивания и динамических испытаний при ступенчато-циклическом нагружении. Систематизировано около пятидесяти ключевых работ российских и зарубежных авторов 1972–2026 годов. Предложена классификация моделей по пяти группам: полуэмпирические модели (Конрад–Моргенштерн, Никсон, Цытович); упруго-вязкопластические (Ладаньи, школа Лая); модифицированной модели Cam-Clay с фазовым переходом (Чжоу–Мешке, Чжан–Михалевич, На–Сун, Лиао–Лай); полностью связанные ТНМ-модели (Нишимура–Дженс–Оливелла–Джардайн, Гореишьян Амири, Куси, российская группа Желнина и соавт.); динамические вязкоупруго-пластические модели с повреждаемостью (Чжу, Ма, Чжао, Чжан). Отдельно рассмотрены новейшие направления – модели на основе материальной точки (MPM), многомасштабные DEM-MPM подходы, физически информированные нейронные сети (PINN). Проанализированы шесть фундаментальных физических явлений, требующих совместного описания: фазовый переход, криогенная всасывающая сила, сегрегационное льдообразование, температурная зависимость прочности, реологические эффекты и поведение при оттаивании.

Сравнительный анализ четырёх ключевых критериев применимости моделей (учёт порового давления, описание промерзания, оттаивания, динамики) показал, что ни одна из существующих групп не охватывает все четыре одновременно. Обоснован гибридный подход к моделированию полного цикла «промерзание – мёрзлый грунт – оттаивание» с учётом статической и динамической составляющих нагружения.

Ключевые слова: термо-гидро-механическая модель, фазовый переход, эффективное напряжение, криогенная всасывающая сила, морозное пучение, циклическое нагружение, поровое давление, поромеханика.

Keywords: thermo-hydro-mechanical model, phase change, effective stress, cryogenic suction, frost heave, cyclic loading, pore pressure, poromechanics.

УДК 624.159.2

Ильичев Вячеслав Александрович,
академик РААСН, д-р техн. наук,
профессор
Никифорова Надежда Сергеевна,
д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник,
профессор
Пирогов Даниил Дмитриевич, аспирант
(Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет)
E-mail: ilyichev@bk.ru,
n-nikiforova@yandex.ru,
daniel2000mail@mail.ru

Ilyichev Vyacheslav Aleksandrovich,
Academician of RAACS, Dr. Sci. Tech.,
Professor
Nikiforova Nadezhda Sergeevna,
Dr. Sci. Tech., senior research worker,
Professor
Pirogov Daniil Dmitrievich, postgraduate student
(Moscow State University
of Civil Engineering
(National Research University))
E-mail: ilyichev@bk.ru,
n-nikiforova@yandex.ru,
daniel2000mail@mail.ru

РЕКУРРЕНТНЫЙ АЛГОРИТМ РАСЧЁТА ОСАДОК ЗДАНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ С ОСВОЕНИЕМ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ

RECURRENT ALGORITHM FOR CALCULATING BUILDING SETTLEMENTS DURING RECONSTRUCTION WITH UNDERGROUND DEVELOPMENT

Реконструкция с освоением подземной части изменяет состояние системы «основание – фундамент – здание» на каждом технологическом этапе, поэтому итоговая осадка зависит не только от состава воздействий, но и от их последовательности. Предложен рекуррентный алгоритм расчета осадок, в котором каждая новая стадия начинается с накопленной осадки предыдущей, а приращение определяется текущими параметрами: уровнем усиления фундаментов, модулем деформации, дополнительной нагрузкой, геометрией котлована и видом защитного мероприятия. Алгоритм апробирован на материалах геотехнического мониторинга реконструкции Старого Гостиного Двора. Коэффициенты влияния определены минимизацией суммы квадратов отклонений расчетных и измеренных осадок. Полученные значения MAE 3,6 мм, RMSE 13,5 мм и R^2 0,86 показывают согласование расчетной процедуры с данными мониторинга. Результаты подтверждают, что учет очередности усиления, надстройки и разработки котлована позволяет точнее описывать накопление осадки при реконструкции зданий с освоением подземной части.

Ключевые слова: рекуррентный алгоритм, осадка, этапность строительства, реконструкция, подземное пространство.

Keywords: recurrent algorithm, settlement, construction staging, reconstruction, underground space.

УДК 624.139

Кораблев Денис Сергеевич,
аспирант, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет),
инженер
(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
E-mail: d.korablv@yandex.ru

Korablev Denis Sergeevich,
postgraduate student, assistant lecturer
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering),
engineer
(Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
E-mail: d.korablv@yandex.ru

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИ ОТТАИВАНИИ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ

NUMERICAL SOLUTION OF PROBLEM OF FROZEN SOIL DEFORMATION DURING THAWING

Значительная часть территории РФ располагается в области распространения многолетнемерзлых грунтов, свойства которых существенно изменяются в случае оттаивания.

Целью работы является численная реализация модели деформирования многолетнемерзлого грунта при оттаивании. Модель реализована в разрабатываемом ПК GEFEST в несвязной температурно-механической постановке. Решение температурной задачи производится с учетом фазового перехода поровой влаги на основе энтальпийной постановки и разработанной зависимости содержания незамёрзшей воды (SFCC) с помощью МКЭ. Основные положения механической модели сформированы на основании результатов компрессионных исследований. Установлен составной характер деформирования: разрушение криогенной структуры при оттаивании и последующее нелинейное сжатие талого грунта. До оттаивания поведение грунта принимается упругим, после фазового перехода описывается логарифмическим законом с объемным упрочнением. Предел прочности реализован с использованием критерия Мора–Кулона. Верификация выполнена на основании сопоставления результатов моделирования с данными лабораторных испытаний.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, метод конечных элементов, численные методы, деформации оттаивания, промерзание и оттаивание, упрочнение, модели грунта.

Keywords: permafrost soils, finite element method, numerical methods, thaw settlement, freezing and thawing, hardening, soil models.

УДК 624.131.436

Коршунов Алексей Анатольевич,
канд. техн. наук, заведующий кафедрой
Чуркин Сергей Владимирович,
ассистент
Невзоров Александр Леонидович,
д-р техн. наук, профессор
(Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова)
E-mail: a.a.korshunov@yandex.ru

Korshunov Alexey Anatolyevich,
PhD in Sci. Tech., Head of the Department
Churkin Sergey Vladimirovich,
assistant lecturer
Nevzorov Alexander Leonidovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov)
E-mail: a.a.korshunov@yandex.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ ГРУНТОВ

ENSURING A STEADY STATE HEAT FLOW IN THE STUDY OF FROST HEAVE

Основными факторами, влияющими на величину морозного пучения грунтов, кроме их состава и внешней нагрузки, являются скорость промерзания и интенсивность миграции влаги к фронту промерзания из талой зоны. При большой скорости промерзания превалирует замерзание влаги, содержащейся в порах, и, как следствие, имеют место незначительные деформации пучения. Напротив, малые градиенты температуры способствуют притоку влаги в зону промерзания, формированию включений льда и развитию деформаций пучения.

Эксперименты в приборах стандартной конструкции показывают, что промерзание образцов до глубины 25–50 мм, как правило, идет с переменной скоростью из-за нестационарного теплового потока и формирования специфической криогенной текстуры в этой части образца и линз льда под штампом. Оценка пучинистости грунтов по средним значениям относительной деформации морозного пучения может послужить причиной погрешности при прогнозе деформации оснований сооружений.

Достоверность оценки пучинистости по данным лабораторных испытаний повышается путем исключения из рассмотрения верхней части образца или размещения на его торце буферного слоя, обеспечивающего стационарный тепловой поток и равномерное промерзание грунта. Относительные деформации пучения следует определять по соотношению скоростей пучения и перемещения фронта промерзания.

Ключевые слова: морозное пучение, скорость промерзания, скорость пучения, буферный слой грунта.

Keywords: frost heave, freezing rate, heave rate, buffer soil layer.

УДК 625.731.1:624.139.32:624.131.436

Краев Алексей Николаевич,
канд. техн. наук, доцент
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: kraev_aln@mail.ru

Kraev Aleksey Nikolaevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: kraev_aln@mail.ru

УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ ОТТАИВАНИИ МНОГОЛЕТНЕМЁРЗЛЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

STABILITY OF AUTOMOBILE ROADS UNDER NON-STATIONARY THAWING OF PERENNIALLY FROZEN FOUNDATION SOILS

Оценено изменение устойчивости основания автомобильной дороги «Надым – Салехард» при нестационарном оттаивании многолетнемёрзлых грунтов на участке км 1016+600–1016+700. Использованы данные обследований дороги (км 987–1331, 2016–2025 гг.) и термометрического мониторинга. Прогноз температурного режима основания выполнен в Frost 3D с 2012 г. (возведение насыпи) по 2062 г., оценка напряжённо-деформированного состояния и устойчивости земляного полотна – в midas GTS NX с шагом 5 лет по 2037 г. Рассмотрено влияние высоты насыпи, заложения откоса и мощности снежного покрова на среднегодовую температуру грунта под бровкой на уровне подошвы насыпи. Установлено, что изменение геометрии насыпи не стабилизирует температурный режим, эффективно сочетание снегорегулирования и теплоизоляции откосов. Осадка основания под откосом достигает 530 мм к 2037 г., более 80 % – в первые пять лет. Коэффициент устойчивости снижается до 1,128 при требуемом 1,3; устройство бермы с выторфовкой повышает его до 1,301. Результаты применимы при проектировании и эксплуатации дорог в криолитозоне.

Ключевые слова: автомобильная дорога, многолетнемёрзлые грунты, оттаивание, устойчивость, численное моделирование.

Keywords: highway, permafrost soils, thawing, stability, numerical modelling.

УДК 624.139.22

Краев Андрей Николаевич,
канд. техн. наук, доцент
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: kraev-an@mail.ru

Kraev Andrey Nikolaevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: kraev-an@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕРЗЛОГО МАССИВА ГРУНТА ПРИ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ОСНОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

EXPERIMENTAL STUDIES OF FROZEN SOIL MASS FORMATION DURING THERMAL STABILIZATION OF FOUNDATION SOILS UNDER CHANGING CLIMATE CONDITIONS

В докладе представлены результаты натурных экспериментальных исследований формирования мерзлого массива грунта при термостабилизации многолетнемерзлых грунтов несливающегося типа, а также данные многолетних наблюдений за температурным режимом грунтов и осадками фундаментов.

По результатам численного моделирования установлено, что промерзание грунтового массива происходит путем формирования отдельных мерзлых зон с их последующим постепенным смерзанием в единый массив.

Лабораторные исследования позволили выявить закономерности деформирования промерзающих образцов грунта при различных направлениях фронта промерзания. Так, радиальное промерзание образца при свободном пучении приводит к увеличению горизонтальных деформаций в 1,4–2 раза по сравнению с неодномерным и одномерным (сверху вниз) промерзанием. При этом вертикальные деформации образца уменьшаются на 20–48 % в зависимости от схемы испытаний.

Ключевые слова: термостабилизация, морозное пучение, многолетнемерзлый грунт, численное моделирование.

Keywords: thermal stabilization, frost heave, permafrost soil, numerical modelling.

УДК 624.131

Кудрявцев Сергей Анатольевич,
чл.-корр. РААСН, д-р техн. наук,
профессор
(Дальневосточный государственный
университет путей сообщения)
Парамонов Владимир Николаевич,
д-р техн. наук, профессор
(Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I)
Сахаров Игорь Игоревич,
д-р техн. наук, профессор
(Всероссийский научно-
исследовательский институт
гидротехники имени Б. Е. Веденеева)
*E-mail: olgakudr56@mail.ru,
parvn@georec.spb.ru,
i.sakharov2014@yandex.ru*

Kudryavtsev Sergey Anatolyevich,
Corresponding Member of RAACS,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Far Eastern State
Transport University)
Paramonov Vladimir Nikolaevich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Emperor Alexander I
St. Petersburg
State Transport University)
Sakharov Igor Igorevich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Vedeneev All-Russian
Research Institute of Hydraulic
Engineering)
*E-mail: olgakudr56@mail.ru,
parvn@georec.spb.ru,
i.sakharov2014@yandex.ru*

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ДЕГРАДИРУЮЩИХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

FEATURES OF CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES ON DEGRADING PERMAFROST SOILS IN THE FAR EAST

В работе рассматриваются особенности строительства и эксплуатации зданий и сооружений на деградирующих многолетнемерзлых основаниях Дальнего Востока, где многолетнемерзлые грунты распространены повсеместно сплошным покровом. Отмечено, что строительство и эксплуатация зданий и сооружений в Дальневосточном федеральном округе и прибрежной инфраструктуры Арктики в криолитозоне связаны с рядом трудностей, вызванных суровыми климатическими и сложными инженерно-геокриологическими условиями. Для прогноза промерзания-оттаивания грунтов рекомендован программный модуль «Termoground», входящий в программный комплекс «FEM models». Приведен пример использования этого модуля для прогноза изменения

напряженно-деформированного состояния основания свайного фундамента, работающего совместно с сезонно-охлаждающими устройствами.

Ключевые слова: многолетнемерзлое основание, промерзание, оттаивание, численное моделирование, прогноз.

Keywords: permafrost foundation, freezing, thawing, numerical modelling, forecast.

УДК 624.138

Мальцева Ксения Андреевна,
ассистент, аспирант
Мчедлидзе Константин Вахтангович,
заведующий учебной лабораторией,
аспирант
Вагурина Александра Викторовна,
ученый секретарь кафедры,
ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ksenia2300@mail.ru,
costya.mchedlidze@yandex.ru,
alexandra.vagurina@yandex.ru

Maltseva Ksenia Andreevna,
assistant lecturer, postgraduate student
Mchedlidze Konstantin Vakhtangovich,
Head of the Teaching Laboratory,
postgraduate student
Vagurina Alexandra Viktorovna,
Academic Secretary of the Department,
assistant lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ksenia2300@mail.ru,
costya.mchedlidze@yandex.ru,
alexandra.vagurina@yandex.ru

ИНЪЕКЦИОННОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ФУНДАМЕНТОВ И СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ В ИХ ОСНОВАНИИ

GROUTING OF HISTORIC FOUNDATIONS AND UNDERLYING WEAK WATER-SATURATED SOILS

Сохранение исторических зданий требует стабилизации работы фундаментов при ослаблении водонасыщенного основания и разрушении деревянных элементов в зоне опирания. Цель исследования – обоснование выбора инъекционных составов и параметров закрепления контактной зоны «фундамент – основание». Программа включает изучение свойств растворов, опыты на малых образцах песчаного грунта и физическое моделирование в лабораторном лотке. Варьируются влажность и соотношение компонентов полиуретановых составов.

Выполнены постановочные опыты с моделью фундамента и деревянными элементами, получены грунтополимерные фрагменты, проведён визуальный анализ зоны закрепления. Предложена и постановочно реализована двухслойная схема инъекционного закрепления. Дальнейшие испытания направлены на сопоставление деформирования модели до и после обработки под контролируемой нагрузкой. Проверяется гипотеза о снижении осадки и её неравномерности при локальном закреплении ослабленной контактной зоны. Результаты необходимы для разработки рекомендаций по выбору технологии с контролем перемещений фундамента.

Ключевые слова: исторические фундаменты, водонасыщенные грунты, инъекционное закрепление, полиуретановые составы, физическое моделирование, контактная зона.

Keywords: historic foundations, saturated soils, grouting, polyurethane compositions, physical modelling, contact zone.

УДК 624.154.51

Обшарова Александра Витальевна,
ст. преподаватель
(Пермский национальный
исследовательский
политехнический университет)
Пономарев Андрей Будимирович,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II)
*E-mail: Lybra013@yandex.ru,
andreypab@mail.ru*

Obsharova Alexandra Vitalievna,
senior lecturer
(Perm National
Research Polytechnic
University)
Ponomaryov Andrey Budimirovich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University)
*E-mail: Lybra013@yandex.ru,
andreypab@mail.ru*

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АРМИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЯ ГЕОТЕКСТИЛЕМ НА ДЕФОРМАЦИИ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ

NUMERICAL STUDY OF THE EFFECT OF GEOTEXTILE REINFORCEMENT ON FROST HEAVE DEFORMATIONS OF FOUNDATIONS

Представлены результаты испытаний глинистых грунтов тугопластичной, мягкопластичной, текучепластичной и текучей консистенции без армирования и с армированием геосинтетическими материалами в лабораторных условиях на определение пучинистых свойств. Представлены результаты влияния армирования геосинтетическими материалами на значения относительной деформации пучения грунтов. Выполнено численное моделирование деформаций морозного пучения в программном комплексе SiO 2D при разной ширине фундамента и разной глубине заложения фундамента. Определены положительные и отрицательные стороны армирования пучинистых грунтов геосинтетическими материалами.

Ключевые слова: глинистые грунты, пучение грунта, геосинтетические материалы, армирование, моделирование.

Keywords: clayey soils, frost heave, geosynthetics, reinforcement, modelling.

УДК 624.154

Паронко Александр Александрович,
ассистент
(Тюменский индустриальный
университет)
E-mail: 89199539093@yandex.ru

Paronko Aleksander Aleksandrovich,
assistant lecturer
(Industrial University
of Tyumen)
E-mail: 89199539093@yandex.ru

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ПОСЛЕ ЕГО УСИЛЕНИЯ БУРОИНЪЕКЦИОННЫМИ СВАЯМИ С УШИРЕННОЙ ПЯТОЙ

THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE SETTLEMENT OF A SHALLOW FOUNDATION AFTER ITS REINFORCEMENT WITH BORED-INJECTION PILES WITH AN ENLARGED BASE

В статье рассматривается алгоритм расчёта осадки фундамента мелкого заложения, давление по подошве которого превышает значение расчетного сопротивления грунта основания после его усиления. Для определения осадки вычисляется значение расчетной нагрузки на буроинъекционную сваю (БИС) с уширенной пятой в зависимости от параметров: физико-механических характеристик грунтового основания, максимальной нагрузки на столбчатый фундамент или на 1 м длины ленточного фундамента с количеством БИС для усиления, глубины расположения уширенной пяты и объёма инъекции раствора в мембрану-стакан для её формирования. Дополнительно в статье приводятся расчёт по определению значения расчётного сопротивления грунта в зоне формирования уширенной пяты в зависимости от получаемой её геометрической формы и расчёт по определению несущей способности уширенной пяты по четырём различным методикам. В конце статьи выполняется сравнительный анализ результатов аналитических расчётов по определению дополнительной осадки фундамента с результатами численного моделирования в программном комплексе MIDAS GTS NX.

Ключевые слова: усиление фундамента мелкого заложения, буроинъекционная свая (БИС) с уширенной пятой, осадка, расчётное сопротивление грунта под нижним концом сваи.

Keywords: strengthening of a shallow foundation, bored-injection pile with an enlarged base, settlement, design soil resistance under the pile toe.

УДК 624.134.1

Попсуенко Иван Константинович,
канд. техн. наук,
ведущий науч. сотрудник
(Научно-исследовательский центр
«Строительство»)
E-mail: poposuenko@list.ru

Popsuenko Ivan Konstantinovich,
PhD in Sci. Tech.,
leading research worker
(Research Center
of Construction)
E-mail: poposuenko@list.ru

РАЗВИТИЕ МЕТОДИК ПРОГНОЗА, МИНИМИЗАЦИИ И КОМПЕНСАЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ВОЗВЕДЕННЫХ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

DEVELOPMENT OF METHODS FOR PREDICTION, MINIMIZATION AND COMPENSATION OF DEFORMATIONS OF FOUNDATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES CONSTRUCTED ON COLLAPSIBLE SOILS

Прогнозирование просадок лёссовых грунтов от собственного веса предлагается определять путём замачивания малых котлованов, отрезанных по периметру на всю глубину просадочной толщи. Достоверность подтверждена сравнением просадок в малых и стандартных котлованах.

Минимизация просадок оснований зданий путём армирования просадочной толщи сваями в пробитых скважинах на просадочных грунтах II типа исследована, апробирована и внедрена автором; доказана её эффективность во многих регионах.

Были исследованы, апробированы и внедрены методики компенсации осадок оснований путем инъекций в них геополимеров, цементных растворов в режиме гидроразрывов, а также путем устройства между деформируемым основанием и фундаментом автоматических компенсационных надувных мембран.

Новизна всех описанных методов подтверждена патентами на изобретения.

Ключевые слова: прогнозирование просадок, малые котлованы, армирование просадочной толщи, компенсация осадок, инъекции геополимеров, цементные растворы, автоматические мембраны.

Keywords: prediction of collapse settlement, small test pits, reinforcement of collapsible strata, settlement compensation, geopolymer injection, cement grouts, automatic membranes.

УДК 625.731:624.139

Шанхоев Зураб Шабазгиреевич,
канд. техн. наук, доцент
Натчук Арсений Александрович, студент
Михеев Федор Юрьевич, студент
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: shanhoevzs@tyuiu.ru, 89199348647ishim@mail.ru, mikheevfedor26@mail.ru

Shanhoev Zurab Shabazgireevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Natchuk Arseny Alexandrovich, student
Mikheev Fyodor Yuryevich, student
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: shanhoevzs@tyuiu.ru, 89199348647ishim@mail.ru, mikheevfedor26@mail.ru

ВЛИЯНИЕ НЕГЛУБОКИХ ВОДОЁМОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛОГО ОСНОВАНИЯ НАСЫПИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

THE EFFECT OF SHALLOW WATER BODIES ON THE STABILITY OF PERMAFROST FOUNDATION OF A ROAD EMBANKMENT

В условиях глобального потепления климата, наблюдаемого в регионах распространения многолетнемерзлых грунтов (ММГ), происходят значительные изменения в геокриологической обстановке. Эти изменения проявляются в увеличении мощности нестабильных слоев грунтов основания, что, в свою очередь, приводит к снижению прочностных характеристик и потере устойчивости основания автомобильной дороги.

При проектировании автомобильных дорог необходимо осуществлять инженерно-геокриологический прогноз с учетом процессов снегопереноса и классификации местности по типу увлажнения грунтов основания (2-й и 3-й типы), где поверхностный сток воды вдоль откосных частей сооружения не обеспечен.

Формирование неглубоких водоёмов (0,1–1,0 м) вдоль откосных частей автомобильной дороги способствует значительному увеличению мощности нестабильных слоев грунтов основания под основной и откосной частью сооружения, тем самым формируя в процессе оттаивания на границе талого и мерзлого слоя «приконтактный слой» с пониженными прочностными характеристиками.

Ключевые слова: неглубокие водоёмы, устойчивость основания, насыпь, поверхностные воды, автомобильная дорога.

Keywords: shallow water bodies, foundation stability, embankment, surface water, highway.

УДК 624.139.3

Шанхоев Зураб Шабазгиреевич,
канд. техн. наук, доцент
Жайсамбаев Еркн Аскерович,
канд. техн. наук, ст. преподаватель
(Тюменский индустриальный университет)
Синицкий Антон Иванович,
канд. геол.-минерал. наук,
вед. науч. сотрудник
(Научный центр изучения
Арктики)
E-mail: shanhoevzs@tyuiu.ru,
zhajsambaevea@tyuiu.ru,
AISinitskii@yanao.ru

Shanhoev Zurab Shabazgireevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Zhaysambaev Erkn Askerovich,
PhD in Sci. Tech., senior lecturer
(Industrial University of Tyumen)
Sinitsky Anton Ivanovich,
PhD in Sci. Geol.-Mineral.,
leading research worker
(Arctic Research Center
of the Yamal-Nenets Autonomous District)
E-mail: shanhoevzs@tyuiu.ru,
zhajsambaevea@tyuiu.ru,
AISinitskii@yanao.ru

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕПЛОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ НАСЫПИ

INFLUENCE OF SURFACE WATER ON THE THERMAL STABILITY OF PERMAFROST SOILS AT THE BASE OF AN EMBANKMENT

Как отмечают многие авторы, при проектировании насыпных сооружений на многолетнемерзлых грунтах (ММГ) традиционные мероприятия менее эффективны, так как не всегда учитывают климатические и инженерно-гидрометеорологические условия региона.

Возведение насыпных сооружений на ММГ приводит к нарушению термодинамического равновесия и препятствует естественному стоку воды, вследствие чего формируются неглубокие водоёмы вдоль откосных частей сооружения.

Застой поверхностных вод у насыпных сооружений рассматривается как один из опасных факторов, влияющих на тепловую устойчивость ММГ основания. Изменение тепловой устойчивости напрямую влияет на общую устойчивость основания насыпных сооружений.

В связи с вышеизложенным разработка конструктивно-технологических мероприятий, повышающая тепловую и общую устойчивость как ранее возведённых, так и вновь строящихся насыпных сооружений на ММГ, остаётся актуальной задачей инженерного мерзлотоведения.

Ключевые слова: тепловая устойчивость, основание, насыпь, устойчивость, поверхностные воды, неглубокие водоёмы.

Keywords: thermal stability, foundation, embankment, stability, surface water, shallow water bodies.

РАЗДЕЛ 5
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСТРОЙСТВУ И УЛУЧШЕНИЮ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ

УДК 624.137.6

Афанасьев Никита Александрович,
аспирант
Харичкин Андрей Игоревич,
канд. техн. наук, доцент
(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)
E-mail: nik.afanasev.01101998@gmail.com, andrei.kharichkin@gmail.com

Afanasev Nikita Alexandrovich,
postgraduate student
Kharichkin Andrey Igorevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Moscow State University of Civil Engineering (National Research University))
E-mail: nik.afanasev.01101998@gmail.com, andrei.kharichkin@gmail.com

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ГРУНТОВЫХ АНКЕРОВ СО СВОБОДНОЙ ДЛИНОЙ. АНАЛИЗ НДС СИСТЕМЫ «АНКЕР-ГРУНТОВЫЙ МАССИВ»

BEARING CAPACITY OF GROUND ANCHORS WITH A FREE LENGTH. THE “ANCHOR-SOIL MASS” SYSTEM STRESS-STRAIN ANALYSIS

Одним из ключевых расчетных положений при проектировании заанкеренных конструкций является определение несущей способности анкера по грунту. Нормативная документация регламентирует определять несущую способность на основе полевых испытаний, тогда как расчетные методики допускается использовать для предварительной оценки. Существующие методики несовершенны, основаны на допущениях и упрощениях. Это приводит к существенному занижению проектной несущей способности. Также в расчетах учитывается только сопротивление по боковой поверхности корня, а лобовое сопротивление под торцом анкера игнорируется.

Предложенная уточненная расчетная модель определения несущей способности анкера заключается в ее определении как суммы бокового и лобового сопротивлений.

Цель работы – установление закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива в прианкерном пространстве при достижении анкером несущей способности по грунту, а также оценка влияния лобового сопротивления анкера на общую несущую способность.

Ключевые слова: грунтовый анкер, несущая способность, напряженно-деформированное состояние, геотехническое строительство, гидротехническое строительство.

Keywords: ground anchor, bearing capacity, stress-strain state, geotechnical engineering, hydraulic engineering.

УДК 624.131.532.3

Башмаков Иван Борисович,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 179bib@gmail.com

Bashmakov Ivan Borisovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 179bib@gmail.com

УЧЁТ ИЗБЫТОЧНЫХ ПОРОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ ПРИ РАСЧЁТЕ ОГРАЖДЕНИЙ КОТЛОВАНОВ

ACCOUNTING FOR EXCESS PORE PRESSURES IN WEAK CLAYEY SOILS IN THE CALCULATION OF EXCAVATION RETAINING STRUCTURES

Рассматривается методика расчёта ограждений котлованов в слабых водонасыщенных глинистых грунтах с учётом избыточных поровых давлений, возникающих при недренированном нагружении. Теоретическая часть основана на обобщении теории мгновенной прочности и корреляции коэффициента Скемптона A_f с показателем текучести I_L. Приводится сравнительный анализ подходов к оценке прочностных и деформационных характеристик грунтов по результатам испытаний простым сдвигом и трёхосным сжатием; обосновывается применимость простого сдвига для моделирования работы грунта за ограждением. Методика апробирована при расчёте ограждений котлованов на двух объектах Санкт-Петербурга. Выполняется оценка сходимости результатов расчётов с учётом избыточных поровых давлений с данными мониторинга по изгибающим моментам в ограждении и его горизонтальным смещениям.

Ключевые слова: избыточные поровые давления, слабые глинистые грунты, ограждения котлованов, простой сдвиг, теория мгновенной прочности.

Keywords: excess pore pressures, soft clayey soils, excavation retaining structures, simple shear, instantaneous strength theory.

УДК 624.138.232.1

Богов Сергей Геннадиевич,
заместитель директора по мониторингу
(ООО «ПИ Георекнструкция»)
E-mail: s.bogov@georec.spb.ru

Bogov Sergey Gennadievich,
Deputy Director for Monitoring
(PI Georeconstruction LLC)
E-mail: s.bogov@georec.spb.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ JET GROUTING. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

OPTIMIZATION OF JET GROUTING TECHNOLOGY APPLICATION. THEORY AND PRACTICE

Приводится алгоритм расчета основных параметров технологии jet grouting для расчета диаметра закрепления, параметров: скорости подъема, вращения монитора, размера частиц грунта выносимых и сохраняемых в грунтоцементном элементе (ГЦЭ), для определения потерь давления в скважине выше зоны размыва и контроля качества свойств цементных растворов.

Оценка несущей способности грунтовых оснований усиленных фундаментов, оценка улучшения деформационных свойств грунтов позволяет выявить источники эффективности как временной, так и экономической за счёт снижения количества буровых скважин и непродуктивного расхода цементного раствора.

Цель работы – оптимизировать бездефектное устройство грунтоцементных элементов. Расчетная оценка диаметра ГЦЭ, расхода цементного раствора, объема выноса частиц, а также контроль смещений массива грунта с помощью инклинометрических измерений и излива из скважины позволяет в режиме реального времени производить оценку эффективности проводимого закрепления, а также фиксировать нарушения в технологии.

Ключевые слова: jet grouting, диаметр закрепления, грунтоцементный элемент.

Keywords: jet grouting, column diameter, soil-cement element.

УДК 624.131.543

Готман Наталья Залмановна,
д-р техн. наук, профессор
(Российский университет транспорта)
Гудков Алексей,
магистр, ведущий инженер-геотехник
(ООО «Подземпроект»)
E-mail: natalya.gotman@marksgroup.ru, gudkov@marksgroup.ru

Gotman Natalia Zalmanovna,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Russian University of Transport)
Gudkov Aleksei,
Master's degree, lead geotechnical engineer
(Podzemproekt LLC)
E-mail: natalya.gotman@marksgroup.ru, gudkov@marksgroup.ru

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ JET-ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

EXPERIENCE IN USING JET GROUTING TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF HIGH-RISE BUILDINGS IN KARST AREAS

Представлены результаты расчета, проектирования и устройства противокарстовой геотехнической защиты высотных зданий в г. Уфе с применением горизонтальных экранов из грунтоцементных элементов. Площадка характеризуется высокой карстовой опасностью: карстующиеся гипсы залегают неоднородно на глубине 20–40 м, на их кровле отсутствует гидрофобный защитный глинистый экран, а в толще выявлены заполненные и открытые полости. В основании плитных фундаментов залегают сильносжимаемые глинистые грунты. Для оценки влияния карстовых деформаций на напряженно-деформированное состояние основания выполнено численное моделирование. По результатам расчетов определены требуемая мощность и механические характеристики горизонтальных геотехнических экранов, разработаны подходы к оценке изменения деформативности основания при развитии карстовых деформаций. Приведены результаты определения характеристик массива грунта после инъецирования и данные геотехнического мониторинга строящихся зданий.

Ключевые слова: противокарстовая защита, геотехнический экран, грунтоцемент, численное моделирование, проектирование.

Keywords: anti-karst protection, geotechnical screen, soil-cement, numerical modelling, design.

УДК 624.131.37

Казаков Максим Сергеевич,
аспирант
Офрихтер Вадим Григорьевич,
д-р техн. наук, доцент
(Пермский национальный исследовательский политехнический университет)
E-mail: cazakow23@yandex.ru, ofrikhter@mail.ru

Kazakov Maksim Sergeevich,
postgraduate student
Ofrikhter Vadim Grigorievich,
Dr. Sci. Tech., Associate Professor
(Perm National Research Polytechnic University)
E-mail: cazakow23@yandex.ru, ofrikhter@mail.ru

ОЦЕНКА ВНУТРЕННЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ АРМОГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЧНОСТНОЙ МАКРОХАРАКТЕРИСТИКИ АРМИРОВАННОГО ГРУНТА

ASSESSMENT OF THE INTERNAL STABILITY OF REINFORCED SOIL STRUCTURES USING THE STRENGTH MACROCHARACTERISTICS OF REINFORCED SOIL

Предложена новая методика оценки внутренней устойчивости армогрунтовых удерживающих сооружений. В отличие от дискретного подхода, предложено рассматривать армированный грунт как эквивалентный однородный материал. На основе результатов лабораторных испытаний на вытягивание геотекстиля из несвязного грунта предложена прочностная макроскопическая характеристика – предел прочности на одноосное сжатие армированного грунта. Наступление предельного состояния определяется прочностью геотекстиля на разрыв или потерей его контакта с грунтом. Достоверность аналитического подхода верифицирована численным моделированием в программном комплексе. По результатам сопоставления дискретной расчетной модели и композитной (с использованием нелинейного критерия Хука–Брауна) расхождение коэффициентов устойчивости составило не более 5 %. Применение макроскопической характеристики позволяет выполнять расчет внутренней устойчивости армогрунтовых удерживающих сооружений, с оптимизацией шага армирования и длины заделки, что приводит к снижению норм расхода геосинтетических материалов.

Ключевые слова: армированный грунт, геотекстиль, внутренняя устойчивость, удерживающее сооружение.

Keywords: reinforced soil, geotextile, internal stability, retaining structure.

УДК 624.154.535:624.154.8:624.138.41

Карпов Андрей Анатольевич,
заведующий лабораторией
(Научно-производственный центр
«ГЕОТЕХНИКА»)
Мальцев Андрей Валентинович,
канд. техн. наук, доцент
(Самарский государственный
технический университет)
*E-mail: andrkarpow@yandex.ru,
geologof@yandex.ru*

Karpov Andrey Anatolyevich,
Head of Laboratory
(GEOTECHNIKA Scientific
and Production Center)
Maltsev Andrey Valentinovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Samara State Technical
University)
*E-mail: andrkarpow@yandex.ru,
geologof@yandex.ru*

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГРУНТОВ И РАСТВОРОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОПОЛИМЕРНОГО УШИРЕНИЯ ПЯТЫ БУРОВОЙ СВАИ

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF SOIL AND SOLUTION PARAMETERS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF SOIL-POLYMER BROADENING OF THE HEEL OF A BORED PILE

Лабораторный эксперимент на моделях в лотке показал, что при инъецировании вспенивающихся смол в режиме пропитки в 8 случаях из 10 удается получить закрепленную зону грунта шарообразной прогнозируемой формы. Образование шарообразного грунтополимерного элемента зафиксировано во всех типах песков и легкой супеси, в грунтах же с низкой водопроницаемостью (Кф≤0,1 м/сут) сделать подобное проблематично.

Опытами установлено, что на размеры образуемого грунтополимерного элемента влияет степень влажности. Средняя величина коэффициента расширения смолы примерно 4,6, однако с ростом Sr его значения имеют тенденцию к убыванию.

Полевые испытания буровых свай с уширением продемонстрировали линейный рост их несущей способности при возрастании количества закачиваемой смолы под пяту сваи, но при этом каждый следующий килограмм смолы дает меньший прирост несущей способности.

Исследования образцов грунтов с опытной площадки показали весьма высокие значения механических характеристик. Так, прочность грунтополи-

мера на одноосное сжатие в среднем достигает 2,7 МПа, а значение модуля деформации 97,0 МПа.

Ключевые слова: пенополиуретановая смола, грунтополимерное уширение, буровая свая, лабораторные и полевые исследования, физико-механические характеристики грунта.

Keywords: polyurethane foam resin, soil-polymer enlargement, bored pile, laboratory and field studies, physical and mechanical soil properties.

УДК 624.151

Козинец Галина Леонидовна,
д-р техн. наук, профессор
Конюшков Владимир Викторович,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)
E-mail: v.konyushkov@mail.ru

Kozinets Galina Leonidovna,
Dr. Sci. Tech., Professor
Konyushkov Vladimir Viktorovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University)
E-mail: v.konyushkov@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

SOME EXAMPLES FROM THE PRACTICE OF DESIGNING, CONSTRUCTING AND OPERATING HYDROTECHNICAL STRUCTURES

Гидротехнические сооружения применяются в различных отраслях строительного производства. Многие объекты железнодорожного, автодорожного и промышленно-гражданского строительства: опоры мостов, пойменные насыпи, подпорные стены, склоны, откосы, котлованы и т. д. воспринимают гидростатическое и гидродинамическое воздействие атмосферных, поверхностных и подземных вод. Корректность назначения граничных условий, определения расчетных схем, вычисления комбинаций загружений и их сочетаний определяют необходимые и достаточные конструктивные решения при проектировании гидротехнических сооружений.

Для обеспечения безопасного строительства гидротехнических сооружений выполняют специализированные расчеты, учитывающие поэтапные изменения во времени их напряженно-деформированного состояния при воздействии гидростатических, гидродинамических, гравитационных и температурных нагрузок и воздействий.

Для надежной эксплуатации гидротехнических сооружений предусматривают мониторинг за их текущим техническим состоянием и комплекс предупредительных мероприятий по предотвращению развития аварийной ситуации.

Комплексный учет многочисленных факторов при проектировании и строительстве гидротехнических сооружений позволяет обеспечить их работоспособное состояние даже при резких изменениях статических и динамических

нагрузок, температурно-влажностного режима и других видов нагрузок и воздействий в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: гидротехническое строительство, гидростатические и гидродинамические нагрузки, фильтрационно-суффозионные процессы, защита от затопления и подтопления, многолетнемерзлые грунты.

Keywords: hydraulic engineering, hydrostatic and hydrodynamic loads, seepage and suffosion processes, flood and groundwater protection, permafrost soils.

УДК 622.83

Королев Константин Валерьевич,
д-р техн. наук, профессор
(Сибирский государственный
университет путей сообщения)
Коняшин Андрей Владимирович,
аспирант
(Всероссийский научно-
исследовательский институт
гидротехники имени Б. Е. Веденеева)
E-mail: andrei.koniashin@yandex.ru

Korolev Konstantin Valeryevich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Siberian Transport
University)
Konyashin Andrey Vladimirovich,
postgraduate student
(Vedeneev All-Russian
Research Institute
of Hydraulic Engineering)
E-mail: andrei.koniashin@yandex.ru

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПАНСИВНОГО ПОЛИУРЕТАНА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

EXPERIENCE IN USING EXPANSIVE POLYURETHANE TO REINFORCE RAILWAY EMBANKMENTS

Методы борьбы со сверхнормативными деформациями земляного полотна на железных дорогах разрабатываются и внедряются уже много десятилетий. Характерной чертой этой проблемы является постоянное совершенствование методов ее решения. Это совершенствование идет во всех направлениях. В настоящей работе предлагаются два различных, но взаимосвязанных аспекта указанной проблемы – инъектирование экспансивными полиуретановыми составами и расчетное определение тех областей в земляном полотне, усиление которых даст наилучший результат. Применение полиуретана показало высокую эффективность на реальных объектах железной дороги. Сам этот состав пока ещё мало знаком отечественным строителям и эксплуатационщикам, поэтому обоснование его широкого применения является актуальным, а на пути этого обоснования приходится решать целый ряд задач практического и исследовательского толка. Расчетное определение областей в грунтовом массиве, в первую очередь подлежащих усилению, выполнено методами отсеков и методом конечных элементов. Предложена простая и эффективная методика нахождения таких зон.

Ключевые слова: полиуретан, деформации земляного полотна, расчет устойчивости.

Keywords: polyurethane, subgrade deformations, stability analysis.

УДК 658.51

Курасова Диана Талгатовна,
соискатель кафедры технологии
строительного производства
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: dianasha@mail.ru

Kurasova Diana Talgatovna,
PhD Candidate, Department
of Construction Technology
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: dianasha@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕГРЕССИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ РАСЧЁТОВ ТРУДОЁМКОСТИ МОНТАЖА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБЛЕГЧЁННЫХ СЭНДВИЧ-БЛОКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ ОТ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ ИХ ПЛОЩАДИ И СТЕПЕНИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ УЗЛОВ

MODELING OF NONLINEAR REGRESSION DEPENDENCIES OF CALCULATIONS OF LABOR INTENSITY OF INSTALLATION OF ENERGY-SAVING LIGHTWEIGHT SANDWICH BLOCKS DURING CONSTRUCTION ON SOFT SOILS FROM FACTORS INFLUENCED BY THEIR AREA AND THE DEGREE OF TECHNOLOGICALITY OF UNITS

Выполнено моделирование нелинейных парных регрессионных зависимостей для расчетов трудоемкости монтажа разработанных автором инновационных облегченных сэндвич-блоков при строительстве на слабых грунтах от факторов влияния их различной площади и степени технологичности различных узлов соединений. Собраны статистические данные о вариантах различных технологий монтажа в диапазоне площадей от 0,1 до 1,0 кв. м площади блока по поверхности стены и четырех видов узлов. Рассчитаны удельные показатели трудоемкости монтажа в чел.-час/кв. м. Методом регрессионного анализа подобраны аппроксимирующие степенные функции, отражающие выявленные корреляции и регрессии в виде парных кривых. Оценены их параметры методом наименьших квадратов. Статистическая значимость уравнений проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено,

что параметры моделей статистически значимы. Полученные оценки уравнений регрессии позволяют использовать их для прогноза при расчетах в разработках ПОС и ППР в проектных организациях для условий слабых грунтов.

Ключевые слова: сэндвич-блоки, строительство, слабые грунты, факторы влияния.

Keywords: sandwich blocks, construction, soft soils, influencing factors.

УДК 624.19:620.179.1

Мамаев Данила, аспирант
(Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-
строительный университет)
E-mail: mamaev-danila@mail.ru

Mamaev Danila, postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: mamaev-danila@mail.ru

ГЕОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ ВСКРЫТИЯ ОБДЕЛКИ ШАХТНОГО СТВОЛА ПРИ ПРОХОДКЕ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ШТОЛЬНИ КАНАЛИЗАЦИОННОГО КОЛЛЕКТОРА В ГРУНТОЦЕМЕНТНОМ МАССИВЕ

GEOTECHNICAL RISK ASSESSMENT OF SHAFT LINING OPENING DURING DRIVING OF A CONNECTING ADIT OF A SEWER COLLECTOR IN A SOIL-CEMENT MASS

В работе представлена методика и практический пример геотехнической оценки рисков вскрытия обделки шахтного ствола при проходке соединительной штольни канализационного коллектора в грунтоцементном массиве. В качестве основного метода исследования применено межскважинное акустическое просвечивание (МАП). Для получения информации о состоянии грунтоцемента в зоне примыкания к шахтной обделке использован аппаратурный комплекс межскважинного акустического просвечивания АПЗ-1 (разработчик – ООО «Геодиагностика», Россия). Приведены результаты исследований грунтоцементного массива, примыкающего к шахте канализационного коллектора в Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: геотехника, геотехническая оценка рисков, грунтоцементные противофильтрационные завесы, межскважинное акустическое просвечивание, струйная цементация, бетонная крепь ствола.

Keywords: geotechnics, geotechnical risk assessment, soil-cement cut-off walls, cross-hole acoustic testing, jet grouting, concrete shaft lining.

УДК 624.138.24

Мчедлидзе Константин Вахтангович,
заведующий учебной лабораторией,
аспирант
Севастьянова Екатерина Владимировна,
ст. лаборант,
магистрант
Виту Марк Сергеевич, магистр
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
*E-mail: costya.mchedlidze@yandex.ru,
mvitu@mail.ru, ekaterina.2001@inbox.ru*

Mchedlidze Konstantin Vakhtangovich,
Head of the Teaching Laboratory,
postgraduate student
Sevastyanova Ekaterina Vladimirovna,
senior laboratory assistant,
Master's degree student
Vitu Mark Sergeevich, Master's degree
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
*E-mail: costya.mchedlidze@yandex.ru,
mvitu@mail.ru, ekaterina.2001@inbox.ru*

РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОТОЧНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД

CALCULATION AND EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF A COMPLEX TECHNOLOGY FOR STABILIZING SANDY FOUNDATIONS UNDER FLOWING GROUNDWATER CONDITIONS

Освоение намывных территорий сопряжено с рисками суффозии, выпора и неравномерных осадок фундаментов из-за высокого уровня и постоянной динамики грунтовых вод. В работе представлена комплексная технология закрепления песчаных грунтов средней фракции с использованием микроцементных составов, модифицированных хлоридом натрия (NaCl) и жидким стеклом, а также полиуретановых пен IS-P для создания противофильтрационной завесы.

Исследования проводились методом физического моделирования в экспериментальном лотке с имитацией поточных грунтовых вод с помощью насосного оборудования. Установлены оптимальные соотношения компонентов закрепляющих составов, определены прочностные характеристики грунта, оценены проникающая способность, скорость отверждения и эффективность формирования противофильтрационного экрана. Показано, что комбинированное применение микроцементов и полиуретановых пен позволяет существенно снизить водопроницаемость песчаных оснований и повысить их несущую

способность. Результаты рекомендуются для проектирования фундаментов на намывных территориях.

Ключевые слова: намывные территории, песчаные грунты, суффозия, поточные грунтовые воды, микроцемент, полиуретановая пена, противофильтрационная завеса, закрепление грунтов.

Keywords: reclaimed areas, sandy soils, suffosion, flowing groundwater, microcement, polyurethane foam, cut-off wall, soil stabilization.

УДК 624.15

Никифорова Надежда Сергеевна,
д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник,
профессор
(Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет,
Научно-исследовательский институт
строительной физики Российской
академии архитектуры
и строительных наук)
Шишкин Яков Владимирович,
магистр
(Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет)
Коннов Артем Владимирович,
канд. техн. наук
(Научно-исследовательский институт
строительной физики Российской
академии архитектуры и строительных
наук, Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет)
Чесноков Георгий Владимирович,
аспирант
(Тюменский индустриальный
университет)
Чепизубов Игорь Геннадьевич,
канд. техн. наук
Моисеенко Георгий Александрович,
канд. техн. наук
(Научно-исследовательский институт
строительной физики Российской
академии архитектуры
и строительных наук)
*E-mail: n-nikiforova@yandex.ru,
yasha.sh.sh2536@mail.ru,
artem.konnov@gmail.com*

Nikiforova Nadezhda Sergeevna,
Dr. Sci. Tech., senior research worker,
Professor
(Moscow State University
of Civil Engineering
(National Research University),
Research Institute of Building Physics
of the Russian Academy
of Architecture
and Construction Sciences)
Shishkin Yakov Vladimirovich,
Master's degree
(Moscow State University
of Civil Engineering
(National Research University))
Konnov Artem Vladimirovich,
PhD in Sci. Tech.
(Research Institute
of Building Physics
of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences,
Moscow State University of Civil
Engineering (National Research University))
Chesnokov Georgiy Vladimirovich,
postgraduate student
(Industrial University
of Tyumen)
Chepizubov Igor Gennadevich,
PhD in Sci. Tech.
Moiseenko Georgiy Alexandrovich,
PhD in Sci. Tech.
(Research Institute of Building Physics
of the Russian Academy
of Architecture
and Construction Sciences)
*E-mail: n-nikiforova@yandex.ru,
yasha.sh.sh2536@mail.ru,
artem.konnov@gmail.com*

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ ГРУНТОЦЕМЕНТА, ПОЛУЧЕННЫХ ПО МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБИННОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ГРУНТОВ

LABORATORY TESTS OF SOIL-CEMENT SAMPLES OBTAINED BY THE MODERNIZED DEEP SOIL MIXING TECHNOLOGY

В докладе рассмотрены результаты проведенных лабораторных испытаний по определению прочностных и деформационных свойств образцов грунтоцемента, полученных по модернизированной технологии глубинного перемешивания грунтов (траншейного типа). Технология позволяет получать грунтоцементные элементы (ГЦЭ) преобразованием грунта путем применения цепного механизма с подачей цементного раствора. Образцы грунтоцемента получены из ГЦЭ размерами 4×4×0,4 м с содержанием цемента 150 кг/м3, устроенного в пылеватом песке с включением 30 % дресвы, перекрытом насыпным суглинком с включениями строительного мусора (толщины слоев составляли 2 м). В НИИСФ РААСН произведено определение прочности на одноосное сжатие для образцов в виде кернов диаметром 150 мм и кубиков со стороной 100 мм, полученных из кернов. В ходе испытаний построена зависимость относительных деформаций от напряжений, по которой определен модуль деформации грунтоцемента. Плотность грунтоцемента составила 16,2 кН/м3, модуль деформации – 300 МПа, прочность на одноосное сжатие – 1,9 МПа. Получено, что плотность образцов и их прочностные и деформационные характеристики не зависят от глубины отбора. Установлено, что в результате применения модернизированной технологии получен изотропный по прочности материал.

Ключевые слова: глубинное перемешивание, грунтоцемент, преобразование оснований, прочность на одноосное сжатие, грунтоцементные элементы.

Keywords: deep soil mixing, soil-cement, ground improvement, unconfined compressive strength, soil-cement elements.

УДК 624.138

Нуждин Леонид Викторович,
канд. техн. наук, профессор
Цуканов Андрей Александрович,
аспирант
(Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин))
E-mail: nuzhdin_ML@mail.ru

Nuzhdin Leonid Viktorovich,
PhD in Sci. Tech., Professor
Tsukanov Andrey Alexandrovich,
postgraduate student
(Novosibirsk State University
of Architecture
and Civil Engineering (Sibstrin))
E-mail: nuzhdin_ML@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ГРУНТОВ

APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY FOR SOIL IMPROVEMENT

Биотехнологии или микробиологическая цементация основаны на использовании микроорганизмов для осаждения минералов, как правило, карбоната кальция в порах грунта. Процесс микробиологической цементации заключается в инъецировании в грунтовый массив раствора, содержащего мочевину (карбамид, диамид угольной кислоты $(NH_2)_2CO$), источник кальция (обычно хлорид кальция $CaCl_2$) и биологический катализатор – живые бактерии, либо фермент уреаза. Осаждение карбоната кальция в виде нерастворимых кристаллов кальцита (реже – арагонита или ватерита) приводит к заполнению пор и связыванию частиц грунта.

Биоцементация может происходить в ходе микробиологического процесса. При этом основными группами микроорганизмов, способными индуцировать осаждение, являются фотосинтезирующие цианобактерии, микроводоросли, сульфатредуцирующие бактерии и микроорганизмы, участвующие в азотном цикле, в том числе уреазопродуцирующие. Другим направлением является химическая реакция с участием фермента уреаза, когда также в результате каталитического гидролиза мочевины происходит осаждение карбоната кальция.

В результате описанных процессов снижаются пористость и деформационные свойства грунтов, увеличивается их прочность, жесткость и эрозионная стойкость.

Ключевые слова: микробиологическая цементация, биогеохимические процессы, фермент уреаза, гидролиз мочевины, осаждение карбоната кальция.

Keywords: microbially induced carbonate precipitation, biogeochemical processes, urease enzyme, urea hydrolysis, calcium carbonate precipitation.

УДК 624.159.4

Нуждин Матвей Леонидович,
канд. техн. наук,
директор по научной работе
(ООО «ГРОСФ»)
E-mail: 89139059520@mail.ru

Nuzhdin Matvey Leonidovich,
PhD in Sci. Tech.,
Director of Scientific Work
(GROSF LLC)
E-mail: 89139059520@mail.ru

ПОДХОД К РАСЧЕТУ ОСАДОК ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ НА ГРУНТОВОМ ОСНОВАНИИ, УСИЛЕННОМ ТВЕРДЫМИ ИНЪЕКЦИОННЫМИ ТЕЛАМИ

AN APPROACH TO CALCULATING THE SETTLEMENT OF SLAB FOUNDATIONS ON A GROUND BASE REINFORCED WITH SOLID INJECTION BODIES

К настоящему времени разработано большое количество моделей грунтового основания, многие из них достаточно сложны и оперируют физико-механическими характеристиками, которые могут быть установлены только в ходе специальных, в том числе инженерно-геологических, исследований. Очевидно, для расчета осадок основания, усиленного твердыми инъекционными телами, при отсутствии полных исходных данных, не имеет смысла производить громоздкие вычисления, рационально применять простые методы, для которых достаточно результатов «стандартных» инженерно-геологических изысканий, в первую очередь модуля деформации.

Результаты сравнения расчетов, выполненных в MIDAS GTS NX (нелинейная постановка в рамках упруго-пластической модели Мора-Кулона) и в SCAD (модель Винклера), позволяют рекомендовать метод послойного суммирования для предварительной оценки осадок плитного фундамента на основании, усиленном твердыми инъекционными телами. При этом армированный слой будет характеризоваться приведенным модулем, который может быть вычислен в рамках полидисперсной модели с цилиндрическими включениями, методом «равных деформаций» или методом «геокомпозит».

Ключевые слова: усиление грунтового основания, плитный фундамент, армирование твердыми инъекционными телами, высоконапорное инъецирование.

Keywords: ground improvement, raft foundation, reinforcement with solid injection bodies, high-pressure grouting.

УДК 624.159.4

Нуждин Матвей Леонидович,
канд. техн. наук,
директор по научной работе
(ООО «ГРОСФ»)
E-mail: 89139059520@mail.ru

Nuzhdin Matvey Leonidovich,
PhD in Sci. Tech.,
Director of Scientific Work
(GROSF LLC)
E-mail: 89139059520@mail.ru

УСИЛЕНИЕ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ БУРОВЫХ СВАЙ ТВЕРДЫМИ ИНЪЕКЦИОННЫМИ ТЕЛАМИ

REINFORCEMENT OF DRILLING PILES GROUND BASE BY SOLID INJECTION BODIES

Усиление выполняется нагнетанием цементно-песчаного раствора через инъекторы, опущенные в инъекционные кондукторы – металлические трубы, устанавливаемые в тело буровых свай при их возведении. Длина кондукторов назначается исходя из необходимости погружения одного конца до отметки забоя сваи и возвышения второго над обрезом ростверка. В сваях большого диаметра располагается несколько кондукторов. При диаметре менее 450 мм размещается по одному кондуктору. Кондукторы могут являться элементами армирования.

Инъецирование производится на нескольких горизонтах по всей глубине сжимаемой толщи основания свайного фундамента. При назначении количества инъекционных горизонтов и их высотного положения учитываются инженерно-геологические условия площадки. Создание твердых инъекционных тел в основании под нижними концами увеличивает несущую способность свай и стабилизирует развитие деформаций фундаментов.

Усиление свайно-плитных фундаментов производят сначала под крайними (краевыми и угловыми) сваями, что положительно сказывается на их работе, а также препятствует распространению инъекционного раствора за периметр, и на втором этапе, в случае необходимости – под центральными сваями.

Ключевые слова: усиление грунтового основания, свайные фундаменты, буровые сваи, высоконапорное инъецирование.

Keywords: ground improvement, pile foundations, bored piles, high-pressure grouting.

УДК 628.2:624.19

Перминов Николай Алексеевич,
д-р техн. наук, профессор
(Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I)
E-mail: perminov-n@mail.ru

Perminov Nikolay Alekseevich,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Emperor Alexander I
St. Petersburg State
Transport University)
E-mail: perminov-n@mail.ru

ГЕОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

GEOTECHNICAL SUPPORT OF MECHANICAL SAFETY OF DEEP-LAID UNDERGROUND WASTEWATER STRUCTURES

Материалы и методы. Впервые на основе разработанных моделей работы разносопротивляющихся конструкций выявлены потенциально опасные участки, подверженные проявлению критических отказов, представлены пути их коррекции. Численное моделирование определило границы бездефектной совместной работы системы «целевой участок – геомассив – подземное сооружение».

Результаты. Выполнено научное обоснование границ территорий с потенциально опасными участками подземных канализационных сооружений с учетом внешних антропогенных и динамических воздействий.

Выводы. Предложенные методы мониторинга и геотермической защиты обеспечивают оптимальное сочетание устойчивого функционирования и развития подземной инженерной инфраструктуры мегаполисов.

Ключевые слова: моделирование, геотехнический анализ, подземные сооружения водоотведения, конструкционная безопасность, геомониторинг.

Keywords: modelling, geotechnical analysis, underground wastewater structures, structural safety, geomonitoring.

УДК 624.137.5

Селиванова Мария Александровна,
ст. преподаватель
(Дальневосточный федеральный университет)
Цимбельман Никита Яковлевич,
д-р техн. наук, доцент
Чернова Татьяна Игоревна,
доцент
(Дальневосточный федеральный университет, Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт по строительству – филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)
Кузнецова Дарья Александровна,
доцент
Бескоровайная Анна Станиславовна,
ассистент
(Дальневосточный федеральный университет)
E-mail: selivanova.ma@dvfu.ru, tsimbelman.nya@dvfu.ru, chernova.ti@dvfu.ru, kuznetcova.dal@dvfu.ru, pavlutckaia.as@dvfu.ru

Selivanova Mariia Alexandrovna,
senior lecturer
(Far Eastern Federal University)
Tsimbelman Nikita Yakovlevich,
Dr. Sci. Tech., Associate Professor
Chernova Tatiana Igorevna,
Associate Professor
(Far Eastern Federal University, Far Eastern Research, Design and Technology Institute for Construction – branch of the Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation)
Kuznetsova Darya Alexandrovna,
Associate Professor
Beskorovaynaya Anna Stanislavovna,
assistant lecturer
(Far Eastern Federal University)
E-mail: selivanova.ma@dvfu.ru, tsimbelman.nya@dvfu.ru, chernova.ti@dvfu.ru, kuznetcova.dal@dvfu.ru, pavlutckaia.as@dvfu.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАПОЛНЕННЫХ ГРУНТОМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК В КОНСТРУКЦИЯХ УСТОЕВ МОСТОВ

JUSTIFICATION OF THE USE OF CYLINDRICAL SHELLS FILLED WITH SOIL IN BRIDGE ABUTMENT STRUCTURES

В работе рассматривается альтернативное конструктивное решение концевых опор мостов, предполагающее применение тонких оболочек большого диаметра, заполняемых грунтом. Рассматриваемая конструкция хорошо

зарекомендовала себя в гидротехническом строительстве при возведении морских и речных причальных сооружений благодаря существенным положительным качествам, среди которых основными являются экономичность, универсальность, технологичность и высокая «живучесть» конструкции, предполагающая сохранение эксплуатационных качеств при значительных деформациях. Положительный опыт такого применения может быть перенесён в область дорожного строительства при возведении устоев мостов.

В статье приводится краткое сравнительное описание традиционных и типовых решений устоев мостов, описание концепции альтернативного конструктивного решения устоя моста из заполненных оболочек, варианты компоновки конструкции. Приводится предварительное расчётное обоснование применения заполненных грунтом цилиндрических оболочек в конструкциях устоев мостов с использованием разработанной теоретической модели, позволяющей определить допустимую нагрузку на мостовой устой из условия обеспечения несущей способности основания.

Ключевые слова: устой моста, оболочки с наполнителем, грунт основания, модель взаимодействия.

Keywords: bridge abutment, soil-filled shells, subsoil, interaction model.

УДК 624.137.2

Смирнов Алексей Геннадьевич,
аспирант
Башмаков Иван Борисович,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: smirnowwalexey@gmail.com, 179bib@gmail.com

Smirnov Aleksei Gennad'evich,
postgraduate student
Bashmakov Ivan Borisovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: smirnowwalexey@gmail.com, 179bib@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛ ТРЕНИЯ СВАЙНОГО ПОЛЯ НА ПАССИВНЫЙ ОТПОР ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНА

EFFECT OF PILE FIELD SHAFT FRICTION ON PASSIVE EARTH PRESSURE OF EXCAVATION RETAINING WALLS

В данном исследовании рассматривается вопрос влияния выполненного свайного поля на пассивное давление грунта на ограждение котлована. В рамках плоской задачи введён геометрический параметр – эффективное количество активных свай в расчётном слое, учитывающий положение линии скольжения относительно каждого ряда свай. Разработан метод расчёта, построенный на методе плоских призм Кулона. После определения величин полного пассивного отпора для различных глубин выполнен переход к эпюре пассивного давления с помощью численного дифференцирования. Численный пример показал, что для рассмотренных условий учёт бокового трения свай обеспечивает прирост равнодействующей на 40 % и увеличение удерживающего момента против опрокидывания на 32 %. Полученные результаты при подтверждении численными методами могут позволить обоснованно снизить глубину заложения ограждения при сохранении требуемого запаса устойчивости.

Ключевые слова: пассивное давление грунта, свайное поле, ограждение котлована, эффективное количество свай, удерживающий момент.

Keywords: passive earth pressure, pile field, excavation retaining wall, effective number of piles, restoring moment.

УДК 624.138.9

Степанов Максим Андреевич,
канд. техн. наук, доцент
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: maxim_stepanov@inbox.ru

Stepanov Maksim Andreevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: maxim_stepanov@inbox.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЦЕМЕНТАЦИЕЙ ГРУНТА ОСНОВАНИЯ ПО МАНЖЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF REGULATING THE GEOMETRIC POSITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES BY SOIL CEMENTATION USING SLEEVE PIPE TECHNOLOGY

В докладе представлен анализ применения метода цементации грунта по манжетной технологии в рамках проведения противоаварийных мероприятий на строящемся здании в условиях расструктуривания контактного слоя основания, представленного слабыми пылевато-глинистыми грунтами, и противоаварийных мероприятий по стабилизации осадок исторического объекта. Рассмотрен случай развития критических неравномерных деформации и образования обширных полостей под подошвой фундамента, образовавшихся по причинам сезонного обводнения, суффозии и просадочности искусственного основания, а также компенсация неравномерной осадки объекта культурного наследия, вызванной возведением в непосредственной близости нового пятиэтажного здания с расширенным двухуровневым подземным пространством в г. Тюмени. Предложена классификация видов цементации основания в зависимости от коэффициента эффективности инъецирования.

Ключевые слова: основание, цементация грунта, манжетная технология, неравномерная осадка.

Keywords: subsoil, soil cementation, sleeve pipe technology, differential settlement.

УДК 691.413.3

Титов Максим Николаевич,
соискатель кафедры технологии
строительного производства
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный
университет, Служба государственного
строительного надзора и экспертизы
Санкт-Петербурга)
E-mail: maxniktitov@mail.ru

Titov Maxim Nikolaevich,
PhD Candidate, Department
of Construction Technology
(Saint Petersburg
State University of Architecture
and Civil Engineering,
Service for State Construction Supervision
and Expert Review of St. Petersburg)
E-mail: maxniktitov@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРНЫХ РЕГРЕССИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЁМКОСТИ МОНТАЖА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЛЁГКИХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ ОТ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПЛОЩАДИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ВИДА СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ФУНДАМЕНТ

MODELING OF PAIRED REGRESSION DEPENDENCIES FOR REDUCING THE LABOR INTENSITY OF INSTALLING EXPERIMENTAL LIGHTWEIGHT SANDWICH PANELS FROM FACTORS INFLUENCED BY INCREASING THEIR AREA AND AUTOMATION OF THE TYPE OF CONNECTIONS TO REDUCE THE LOAD ON THE FOUNDATION

Для расчетов трудоемкости монтажа разработанных автором экспериментальных легких сэндвич-панелей при строительстве малоэтажных зданий на слабых грунтах в РФ выполнено моделирование парных регрессионных зависимостей от выявленных важных факторов влияния: повышения их площади и степени автоматизации различных узлов соединений. Собраны статистические данные о различных вариантах технологий монтажа в диапазоне площадей от 1 до 15 кв. м площади панелей по поверхности стены и пяти видов узлов. Рассчитаны удельные показатели трудоемкости монтажа в чел.-час/кв. м. Методом регрессионного анализа подобраны адекватные аппроксимирующие степенные функции. Достаточная статистическая значимость уравнений прове-

рена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Полученные оценки уравнений регрессии позволяют использовать их для прогноза при расчетах затрат труда и календарных планов при разработках ПОС и ППР в проектных организациях РФ для условий слабых грунтов.

Ключевые слова: сэндвич-панели, трудоемкость, слабые грунты, факторы влияния, модели.

Keywords: sandwich panels, labour intensity, soft soils, influencing factors, models.

УДК 624.138.232.2

Тихонова Виктория Андреевна,
студент
Григорьева Анастасия Кирилловна,
студент
Соловьева Алина Алексеевна,
студент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: vichka.tikhonova.06@inbox.ru, Asyamafff@gmail.com, solovevaalina06@mail.ru

Tikhonova Viktoriia Andreevna,
student
Grigoryeva Anastasia Kirillovna,
student
Solovyeva Alina Alekseevna,
student
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vichka.tikhonova.06@inbox.ru, Asyamafff@gmail.com, solovevaalina06@mail.ru

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГРУНТОЦЕМЕНТА МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО УПЛОТНЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

PRODUCTION OF SOIL-CEMENT BY LAYER-BY-LAYER COMPACTION AND LABORATORY STUDY OF ITS PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

В данной статье рассматривается результат проведенного исследования физико-механических свойств глинистого грунта, модифицированного с помощью цементного вяжущего.

В глинистых грунтах прочностные характеристики зависят от прочности минеральных зерен и структурных связей: водно-коллоидных и кристаллизационных. К особенностям водно-коллоидных связей относится способность грунта разжижаться при нарушении природного сложения, некоторые же глинистые грунты подвергаются разрушению даже при малейших нагрузках. Для решения данной проблемы в строительстве такие грунты принято усиливать. Глинистые грунты в зависимости от количественного содержания в них воды способны менять консистенцию. Показатель текучести I_L является одним из основных параметров состояния глинистого грунта, определяющим его поведение не только в природном залегании, но и при взаимодействии с цементным вяжущим.

В ходе экспериментального моделирования было решено изготовить три серии образцов с показателями текучести I_L = 1,0; 0,9; 0,8 для двух видов вяжущего: цемента и микроцемента. Образцы формовались технологией послойного уплотнения и выдерживались 28 суток для максимального набора прочности цементной составляющей согласно ГОСТ 18105–2018 и под постоянной нагрузкой для имитации природного давления.

По истечении сроков схватывания образцы, сохранившие пластичные свойства (для цемента экземпляры с показателем текучести I_L = 1,0; 0,9, для микроцемента – I_L = 1,0; 0,9; 0,8), были испытаны на изменение механических свойств сопротивляемостью сдвигу. Модифицированный грунт с вяжущим цементом и показателем текучести I_L = 0,8 приобрел полускальные характеристики и был испытан на одноосное сжатие.

В ходе эксперимента было установлено, что исходная консистенция определяет количественные и качественные характеристики модифицированного грунта.

Ключевые слова: глинистые грунты, закрепление грунтов, цементация, показатель текучести, грунтоцемент, прочность, деформация.

Keywords: clayey soils, soil stabilization, cementation, liquidity index, soil-cement, strength, deformation.

УДК 624.138.24

Тойдеряков Олег Владимирович,
аспирант
(Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет)
E-mail: toider@mail.ru

Toyderyakov Oleg Vladimirovich,
postgraduate student
(Moscow State University
of Civil Engineering
(National Research University))
E-mail: toider@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ АКРИЛАТНЫХ ГЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАВЕС

THE USE OF ACRYLATE GELS TO FORM SEEPAGE BARRIER

В условиях высокого уровня подземных вод и глубокого залегания водоупорных слоев грунта строительное водопонижение бывает недопустимо или экономически неоправданно. Для защиты дна открытых выработок от подземных вод и сокращения глубины вертикальных конструкций ограждения котлована в таких случаях может быть выполнена противофильтрационная завеса (ПФЗ). Применение акрилатного геля целесообразно для метода пропитки по манжетной технологии. При производстве работ используется мобильное оборудование, что позволяет оптимизировать выполнение работ в сжатые сроки. Акрилатный гель обладает низкой вязкостью, что обеспечивает высокую проникающую способность. Способен работать в песчаных, глинистых и трещиноватых грунтах. Нетоксичен, разрешен в водоохранных зонах. После полимеризации отсутствуют низкомолекулярные продукты реакции. Имеется возможность регулировать время полимеризации в широких пределах, что позволяет ориентироваться на изменчивость геологических условий непосредственно в процессе производства работ.

Ключевые слова: акрилатный гель, противофильтрационная завеса, манжетная технология, инъекционная пропитка, строительное водопонижение.

Keywords: acrylate gel, cut-off wall, sleeve pipe technology, injection permeation, construction dewatering.

УДК 624.138.22

Хомяков Виталий Анатольевич,
д-р техн. наук, профессор
Еменов Юсуф Мусаевич,
заведующий лабораторией оснований
и фундаментов
(Казахский научно-исследовательский
и проектный институт строительства
и архитектуры)
Корпач Александр Иванович,
главный специалист
(Научно-исследовательский, проектно-
изыскательский и конструкторско-
технологический институт оснований
и подземных сооружений
имени Н. М. Герсеванова)
*E-mail: khomyakov57@list.ru,
yusuf_aka@mail.ru,
korpach.vsi@mail.ru*

Khomyakov Vitaliy Anatolyevich,
Dr. Sci. Tech., Professor
Yemenov Yusuf Musaevich,
Head of the Laboratory
of Bases and Foundations
(Kazakh Research and Design Institute
of Construction
and Architecture)
Korpach Aleksandr Ivanovich,
chief specialist
(Gersevanov Research
Institute of Bases
and Underground Structures)
*E-mail: khomyakov57@list.ru,
yusuf_aka@mail.ru,
korpach.vsi@mail.ru*

АПРОБАЦИЯ ВИБРОТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ГОРОДА АЛМАТЫ

APPROBATION OF VIBROTECHNIQUES IN WEAK CLAYEY SOILS OF ALMATY CITY

Для проектируемого стадиона в г. Алматы поставлена задача укрепления слабых грунтов в основании футбольного поля. На площадке строительства с поверхности залегают просадочные грунты, а ниже грунтовых вод глинистые грунты перешли в мягко- и текучепластичное состояние. Общая сейсмичность данного участка составляет 9 баллов по шкале MSK, а с учетом категории грунтов расчетное значение 10 баллов.

Классическая технология виброфлотации не применима в связных грунтах, поэтому в качестве базового решения выбран виброобмен – устройство щебенистых свай (в английской терминологии «stone columns» – каменные колонны) с одновременным уплотнением слабого грунта.

Проектная концепция предусматривает выполнение щебенистых свай диаметром не менее 800 мм с шагом 2,4 м. Расчетное обоснование показало повышение приведенных деформационных характеристик основания до двух

раз. Для подтверждения принятого проектного решения был выполнен опытный участок и крупномасштабные статические испытания штампом площадью 224 500 см^2. Результаты полевых испытаний показали достаточную сходимость с проектными предпосылками.

Ключевые слова: вибротехнологии, виброобмен, полевые испытания, щебенистые сваи.

Keywords: vibro techniques, vibro replacement, field tests, stone columns.

УДК 624.137.5

Цимбельман Никита Яковлевич,
д-р техн. наук, доцент
Кузоваткин Игорь Валерьевич,
ст. преподаватель
Чернова Татьяна Игоревна,
ст. преподаватель
(Дальневосточный федеральный университет, Дальневосточный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт по строительству – филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)
E-mail: tsimbelman.nya@dvfu.ru, kuzovatkin_iv@dvfu.ru, chernova.ti@dvfu.ru

Tsimbelman Nikita Yakovlevich,
Dr. Sci. Tech., Associate Professor
Kuzovatkin Igor Valerievich,
senior lecturer
Chernova Tatiana Igorevna,
senior lecturer
(Far Eastern Federal University, Far Eastern Research, Design and Technology Institute for Construction – branch of the Central Institute for Research and Design of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation)
E-mail: tsimbelman.nya@dvfu.ru, kuzovatkin_iv@dvfu.ru, chernova.ti@dvfu.ru

МОДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДПОРНОГО СООРУЖЕНИЯ ИЗ ЗАПОЛНЕННЫХ ГРУНТОМ БЛОКОВ

MODEL EXPERIMENTAL RESEARCH OF RETAINING WALLS MADE OF SOIL-FILLED BLOCKS

Представлены результаты экспериментальных исследований работы подпорных сооружений из блоков с грунтовым наполнителем на малых моделях в грунтовом лотке при действии равномерно-распределенных статических нагрузок. Постепенно возрастающий объем строительства в России подпорных сооружений данного конструктивного решения требует более ясного понимания механизмов разрушения и характера работы сооружений подобного типа под нагрузкой.

Экспериментальные исследования позволили определить качественную картину взаимодействия системы «удерживаемый массив грунта – блоки – внутренний наполнитель – основание», на основе которой проведена оценка теоретических схем разрушения подобных систем, лежащих в основе аналитической методики расчета.

Приведен сопоставительный анализ результатов экспериментальных исследований с результатами аналитического решения и численного моделирования

условий проведенного физического эксперимента. Исследования проводятся с целью обоснования области применения рассматриваемой конструкции в различных областях строительства.

Ключевые слова: физический эксперимент, грунтовый лоток, физическая модель, подпорная стенка, численная модель.

Keywords: physical experiment, soil tray, physical model, retaining wall, numerical model.

УДК 624.137.6

Чернятин Дмитрий Владимирович,
мл. науч. сотрудник
Харичкин Андрей Игоревич,
канд. техн. наук, доцент
(Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет)
E-mail: chernyatindv@gmail.com,
andrei.kharichkin@gmail.com

Chernyatin Dmitriy Vladimirovich,
junior research worker
Kharichkin Andrey Igorevich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Moscow State University
of Civil Engineering
(National Research University))
E-mail: chernyatindv@gmail.com,
andrei.kharichkin@gmail.com

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА И АНКЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ ПРИ НАГРУЖЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЕВОЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

INTERACTION BETWEEN SANDY SOIL AND ANCHOR ELEMENTS OF DIFFERENT LENGTHS UNDER HORIZONTAL AXIAL STATIC LOADING

В работе рассматриваются закономерности взаимодействия анкерных элементов различной длины с песчаным грунтовым массивом при действии горизонтальной осевой статической выдёргивающей нагрузки. На основе лабораторных, крупномасштабных и численных исследований проанализировано изменение напряжённо-деформированного состояния грунта и характера вовлечения грунтового массива в работу системы «анкер – грунт». Показано, что увеличение длины заделки не сопровождается пропорциональным ростом несущей способности вследствие неравномерной мобилизации сопротивления вдоль корня. Установлено смещение и локализация зон совместных деформаций при увеличении относительной длины L/D. Предложена классификация анкеров по характеру формирования зон деформаций и мобилизации сопротивления вдоль корня, а также аналитический подход к учёту выявленных закономерностей при расчёте несущей способности, основанный на оценке объёма вовлечённого массива. Полученные результаты могут быть использованы для повышения обоснованности и экономической эффективности проектных решений анкерного крепления в песчаных грунтах.

Ключевые слова: грунтовый анкер, несущая способность, напряженно-деформированное состояние, относительная длина корня, геотехническое строительство, гидротехническое строительство.

Keywords: ground anchor, bearing capacity, stress-strain state, relative fixed-length ratio, geotechnical engineering, hydraulic engineering.

УДК 624.15

Шишкин Яков Владимирович,
магистр
(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)
Чесноков Георгий Владимирович,
аспирант
(Тюменский индустриальный университет)
Никифорова Надежда Сергеевна,
д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник, профессор
(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук)
Коннов Артем Владимирович,
канд. техн. наук
(Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)
E-mail: yasha.sh.sh2536@mail.ru

Shishkin Yakov Vladimirovich,
Master's degree
(Moscow State University of Civil Engineering (National Research University))
Chesnokov Georgiy Vladimirovich,
postgraduate student
(Industrial University of Tyumen)
Nikiforova Nadezhda Sergeevna,
Dr. Sci. Tech., senior research worker, Professor
(Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences)
Konnov Artem Vladimirovich,
PhD in Sci. Tech.
(Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University))
E-mail: yasha.sh.sh2536@mail.ru

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБИННОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ГРУНТОВ (ТРАНШЕЙНОГО ТИПА)

MODIFIED DEEP SOIL MIXING TECHNOLOGY (TRENCH TYPE)

В докладе рассмотрено экспериментальное применение модифицированной технологии глубинного перемешивания грунтов (траншейного типа)

на опытно-производственном участке в г. Саратове. Технология представляет собой глубинное перемешивание грунта при помощи цепного экскаватора со специальными ножами, которые погружаются в грунт и производят разрыхление с последующим перемешиванием и одновременным поступлением воды с цементом в образованную траншею. По данной технологии были возведены три грунтоцементных элемента (ГЦЭ) длиной 4 м, глубиной 4 м и шириной 40 см. Данные ГЦЭ имели различный расход цемента (50, 100 и 150 кг/м^3). При расходе цемента 50 и 100 кг/м^3 ГЦЭ не имели достаточной сплошности конструкции. Для лабораторных исследований были отобраны керны из ГЦЭ, выполненных с расходом 150 кг/м^3 в насыпном грунте (суглинок с включением строительного мусора) и песке пылеватом средней плотности средней степени водонасыщения с включениями до 30 % дресвы (толщины слоев 2 и 2 м). Испытывались образцы из кернов диаметром 15 см и средней высотой 32 см. В результате было установлено, что при расходе цемента 150 кг/м^3 в данных грунтовых условиях грунтоцемент имеет прочность, равную 1,9 МПа, модуль деформации 300 МПа и плотность 16,2 кН/м^3. Был сделан вывод о том, что модифицированная технология глубинного перемешивания грунта (траншейного типа) позволила получить однородный, сплошной и изотропный ГЦЭ.

На основании экспериментального применения данной технологии и лабораторных исследований образцов можно сделать вывод, что технология может быть использована для возведения линейных сооружений и малонагруженных зданий.

Ключевые слова: глубинное перемешивание, грунтоцемент, одноосное сжатие, стабилизация оснований, грунтоцементные элементы.

Keywords: deep soil mixing, soil-cement, unconfined compression, ground improvement, soil-cement elements.

УДК 624.138.24

Шумелянко Павел Романович,
аспирант
Петров Юрий Андреевич,
студент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: pavelshum2001@yandex.ru, petrovorange@gmail.com

Shumelyanko Pavel Romanovich,
postgraduate student
Petrov Yuri Andreevich,
student
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: pavelshum2001@yandex.ru, petrovorange@gmail.com

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ ПОСЛЕ ИНЪЕКЦИИ КОЛЛОИДНОГО КРЕМНЕЗЕМА

CHANGES IN THE STRENGTH PROPERTIES OF SOFT WATER-SATURATED SOILS AFTER COLLOIDAL SILICA INJECTION

В рамках исследования влияния коллоидного кремнезема на прочностные характеристики слабых водонасыщенных грунтов авторами настоящей статьи продемонстрированы результаты, которые были получены при проведении первой серии опытов. Для оценки прироста прочностных характеристик грунта после инъектирования кремнезоля в первой серии опытов был использован водонасыщенный мелкий песок с коэффициентом пористости 0,5. В работе проводилась оценка изменения угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта при применении разной концентрации коллоидного кремнезема, а также способа подготовки образцов перед испытанием в приборах трехосного сжатия.

Ключевые слова: закрепление грунтов, золь кремниевой кислоты, модифицированные грунты, коллоидный кремнезем.

Keywords: soil stabilization, colloidal silica sol, modified soils, colloidal silica.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
Приветственное слово 6
Пленарные доклады 15

Раздел 1. Теория и практика аналитических и численных расчётов при проектировании оснований и фундаментов зданий и сооружений

Абатуров М. А., Андреев В. Н., Филиппов С. Л.
Перспективы применения сейсмоакустического метода детектирования шумовых полей (ДШП, АНЧАР) в транспортном строительстве. 19
Богомолов А. Н., Богомолова О. А., Богомолов Н. А.
Численное моделирование взаимного влияния двух параллельных ленточных фундаментов. 21
Бурдин Т. В.
Формулы для определения силы предельного давления грунта на подпорные стенки 23
Габибов Ф. Г.
Основные уравнения теории предельного равновесия слабых связных грунтов, основанные на законе сдвиговой прочности Ф. Г. Габибова. 24
Готман А. Л.
Расчёт длинномерных буронабивных свай на вертикальную и горизонтальную нагрузки 26
Исламов И. П.
Оценка влияния неопределенности исходных параметров модели Soft Soil Creep на результаты расчета осадок слабых глинистых грунтов. 27
Маций В. С.
Оптимизация конструкций фундаментов при научно-техническом сопровождении. 28
Минаев О. П.
Методология расчёта гравитационной подпорной стенки на сейсмическое воздействие с учётом массы стенки. 29

Мчедлидзе К. В., Севастьянова Е. В., Виту М. С.
Оценка достоверности численного прогноза деформаций ограждения глубокого котлована по данным натурного геотехнического мониторинга 30
Нуждин Л.В.
Расчетные модели для анализа динамического поведения свайных фундаментов. 32
Орлова И. П.
Ранняя диагностика деградации мерзлых оснований транспортных сооружений методами пассивной сейсмометрии 33
Пономарев А. Б.
Армирование грунтов как инструмент устойчивого развития в геотехнике. 35
Чунюк Д. Ю., Толмачев Д. А.
Анализ чувствительности модели к малым допущениям, существующим в ежедневной практике инженеров-геотехников 36
Чуркин А. А.
Специфика анализа геофизических данных в рамках геотехнического мониторинга конструкций. 38
Шулятьев О. А., Шулятьев С. О.
Регулирование напряжённо-деформированного состояния массива грунта путём изменения порового давления 39

Раздел 2. Расчёт, проектирование и устройство свай и свайных фундаментов

Аввад Т.
Отрицательное трение в структурно-неустойчивых грунтах. 41
Глухов В. С., Вишнякова Ю. С.
Исследование несущей способности свай на этапе погружения вдавливанием 42
Глухов В. С., Панкина М. В., Еремин М. Д.
Экспериментальная оценка характера уплотнения грунта свай в пробитых скважинах с уширением 43
Знаменский В. В., Збрыський М. Т.
Разработка и верификация алгоритма расчета бокового давления грунта на сваи от веса мостовой насыпи 44

Полищук А. И., Солонов Г. Г.
Обоснование методов расчёта конечных осадок буроинъекционных конических свай в глинистых грунтах 45
Пронозин Я. А., Сальный И. С., Левченко В. М.
Экспериментальные результаты и теоретический метод расчета буроинъекционных свай на действие вертикальной нагрузки 46

Раздел 3. Методика и результаты лабораторных, модельных и натурных исследований работы грунтов оснований и фундаментов. Геотехнический мониторинг

Ананьев А. А., Вознесенская Е. С.
Определение коэффициента Пуассона глубоководных океанических илов 48
Ахметгареева Р. Н., Шамаева А. А.
Исследование зависимости угла внутреннего трения и модуля деформации песков Санкт-Петербурга от коэффициента пористости. 50
Бай В. Ф., Еренчинов С. А., Шанхоев З. Ш., Жайсамбаев Е. А., Морозов Д. Р.
Мобильная конструкция «ГеоПаук» для испытания грунтов сваями 52
Васенин В. А.
Развитие графоаналитических методов реконструкции компрессионных кривых. Основные следствия. 54
Дремов Л. С., Белаш Т. А.
Изменение плотности грунта при физическом моделировании методами усечения и замещения. 55
Королева И. В.
Особенности разрушения цилиндрических слоистых образцов грунта в лабораторных условиях 57
Паскачева Д. А.
Разработка и экспериментальное обоснование математической модели деформирования слабых водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов 58
Просяников Б. Д.
Корреляционные зависимости между коэффициентом порового давления и физическими характеристиками грунта. 60

Самохвалов М. А.
Разработка новой конструкции стенда для статических испытаний грунтов 61

Раздел 4. Особенности инженерно-геологических изысканий, проектирования и строительства в особых и региональных условиях

Артюшенко И. А., Ноздрачёв А. С., Гречищева Э. С., Володин А. В., Лещук С. Э.
Результаты физического макромоделирования взаимодействия щебеночных свай с грунтами слоя сезонного промерзания-оттаивания в лабораторных условиях 62
Дружинин М. С.
Натурное и численное исследование влияния вдавливания свай на окружающую застройку в водонасыщенных глинистых грунтах Санкт-Петербурга 64
Жайсамбаев Е. А., Мальцева Т. В., Громадский А. Н., Синицкий А. И., Шанхоев З. Ш.
Термостабилизация грунтов основания в условиях изменения климата 65
Звездов А. А.
Проектирование свайно-винтовых фундаментов из многолопастных винтовых свай в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов 67
Идрисов И. Х., Болдырев Г. Г.
Термо-гидро-механические модели мёрзлого грунта при статическом и динамическом нагружении 68
Ильичев В. А., Никифорова Н. С., Пирогов Д. Д.
Рекуррентный алгоритм расчёта осадок зданий при реконструкции с освоением подземной части 70
Кораблев Д. С.
Решение задачи деформирования мерзлых грунтов при оттаивании численными методами 71
Коршунов А. А., Чуркин С. В., Невзоров А. Л.
Обеспечение стационарного теплового потока при исследовании морозного пучения грунтов 72

Краев Алексей Н.
Устойчивость автомобильных дорог при нестационарном оттаивании многолетнемёрзлых грунтов основания 73
Краев Андрей Н.
Экспериментальные исследования формирования мерзлого массива грунта при термостабилизации основания в условиях изменения климата 74
Кудрявцев С. А., Парамонов В. Н., Сахаров И. И.
Особенности строительства и эксплуатации зданий и сооружений на деградирующих многолетнемерзлых грунтах Дальнего Востока 75
Мальцева К. А., Мчедлидзе К. В., Вагурина А. В.
Инъекционное закрепление исторических фундаментов и слабых водонасыщенных грунтов в их основании 77
Обшарова А. В., Пономарев А. Б.
Численные исследования влияния армирования основания геотекстилем на деформации морозного пучения 79
Паронко А. А.
Алгоритм расчёта осадки фундамента мелкого заложения после его усиления буроинъекционными сваями с уширенной пятой 80
Попсуенко И. К.
Развитие методик прогноза, минимизации и компенсации деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений, возведенных на просадочных грунтах 81
Шанхоев З. Ш., Натчук А. А., Михеев Ф. Ю.
Влияние неглубоких водоёмов на устойчивость многолетнемерзлого основания насыпи автомобильной дороги 82
Шанхоев З. Ш., Жайсамбаев Е. А., Синицкий А. И.
Влияние поверхностных вод на тепловую устойчивость многолетнемерзлых грунтов основания насыпи 83

Раздел 5. Технологии производства работ по устройству и улучшению оснований и фундаментов различных видов

Афанасьев Н. А., Харичкин А. И.
Несущая способность грунтовых анкеров со свободной длиной. Анализ НДС системы «анкер-грунтовый массив». 84
Башмаков И. Б.
Учёт избыточных поровых давлений в слабых глинистых грунтах при расчёте граждений котлованов 86
Богов С. Г.
Оптимизация применения технологии jet grouting. Теория и практика. 87
Готман Н. З., Гудков А.
Опыт применения jet-технологии при проектировании высотных зданий на закарстованных территориях 88
Казаков М. С., Офрихтер В. Г.
Оценка внутренней устойчивости армогрунтовых сооружений с использованием прочностной макрохарактеристики армированного грунта 89
Карпов А. А., Мальцев А. В.
Исследования влияния параметров грунтов и растворов на механические свойства грунтополимерного уширения пяты буровой сваи. 90
Козинец Г. Л., Конюшков В. В.
Некоторые примеры из практики проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений 92
Королев К. В., Коняшин А. В.
Опыт применения экспансивного полиуретана для усиления земляного полотна железных дорог 94
Курасова Д. Т.
Моделирование нелинейных регрессионных зависимостей расчётов трудоёмкости монтажа энергосберегающих облегчённых сэндвич-блоков при строительстве на слабых грунтах от факторов влияния их площади и степени технологичности узлов 95

Мамаев Д.
Геотехническая оценка рисков вскрытия обделки
шахтного ствола при проходке соединительной штольни
канализационного коллектора в грунтоцементном массиве 97
Мчедлидзе К. В., Севастьянова Е. В., Виту М. С.
Расчётно-экспериментальное обоснование комплексной
технологии закрепления песчаных оснований
в условиях проточной фильтрации грунтовых вод 98
Никифорова Н. С., Шишкин Я. В., Коннов А. В.,
Чесноков Г. В., Чепизубов И. Г., Моисеенко Г. А.
Лабораторные испытания образцов грунтоцемента,
полученных по модернизированной технологии
глубинного перемешивания грунтов 100
Нуждин Л. В., Цуканов А. А.
Применение биотехнологий для усиления грунтов 102
Нуждин М. Л.
Подход к расчету осадок плитных фундаментов
на грунтовом основании, усиленном твердыми
инъекционными телами 103
Нуждин М. Л.
Усиление грунтового основания буровых свай твердыми
инъекционными телами 104
Перминов Н. А.
Геотехническое обеспечение механической безопасности
подземных сооружений водоотведения глубокого заложения 105
Селиванова М. А., Цимбельман Н. Я., Чернова Т. И.,
Кузнецова Д. А., Бескоровайная А. С.
Обоснование применения заполненных грунтом
цилиндрических оболочек в конструкциях
устоев мостов 106
Смирнов А. Г., Башмаков И. Б.
Исследование влияния сил трения свайного поля
на пассивный отпор ограждения котлована 108
Степанов М. А.
Исследование возможности регулирования геометрического
положения зданий и сооружений цементацией
грунта основания по манжетной технологии 109

Титов М. Н.
Моделирование парных регрессионных зависимостей снижения трудоёмкости монтажа экспериментальных лёгких сэндвич-панелей от факторов влияния повышения их площади и автоматизации вида соединений для снижения нагрузки на фундамент 110
Тихонова В. А., Григорьева А. К., Соловьева А. А.
Изготовление грунтоцемента методом послойного уплотнения и исследование его физико-механических свойств в лабораторных условиях 112
Тойдеряков О. В.
Применение акрилатных гелей для формирования противофильтрационных завес 114
Хомяков В. А., Еменов Ю. М., Корпач А. И.
Апробация вибротехнологий в условиях слабых глинистых грунтов города Алматы 115
Цимбельман Н. Я., Кузоваткин И. В., Чернова Т. И.
Модельные экспериментальные исследования подпорного сооружения из заполненных грунтом блоков 117
Чернятин Д. В., Харичкин А. И.
Взаимодействие песчаного грунта и анкерных элементов различной длины при нагружении горизонтальной осевой статической нагрузкой 119
Шишкин Я. В., Чесноков Г. В., Никифорова Н. С., Коннов А. В.
Модифицированная технология глубинного перемешивания грунтов (траншейного типа). 120
Шумелянко П. Р., Петров Ю. А.
Изменение прочностных характеристик слабых водонасыщенных грунтов после инъекции коллоидного кремнезема. 122

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Сборник тезисов Национальной (Всероссийской)
научно-технической конференции с международным участием

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 20.10.2026. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 7,61. Тираж 300 экз. Заказ 110. «С» 70.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ