

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИБРАЦИИ В ГРУНТАХ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ОТ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

В.В. Бессонов, канд. техн. наук, доцент, **А.А. Кузнецова**, студент, **А.А. Сержантова**, студент (СГУПС, Новосибирск)

При строительстве жилых объектов вблизи железнодорожной линии по нормам проектирования отводится санитарная зона отчуждения, в которой не должно осуществляться капитальное строительство зданий. Санитарная зона зависит от создаваемого уровня вибрации при движении поездов.

Авторами статьи были проведены опыты по измерению вертикальных и горизонтальных ускорений колебаний на различных расстояниях перпендикулярно оси пути в предполагаемой санитарной зоне от железной дороги.

В качестве основных фиксируемых параметров в обработке данных были приняты максимальные значения вертикальных и горизонтальных амплитуд ускорений a_{\max} и среднеквадратичные их значения (*RMS*).

Опытные данные позволили определить важные показатели - коэффициент ослабления волнового сигнала в грунте в зависимости от расстояния от источника колебания и зависимости изменения ускорения от частоты колебания.

Следуя опытными данным, амплитуды ускорений колебаний в санитарной зоне на расстоянии 68 м от источника колебаний составили: вертикальные ускорения уменьшаются в 4 раза, горизонтальные – 19 раз.

Данные показывают, что при проектировании конструкций зданий необходимо учитывать в помещениях санитарные нормы вибрации и при этом использовать вертикальные амплитуды ускорений колебания.

ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНОВ

Е.В. Зернина, студент (ПНИПУ, г. Пермь)

Систематическое наблюдение за склонами позволяет предотвратить их разрушение, не допустить угрозы аварийных ситуаций в зданиях и сооружениях, а значит избежать человеческих жертв, что является актуальной темой исследования.

В статье «Современные методы укрепления откосов и склонов геосинтетическими материалами» (Шаповал В.Г., Булич И.Ю., Причина Е.С.) рассмотрены основные решения на основе геосинтетиков для укрепления откосов и приведены рекомендации по монтажу объемной решетки для усиления откосов и склонов.

Исследования группы авторов Осипова В.И., Филимонова С.Д., Снежкина Б.А., изложенные в патенте «Способ закрепления оползневых склонов» позволяют закрепить склон с помощью погруженных в грунты оползня инъекторов по профилям.

В работе Постоева Г.П., Казеева А.И. «Способ закрепления оползневого массива склонов» рассмотрен способ укрепления склона осуществляется путем управляемого повышения запаса устойчивости до требуемого уровня.

Изучено исследование корейских авторов о системе оценки и методе стабильности с использованием 3d-модели грунта, в котором трехмерный модельный блок оценивает существующую ситуацию исследуемого массива грунта и создает 3d модель рельефа местности.

Указанные работы российских и зарубежных авторов всесторонне охватывают проблему устойчивости склонов: исследование и оценку стабильности склона, закрепление оползневого массива при необходимости. На основании проведенных исследований в дальнейшем планируется подготовить обобщающий материал в виде методики строительства на сложных оползневых территориях.

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КОНТИНУАЛЬНО-НЕОДНОРОДНОГО ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ С УЧЕТОМ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

Г.Г. Карян, инженер (СГУПС, г. Новосибирск)

Автором поставлена задача расчета несущей способности грунтового основания, представленного мерзлыми, талыми, оттаивающими и промерзающими грунтами, с учетом наличия в основании подземного сооружения.

В качестве метода решения исходной задачи был выбран статический метод теории предельного равновесия грунтов (ТПРГ). С точки зрения ТПРГ, мерзлое, промерзающее, оттаивающее или талое грунтовое основание представляет собой континуально неоднородную среду (КНС), что означает изменение прочностных параметров грунта от точки к точке по некоторой функции. А тоннель может быть представлен в виде жесткого подстилающего слоя криволинейного очертания.

Результаты исследований, в том числе полученное теоретическое решение, могут быть использованы для принятия технически обоснованных проектных решений при проектировании объектов в районах распространения вечномерзлых грунтов.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

В.И. Клевко, канд. техн. наук, доцент, **К.С. Ядовина**, магистрант (ПНИПУ, г. Пермь)

Качество строительства и надежная эксплуатация малозаглубленных фундаментов на грунтах сезонного промерзания-оттаивания напрямую связано с исследованием пучинистости. При изучении теплового режима грунта и особенностей процесса теплообмена в грунтах необходимо знание теплофизических свойств грунтов, в частности коэффициента теплопроводности.

По анализу полученных данных лабораторных испытаний по определению зависимости теплопроводности глинистых грунтов в мерзлом и талом состоянии различной консистенции от температуры грунта сделан вывод о снижении коэффициента теплопроводности при охлаждении грунта до 0°C и увеличении при замерзании грунта. Разница экспериментальных значений с нормативными составляет для талого грунта 25 % в большую сторону, для мерзлого состояния грунта теплопроводность экспериментальных данных выше на 18 %.

С целью сравнения влияния точности определения теплопроводности глинистых грунтов на температурный режим грунтов был проведен численный анализ в программном комплексе GeoStudioTemp/W. В качестве примера рассматривался фундамент, заглубленный в слой легкого суглинка на глубину 2 м. Исходными данными задавались различные значения теплопроводности: в первом случае по ОДН 218.046-01, во втором по результатам эксперимента.

При численном моделировании по данным экспериментов было установлено, что изменение теплопроводности в 1,5 раза привело к увеличению глубины промерзания грунта на 20 %. При этом значения теплопроводности грунта, приведенные в

ОДН 218.046-01, не учитывают физические свойства грунта (влажность, плотность) и требуют уточнения.

К МЕТОДУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЗУЧЕСТИ СКЕЛЕТА ВОДОНАСЫЩЕННОГО ГЛИНИСТОГО ГРУНТА

А.В.Клеменок, магистрант, **Ю.П.Смолин**, д-р техн.наук, профессор, (СГУПС, г. Новосибирск)

Авторами была опробована простая методика выделения ползучести из общего процесса деформирования, консолидирующегося водонасыщенного глинистого грунта. Для исследования использовались компрессионные приборы. Опыты проводились на глинистой пасте.

Сущность методики опыта заключалась в том, что испытывались образцы грунта с одной и той же площадью и при одном и том же давлении 0.1 МПа, но с различной высотой 10, 20, 30 мм. Определялись относительные деформации этих образцов во времени. Опыты показали, что величины относительной деформации, по окончании фильтрационной консолидации, для всех указанных высот были примерно равны друг другу. Это свидетельствует о том, что деформация в этом случае протекает только за счет ползучести скелета грунта. На каждом из замеренных периодов времени находились с помощью экстраполяции относительные деформации во времени при высоте образца стремящегося к нулю. При малой высоте образца фильтрационная консолидация не будет практически отсутствовать, поэтому можно считать, что деформация проходит только за счет ползучести скелета.

Для кривой относительной деформации во времени при высоте образца стремящегося к нулю находилась функция, описывающая опытную величину как мера ползучести скелета грунта. С помощью этой функции, возможно, определять деформацию ползучести скелета грунта при любой высоте образца и при любом промежутке времени.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ЗАГЛУБЛЕННОГО СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ НАГРУЖЕ- НИИ

А.О. Колесников, канд. техн.наук, доцент (НГАСУ (Сибст-рин), Новосибирск), **В.Н. Попов**, д-р физ.-мат. наук, гл. науч. сотр. (ИТПМ СО РАН, Новосибирск)

В настоящее время предъявляются высокие требования к точности результатов при расчетах колебаний свайных фундаментов, что делает необходимым более полно учитывать в современных моделях присутствующие динамические характеристики системы «заглубленный свайный фундамент-основание». Так, увеличение жесткости фундамента, за счет взаимодействия с окружающей средой заглубленных боковых граней, приводит к повышению частот его собственных колебаний, что подтверждается многочисленными экспериментами, проведенными на опытном полигоне, в лабораторных и натурных условиях. Особенно заметен эффект заглубления при горизонтальных динамических воздействиях на фундамент и при вертикальном нагружении в случае плотного контакта боковой поверхности с окружающим грунтом. Таким образом, при расчетах и проектировании свайных фундаментов под машины заглублением можно добиться уточнения коэффициента динамичности, и, как следствие, амплитудно-частотной характеристики колебаний системы в целом.

Данная работа посвящена анализу предлагаемых различными исследователями аналитических выражений для инженерных расчетов при определении собственной частоты при вертикальных и горизонтальных колебаниях свайных фундаментов с учетом их заглубления и сопоставлению этих результатов с данными, полученными в ходе проведенных экспериментов на опытном полигоне.

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИИ К УПРОЧНЕНИЮ ИЛИ РАЗРУШЕНИЮ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЫ В ХАРАКТЕРНЫХ ЗОНАХ ГРУНТОВЫХ ОСНОВА- НИЙ

О.А. Коробова, д-р техн. наук, профессор, **А.А. Тельпухов-
ская**, аспирант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Актуальной проблемой современного строительства является надежное прогнозирование напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтовых оснований, позволяющее полнее использовать возможности, которыми они обладают. Одним из важнейших вопросов исследования НДС является вопрос об учете деформационной анизотропии грунтов в расчетах грунтовых оснований. Учет анизотропии грунта, при оценке степени приближения напряженного состояния грунтового основания к предельному приводит к изменению размеров зон сдвигов и величины расчетного сопротивления грунта R , следствием чего является необходимость проведения корректировки размеров фундаментов по сравнению с размерами, установленными без учета анизотропии. При возрастании показателя анизотропии α в характерных зонах грунтового основания происходит нарастание признаков, соответствующих появлению условий предельного напряженного состояния. На основе численного эксперимента проведена оценка НДС анизотропных грунтовых оснований, исследованы характерные зоны напряженного состояния анизотропного основания. С увеличением показателя α напряженное состояние основания более интенсивно приближается к предельному. Учет анизотропии грунта приводит к изменению размеров зон сдвигов и величины расчетного сопротивления грунта R , следствием чего является необходимость проведения корректировки размеров фундаментов.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТКОСОВ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ, АРМИРОВАННЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СТЕРЖНЯМИ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

А.О. Кузнецов, науч. сотр. (СГУПС, г. Новосибирск)

Горизонтальное армирование грунтовых массивов хорошо зарекомендовало себя в практике строительства котлованов и забоев подземных выработок в качестве удерживающего мероприятия и для обеспечения устойчивости грунтового массива, особенно в условиях плотной городской застройки.

Проектирование параметров горизонтального армирования осуществляется по результатам расчёта устойчивости армогрунтового массива как квазисплошной подпорной стенки, либо расчёта армирующих элементов работающих как анкера. Однако, при исследовании армогрунтовых массивов, выяснилось, что работа горизонтальных армирующих элементов осуществляется не только в продольном (силы трения), но также и в поперечном (предельное давление) направлении. Отмечено, что определение предельного давления осуществляется либо по классической трёхчленной формуле К. Терцаги, либо на основе экспериментальных исследований, сопоставление результатов которых порой существенно не коррелируют.

Автором предложены скорректированные безразмерные коэффициенты N_γ , N_q , N_c для определения предельного давления стержня, как в его основании, так и над ним. Коэффициенты получены по результатам анализа экспериментальных исследований, а также решений теории предельного равновесия грунтов. Безразмерные коэффициенты легли в основу методики подбора параметров армирования, в частности при решении локальной устойчивости вертикального откоса, армированного горизонтальными элементами круглого сечения. При сопоставлении различных типов креплений котлованов для одинаковых инженерно-геологических условий был получен экономический эффект.

УДК 624.131.5

К МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОЙ АНИЗОТРОПИИ ГРУНТОВ НА ВЕЛИЧИНУ МОДУЛЯ СДВИГА

О.А. Коробова, д-р техн. наук, профессор, **А.В. Кузьмина**, магистрант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск), **О.И. Глушкова**, магистрант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Экспериментальные исследования влияния деформационной анизотропии грунтов на величину модуля сдвига G были проведены в приборе одноплоскостного сдвига при различной величине зазора между верхним и нижним кольцом срезного прибора. Зазор δ создавался с помощью металлических пластинок-шаблонов высотой 0,5; 0,7 и 1,0 мм, вставляемых между верхним и нижним кольцом прибора. Исследуемые образцы отбирались вдавливанием колец в грунт как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях металлическими кольцами высотой 0,035 м и площадью сечения $40 \times 10^{-4} \text{ м}^2$. Величина деформаций s фиксировалась индикаторами часового типа ИЧ-10 с ценой деления шкалы равной 0,01 мм. Для образцов грунта, отобранных вертикально, наибольшие деформации сдвига γ (γ') зафиксированы при зазоре $\delta = 0,5 \text{ мм}$. Размеры зазора при сдвиге образцов, отобранных горизонтально, на величине деформаций сдвига не отразились, из чего можно предположить, что деформации сдвига концентрируются по высоте зазора неравномерно. Сопоставление величин сдвиговых деформаций образцов грунтов, отобранных в вертикальном и горизонтальном направлениях, выполнено для одинаковых условий проведения опытов (т.е. – при постоянном зазоре). Выявлено, что модуль сдвига G_{zx} образцов грунтов, отобранных в вертикальном направлении, превышает величину модуля сдвига образцов грунтов, отобранных горизонтально. Установлено, что характер распределения деформаций по площадке среза цилиндрического образца весьма сложен, поэтому проведенные исследования позволяют установить лишь порядок величин модуля сдвига.

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА ВОЛЕЙБОЛА В Г. НОВОСИБИРСКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

С.В. Линовский, канд. техн. наук, доцент, завкафедрой ИГОФ, **В.С. Молчанов**, канд. техн. наук, доцент, проф. кафедры ИГОФ (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Площадка предполагаемого строительства регионального центра волейбола (РЦВ) располагается в пойменной части р. Каменка. Инженерно-геологические условия оцениваются как сложные (III категории сложности), характеризующиеся неоднородностью напластований и значительным количеством специфических грунтов – в т.ч., намывных и насыпных (с включением строительного и бытового мусора).

В соответствии с проектом здание РЦВ представляет собой рамно-связевую конструкцию, состоящую из двух блоков: трехэтажного размерами в плане 76,2х90,7 м с большой спортивной ареной (блок 1) и двухэтажного размерами 35,6х42,0 м с малой спортивной ареной и техническим этажом под частью здания (блок 2). Фундаменты обоих блоков (блок 1 – монолитная железобетонная плита, блок 2 – ленточный монолитный) располагаются на основании, усиленном методом цементации грунтов в режиме гидроразрывов.

В связи с отсутствием предпроектной проработки иных вариантов фундаментов, сотрудниками кафедры ИГОФ по просьбе заказчика сделаны предложения, выполнены предварительные расчеты и анализ возможностей использования других конструктивных решений: плитный и ленточный фундаменты на послойно уплотненном грунтовом основании, свайные фундаменты (с ленточными, столбчатыми и плитным ростверками),

устройство дополнительного(ых) подземного(ых) этажа(ей) с целью опирания фундаментов на основание с высокими механическими характеристиками грунта. Выполненные исследования позволили определить степень применимости предложенных вариантов фундаментов, предложить на рассмотрение заказчика наиболее экономичные из них.

ЗАСЫПНЫЕ АРМИРОВАННЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ

В.В. Лощев, старший преподаватель кафедры (НГАСУ (Сибст-рин), г. Новосибирск)

Появление современных строительных материалов в строительной индустрии открывает возможность улучшить существующие технические решения, а также создать совершенно новые типы конструкций.

Классические виды гравитационных подпорных стен основаны на прочности материала тела подпорных стенили на прочности оболочек, обеспечивающие сохранения требуемых геометрических размеров сооружения в период эксплуатации. Следующие поколение подпорных сооружений реализовано на принципе армирования грунта, где тело подпорной стены выполняется из дренирующего грунта, а армирующие элементы компенсируют недостаток сил в грунте на сдвиг и обеспечивают неизменность геометрических размеров сооружения.

При комбинировании принципов работы классических и армогрунтовых стен можно выполнить тело стены из дренирующего армированного грунта заключенного в тонкостенную оболочку. Наличие армирования дает возможность практически исключить боковое давление на оболочку, что снижает требования к ней с точки зрения прочности, оставляя за ней функции формообразующей и декоративной. Данный взгляд позволяет получить совершенно новое решение задачи подпирания грунта.

ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В МЕСТЕ ПРОЛОЖЕННОЙ ТРУБЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

А.Г. Маньшин, канд. техн. наук, доц., начальник УНИР; **В.С. Молчанов**, канд. техн. наук, доц., проф. кафедры ИГОФ (НГАСУ (Сибстрин)); **И.Е. Романенко**, ст. научн. сотр. (Институт Геофизики СО РАН)

Для оценки степени разуплотнения грунтов тела насыпи земляного полотна автомобильной дороги в связи с выносом тонкодисперсных глинистых составляющих в зоне проложенной бестраншейным способом трубы газоснабжения на км 86+280 а/д «Новосибирск - Кочки - Павлодар (в пределах РФ)», потребовалось выполнение георадиолокационных обследований.

Действие георадара основано на излучении сверхширокополосных наносекундных импульсов, приеме сигналов, отраженных от границ раздела сред, стробоскопической обработке принятых сигналов и последующим измерением временных интервалов между отраженными импульсами.

Со стороны поселка Красный Яр было пройдено туда и обратно 4 профиля (2 - с антенным блоком АБ-700 и 2 - с АБ-250), каждый длиной около 160 м; с противоположной стороны - 2 профиля (только с антенной АБ-250). В рамках такой методики наблюдаемые разрезы показали хорошую повторяемость.

Выполненные георадиолокационные обследования участка дороги позволили выявить зоны разуплотнения, полостей и линз водонасыщенных грунтов, наличие подземных коммуникаций, определить физическое состояние, обводненность грунтов, пути поступления движения и выхода вод в/из земляного полотна на участке обследования автодороги. Кроме того, просвечивание насыпи антенным блоком АБ-250, позволило локализовать подземные коммуникации и трубу, проходящую под

дорожным покрытием, не отраженную на чертежах проектной и исполнительной документации дороги.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В ЗОНЕ ПРОЛОЖЕННОЙ ТРУБЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

А.Г. Маньшин, канд. техн. наук, доц., начальник УНИР; **В.С. Молчанов**, канд. техн. наук, доц., проф. кафедры ИГОФ (НГАСУ (Сибстрин)); **И.Е. Романенко**, ст. научн. сотр. (Институт Геофизики СО РАН)

На участке автомобильной дороги «Новосибирск – Кочки – Павлодар», км 86, в связи с появлением дефектов (трещин) асфальтобетонного покрытия проезжей части и выносом тонкодисперсных глинистых составляющих из тела земляного полотна с разрушением откоса в зоне проложенной трубы газоснабжения было проведено комплексное техническое обследование, имеющее цель оценки состояния земляного полотна и разработки мер его улучшения. Обследования включили: визуальный и измерительный контроль, проведение георадиолокационных обследований, физико-механических лабораторных исследований по оценке характеристик материалов дорожной одежды и грунтов земляного полотна, оценку состояния водотока для исключения обводнения земляного полотна дороги в зоне прокола газовой трубы. Испытания грунтов выполнялись методом отбора проб из двух пробуренных скважин глубиной 4,5 м (до глубины прокладки трубы газопровода); испытания грунтов путем отбора монолитов тонкостенным грунтоносом и точечных образцов через 0,5-1,0 м.

На основании результатов выполненных обследований рекомендованы следующие меры:

- организация продольного (вдоль трассы дороги) водоотвода и сброса на верхней (западной) обочине дороги;

- ликвидация образованных полостей, пустот и разуплотнений в теле земляного полотна участка прохода трубы методом инъецирования;

- устройство подпорной стенки на разрушающемся откосе в виде обрамляющего оголовка (без передачи нагрузки на газовую трубу).

УСТРОЙСТВО СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ С БУРОНАБИВНЫМИ СВАЯМИ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Л.В. Нуждин, канд. техн. наук, профессор, **М.В. Исайкин**, магистрант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Проанализирована техническая ситуация, возникшая при возведении свайного фундамента с некачественно выполненными буронабивными сваями большого диаметра в сложных инженерно-геологических условиях. Рассмотрены различные варианты восстановления эксплуатационной пригодности основания.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УСИЛЕНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ВЕРТИКАЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ГРУНТОВ

Л.В. Нуждин, канд. техн. наук, профессор, **М.Ю. Митерев**, магистрант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Излагаются результаты выполненных экспериментальных лабораторных исследований разных способов усиления свайного основания с некачественно выполненными длинными буронабивными сваями. Полученные результаты позволяют рекомендовать для снижения осадок фундамента и повышения несущей способности основания применение жестких вертикальных армоэлементов.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА В РАСЧЕТНОМ КОМПЛЕКСЕ SCAD

Л.В. Нуждин, канд. техн. наук, профессор, **В.С. Михайлов**, аспирант (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Выполнен сравнительный анализ основных методов построения аналитических и численных моделей свайно-плитных фундаментов в соответствии с требованиями действующих норм. Оценка результатов расчета сделана на примере свайных фундаментов с податливым и более жестким ростверком.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАТУРНЫХ СТЕНЧАТЫХ ФУНДАМЕНТОВ МАШИН С ДИНАМИ- ЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

Л.В. Нуждин, канд. техн. наук, профессор (НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск), **М.Л. Нуждин**, директор (ООО «НПЭКП «ОиФ», г. Новосибирск)

Приводятся результаты исследований и оценки эксплуатационной пригодности железобетонных стенчатых фундаментов машин с динамическими нагрузками, имеющих значительные габаритные размеры (~20×15×10 м). В нижней части фундамента имеют плиты толщиной 3,5 м, опирающиеся как свайное основание из буронабивных свай диаметром 530 мм, так и на грунты природного сложения (естественное основание).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ОСАДОК ПО НОРМАТИВНЫМ МЕТОДАМ

Л.В. Нуждин, канд. техн. наук, профессор, **К.В. Павлюк**, аспирант
(НГАСУ (Сибстрин), г. Новосибирск)

Полученные материалы исследований показывают, что для повышения точности прогнозирования деформаций грунтовых оснований и осадок фундаментов сооружений необходимо не только увеличивать достоверность экспериментальных исследований грунтов и совершенствовать теоретические модели оснований, но и рационально подходить к выбору расчетной схемы совместно с анализом особенностей определения исходных данных, в первую очередь, деформационных характеристик грунтов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНОГО КИРПИЧНОГО ЗДАНИЯ НА СВАЙНОМ ФУНДАМЕНТЕ

И.И. Подшивалов, канд. техн. наук, доцент (ТГАСУ, г.Томск)

Обоснованное использование запасов прочности надземных конструкций и фундаментов позволяет увеличивать этажность зданий.

Использование верифицированного проектно-вычислительного комплекса MicroFe позволило реализовать конечно-элементное моделирование расчетной схемы системы «основание – фундамент – надземная часть» на примере строящегося 16-ти этажного кирпичного здания в г. Томске.

В расчетной схеме кирпичные стены, диски железобетонных перекрытий и ростверк моделировались конечным элементом типа «плоский прямоугольный элемент оболочки», сваи – «стержень». Грунтовое основание под ростверком принималось в виде четырехслойного основания из объемных конечных элементов с послойным заданием модуля деформаций и коэффициента Пуассона. Сваи моделировались с возможностью ограничения предельной нагрузки.

На первом этапе был выполнен линейный статический расчет, который показал, что наибольшие усилия в краевых сваях превысили расчетную нагрузку на сваи. В этом случае рекомендуется проводить расчет в геометрически нелинейной постановке, в части зависимости усилий в сваях от их перемещений, с ограничением предельной нагрузки на сваи, равной расчетному значению.

Решение задачи в нелинейной постановке позволяет учесть эффект перераспределения и сглаживания усилий между сваями, который приводит к изменению напряженно-деформированного состояния надземной части по сравнению с линейным расчетом, в отдельных случаях не в запас прочности.

В нелинейном расчете, изменяя длину и количество свай, можно получить результат, в котором усилия в сваях будут равно расчетной нагрузке или близкой к ней.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ

А.И. Полищук, д-р техн. наук, профессор (КубГАУ, г. Краснодар),
А.А. Петухов, канд. техн. наук, доцент, **Р.В. Шалгинов**, канд. техн. наук, доцент, **А.А. Тарасов**, канд. техн. наук, доцент (ТГАСУ, г. Томск)

При устройстве инъекционной сваисначала образуется скважина путем вдавливания иньектора, а затем формируется ствол сваи путем нагнетания в скважину под давлением подвижной бетонной смеси. В период с 2003 по 2015 гг. авторами статьи было разработано несколько методов расчета несущей способности инъекционных свай:

1) *инженерный метод* базируется на использовании формулы (11) СНиП 2.02.03-85, в которой имеет эмпирическое значение и учтен переменный периметр поперечного сечения ствола сваи;

2) в *аналитическом методе* для R решена задача о предельном равновесии грунта, а f считается по закону прочности Кулона, в котором давление обжатия ствола сваи грунтом складывается из критического давления по В.В. Лушникову и бокового давления грунта от его собственного веса, а удельное сцепление грунта принимается с учетом его уплотнения на границе со стволом;

3) в *численно-аналитическом методе* для R используется формула (5.32) СП 22.13330.2011, а f определяется через боковое давление грунта от собственного веса с помощью закона прочности Кулона и эмпирического коэффициента ;

4) по *расчетному методу* несущая способность сваи определяется по результатам статического зондирования по формуле (7.25) СП 24.13330.2012 с введением эмпирического коэффициента .

Каждый из этих методов имеет свою область применения по технологическим параметрам, грунтовым условиям и будет в дальнейшем совершенствоваться.

ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ, УСТРОЕННОЙ С АНКЕРНЫМИ СВАЯМИ РИТ

С.В. Ющубе, канд. техн. наук, доцент, **Д.Г. Самарин**, канд. техн. наук, доцент, **В.Л. Устюжанин**, инженер НИСа, **А.А. Филиппович**, канд. техн. наук, доцент (ТГАСУ, г.Томск)

Применение разрядно-импульсных технологий (РИТ) для устройства анкерных свай является эффективным средством, обеспечивающим их высокую несущую способность. Это дает возможность сокращать количество требуемых анкеров, например, по сравнению с инъекционными анкерами, устраиваемыми по типу «Вауег» и, соответственно, снижать стоимость и время проведения работ. Однако, в погоне за минимизацией расходов, некоторые Заказчики стараются и здесь получить экономию. Для реализации этих планов Заказчикам приходится обращаться к подрядным организациям, имеющим малый опыт устройства и проектирования подобных геотехнических конструкций.

По заказу одной строительной организации г. Новосибирска была проведена экспертная проверка проектной документации на устройство ограждающей конструкции котлована с использованием анкерных свай РИТ, под расположение многоуровневой подземной автостоянки.

Необходимость выполнения экспертной проверки проектной документации, рассматриваемого объекта строительства, была вызвана полученными в натуре недопустимыми смещениями ограждающей конструкции при экскавации грунта котлована. В результате дальнейшие работы по устройству ограждающей конструкции и котлована были приостановлены до выяснения причин.

Проверочными расчетами были выявлены ошибки при проектировании одного из основного несущего элемента ограждающей конструкции – анкерных свай РИТ. Расчеты показали, что при экскавации грунта котлована смещения ограждающей конструкции от вертикального положения могут более чем в 10 раз превысить проектные.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ КОНСОЛИДАЦИИ ВОДОНАСЫЩЕННОГО ГЛИНИСТОГО ГРУНТА

К.В. Востриков, канд. техн. наук., доцент, **Ю.П. Смолин**, д-р техн. наук, профессор (СГУПС, Новосибирск)

Известно, что в процессе уплотнения водонасыщенных грунтов имеет место фильтрационная консолидация и ползучесть скелета грунта. При определении осадки грунтов основания важно разделять эти процессы во времени.

В ГОСТе 12248-2010 время окончания 100 % фильтрационной(первичной) консолидации определяется по изменению относительной деформации от логарифма времени без необходимости замеров порового давления в образце. Для определения коэффициента фильтрационной консолидации определяют время, требуемое 100 % фильтрационного сжатия.

Авторы статьи поставили цель – проверить достоверность применяемой в ГОСТ методики и установить границу разделения первичной консолидации и ползучести скелета грунта (вторичной консолидации) с учетом замера порового давления в образце. Опыты проводились компрессионным прибором, позволяющим производить замер порового давления в образце грунта. Опыты проводились на пасте из пылеватого суглинки.

По результатам экспериментов были построены графики изменения порового давления во времени и относительной деформации образца по логарифму времени. Были найдены опытного грунта временные границы начала и конца фильтрационной консолидации и коэффициенты консолидации.

С помощью коэффициентов консолидации были найдены конечные осадки грунта первичной консолидации.

Величины осадок мало отличались друг от друга и составили $s(t) = 0,101 \pm 0,103$ см .

Сделан вывод о том, что возможно с достаточной точностью определять коэффициент консолидации по ГОСТу и необязательно замерять поровое давление.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВАЙ С ВОДОНАСЫЩЕН- НЫМ ГЛИНИСТЫМ ГРУНТОМ ПРИ ИХ ПОГРУ- ЖЕНИИ ВДАВЛИВАНИЕМ

С.В. Ющубе, канд. техн. наук, доцент, **В.А. Сулима**, старший преподаватель (ТГАСУ, г. Томск)

На сегодняшний день в Томской области при строительстве зданий и сооружений всё большее признание получает способ погружения свай методом статического вдавливания. Одним из главных препятствий для развития технологии погружения свай вдавливанием является отсутствие надёжных методов расчёта усилия, необходимых для погружения свай на заданную глубину и подбора сваевдавливающего оборудования, в различных грунтовых условиях.

Одним из наиболее перспективных направлений для решения данной задачи является использование результатов статического зондирования грунтов.

В этой связи, на нескольких площадках в г.Томске, авторами были проведены натурные экспериментальные исследования взаимодействия железобетонных свай с окружающим грунтом в процессе их погружения вдавливанием.

В результате выполненных исследований были получены графики зависимости изменения усилия вдавливания по глубине $N_{од,i}=f(h)$, которые были сопоставлены с результатами статического зондирования грунтов. Анализ результатов показал, что характер изменения усилия вдавливания сваи по глубине и результаты статического зондирования имеют схожий характер.

Таким образом, дальнейшие исследования в данном направлении могут стать основой для разработки метода определения усилия вдавливания свай с использованием результатов статического зондирования в различных грунтовых условиях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ, ПОГРУЖАЕМЫХ ВДАВЛИВАНИЕМ

С.В. Ющубе, канд. техн. наук, доцент, А.А. Тарасов, канд. техн. наук (ТГАСУ, г. Томск)

На сегодняшний день, методика контроля несущей способности свай динамической нагрузкой хорошо отработана. Испытания проводятся с помощью, используемой при забивке, копровой установки. Они быстры и технологичны в исполнении. Но применение контрольных испытаний свай динамической нагрузкой не всегда допустимо или целесообразно. Например, при погружении свай вдавливанием, наличии под остриём свай грунтов с $I_L > 0,6$, реконструкции и др. В этих случаях, обычно, применяют статические испытания свай. При этом, статические испытания свай являются более трудоёмкими по сравнению с динамическими, что обусловлено длительностью их проведения, необходимость устройства громоздких пригрузочных платформ и др.

Одним из путей повышения технологичности проведения контрольных испытаний свай статической вдавливающей нагрузкой является разработка методики проведения ускоренных испытаний с увеличенным шагом приращения нагрузки.

Для решения этой задачи авторами была выполнена серия параллельных испытаний свай со стандартным (ГОСТ 5686-2012) и максимально увеличенным шагом ступеней нагружения (ускоренные испытания), при котором нагрузка на сваи прикладывалась в одну ступень, а ее величина назначалась равной произведению расчетной нагрузки $P_{расч}$, принятой в проекте, на коэффициент надежности γ_g , согласно СП 24.13330.2011.

В результате было установлено, что проведение контрольных испытаний свай по ускоренной методике позволяет надежно контролировать соответствие несущей способности свай расчетным нагрузкам, установленным в проекте свайного фундамента и, что особо важно при строительстве объекта, существенно сократить время на выполнение испытаний.

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ НА ФУНДАМЕНТЫ СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Г.И. Таюкин, канд. техн. наук, доцент, **В.В. Фурсов**, канд. техн. наук, доцент, **М.В. Балюра**, канд. техн. наук, доцент (ТГАСУ, г. Томск)

В Сибири ежегодно наблюдаются многочисленные деформации зданий при строительстве объектов нефтегазового комплекса на пучинистых грунтах. Наиболее опасным является нарушение технологии строительства фундаментов на естественном основании в зимних условиях, когда происходит промерзание основания, а весной оттаивающие грунты дополнительно замачиваются тальми водами и осадками. Так, при устройстве фундаментов под резервуары для жидких углеводородов грунты основания во вскрытом котловане были проморожены. В период весенне-летнего оттаивания возведенные конструкции фундаментов получили существенные отклонения от проектного положения и были демонтированы, а бетонная подготовка под подпорные стенки практически повсеместно оказалась разрушенной. Рекомендовано работы по восстановлению фундаментов выполнять, не допуская повторного промерзания грунтов основания, а вторую очередь резервуаров строить, используя свайные фундаменты с противопучинным покрытием.

Проведя обследование ряда объектов базы стройиндустрии и очистных сооружений при строительстве Томского нефтехимического комбината, были выявлены многочисленные аналогичные деформации сооружений.

Выполненные полевые и лабораторные исследования позволили разработать рекомендации по эффективным фундаментам на морозоопасных грунтах. Поэтому все последующие объекты

на ТНХК возводились только на свайных фундаментах с противопучинной защитой. После чего деформаций сооружений связанных с проблемами фундаментов на пучинистых грунтах не выявлено.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРУНТОШЛАМОВОЙ СМЕСИ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.А. Филиппович, канд. техн. наук (ТГАСУ, г. Томск)

В России ведется широкомасштабное освоение минеральных природных ресурсов, что приводит к загрязнению окружающей среды. Поэтому одной из главных задач отрасли является достижение малоотходного или безотходного производства и сокращение площадей хранилищ с отходами. Одним из перспективных путей использования отходов эти их применение в других отраслях, например в строительстве.

Так, при ведении работ по добыче нефти для хранения отходов продукта бурения создаются шламовые амбары для сбора буровых отходов. Отходы бурового шлама перемешивают с грунтом и получают грунтошламовую смесь (ГШС), которую складывают в шламовых амбарах и где она вступает в естественный почвообразовательный процесс.

Были проведены испытания образцов техногенного грунта из шламового амбара Казанского месторождения и установлены основные физико-механические характеристики техногенного грунта: естественная влажность 25,1%; число пластичности 9,4 %; показатель текучести -1,31; модуль деформации компрессионный 5,8 МПа; угол внутреннего трения 28 град.; удельное сцепление 17 кПа. Грунтошламовая смесь (ГШС) относится к техногенным грунтам (по ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация») и соответствует суглинкам легким пылеватым, твердой консистенции, средненабухающим. Класс опасности для окружающей среды IV – малоопасный.

Такой техногенный грунт можно применять при рекультивации земель, при сооружении дорожного полотна, при устройстве насыпей под здание, в качестве подсыпок под полы промышленных зданий и др. Его применение в других отраслях даст возможность значительно сократить объемы отходов в шламовых амбарах, уменьшить количество шламовых амбаров и новое их устройство.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПУЧИНИСТОГО ГРУНТА В ОСНОВАНИИ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ

В.В. Фурсов, канд. техн. наук, доцент (ТГАСУ, г. Томск)

Практика строительства в условиях Сибири показывает, что при использовании сезоннопромерзающего слоя грунта в качестве естественного основания фундаментов сооружений необходимо учитывать не только воздействие на них морозного пучения, но и осадок при последующем оттаивании грунтов

Исследования этих вопросов изучаются в лаборатории кафедры «Основания и фундаменты» ТГАСУ с 1978 г. на экспериментальных полигонах с пучинистыми грунтами. В натуральных условиях при исследованиях применялись фундаменты-штампы площадью 1×1 м, глубиной заложения 0; 1,0 и 1,5 м, оборудованные марками-пучиномерами, комплектами термометров и мерзлотомеров. В лабораторных условиях на созданных стендах в холодильных камерах изучалось влияние видов грунтов и их состояния на закономерности развития деформаций морозного пучения и последующих осадков при промерзании-оттаивании.

Было установлено, что процесс промерзания-оттаивания, сопровождающийся текстурно-структурными преобразованиями пылевато-глинистых грунтов, приводит к изменению их физико-механических свойств по сравнению с исходными до промерзания. В период оттаивания наблюдается уменьшение значений прочностных характеристик, увеличение сжимаемости и ускорение консолидации вследствие повышения фильтрационной способности грунтов, а также изменения водостойкости грунтовых агрегатов.

Полученные закономерности позволяют прогнозировать развитие деформаций пучинистых грунтов оснований при многолетнем промерзании-оттаивании и подойти к проблеме использования сезоннопромерзающего слоя грунта в качестве естественного основания малозаглубленных фундаментов с позиции их расчётов по предельным деформациям.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ГРУППОВЫХ РЕШЕНИЙ ПО УСИЛЕНИЮ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Г.К. Щепотин, д-р техн. наук, профессор (НГАСУ (Сибстрин), г.Новосибирск)

Развитие промышленности в Сибири напрямую зависит от улучшения транспортной инфраструктуры региона. Актуальность разработок в области обеспечения эксплуатационной надежности дорог усиливается с ростом нагрузок на дорожные конструкции при движении большегрузного транспорта, увеличением скоростей движения автотранспорта, требованием повышения безопасности движения.

Существующая нормативно-техническая база не отражает в полной мере складывающуюся в сибирских регионах динамику структуры транспортного потока в сочетании со сложными геологическими и климатическими условиями (а именно, растет интенсивность движения большегрузного транспорта, а климат теплее и суше не становится).

Основными особенностями эксплуатации дорог в регионах Западной Сибири являются холодный климат (с большими годовыми колебаниями температур) и сложные инженерно-геологические условия.

В этих условиях необходимо разработать стратегию усиления автомобильных дорог региона. В основе стратегии – комплекс мероприятий по разработке и внедрению групповых решений по эффективным противодеформационным конструкциям для ликвидации сезонных деформаций земляного полотна с возможностью без ограничений пропускать большегрузный транспорт.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРИБОВИДНЫХ ФУНДАМЕНТОВ-ПОДНОЖНИКОВ БАШНИ СВЯЗИ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН ИХ НЕДОПУСТИМЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

А.А. Югов, канд. техн. наук, доцент, **Г.И. Таюкин**, канд. техн. наук, доцент, **Р.В. Моисеенко**, ст. преподаватель (ТГАСУ, г. Томск)

Представлены результаты обследования грибовидных фундаментов-подножников башни связи и выявлены причины, приведшие к неравномерным деформациям, значительно превышающим предельные. Согласно данным инженерно-геодезических изысканий произошло поднятие одной из четырех грибовидных опор башни. Основной причиной таких деформаций стали силы морозного пучения.

Поверочные расчеты фундаментов сооружения показали правильность принятых проектных решений. В то же время изучение исполнительной документации, условий строительства и эксплуатации сооружения внесли дополнительные коррективы в расчеты.

Возведение фундаментов в зимнее время привело к недостаточному уплотнению грунтов обратной засыпки. Последующая неправильная организация отвода поверхностных вод с площадки (вблизи рассматриваемого фундамента была организована дренажная траншея) стала причиной обильного замачивания грунтов. Все эти факторы привели к увеличению касательных и нормальных сил морозного пучения, в результате чего произошло поднятие одной из опор. Это вызвало неравномерные деформации грунтов основания, что привело к перераспределению нагрузок между отдельно стоящими фундаментами и увеличению крена башни.

На основании обследования и выполненных расчетов были разработаны рекомендации по снижению сил морозного пучения, и приведения сооружения башни к исправному техническому состоянию.

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ СТЕН ПОДВАЛА И ФУНДАМЕНТА НАРУЖНОЙ СТЕНЫ В ОСЯХ «11»-«12» ЗДАНИЯ ПО УЛ. ОКУЛОВА, 14 Г. ПЕРМИ

О.В. Петренева, доцент, **Я.Е. Язев**, магистрант (ПНИПУ, г. Пермь)

Необходимо определить причины аварийного состояния ленточного фундамента здания по ул. Окулова, 14 г. Перми. Дефекты проблемного участка: осадки фундамента, отклонение стены подвала от вертикали, трещины. А также определить наиболее рациональную модель грунта в расчете для данного участка в Plaxis 2D при расчете осадок.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи: сбор нагрузок на фундамент; определение расчетного сопротивления грунта основания; расчет устойчивости стены подвала против сдвига:

$$F_{sa} \leq \gamma_c * F_{sr} / \gamma_n;$$

проверка краевых давлений под подошвой; расчет стены подвала по несущей способности:

$$F_{v1} \leq m_g * \varphi_1 * R * A_c * \omega;$$

расчет стены подвала на срез по перевязанному и неперевязанному сечению; расчет осадки аналитическим методом и методом КЭ в разных вариациях.

Основанием фундаментов является гравийный грунт. Грунтовые воды отсутствуют. При расчетах в ПК Plaxis для создания грунтовых условий были использованы две модели: Мора-Кулона (МК) и модель упрочняющегося грунта (HS).

Результаты исследования показали, что использование модели HS для определения осадки данного фундамента не рационально, а также, что причины аварийного состояния участка возникло ввиду увлажнения и проседания грунта из-за протечек, что позволило боковому давлению грунта деформировать стенку.