

НАПРАВЛЕНИЕ 3

Прикладная геомеханика в строительстве (Науч. рук. д-р техн. наук, проф. И.Т. Мирсаяпов)

Кафедра Автомобильных дорог, мостов и тоннелей

Председатель В.С. Боровских

Секретарь З.Ф. Азизова

ЗАСЕДАНИЕ

13 апреля, 10.00, ауд. 5- 208

1. **В.С. Боровских.** Анализ и оценка точности выноса проектной точки при разбивке опор мостов способами прямой угловой, полярной и линейной засечками.

Разбивкой любого инженерного сооружения является совокупность работ по переносу проекта сооружения в натуру и являются составной частью технологического процесса строительства любого инженерного сооружения. Эти работы предшествуют каждой стадии строительства, сопутствуют и завершают возведение сооружения. Наиболее распространенными способами при разбивке опор мостовых переходов с использованием современных геодезических приборов являются способы прямой угловой, полярной и линейной засечки. Нами произведен анализ и оценка точности выноса центра опоры №7 автомобильного моста через реку Волгу. Вынос центра опоры производился относительно двух пунктов мостовой триангуляции с базисом 305м на расстояние до опоры 510м. Линейно-угловые измерения производились тахеометром «Trimble 3303 DR». Средние квадратические ошибки (СКО) измерений длин линий и углов получились соответственно равными 2мм и 3". Были получены следующие результаты. СКО выноса центра опоры получилась соответственно равными 10мм, 4мм и 3мм способами прямой угловой, полярной и линейной засечками. Из выполненных исследований можно сделать вывод: вынос центров опор мостов надежнее производить способом линейной засечки с опорных пунктов мостовой триангуляции при этом СКО измерения длин линий должна быть не менее 2-3мм.

2. **М.Р. Хафизов** (гр. 4МТ01, н. рук. В.С. Боровских). Исследование и анализ крена дымовой трубы высотой 45м котельной КГАСУ по результатам измерений 2012-2018 г.

Студенты с 1995г ведут систематические наблюдения за креном дымовой трубы котельной университета. Это связано с тем, что в процессе строительства и после возведения крупных зданий, промышленных объектов и инженерных сооружений возникает необходимость в наблюдениях за их стабильностью, как в плане, так и по высоте. Числовые характеристики деформаций сооружений можно получить в результате высокоточных геодезических измерений и сравнения результатов наблюдений, выполненных в разное время. Цель геодезических измерений за деформациями зданий и сооружений – получить данные, характеризующие величины осадок и смещений, а также установить показатели их затухания во времени. Эти данные одновременно могут служить основанием для разработки и осуществления мероприятий по предотвращению катастрофических последствий. Нами были выполнен очередной цикл измерений по определению крена трубы способами: малых углов и геометрического нивелирования по программе 3-его класса осадочных марок, заложенных в основание дымовой трубы. Так же был произведен анализ результатов полученных измерений. Крен трубы получился равным 11см и показано, что по сравнению с выполненными исследованиями в 2012-2017г крен трубы не изменился.

3. **Н.М. Дженов, В.В. Софронов.** (НПП «РАСТР»). Анализ результатов геодезических измерений по определению объема склада угля.

В работе анализируются полученные результаты систематических геодезических измерений по определению объемов склада угля. Как правило, на территории крупного промышленного предприятия в качестве экономичного энергоресурса используется промышленный газ. В качестве запасного энергоресурса может использоваться уголь. Таким образом, в процессе эксплуатации на территории предприятия идет систематический завоз и расход угля. Для независимого контроля требуется, определять массу поступающего угля, с учетом ведомственных требований к точности вычислений. С этой целью производится крупномасштабная съемка штабеля угля, масштаба 1:500, с сечением рельефа горизонталями от 0.5 метра. Геодезические измерения в разных циклах производились разными приборами (в процессе измерений использовались электронный тахеометр Trimble или геодезические

спутниковые приемники Trimble R10 GNSS) и соответственно использовались разные геодезические методики. Далее в разных специализированных геодезических программах, по результатам топографической съемки, вычисляется объем склада угля. На основе большого массива данных, можно сделать сравнительный анализ полученных результатов геодезических измерений по определению объема склада угля.

4. **Б.А. Епишин, М.И. Шпекин** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»). Анализ видимого движения Земли на лунном небосводе методами компьютерного моделирования.

Движение Земли на лунном небе представляет особый случай, отличающийся от движения других небесных тел. Это связано с характером движения Луны вокруг Земли. Астрономические наблюдения Земли наблюдателями обсерватории, расположенной на Луне, представляют практический интерес и наверняка войдут в научную программу такой обсерватории. Авторами были разработаны алгоритмы и программы, которые представляют собой автономный набор вычислительных средств, которые не зависят от Астрономического Ежегодника. Для одного топоцентра (озеро Весны в море Восточном) более подробно представлены графики движения Земли на разные периоды времени от одного года до 18 лет (период прецессии лунной оси). Из такого анализа, следует сделать вывод, что Земля движется по лунному небу по вытянутому эллипсу с большой осью около 18° , против часовой стрелки с периодом около земного месяца. За этот период времени Земля пересечет все зодиакальные созвездия. Программное обеспечение точных эфемерид поможет в организации астрометрических наблюдений солнечных затмений и покрытий звезд Землей. Такие наблюдения позволят уточнить механику движения небесных тел, физическую либрацию Луны и ряд астрометрических постоянных.

5. **Ч.Р. Мухаметшин** (аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»). Моделирование избранных элементов лунного рельефа с использованием панорамных снимков высокого разрешения.

В настоящее время происходит активное развитие технологии «компьютерного зрения». С появлением мощных компьютеров открывается возможность использовать данную технологию в решении фотограмметрических задач. Важной особенностью технологии является необходимость экспонирования одного и того же участка местности (избранного элемента) с разных ракурсов. В нашем случае мы используем последовательные снимки высокого разрешения, сделанные на окологолубных орбитах. Панорамные снимки представляют собой изображения на пленке полученные длиннофокусной камерой. Разрешающая способность снимков составляет 1-2 метра на поверхности Луны. Снимки были оцифрованы на фотограмметрическом сканере. Оцифрованные снимки представлены графическими файлами объемом 7 Gb на один снимок. Для моделирования были выбраны наиболее интересные районы лунной поверхности на невидимой стороне (кратер Эйткен, кратер Циолковский). Выбранные кратеры входят в число молодых ударных кратеров, где наблюдаются признаки геологической активности. Построение моделей по изображениям высокого разрешения позволяет изучить сложную топографию кратеров и проанализировать процессы, которые на них происходят.

6. **А.А. Панова** (магистр гр. 06609, н. рук. М.И. Шпекин, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»). Решение задач орбитальной фотограмметрии по снимкам метрической камеры.

Изложены результаты, полученные автором на основе измерений орбитальных снимков Луны. Снимки получены с борта космических кораблей «Зонд-8» (СССР, 1970) и «Аполлон-17» (США, 1972). Орбитальная съемка была выполнена пленочными камерами, а сама пленка была доставлена на Землю. При этом «зондовская» пленка доставлялась в автоматическом режиме, а пленка «аполлона» – экипажем корабля. Изображения лунной поверхности, полученные на пленке, были оцифрованы фотограмметрическим сканером. Графические файлы оцифрованных снимков послужили в качестве исходных данных всех измерений и расчетов, представленных в докладе. Рассмотрена геометрия съемочных камер и результаты их предполетной калибровки. Изложены алгоритмы учета деформации пленки, дисторсии объектива, а также динамические поправки. Обсуждается влияние деформации и дисторсии на результаты решения таких задач как прямая и обратная фотограмметрическая засечка, сгущение сети опорных точек на поверхности Луны.

7. **А.А. Семенов** (аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»). Опыт применения малых коммерческих беспилотных летательных аппаратов в сфере кадастра и геодезии.

В докладе излагается опыт применения малых гражданских беспилотных летательных аппаратов с целью создания планов и карт различных масштабов в целях картографирования и выполнения различных видов кадастровых работ. В качестве объекта исследования выступили снимки, полученные от серийного оборудования компании DJI Phantom 4 и Phantom 4 pro. В рамках работы была выполнена съёмка поверхности земли, обработка и анализ полученных результатов. Съёмка участка выполнялась с расстояния от 50 до 100 м в различные погодные условия. В результатах работы отражены возможности перспективного использования и основные недостатки указанной технологии на текущий момент времени, а также ограничивающие факторы для создания карт и планов масштаба 1:500. Приводятся примеры непосредственных объектов выполненных с применением данной технологии.

8. **О.В. Коваль** (гр. 7СТ02, н. рук. С.В. Степанов) Геодезические ошибки, возникающие в ходе выполнения геодезических работ, и способы их решения.

В современной жизни ежегодно происходит застройка тысяч квадратных километров земной поверхности. Строительство любого объекта сопровождается комплексом геодезических работ, начиная с изучения карт и планов и заканчивая эксплуатацией сооруженного объекта. Весьма важным при выполнении геодезических работ является обеспечение необходимой точности измерений и недопустимость ошибок. Недооценка каких-либо ошибок и условий может привести к необратимым последствиям. Но результаты измерений (вычислений) естественно содержат ошибки, величина которых зависит от прибора, применяемого при измерениях, способа измерения и вычислений конечных результатов. Любая погрешность результата измерения есть следствие воздействия многих факторов, каждый из которых порождает свою погрешность. Поэтому при ведении геодезических работ необходимо свести к минимуму количество геодезических ошибок.

В работе рассмотрены основные ошибки при геодезических работах и способы их решения.

9. **А.М. Сафиуллина** (гр. 7СТ01), **Г.А. Мустафина** (гр. 7СТ02, н. рук. С.В. Степанов) Современное геодезическое оборудование и технологии.

Строительство зданий и сооружений неотъемлемо связана с целым комплексом геодезических работ, которые посредством измерений, вычислений и выносу в натуре данных, позволяют обеспечить точность и правильность положения всех объектов инфраструктуры.

Геодезия с давних времен решает основные задачи строительства: получение геодезических данных на стадии проектирования сооружения; вынос в соответствии с проектом и закрепление на местности основных осей и границ сооружений; обеспечение правильных геометрических форм и размеров элементов сооружения на стадии строительства, определение отклонений построенных элементов сооружения от проектных, наблюдение за деформациями земной поверхности или самого сооружения - все эти задачи решаются с помощью специальных приборов и технологий.

В работе рассматривается современное геодезическое оборудование и технологии, повышающие качество строительных работ. Выделены достоинства и недостатки современных геодезических приборов.

Председатель И.Т. Мирсаяпов
Зам. председателя Р.Р. Хасанов
Секретарь Д.Д. Сабирзянов

ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ
11 апреля, 10.00, ауд. 2-110

1. **И.Т. Мирсаяпов, И.Ф. Шакиров, Д.М. Нуриева.** Исследование напряженно-деформированного состояния каркаса административного здания с учетом деформирования свайного основания.

Реконструкция здания, связанная с надстройкой дополнительных этажей, вызывает необходимость в оценке запаса несущей способности несущих конструкций и грунтового основания, особенно при наличии отклонений от проектных параметров. Исследуемое 12-ти этажное здание с монолитным железобетонным каркасом, имеет в основании плитно-свайный фундамент на буронабивных сваях. В связи с тем, что под частью здания выполнены сваи непроектной длины 5.4 вместо проектных 10 м, произошли неравномерные деформации здания, повлекшие за собой развитие трещин в несущих элементах каркаса. Вследствие чего свайное основание здания было усилено грунтоцементными сваями. Натурные и численные исследования напряженно-деформированного состояния здания показали, что при устройстве надстройки, деформации основания и усилия в несущих элементах каркаса не превышают предельно допустимых величин с учетом выполненных ранее мероприятий по усилению каркаса. Однако, учитывая тенденцию к ухудшению характеристик глинистых грунтов, залегающих в верхней части разреза из-за повышения их влажности, было предложено укрепление грунтов в межсвайном пространстве под плитным ростверком.

2. **И.Т. Мирсаяпов, И.Ф. Шакиров, Н.Н. Айсин.** Влияние устройства глубокого котлована на напряженно-деформированное состояние основания фундаментов и каркаса здания окружающей застройки.

В непосредственной близости от двухэтажного здания с подвалом был устроен котлован с вертикальными стенками без надлежащего крепления глубиной 13 м. В результате откопки глубокого котлована произошли деформации железобетонного каркаса здания в пределах подвального этажа, а также деформации грунта основания здания. После откопки котлована появились трещины в ригелях перекрытий, межплитных швах, а также трещины в бетонном полу подвала с шириной раскрытия до 6 мм.

Учитывая сложившуюся сложную ситуацию была разработана математическая модель здания и грунтового массива под зданием. На основе разработанной модели были определены напряжения и деформации грунтового основания здания. Полученные на основе численных значений деформации основания достаточно адекватно описывают наблюдаемые дефекты и повреждения здания и его грунтового основания.

3. **И.Т. Мирсаяпов, И.В. Королева.** Особенности процессов упрочнения глинистого грунта и их влияние на прочность при режимном трехосном нагружении.

В условиях режимного длительного нагружения в грунте одновременно возникают деформации изменения объема и формы, которые, оказывая друг на друга влияние, приводят к стабилизации скорости деформирования и даже к затуханию деформаций или к прогрессирующей ползучести грунта. При этом в расчетных моделях влияние этих процессов на деформирование и прочность грунтового массива отражено недостаточно.

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния процесса упрочнения на прочность глинистого грунта при режимном трехосном нагружении. Установлено, что в процессе трехосного режимного нагружения происходит одновременное упрочнение и разупрочнение глинистого грунта, при этом процесс деформирования может привести к разрушению в результате прогрессирующего течения или к стабилизации деформаций. Основным критерием разрушения глинистого грунта является критическая величина степени его поврежденности микротрещинами в зоне предельного равновесия.

При режимном трехосном нагружении образцов глинистого грунта нарушенной структуры за счет восстановления структурных связей показатели прочности грунта увеличиваются от 5 % до 15 %.

4. **Л.Ф. Сиразиев.** Распределение сжимающих напряжений в слоистом грунтовом основании плитного фундамента.

Разработка надежной теории расчета грунтовых слоистых оснований приобретают особую актуальность в настоящее время, когда в современных крупных городах возникает необходимость строительства зданий повышенной этажности с плитными фундаментами в неблагоприятных инженерно-геологических условиях.

Было проведено несколько серий экспериментальных исследований слоистых грунтовых оснований плитных фундаментов, в которых варьировались различные параметры: расположение геологических слоев, физико-механические характеристики грунтов, мощности слоев, расположение водонасыщенного горизонта.

В результате проведенных экспериментов получены картины изменения напряженно-деформированного состояния слоистых грунтовых оснований, характер распределения напряжений в грунтах в зависимости от различных параметров.

5. **И.Т. Мирсаяпов, М.И. Шакиров.** Расчет несущей способности и осадки основания комбинированных плитно-свайных фундаментов при действии циклической нагрузки.

В настоящее время стесненность городской застройки и использование в качестве оснований фундаментов грунтов со слабыми физико-механическими характеристиками, при одновременном увеличении этажности зданий и как следствие нагрузок на грунтовое основание, способствовали широкому применению плитно-свайных фундаментов, как одному из способов снижения деформаций и уменьшения осадки зданий и сооружений. При этом на фундаменты действуют как статические, так и многократно повторяющиеся циклические нагрузки, которые в некоторых случаях могут влиять на безопасность и эксплуатационную пригодность конструкций зданий.

Разработан метод расчета осадки, учитывающий совместные деформации элементов плитно-свайного фундамента и грунтового массива при циклическом нагружении. Данный расчет учитывает перераспределения нагрузки в системе «плита ростверка – сваи – грунтовое основание» на разных уровнях от плиты ростверка, а также особенности изменения напряженно-деформированного состояния элементов плитно-свайного фундамента при циклическом нагружении.

6. **И.Т. Мирсаяпов, Д.Д. Сабирзянов.** Несущая способность и осадка оснований глинистых грунтов при комбинированном чередующихся длительно статических и циклических нагружениях.

Существующие методы расчета по несущей способности и деформациям в основном разработаны для кратковременного статического или циклического нагружения с учетом, что данные нагружения постоянные на все время строительства и эксплуатации здания или сооружения, которые не в состоянии учитывать особенности деформирования оснований фундаментов при комбинированном чередующихся длительно статических и циклических нагружениях.

По результатам экспериментальных исследований, получены графические и аналитические формы описания изменения исходных и трансформированных диаграмм деформирования глинистых грунтов при комбинированном чередующихся циклических и длительно статических нагружениях, изменение прочностных и деформационных свойств грунтов.

Разработаны уравнения предельной несущей способности и осадки грунтового основания при комбинированном чередующихся длительно статических и циклических нагружениях, учитывающие одновременное изменение реологических и прочностных характеристик грунтов, процесс упрочнения, а также режимов нагружения.

7. **И.Т. Мирсаяпов, Шараф Хани Мохаммед Абдо.** Несущая способность и осадки оснований фундаментов глинистых грунтов при блочных режимных циклических нагружениях.

В современных условиях фундаменты зданий и сооружений различного назначения и их грунтовые основания наряду со статическими подвергаются воздействию циклических нагрузок стационарного и нестационарного режима. Эти нагрузки в ряде случаев являются основными, определяющими безопасность зданий и сооружений в целом. При этом вопрос влияния циклических нагрузок нестационарного режима на поведение грунтовых оснований исследован недостаточно. В связи с этим проведены экспериментальные исследования грунтов основания фундаментов при блочных режимах циклического нагружения. Моделирование сложного напряженно-деформированного состояния грунтов основания фундаментов производится в приборе трехосного сжатия и лотковых испытаний, с учетом изменения режима циклического

нагружения, напряженно-деформированного состояния в различных точках основания и физико-механических характеристик грунтов.

8. **И.Т. Мирсаяпов, Н.Н. Айсин.** Оценка деформаций основания высотного здания с учетом стадийности возведения.

Существующие методы вычисления деформации оснований разработаны для случая однократного кратковременного статического нагружения с постоянными параметрами на весь период воздействия и не учитывают изменения реологических свойств грунта во времени. В реальных условиях нагрузки на грунты основания сначала уменьшается при устройстве котлована, затем увеличивается постепенно по мере возведения здания или сооружения и при дальнейшей эксплуатации. Существующие методы расчета, которые не учитывают особенности деформирования при таких воздействиях. Поэтому необходимо разработать методику расчета осадок фундамента при длительном режимном статическом нагружении. Это особенно важно для высотных зданий с развитой подземной частью, особенно для оснований, сложенных глинистыми грунтами, напряженно-деформированного состояния которых меняется во времени и зависит от истории нагружения.

9. **И.Ф. Шакиров, И.И. Шайхутдинов** (магистрант гр. 6СМ02). Экспериментальные исследования несущей способности буронабивных свай в массиве грунта, укрепленном напорной цементацией.

Выполнение работ по реконструкции и капитальному ремонту зданий часто сопряжено значительными увеличениями нагрузок на фундаменты, в том числе и свайные. В случае недостаточной несущей способности свай для восприятия нагрузок, возникает необходимость в ее увеличении. Современным и эффективным методом повышения несущей способности свай является укрепление массива грунта вокруг сваи напорной цементацией. Основание после нагнетания цементного раствора под давлением превращается в композитный массив, состоящий из уплотненного грунта и твердых включений из грунтоцемента, при этом увеличивается сопротивление грунта под нижним концом сваи и трение по боковой поверхности.

Закономерности изменения несущей способности буронабивных свай в песчаных грунтах после укрепления напорной цементацией были исследованы в объемном лабораторном лотке с использованием масштабной модели буронабивной сваи. Испытаниями определено влияние цементации на напряженное состояние массива грунта и соответственно на несущую способность сваи в зависимости от схемы расположения инъекторов и количества свай в фундаменте.

10. **И.Ф. Шакиров, Б.М. Гайсин** (магистрант гр. 6СМ02). Исследование деформаций песчаных оснований, укрепленных наклонными грунтоцементными элементами.

При реконструкции зданий и сооружений увеличения несущей способности грунтового основания можно достичь путем армирования грунтов. Армирующие элементы в массиве грунта создаются различными способами, одним из которых является нагнетание раствора на основе цементных вяжущих через инъектор. В связи со сложностью устройства вертикальных скважин под существующим фундаментом, часто скважины для установки инъектора выполняются под определенным углом к вертикали. В результате инъекции и твердения цементного раствора в грунте образуются грунтоцементные элементы, при этом происходит изменение напряженно-деформированного состояния грунтового основания под фундаментом. Исследования массива песчаного грунта, армированного наклонными элементами, были проведены в лабораторном лотке. Эксперименты проводились для различных объемов нагнетаемого раствора, полученные результаты испытаний укрепленного грунта освещаются в докладе.

11. **И.Ф. Шакиров, Р.Р. Галимов** (магистрант гр. 6СМ02). Экспериментальные исследования грунтов, армированных вертикальными грунтоцементными элементами.

Одним из эффективных способов, позволяющих исключить неравномерность деформаций оснований зданий и сооружений, является армирование оснований грунтоцементными элементами. Как правило, армирующие элементы обладают значительно большей прочностью, чем грунтовое основание и, взаимодействуя с грунтом, меняют условия деформирования основания. Для изучения напряженно-деформированного состояния массива грунта, армированного вертикальными элементами, были проведены экспериментальные исследования. Армированный массив грунта создавался путем послойной засыпки мелкозернистого песка в лоток и инъекции цементного раствора под давлением через установленные в грунте перфорированные трубки. В ходе экспериментов также было изучено влияния технологических

параметров инъекции цементного раствора при создании армирующих элементов на деформации армированного основания. В докладе представлены результаты выполненных экспериментов.

12. **Л.Ф. Сиразиев, А.В. Амануллина** (магистрант гр. 6СМ02). Численные исследования напряженно-деформированного состояния слоистого грунтового основания под плитным фундаментом.

Тема распределения напряжений в слоистых основаниях, прочности и деформативности плитных фундаментов с учетом совместной деформируемости со слоистым грунтовым основанием в данное время является весьма актуальной. С появлением новых методов возникают более жесткие требования к расчетам и конструированию плитных фундаментов. Изучение данной темы позволит усовершенствовать методы расчета плитных фундаментов, приближая их к более точным, что может снизить затраты на производство фундаментов.

В докладе будет изложена методика численных исследований плитных фундаментов, возводимых на слоистых основаниях, подстилаемых малосжимаемым слоем. Слоистое основание моделируется из четвертичных отложений: супесь пластичная, суглинок тугопластичный, мелкий песок средней степени водонасыщения, в качестве малосжимаемого слоя моделируется суглинок полутвердый с модулем деформаций $E = 33$ МПа. Проводится анализ численных исследований, характера распределения напряжений по слоям, изменение напряжений в контактных зонах.

13. **Д.М. Нуриева, Д.С. Кротенок** (магистрант гр. 6СМ02). Численное моделирование деформирования оснований и элементов фундаментов мелкого заложения с применением компьютерной программы обучения студентов.

На сегодняшний день требования к расчетам строительных конструкций крайне велики. В реалиях строительной сферы расчёты должны быть произведены не только с требуемой высокой точностью, но и в кратчайшие сроки. При строительстве крупных или сложных объектов и конструкций, ручные расчеты не всегда позволяют обеспечить эти требования. В связи с этим весьма актуальным является применение различного рода программных средств. Целью работы является разработка программы, позволяющей пользователю (студенту) в самостоятельном режиме освоить инженерные методики расчета и проектирования фундаментов мелкого заложения, при этом контролируя правильность выполняемых расчетов, на базе выполнения курсового проекта. Разработанная программа позволяет в максимально короткие сроки проводить вариантное проектирование фундаментов мелкого заложения, исследовать зависимость оснований и фундаментов от различных факторов и принимать наиболее надежные, эффективные и экономичные решения. В докладе описаны основные разделы и принцип работы программы, этапы проектирования системы, варианты ее применения.

14. **Д.Р. Сафин, М.З. Каюмов** (магистрант гр. 6СМ02). Экспериментальные исследования влияния геометрических параметров пригрузочной бермы на НДС системы «ограждающая конструкция – пригрузочная берма».

В современных условиях растущие темпы строительства мегаполисов ставят перед инженерами-геотехниками сложные задачи. При этом необходимо учитывать сложные инженерно-геологические условия, наличие подземных сооружений и коммуникаций в стесненных условиях городской застройки. Одним из способов решения этих проблем мегаполисов является использование подземного пространства с устройством развитых подземных частей вновь возводимых зданий. Основной проблемой при разработке грунта в глубоких котлованах является обеспечение устойчивости ограждающих конструкций на время строительства. В то же время необходимо минимизировать дополнительные деформации грунта окружающего массива.

В рамках представленной работы проведены экспериментальные лотковые испытания модели ограждающей конструкции котлована, удерживаемой грунтовой пригрузочной бермой при различных геометрических параметрах бермы. Получены аналитические и графические зависимости влияния размеров грунтовой пригрузочной бермы на деформации системы «ограждающая конструкция – грунтовой массив».

15. **Д.Р. Сафин, А.А. Султанов** (магистрант гр. 6СМ02). Осадки слабых водонасыщенных глинистых грунтов, армированных вертикальными армирующими элементами.

Особые трудности при проектировании зданий и сооружений возникают в тех случаях, если грунтовые основания сложены слабыми водонасыщенными глинистыми грунтами, имеющими значительную мощность по глубине. Это связано с длительным процессом консолидации этих грунтов, большими значениями деформаций осадки. Одним из путей решения этих проблем

является армирование грунтов в основаниях зданий и сооружений, устройством вертикальных дренажей для ускорения процессов консолидации.

С целью изучения деформаций слабого водонасыщенного глинистого грунта, армированного вертикальными армирующими элементами, в лабораторных условиях были проведены экспериментальные исследования. Армирующие элементы изготавливались в виде песчаных свай в геотекстильной оболочке. На всем протяжении эксперимента измерялись деформации штампа и поверхности массива грунта в различных зонах. По окончании эксперимента в характерных зонах отбирались пробы грунта с последующими лабораторными анализами для оценки изменения плотности и влажности грунта в этих зонах.

16. Д.Р. Сафин, И.Р. Исхаков (магистрант гр. 6СМ02). Экспериментальные исследования влияния связности грунта пригрузочной бермы на НДС системы «ограждающая конструкция – пригрузочная берма».

Использование подземного пространства при строительстве вновь возводимых сооружений на сегодняшний день является наиболее приоритетной задачей для конструкторов. Основные усилия конструкторов направлены не на приспособление традиционных конструкций фундаментов к существующим условиям, а к разработке новых эффективных решений конструкций подземной части и технологии производства работ в глубоких котлованах. В качестве естественных удерживающих элементов для ограждающих конструкций котлована можно рассматривать грунтовые пригрузочные бермы, устраиваемые посредством неполной разработки грунта по периметру.

Для изучения и оценки работы грунтовой пригрузочной бермы в лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования в различных грунтовых условиях. Грунтовая пригрузочная берма моделировалась из песчаного и глинистых грунтов с отличающимися значениями удельного сцепления (супесь, суглинок, глина). По результатам работы получены экспериментальные зависимости влияния вида грунта на деформации ограждающей конструкции котлована.

ВТОРОЕ ЗАСЕДАНИЕ

16 апреля, 10.00, ауд. 2-110

1. Р.Р. Хасанов, М.Н. Недбайлюк (магистрант гр. 6СМ02). Влияние предварительного обжатия на водонасыщаемость суглинистых грунтов и изменение их физико-механических свойств при замачивании.

Основания многих сооружений представлены суглинистыми грунтами. Нередко эти грунты в процессе эксплуатации здания становятся замоченными, а насыщение пор свободной водой, как известно, весьма сильно влияет на формирование их физико-механических свойств. Строительные объекты часто становятся непригодными к нормальной эксплуатации по причине снижения несущей способности и повышения сжимаемости грунта основания, что может привести к частичному или полному разрушению сооружения. В связи с вышеизложенным, необходимо развитие исследований по изучению влияния процессов увлажнения на изменения физических и механических свойств суглинистых грунтов.

В докладе приводятся результаты лабораторных экспериментальных исследований замачиваемости суглинистых грунтов при отсутствии и наличии давления на поверхность образца грунта, а также изменения физико-механических свойств суглинистых грунтов в процессе водонасыщения.

2. Р.Р. Хасанов, Ф.Ф. Аскарров (магистрант гр. 6СМ02). Исследование деформации водонасыщенных глинистых грунтов при циклическом нагружении после предварительной выдержки под статической нагрузкой.

В современной практике строительства особое внимание уделяется проектированию оснований фундаментов, сложенных из водонасыщенных грунтов. Грунты основания и в процессе строительства и после, испытывают как статические, так и циклические нагружения, прикладываемые весьма длительное время. К тому же циклическое воздействие нагрузок на основание, как правило, начинается после введения объекта в эксплуатацию, т.е. как бы после определенной выдержки под статической нагрузкой. В связи с этим одной из актуальных задач является изучение поведения водонасыщенных глинистых грунтов при циклическом нагружении после предварительной выдержки статической под статической нагрузкой.

С целью экспериментального изучения поведения водонасыщенных глинистых грунтов в вышеописанных условиях нагружения были проведены лабораторные исследования грунтов в объемном лотке. В докладе представлен анализ результатов полученных данных, а также некоторые закономерности поведения водонасыщенных глинистых грунтов.

3. **Р.Р. Хасанов, К.П. Волкова** (магистрант гр. 6СМ02). Расчет осадки ленточных фундаментов мелкого заложения с использованием коэффициентов постели многослойного основания.

Одним из самых широко используемых методов расчета вероятных осадок фундаментов является метод послойного (элементарного) суммирования. Несмотря на свою достаточную точность, метод все же является графоаналитическим, и расчет неизбежно связан со сложностями в виде большого объема арифметических вычислений, а также с необходимостью построения эпюр давлений грунта, которые должны выполняться строго в масштабе. При этом для определения напряжений в элементарных слоях пользуются специальными таблицами, что тоже неудобно, особенно для машинных расчетов. Таким образом, если математически описать уравнение изменения напряжений по глубине грунтового массива под фундаментом, то можно получить выражение и для расчета осадок, избегая при этом пользования справочными таблицами.

С целью решения поставленной задачи были проведены численный и лабораторный эксперименты. Уравнение для определения напряжений в любой точке массива грунта под полосовой нагрузкой было получено на основании решения Г.В. Колосова, и установлена взаимосвязь между величиной осадки и коэффициентом постели упругого основания. Результаты численных исследований хорошо согласуются с результатами проведенных лабораторных экспериментов.

4. **Д.Д. Сабирзянов, Р.А. Юсупов** (магистрант гр. 6СМ02). Влияние чередующихся длительно статических и циклических нагружений на деформации глинистых грунтов.

В реальных условиях эксплуатации оснований фундаментов подвергаются одновременному, совместному действию длительных статических и циклических нагрузок.

В целях экспериментального изучения деформируемости и прочности глинистого грунта при воздействии на него чередующихся циклических и длительно статических нагрузок и установления некоторых закономерностей были проведены режимные трехосные испытания.

Экспериментальные исследования показывают, что деформирование и прочность грунтов существенно зависят от траектории нагружения, начальной плотности и влажности, соотношения девиаторной и шаровой частей тензора, от количества циклов и длительности статической нагрузки.

Получены аналитические зависимости для описания процесса изменения прочности и деформаций глинистого грунта при трехосном циклическом нагружении. Полученные аналитические зависимости учитывают наблюдаемые в экспериментах влияния режима нагружения, величины девиатора напряжений и длительности действия нагрузки на прочность и деформации глинистого грунта при чередующихся циклическом и длительно статическом трехосном сжатии.

5. **И.В. Королева, Д.А. Карташов** (магистрант гр. 6СМ02). Исследование несущей способности и осадки основания, армированного щебеночными сваями

При проектировании ответственных сооружений на грунтовые основания прикладываются значительные нагрузки и очень часто несущая способность грунтового массива под подошвой фундамента, не обладает достаточной несущей способностью. В этом случае возникает необходимость в преобразовании грунтов, то есть улучшение их механических характеристик. Существующий опыт проектирования показывает, что наиболее оптимальным является использование щебеночных свай.

Была разработана методика создания и загрузки грунтового основания армированного вертикальными элементами в виде щебеночных свай. Исследования были проведены в лотке кубической формы, 1х1х1. Первоначальные грунтовые характеристики песка: плотность $\rho = 1,54$ кПа, влажность $W = 1\%$, коэффициент пористости $e = 0,74$, сцепление грунта $c = 1$ кПа, угол внутреннего трения $\varphi = 30^\circ$, модуль деформации $E = 17$ МПа, средней крупности. По результатам испытаний установлено улучшение свойств грунтов оснований в околосвайном пространстве. Было отслежено уменьшение осадки до 10% и увеличение несущей способности до 12%.

6. И.В. Королева, Д.Р. Назипова (магистрант гр. 6СМ02). Исследование процессов упрочнения глинистого грунта при режимном длительном статическом нагружении.

В процессе производства строительных работ, в результате надстройки этажей, основание зданий и сооружений, сложенное, во многих случаях, глинистыми грунтами, подвергается режимным длительно-статическим воздействиям. При этом не учитываются такие факторы как дилатансия и увеличение прочности и прочностных характеристики грунта. Из чего следует, что напряженно-деформируемое состояние глинистых грунтов зависит от истории предыдущих нагружений. Таким образом, для получения более достоверных результатов прогнозируемых осадок при проектировании следует учитывать режим нагружения. Проведены экспериментальные исследования глинистого грунта нарушенной структуры. Для проведения серии испытаний были использованы прибор трехосного сжатия, с размерами 100x100x100 мм.

Получены новые данные о развитии относительной деформации в зависимости разных девиаторных напряжений в образцах. Выполнен анализ результатов исследований и установлены некоторые закономерности поведения глинистых грунтов при режимных трехосных нагружениях. Установлено влияние вертикальной нагрузки на напряженно-деформированное состояние глинистого грунта. На начальных этапах нагружения деформация происходит интенсивней. По результатам испытаний построены графические зависимости изменения прочностных и деформационных характеристик грунта в процессе режимного блочного циклического нагружения.

7. И.В. Королева, А.М. Шамсутдинова (магистрант гр. 6СМ02). Исследование процессов упрочнения глинистого грунта при режимном циклическом нагружении.

Основания, сложенные глинистыми грунтами, в процессе строительства и эксплуатации подвергаются разного рода нагружениям, в частности циклическим нагружениям природного и техногенного характера, причем действуют они не постоянно, а в течение некоторого интервала времени, например, оборудование включается и выключается, поток людей прибывает и убывает, периодическая ветровая нагрузка. При этом происходит изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива и характеристик грунта. Этот факт существенно влияет на изменения механических характеристик глинистого грунта и требует оценки несущей способности и прогноза осадок основания фундаментов. Для оснований, представленных глинистыми грунтами, особенно актуальны вопросы воздействия режимных блочных циклических нагружений.

На кафедре Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии проведены экспериментальные исследования глинистых грунтов в условиях трехосного режимного циклического нагружения. Образец грунта цилиндрической формы нарушенной структуры подвергался режимному циклическому нагружению, которое чередовалось с этапами «отдыха», во время которого происходил процесс восстановления грунта. Установлено, что наибольшего значения вертикальной деформации образец достиг на третьем блоке испытаний, то есть идет процесс изменения механических характеристик грунта.

По результатам испытаний построены графические зависимости изменения прочностных и деформационных характеристик грунта в процессе режимного блочного циклического нагружения.

8. И.Т. Мирсаяпов, И.В. Королева, Э.Р. Якупова (магистрант гр. 7СМ05). Особенности поведения глинистого грунта при циклическом нагружении

Влияния особых условий, выражающихся в виде статических и динамических воздействий на грунты основания, приводят к появлению дополнительных деформаций в основаниях фундаментов. На сегодняшний день выявление закономерностей поведения глинистого грунта при циклической нагрузке является актуальной задачей современной геотехники.

В работе представлены результаты исследования поведения образцов глинистого грунта нарушенной структуры в условиях трехосного циклического нагружения, выполненного в лаборатории кафедры Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии.

Первая серия экспериментальных исследований позволила получить следующие результаты:

установлена зависимость прочности образцов глинистого грунта от количества циклов до разрушения;

построены графические зависимости относительных продольных деформаций образца от величины вертикальных напряжений цикла;

установлено изменение линейного и объемного модулей деформации грунта при циклических нагружениях в процессе всего испытания.

9. **И.Т. Мирсаяпов, И.В. Королева, К.А. Бабушкина** (магистрант гр. 7СМ05). Деформирование глинистого грунта при режимном циклическо-статическом нагружении

Основания фундаментов зданий и сооружений подвергаются различному сочетанию статических и циклических нагрузок, однако, нормы проектирования при расчете оснований по первой и второй группам предельных состояний рассматривают лишь монотонное нагружение. Неучет режимности нагружения приводит к тому, что расчетные значения деформаций оснований могут отличаться от фактически наблюдаемых в процессе мониторинга до 50% как в большую, так и в меньшую сторону. В этой связи изучение деформаций глинистого грунта при комбинированном режиме нагружения, когда статическая нагрузка чередуется с циклической, является актуальной задачей.

В докладе освещаются результаты экспериментальных исследований образцов грунта нарушенной структуры, приготовленных из глиняной пасты с заданными параметрами плотности и влажности, в приборе трехосного сжатия. Получены новые данные об изменении деформационных характеристик грунта, построены графики развития линейных и объемных деформаций образца в условиях циклическо-статического нагружения.

10. **Р.Р. Хасанов, Р.Р. Галеев** (магистрант гр. 7СМ05). Исследование влияния режима сочетания циклического и статического нагружений на деформации водонасыщенных суглинков.

Водонасыщенные глинистые грунты, в частности суглинки, широко распространены на территории нашей страны и многих других стран, поэтому зачастую приходится использовать такие грунты в качестве оснований зданий и сооружений. Грунты оснований на стадии строительства и эксплуатации нередко испытывают чередующиеся статические и циклические нагружения, имеющие различную долю длительности. В зависимости от сочетания и длительности действия этих нагружений конечные деформации грунтов оснований могут существенно изменяться. В связи с этим вызывает практический интерес изучение влияния режима сочетания циклического и статического нагружений на деформации водонасыщенных суглинков.

В докладе представлен анализ результатов, полученных при проведении экспериментальных исследований с целью изучения поведения водонасыщенных суглинков в вышеописанных условиях в объемном лотке.

11. **И.Ф. Шакиров, А.О. Вилкова** (магистрант гр. 7СМ05). Исследование песчаных грунтов, укрепленных инъекцией тонкодисперсных цементов.

В настоящее время в строительстве широко применяется способ укрепления грунтов путем инъекции цементного раствора. Главными достоинствами этого метода являются техническая простота и удобство применения, а также экологическая безопасность для окружающей среды. Для цементации грунтов кроме общестроительных цементов иногда используются специальные материалы – микроцементы, которые представляют собой особо тонкодисперсное минеральное вяжущее с плавным изменением гранулометрического состава. Инъекция раствора, приготовленного из микроцемента, в песчаный грунт позволяет пропитать поры грунта на определенном расстоянии от инъектора и превратить грунт после твердения раствора в монолит с повышенной прочностью и водонепроницаемостью. Зона закрепления грунта определяется его гранулометрическим составом и коэффициентом фильтрации, а также размерами частиц цемента, при этом наличие крупных частиц сокращает радиус распространения раствора. Благодаря очень мелким частицам, микроцементы хорошо проникают в мелкозернистые грунты с небольшим коэффициентом фильтрации. В докладе рассматриваются вопросы исследования прочности и деформаций песчаного грунтового массива после его укрепления растворами из микроцемента.

12. **И.Ф. Шакиров, Р.М. Хайруллин** (магистрант гр. 7СМ05). Исследование несущей способности свай в глинистых грунтах, укрепленных цементацией.

Несущая способность свайного фундамента, выполненного в глинистых грунтах, в основном зависит от консистенции грунта. Если при эксплуатации здания, возведенного на свайном фундаменте, происходит повышение влажности глинистых грунтов основания, несущая способность свай снижается и может возникнуть вопрос о необходимости усиления фундаментов. Одним из способов увеличения несущей способности свай является укрепление слабого глинистого грунта вокруг свай напорной цементацией. Инъекция цементного раствора дает возможность создания в околосвайном пространстве укрепленного массива, изменяя естественное сложение грунта вследствие уплотнения и армируя ее грунтоцементными элементами.

Для изучения взаимодействия буронабивной сваи с укрепленным глинистым грунтом проводятся экспериментальные исследования в лабораторном лотке с использованием

масштабной модели сваи. Массив грунта вокруг сваи в лотке создается путем послойной отсыпки супеси. В докладе рассматривается состояние вопроса, методика проведения и результаты выполненных экспериментов.

13. **И.Ф. Шакиров, И.С. Буйдова** (магистрант гр. 7СМ05). Исследование массива глинистого грунта, укрепленного с использованием тонкодисперсных цементов.

При строительстве и реконструкции достаточно часто возникает вопрос искусственного улучшения физико-механических свойств слабых глинистых грунтов, имеющих невысокую несущую способность и повышенную сжимаемость. В настоящее время одним из способов укрепления слабых грунтов является инъекция цементного раствора в грунт под давлением. При применении для приготовления инъекционного раствора тонкодисперсных цементов эффективность укрепления существенно возрастает. Инъекционные растворы на основе микроцементов обладают свойствами обычных цементных растворов, но при этом отличаются гранулометрическим составом и вязкостью, сопоставимой с вязкостью полимерных смол и силикатов. Стабильность раствора, в отличие от обычного цемента, способствует его распространению на большее расстояние, не теряя при этом эффективности. Микроцементы отлично проникают в мелкие трещины и межгранулярные пространства, поэтому в глинистых грунтах можно комбинировать цементацию в режиме пропитки с режимом гидроразрывов. Исследования характера распространения инъекционного раствора с массиве супеси и свойств укрепленного грунта проводятся в лабораторном лотке.

14. **Д.М. Нуриева, А.А. Есин** (магистрант гр. 7СМ05). Влияние осадочных деформационных швов и их отсутствие на НДС, несущую способность и осадку плитных фундаментов многоэтажных зданий.

В современных зданиях при разработке архитектурного и объемно-планировочного решения часто применяют формы, включающие различные перепады высот, что влечет за собой введение специальных конструктивных мероприятий для обеспечения надежной работы подземной части здания и фундамента. Классическим подходом здесь является устройство в зонах перепада нагрузок осадочных деформационных швов. Но при этом часто большое давление, сконцентрированное под отсеками здания, приводит к значительным деформациям их грунтовых оснований. Кроме того, на строительной площадке приходится сталкиваться с высоким уровнем грунтовых вод, при котором устройство деформационных швов в подземной части здания приводят к проблемам при его последующей эксплуатации. Рациональным решением является устройство подземной части без осадочных деформационных швов. Цельная фундаментная плита исключит проблемы, путем снижения давления за счет распределения его под цельной плитой здания, а также защищает подземное пространство от проникновения грунтовых вод. Но в местах перепада высот могут возникать концентрации напряжений, как в фундаментной плите, так и в несущих элементах, что требует разработки рациональных и надежных конструктивных решений.

15. **Д.М. Нуриева, И.В. Гимаев** (магистрант гр. 7СМ05). Численные исследования влияния шага и длины сваи свай на несущую способность комбинированных свайно-плитных фундаментов.

В последние годы комбинированные свайно-плитные фундаменты получили очень широкое применение в строительстве во всем мире. Потребность в сооружении комбинированных свайно-плитных фундаментов зданий и сооружений становится особенно актуальной в связи с тем, что увеличивается строительство многоэтажных, высотных зданий, что приводит к увеличению нагрузки на основания. В существующих нормах расчета КСП фундаментов, недостаточно исследован вопрос влияния параметров (шага и длины) свай на осадку и несущую способность в комбинированных свайно-плитных фундаментах. В связи с этим сохраняется актуальность проведения численного исследования влияния параметров (шага и длины) свай на осадку и несущую способность КСП фундаментов при разных моделях грунтового основания. В работе представлен анализ существующих исследований в данной области.

16. **Д.М. Нуриева, А.А. Курняев** (магистрант гр. 7СМ05). Исследования НДС многоэтажных каркасных зданий с плитными фундаментами при действии сейсмических нагрузок с использованием различных моделей грунтовых оснований.

Основной задачей при проектировании и строительстве в сейсмоопасных районах является обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений. В настоящее время наибольшая доля строительства приходится на монолитные каркасные здания. Они имеют ряд преимуществ, такие как хорошие показатели сейсмостойкости, огнестойкости, свобода выбора планировочных

решений. В качестве оснований зданий все чаще используются плитные фундаменты. Поэтому целесообразно изучать сейсмостойкость монолитных каркасных зданий с плитными фундаментами. Согласно п. 5.2 СП 14.13330.2014 при выполнении расчетов сооружений с учетом сейсмических воздействий следует рассматривать две расчетные ситуации: сейсмические нагрузки, соответствующие уровню ПЗ (проектное землетрясение), и сейсмические нагрузки, соответствуют уровню МРЗ (максимальное расчетное землетрясение). При этом согласно п. 5.10 СП 14.13330.2014 при формировании расчетных динамических моделей (РДМ) следует учитывать динамическое взаимодействие сооружения с основанием. Поэтому весьма актуальными являются исследования влияния моделей грунтового основания на реакцию сооружений при сейсмических нагрузках.

17. И.В. Королева, А.Ф. Томилов (магистрант гр. 7СМ05). Исследование деформации образца глинистого грунта при трехосном режимном нагружении.

Деформационные характеристики грунта – это один из наиболее важных показателей свойств грунтов, используемых при проектировании и строительстве зданий и инженерных сооружений. Деформируемость глинистых грунтов обусловлена главным образом взаимным перемещением твердых частиц грунта, из чего следует, что главными факторами деформируемости являются смятие контактов и разрушение твердых частиц под нагрузкой. Одним из лабораторных способов изучения деформационных свойств грунта является трехосное сжатие. Оно считается наиболее интересным и применяемым на практике видом сжатия. Именно такому сжатию подвергается грунт под подошвой фундамента здания или сооружения.

С этой целью образцы глинистого грунта, имеющего число пластичности менее 17, подвергаются трехосному режимному нагружению в образцах кубической формы. После разрушения образца отбираются пробы грунта для определения физических характеристик. По результатам первой серии испытаний установлено, что физические характеристики грунта изменяются в процессе испытания и зависят от режима нагружения.

18. И.В. Королева, Л.М. Галимова (магистрант гр. 7СМ05). Исследование прочности образца глинистого грунта с предисторией нагружения.

Основания, сложенные глинистыми грунтами, в процессе строительства и эксплуатации подвергаются разного рода статическим нагружениям природного и техногенного характера, при этом происходит изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива и характеристик грунта. Этот факт существенно влияет на изменение механических характеристик глинистого грунта и требует учета при оценке несущей способности и прогнозе осадок основания фундаментов.

Целью данной научной работы является изучение влияния режима нагружения на прочностные и деформационные характеристики глинистого грунта. Испытания проведены в лаборатории кафедры ОФДСиИГ на приборе трехосного сжатия стабилометрического типа. В программу исследований включены режимы с предисторией нагружения, которое выполняется в нагрузочном устройстве кубической формы в течение заданного интервала времени. В стабилометре образцы разрушаются по схеме «раздавливание». По результатам экспериментальных исследований построены графические зависимости изменения прочностных и деформационных характеристик грунта в процессе статического нагружения.

19. И.В. Королева, А.А. Абдуллина (магистрант гр. 7СМ05). Исследование влияние влажности грунта на деформации образца.

Одной из самых важных физических характеристик глинистого грунта является влажность, т. к. в случае увеличения или уменьшения влажности глинистый грунт особо подвержен изменению своих механических свойств, консистенции (твердое, пластичное или текучее состояние). Особенно указанное влияние ярко выражено в глинах с высоким числом пластичности, то есть с большим содержанием глинистых частиц.

Целью данной научной работы является установление взаимосвязи между влажностью грунта и его деформациями. Испытания проводятся в лаборатории кафедры ОФДСиИГ в условиях трехосного сжатия на стабилометре. Образец грунта нарушенной структуры с заданной влажностью разрушается по схеме «раздавливание». Перед началом испытания образцы выдерживаются в эксикаторе от 1 часа до 4-х суток.

Согласно результатам первой серии испытаний, прочность образца с влажностью $W_1=46\%$ примерно в 3 раза превышает прочность образца с влажностью $W_2=32\%$. Также следует обратить внимание, что при проведении первой серии испытаний при влажности W_1 со временем

происходило упрочнение грунта. Во второй серии испытаний при влажности W2 такого эффекта не наблюдалось.

ТРЕТЬЕ ЗАСЕДАНИЕ 17 апреля, 10.00, ауд. 2-110

1. **И.Т. Мирсаяпов, К.С. Харитонов** (гр. 2УН01). Учет влияния нового строительства на подземное пространство башни «Юг» комплекса «Проспект Победы».

В реалиях нашего мира при строительстве новых объектов необходимо учитывать воздействия и их влияние на существующую застройку. Это связано с тем, что строительство все чаще ведется в стесненных городских условиях. В данной работе рассмотрен вопрос учета влияния нового строительства на подземное пространство башни «Юг», входящего в комплекс «Проспект Победы». Весь комплекс расположен на Проспекте Победы, около ТРЦ «Мега-ИКЕА». Особенностью является то, что все башни располагаются на едином фундаменте, соответственно имеют общее подземное пространство, а также наличие 2-х тоннелей: тоннель транспортной развязки и тоннель станции метро. Их влияние на башню «Юг» учитывается при проектировании совместным деформационным расчетом всей системы комплекса. Данное здание возвышается над землей на 88 этажей, общей высотой 348 метров. Подземная часть имеет 7 уровней, общая глубина которых составляет 30 метров. В плане башня поворачивается относительно оси и имеет форму правильного восьмиугольника. Здание относится к многофункциональным, поскольку на его площадях есть торгово-развлекательные зоны, офисные помещения, отели и жилые этажи.

2. **И.Т. Мирсаяпов, А.Н. Игнашина** (гр. 2УН01). Учет влияния метрополитена при строительстве башни «Восток» комплекса «Проспект Победы».

Высотные здания – это новые градостроительные функционально-планировочные образования, формируемые по вертикальной оси. Высотные здания появились вследствие роста населения городов, недостатка земельных участков и их высокой стоимости. Также вследствие развития городов метрополитен динамично развивается и его влияние на окружающую застройку нельзя не учесть.

На Проспекте Победы, около ТРЦ «Мега-ИКЕА» проектируются комплекс высотных зданий на едином фундаменте «Проспект Победы». В данной работе рассматривается башня «Север» и влияние метрополитена на строящееся здание. Здание имеет надземную и подземные части. Высота надземной части составляет 300 метров, этажность –70. Под землей 7 уровней, общая глубина которых 30 метров. В плане здание имеет форму квадрата, поворачивающегося вокруг своей оси с увеличением этажности.

Особенности всего комплекса является наличие 2-х тоннелей: транспортная развязка и станция метро, их влияние на башню учитывается при проектировании совместным деформационным расчетом всей системы комплекса.

3. **И.Т. Мирсаяпов, Д.В. Шоронин** (гр. 2УН01). Проектирования башни «Север» комплекса «Проспект Победы» с учетом особенностей площадки строительства.

Комплекс высотных зданий «Проспект Победы» расположен в городе Казани на Проспекте Победы, около ТРЦ «Мега-ИКЕА», на едином фундаменте. Особенностью всего комплекса является наличие 2-х тоннелей: транспортная развязка и станция метро, их влияние на башню учитывается при проектировании совместным деформационным расчетом всей системы комплекса.

В данной работе рассматривается башня «Север» и особенности площадки строительства. Здание имеет надземную и подземную части. Высота надземной равна 606 метрам, этажность – 144. Под землей 7 уровней, общая глубина которых 30 метров. В плане здание на уровне первого этажа имеет форму квадрата, переходящую в ромб на 144 этаже, промежуточные этажи имеют форму 8-угольника с разными соотношениями сторон, а также по высоте площади каждого последующего этажа уменьшаются с увеличением высоты здания. Количество колонн в плане также уменьшается с увеличением высоты из-за изменения площади этажей.

4. **И.Т. Мирсаяпов, Ф.А. Ахметов** (гр. 2УН01). Учет влияния подземной транспортной системы на строительство башни «Запад» комплекса «Проспект Победы».

Строительство в условиях плотной городской застройки распространенное явление в современном мире. Такие условия возведения зданий и сооружений имеют целый ряд трудностей для строительства связанных с ограниченной площадью строительной площадки. Например,

новые объекты имеют развитое подземное пространство, что необходимо поддерживать эксплуатационные свойства существующих зданий и сооружений вокруг зоны застройки.

Темой данного доклада является, учет влияния подземной транспортной системы на строительство башни «Запад» комплекса «Проспект Победы» на едином фундаменте, расположенном в городе Казани на пересечении улиц Назипа Жиганова», «Сабира Ахтямова» и «Петра Полушкина» (напротив ТРЦ «МЕГА-ИКЕА»).

В данной работе рассматривается влияние транспортных коммуникаций на башню «Запад», так как транспорт вызывает значительные динамические и статические нагрузки как на несущие конструкции здания (фундамент и каркас сооружения), так и на грунтовый массив, который является несущим основанием.

Данный небоскреб имеет надземную и подземные части. Высота равна 500 метрам, 126 этажей. Под землей 7 уровней, общая глубина которых 30 метров. В плане башня имеет форму ромба.

Особенности всего комплекса является наличие 2-х тоннелей: транспортная развязка и станция метро, их влияние на башню учитывается при проектировании совместным деформационным расчетом всей системы комплекса.

5. И.Т. Мирсаяпов, Ю.А. Сабирзянова (гр. 2УН01). Принцип проектирования основания и фундамента для высотного здания в водонасыщенных грунтах (на берегу Казанки).

К слабым водонасыщенным грунтам относят насыщенные водой сильносжимаемые грунты, которые при обычных скоростях приложения нагрузок на основание теряют свою прочность, вследствие чего уменьшается их сопротивление сдвигу и возрастает сжимаемость. Проектирование высотных зданий на таких грунтах требует решения многих задач для обеспечения нормальной эксплуатации, основной целью которых является устройство надежных оснований и фундаментов.

На сегодняшний день существуют различные методы повышения несущей способности слабого водонасыщенного грунта, которые выбираются в зависимости от конкретных факторов. В случае, когда эти методы не дают эффекта, а осадка превышает предельную, необходимо предусмотреть фундамент глубокого заложения, который будет прорезать толщу слабых грунтов, опираясь на несжимаемые прочные грунты, а также следует предусмотреть конструктивные мероприятия при возведении самого здания.

В данной работе будут рассмотрены следующие задачи:

- устройство основания под высотное здание;
- отвод подземных и поверхностных вод в условиях строительной площадки;
- устройство замкнутого барьера (стены в грунте) для защиты фундамента от подземных вод;
- откачивание подземных вод в пределах замкнутой стены в грунте;
- устройство свайных фундаментов на большую глубину > 50м;
- устройство и распределение свай разной длины;
- устройство гидроизоляции фундамента;
- устройство конструктивных мероприятий для равномерной передачи нагрузок.

6. И.Т. Мирсаяпов, М.Ф. Минсагиров (гр. 2УН01). Особенности проектирования основания и фундамента 200 метрового многофункционального высотного здания в г. Набережные Челны.

Одной из проблем для Республики Татарстан в частности для города Набережные Челны является строительство на территориях, сложенных на слабых грунтах, которые могут достигать глубиной до пятидесяти метров. Одним из способов увеличения несущей способности и уменьшения осадок является армирование вертикальными элементами. В качестве вертикально армирующих элементов могут быть практически любой вид свай, как по материалу, так и по устройству. В данной работе рассмотрено вертикальное армирование грунтов основания сваями из высокопрочного пескобетона на примере дипломного проекта 200 метрового многофункционального высотного здания в г. Набережные Челны.

7. И.Ф. Шакиров, Д.И Тимофеев (гр. 2УН01). Особенности проектирования и защита фундаментов на искусственном основании в прибрежной зоне.

В последнее время, из-за нехватки свободных территорий для строительства зданий, крупные города приобрели тенденцию строить высотные здания и сооружения на прибрежной зоне, путем расширения прибрежной территории за счет искусственно сооруженного участка земельного полотна насыпными и намывными грунтами. При проектировании оснований и фундаментов высотных зданий на таких грунтах, из-за их недостаточной изученности, возникает необходимость решения множества различных проблем. В связи с тем, что намывные грунты

являются слабыми, для обеспечения необходимой несущей способности, для высотного здания принимается комбинированный свайно-плитный фундамент, сваи которого должны располагаться в плотном грунте на достаточной глубине. В докладе рассматриваются особенности проектирования фундамента 65 этажного здания «Plasma Tower» в прибрежной зоне реки «Казанка», вопросы влияния реки на основание и фундамент, а также защита подземной части здания от воздействия подземных вод.

8. И.Ф. Шакиров, Д.И. Ганиев (гр. 2УН01). Оценка влияния строительства высотного здания на существующую застройку.

Возведение высотного здания в застроенной части современного города оказывает непосредственное влияние на существующие здания и сооружения, находящиеся вблизи от нового строительства. В результате работ по экскавации грунта при вскрытии глубокого котлована и последующему устройству конструкций здания, расположенные поблизости существующие здания могут претерпевать значительные неравномерные деформации. Перед проектировщиками стоит задача определения габаритов так называемой «зоны влияния строительства» - участка, на котором могут происходить негативные процессы, вызванные ведущимися рядом строительными работами. Для обеспечения безопасности существующих зданий и сооружений возникает задача достоверного прогноза дополнительных деформаций грунтового основания под существующей застройкой и разработки при необходимости комплекса специальных мероприятий, позволяющих защитить здания от негативного влияния строительных работ. В докладе рассматриваются вопросы определения степени влияния от строительства высотного здания и варианты защиты существующей застройки.

9. Л.Ф. Сиразиев, В.О. Ильин, Ф.Ф. Ахметшин (гр. 2УН01). Исследование напряженно-деформированного состояния неоднородного грунтового основания высотных зданий в г. Казани.

Высотные здания в городе Казани проектируются в сложных геологических условиях: площадка изысканий расположена в пределах трех–пяти геоморфологических элементов; в инженерно-геологическом разрезе поперечников принимают участие несколько десятков различных инженерно-геологических элементов с резко изменяющейся мощностью и линзовидным залеганием слоев, скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами; наличие нескольких горизонтов подземных вод не выдержанных по простиранию, с неоднородным химическим составом и сложным чередованием водоносных и водоупорных пород, с изменением по простиранию напоров и гидравлической связью; широкое распространение геологических и инженерно геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на условия строительства и оказывающих решающее влияние на выбор проектных решений; специфические грунты в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой.

Все эти факторы имеют широкое распространение и оказывают влияние на выбор проектных решений и строительство зданий и сооружений.

10. Р.Р. Хасанов, Е.В. Павлова (гр. 2УН02). Численные исследования горизонтальных перемещений стены в грунте при открытом и полузакрытом способах возведения подземной части здания.

В настоящее время в связи с плотной застройкой крупных городов строительство большинства объектов производится в стесненных условиях. Поэтому одной из основных тенденций современного городского строительства является активное освоение подземных объемов, т.е. устройство развитых подземных частей проектируемых зданий. При этом важным условием нового строительства является недопущение деформаций окружающей застройки, которое достигается ограничением перемещений ограждающих конструкций котлована.

В рамках научного раздела ВКР был проведен сравнительный анализ влияния на окружающую застройку двух принципиально разных способов возведения подземной части здания – открытого, где ограничение перемещений ограждающей конструкции котлована производится путем введения удерживающих систем, и полузакрытого, где ограничение перемещений достигается опережающим возведением перекрытий. Численные исследования проводились с использованием ПК Лира-САПР 2013.

11. Р.Р. Хасанов, О.О. Назарко (гр. 2УН02). Исследование степени рациональности использования свай разной длины в составе комбинированного свайно-плитного фундамента.

При проектировании фундаментов высотных зданий следует учитывать возможную неравномерность нагрузок, передаваемых на фундамент, т.к. как высотные здания часто имеют

нестандартную форму, развитую стилобатную часть, массивное ядро жесткости и прочее. При этом рациональным является использование в местах приложения меньших нагрузок фундаментов с меньшей несущей способностью. Проектируемый фундамент 40-этажного высотного здания со значительно отличающимся от основных конструкций по массе ядром жесткости предусматривает использование свай разной длины, в зависимости от расположения их в зоне ядра жесткости либо в зоне прочих конструкций здания.

В рамках НИРС построена расчетная модель высотного здания с комбинированным свайно-плитным фундаментом с использованием свай разной длины в ПК Лира-САПР 2013, и выполнено сравнение НДС фундаментов с различной и одинаковой длиной свай.

12. Д.М. Нуриева, А.Р. Закирова (гр. 2УН02). Исследование влияния класса бетона на напряженно-деформированное состояние несущих элементов высотных зданий в условиях ветровых и сейсмических нагрузок.

Высотные здания во всем мире относят к объектам самого высокого уровня ответственности и класса надежности. Учитывая, что совместное действие больших вертикальных и горизонтальных (ветровых, сейсмических) нагрузок приводит к развитию значительных деформаций и усилий в несущих элементах таких зданий, при их проектировании и строительстве часто используют бетоны высокого класса прочности. Специфика высотного строительства предъявляет к бетону повышенные требования. Прочность бетона зависит от трех факторов: активности цемента и водоцементного отношения, определяющих прочность цементного камня, а также от качества заполнителей. В высотных зданиях существенную долю площади занимают несущие элементы (ядра жесткости, колонны, пилоны), которым приходится, помимо напряжений сжатия, воспринимать серьезные изгибные деформации, вызываемые случайными эксцентриситетами и горизонтальными динамическими нагрузками. Применение высокопрочных бетонов позволяет уменьшить процент их армирования и получить наиболее рациональные и надежные решения. В данной работе рассматривается влияние класса бетона на динамические характеристики остова высотного здания, на величины ветровых и сейсмических нагрузок, а также на напряженно-деформированное состояние несущих элементов здания при их воздействиях.

13. Д.М. Нуриева, А.В. Захаров (гр. 2УН02). Современные технологии возведения высотных зданий.

В связи с возрастающей нехваткой пространства для нового строительства в пределах городской застройки, появляется необходимость строительства высотных многофункциональных зданий. Важным аспектом при строительстве таких зданий является механизация технологического процесса и его особенности. Как показывает мировая практика, традиционные методы строительства не совсем эффективны. Для строительства высотных зданий разрабатываются новые технологии бетонирования, использование высокопрочных бетонов класса В60-В90, новые опалубочные системы, подъемно-транспортное и вспомогательное оборудование, использование башенных и приставных кранов. В данной работе проведен анализ современных технологий, механизмов и машин, применяемых при устройстве глубокого котлована, а также возведении подземной и надземной частей здания высотой свыше 360 м с развитой подземной частью.

14. И.В. Королева, Л.Р. Галиева (гр. 2УН01). Геотехническое обоснование методов защиты окружающей застройки при возведении высотного многофункционального комплекса «АкТау» по адресу пр. Альберта Камалеева, г. Казань.

Учет взаимовлияния при возведении нового строительства в нынешнее время считается не просто актуальным в виду плотной застройки городов и строительства в стесненных условиях, но и обязательным по обновленным нормам строительного проектирования. Решение возникших задач по безопасности возведения многофункционального комплекса «АкТау» по адресу пр. Альберта Камалеева, г. Казань позволит выявить риски данного строительства вблизи высотного комплекса «Лазурные небеса» по адресу пр. Альберта Камалеева, 1 и здания казанского ипподрома, расположенного по адресу ул. Патриса Лумумбы, 47а с учетом специфики инженерно-геологических условий и особенностей уникального объекта. Для обеспечения сохранности застройки рассмотрены варианты проектных решений по выбору фундаментной конструкции, определены безопасные технологические решения, а также рассмотрены мероприятия по защите окружающей застройки.

15. **И.В. Королева, Р.Р. Валиева** (гр. 2УН01). Геотехническое обоснование способа обеспечения устойчивости ограждения котлована.

Необходимость возведения зданий в условиях плотной застройки и примыкающих к строительному объекту коммуникаций, стала причиной появления новых технологий. Ещё одним поводом рождения новых технологий стало необходимость наличия подземных парковок, выполненных в нескольких уровнях. Сегодня разработаны строительные технологии, благодаря которым у строителей имеется возможность возведение подземных объектов в сложнейших условиях.

Целью данной научно-исследовательской работы является сравнение технико-экономических показателей при разработке грунта методом “top-down” и “semi top-down”.

В рамках научного раздела ВКР был проведен сравнительный анализ вариаций наиболее рационального способа разработки грунта и возведения подземных этажей. Определяющими факторами при сравнении являлись напряжения и деформации в грунтах основания, усилия в конструктивных элементах ограждающей конструкции и фундамента. В тоже время выбранный вариант разработки грунта должен был обладать наилучшими экономическими параметрами. В результате научно обоснованного анализа был подобран наиболее оптимальный способ устройства подземной части.

16. **И.В. Королева, О.В. Кузягин** (гр. 2УН01). Исследование влияния высотного здания с подземным объемом на неравномерность осадок при несимметричной загрузке основания.

В жестких массивных сооружениях необходимо, чтобы значение конечной осадки не превышало предельно допустимого, что определяется условиями нормальной эксплуатации. В рамках работы получено значение осадки, не превышающее допустимого значения для данного сооружения.

В сооружениях конечной жесткости необходимо учитывать неравномерность осадки, которая приводит к перераспределению усилий в грунтах оснований и конструкциях всего сооружения. Неравномерные осадки вызывают появление в отдельных несущих и ограждающих конструкциях дополнительных усилий. В зависимости от характера развития неравномерных осадок и от жесткости здания или сооружения возникает крен.

Цели работы: спрогнозировать величину деформаций оснований на стадии проектирования и выбрать правильное конструктивное решение фундамента здания (устройство свай).

17. **И.В. Королева, Н.Е. Ломова** (гр. 2УН01). Влияние схемы экскавации грунта на устойчивость ограждения глубокого котлована.

При проектировании многофункционального высотного здания с развитой подземной частью возникает ряд особенностей, одной из которых является обеспечение устойчивости ограждения глубокого котлована на этапе строительства. Возведение глубокого фундамента принято методом «стена в грунте». Ввиду больших размеров котлована в плане возникают проблемы экскавации всего объема грунта и устройства распорных систем для обеспечения устойчивости ограждения.

Принято решение производить экскавацию грунта из глубокого котлована поэтапно небольшими участками в плане в разной последовательности. Основная задача данной работы заключается в том, чтобы определить, как влияет та или иная выбранная последовательность экскавации грунта на устойчивость ограждения котлована, как при этом изменяются активное и пассивное давление грунта на конструкцию (стену в грунте). Также одной из задач является выбор и расчет распорной системы с учетом принятого деления котлована в плане на более маленькие участки.

18. **И.В. Королева, Н.Б. Польский** (гр. 2УН02). Влияние различных способов устройства распорных систем на устойчивость ограждения глубокого котлована.

В настоящее время строительство высотного многофункционального здания обязательно должно предусматривать наличие парковки с необходимым количеством мест. Но из-за большой плотности застройки современных городов, в частности города Казань, обеспечить такое большое количество машина-мест на территории, прилегающей к проектируемому зданию, невозможно. В связи с этим было принято решение устроить глубокий фундамент с несколькими подземными этажами, где и будет размещена парковка.

Поскольку уникальные здания имеют высокий уровень ответственности, необходимо обеспечить безопасность как на этапе эксплуатации здания, так и на этапе его возведения. Обеспечить устойчивость ограждения глубокого котлована можно различными способами.

В данной работе было рассмотрено несколько вариантов устройства распорных систем по высоте ограждения. Окончательный выбор одной из систем произведен исходя из эффективности, надежности и экономической обоснованности варианта.

19. **И.В. Королева, Д.В. Башкиров** (гр. 2УН02). Оценка взаимовлияния вновь возводимого сооружения на существующее высотное здание.

Строительство современных высотных зданий требует устройство развитой подземной части для восприятия и передачи значительных нагрузок от сооружения на грунты основания. Освоение больших подземных объёмов характеризуется влиянием на здания и сооружения, находящиеся в непосредственной близости от площадки строительства. Возникновение дополнительных деформаций существующих зданий при строительстве нового, связано как с технологией производства работ, так и с изменением напряжённо-деформированного состояния грунтового массива. Для минимизации этого влияния, необходимо провести оценку основания и предусмотреть конструктивные мероприятия по их уменьшению, ещё на стадии проектирования. В докладе рассмотрена методика определения зоны влияния глубокого фундамента и различные варианты минимизации влияния вновь возводимого здания на окружающую существующую застройку.

20. **И.В. Королева, Н.М. Еникеева** (гр. 3УН01). Особенности расчета комбинированных свайно-плитных фундаментов по нормам РФ.

Существующий отечественный и зарубежный опыт проектирования подземных частей высотных зданий показывает, что применение глубокого фундамента гарантирует надежную и безопасную работу не только грунтового основания, но и всего сооружения в целом. В этом случае, для обеспечения экономической эффективности и оптимизации проектного решения фундамента глубокого заложения учитывают совместную работу свайного основания и плитного ростверка. В работе рассматриваются варианты проектирования комбинированных свайно-плитных и плитно-свайных фундаментов, выполняется расчет деформаций оснований таких фундаментов по СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты» и СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Приводится сопоставление расчетных значений осадок грунтовых оснований комбинированных свайно-плитных фундаментов с данными геотехнического мониторинга (на примере фундаментов высотных зданий «Москва Сити» запроектированных НИИОСП им. Н.М. Герсеванова). Полученные результаты будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

21. **И.В. Королева, Э.Р. Насыбуллина** (гр. 3УН01). Особенности расчета глубоких фундаментов высотных зданий по нормам РФ.

В процессе проектирования высотных зданий следует руководствоваться требованиями Федерального закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ, что гарантирует надежную и безопасную работу не только грунтового основания, но и всего сооружения в целом. В качестве глубоких фундаментов высотных зданий применяют свайные фундаменты, объединенные плитным ростверком, комбинированные свайно-плитные и плитно-свайные фундаменты. В некоторых случаях сваи заменяются на сваи-барреты прямоугольной или другой формы. Расчеты выполняются как с использованием приведенного модуля деформации системы «ростверк – свая – окружающий грунтовый массив», так и без него.

Приводится сопоставление значений компонентов несущей способности грунта околосвайного пространства, полученных по результатам полевых испытаний с помощью ячейки Остерберга (O-cell) и вычисленных по методике, изложенной в СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты». Установлено, что доля нагрузки, воспринимаемая плитным ростверком, существенно зависит от деформационных характеристик грунта под подошвой плиты.

22. **И.В. Королева, Б.Р. Шигапов** (гр. 4ПГ04). Особенности деформации глинистых грунтов при трехосном режимном чередующемся статическом и циклическом нагружении.

Область прочности и деформации глинистых грунтов, к сожалению, еще мало изучена. Особого внимания требует их состояние в результате воздействия на них статических и циклических нагрузок в условиях эксплуатации.

При проведении эксперимента установлен характер изменения линейных и объемных деформаций. Выявлена следующая закономерность: увеличение деформации зависит от величины максимальных вертикальных и объемных напряжений цикла. Количество циклов, время действия и величины длительной статической нагрузки также, по нашему мнению, зависит от увеличения деформации грунтов.

Режимные трехосные испытания глинистых грунтов при чередующихся блоках циклического и длительного статического нагружения были проведены в лаборатории кафедры ОФДС и ИГ. Графики зависимости между средними напряжениями и объемными деформациями, между средними напряжениями и интенсивностью деформаций сдвига являются результатом этих испытаний.

23. **И.В. Королева, М.Р. Сагдатова** (гр. 4ПГ04). Исследование процессов упрочнения глинистого грунта во времени при статическом нагружении.

Основания зданий и сооружений во время строительства и эксплуатации подвергаются различным динамическим и статическим воздействиям, которые носят природный и техногенный характер. В результате данных воздействий изменяются характеристики грунта, что в свою очередь приводит к изменению его состояния и физико-механических свойств. Данные изменения имеют большое значение при проектировании фундаментов зданий и сооружений, так как оказывают существенное влияние на несущую способность и осадку грунта в основании.

Целью данной научной работы является исследование напряженно-деформированного состояния и прочности образцов глинистого грунта в условиях трехосного статического нагружения. Образцы грунта нарушенной структуры подвергались статическому нагружению, при этом основными изменяющимися параметрами были время предварительного уплотнения грунта, величина нагрузки бокового обжатия и время с момента изготовления грунта до начала испытаний.

По результатам испытаний построены графики зависимости изменения прочностных и деформационных характеристик грунта от статических нагружений в разное время.