

УДК 624.042

Романов П.С. магистрант гр. АМПГС-22, Яшников Д.Ю., студ. гр. АСПп-41э,
Прокопов А.Ю., д-р техн. наук, проф.

*Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону,
Российская Федерация*

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СПОРТИВНОГО ЦЕНТРА В Г. ВОЛГОДОНСКЕ

Инженерно-геологические условия большинства районов Ростовской области характеризуются наличием лессовых просадочных грунтов, мощность которых изменяется от 1-2 м до 25-30 м и более. Одним из наиболее неблагоприятных по данному фактору городов является Волгодонск, где проблема эксплуатации зданий и сооружений проявилась в наибольшей степени. Начиная с 60-70-х гг. XX вв., для которых была характерна массовое строительство, как жилых микрорайонов, так и крупнейших предприятий промышленности и энергетики, на многих объектах были зафиксированы существенные деформации строительных конструкций [1]. Такие процессы стали следствием реализации просадочных свойств грунтов, которые в силу малой изученности на тот период, не учитывались при проектировании оснований и фундаментов.

В настоящее время на большинстве вновь строящихся объектов в г. Волгодонске предусматривают различные мероприятия, направленные на ликвидацию просадочных свойств грунтов до начала строительства [2], к которым относится, прежде всего, инъекционное закрепление грунтов различными составами. Опыт применения различных методов закрепления грунтов оснований в Ростовской области рассмотрен авторами в работах [3 – 5].

Рассмотрим на конкретном примере выбор и обоснование технических и технологических решений по закреплению грунтового основания при строительстве Центра единоборств в г. Волгодонске Ростовской области.

Инженерно-геологические условия площадки характеризуются залеганием лессовидных просадочных суглинков, распространенных на глубинах от 0,5-0,9 до 7,6-8,0 м. Суммарная просадка грунтов под действием собственного веса при замачивании изменяется от 8,29 до 13,95 см. Тип грунтовых условий по просадочности – II.

Проектируется строительство 2-3-этажного здания Центра единоборств, с подвалом под частью здания в осях В-Д/4-8. Размер здания в осях 60,0×24,0 м.

Фундаменты – монолитные железобетонные под колонны, глубина заложения -3,35 м, а под частью здания – монолитные железобетонные плиты толщиной 500 мм из бетона класса В20, W6 на сульфатостойком цементе. Под

фундаментными плитами предусмотрена бетонная подготовка из бетона класса В7,5. Абсолютная отметка подошвы фундаментов – 47,55 м.

Конструктивная схема здания – каркасно-монолитная.

Среднее расчетное давление на грунты основания под подошвой фундаментов составляет $p = 160$ кПа.

С целью повышения несущей способности грунтов основания фундаментов, проектом предусматривается закрепление просадочных суглинков ИГЭ-1 на всю толщину их распространения и частично мягкопластичных суглинков ИГЭ-2, до абсолютной отметки 41,55 м. Общая мощность закрепляемых грунтов составит 6,0 м под подошвой фундаментов. Закрепление грунтов выполняется до начала строительства.

При выполнении работ по закреплению грунтов армированием методом «геокомпозит» производится нагнетание песчано-цементного раствора в массив грунта под давлением 0,2-0,7 МПа. В зависимости от интервала закрепления и длины инъектора, на площадке предусмотрены точки инъектирования двух типов с длинами инъекторов 3,5 и 6,5 м. Бурение и инъектирование скважин производится по сетке 1,5×1,5 м отдельными участками под фундаменты колонн и сплошными площадями под монолитные железобетонные плиты.

Инъектирование выполняется до устройства фундаментов, со дна котлована. В этом случае стальные инъекторы (микросваи) останутся под подошвой фундаментов без извлечения, и будут служить в качестве элементов вертикального армирования, что обеспечит дополнительный запас прочности основания.

Инъекции выполняются в четырех направлениях, в 2 этапа, заходками по 3 м по глубине:

- 1-й этап – от отм. -3,35 (абс. отм. 47,55) до отм. -6,35 м (абс. отм. 44,55 м);
- 2-й этап – от отм. -6,35 м (абс. отм. 44,55 м) до отм. -9,35 м (абс. отм. 41,55 м).

Характеристики закрепленных грунтов в основании фундаментов должны составить:

$$\rho_{II} = 1,90 \text{ г/см}^3, C_{II} = 19 \text{ кПа}, \varphi_{II} = 19^\circ, E_{II} = 12 \text{ МПа}.$$

При производстве работ используется песчано-цементный раствор, в который при необходимости добавляется глинистый пластификатор. Состав 1 м³ песчано-цементного раствора: цемент – 0,5 т; песок – 1 т; вода – 0,4 м³. С учетом степени агрессивного воздействия грунтов на конструкции из бетона для приготовления песчано-цементного раствора предусмотрено использование портландцемента специального назначения сульфатостойкий с минеральными добавками марки М-500.

Т.к. функциональным назначением здания обусловлено применение различных типов фундаментов (плитных под частью здания и столбчатых отдельно стоящих), то возникла необходимость расчета осадки под каждым фундаментом, с учетом их взаимного влияния.

С этой целью была разработана трехмерная конечно-элементная модель, включающая напластования грунтового массива, котлован и отдельные плитные и столбчатые фундаменты в строгом соответствии с их геометрическим расположением (рис. 1). На модель прикладывались нагрузки и определялись перемещения в грунтовом массиве (рис. 2).

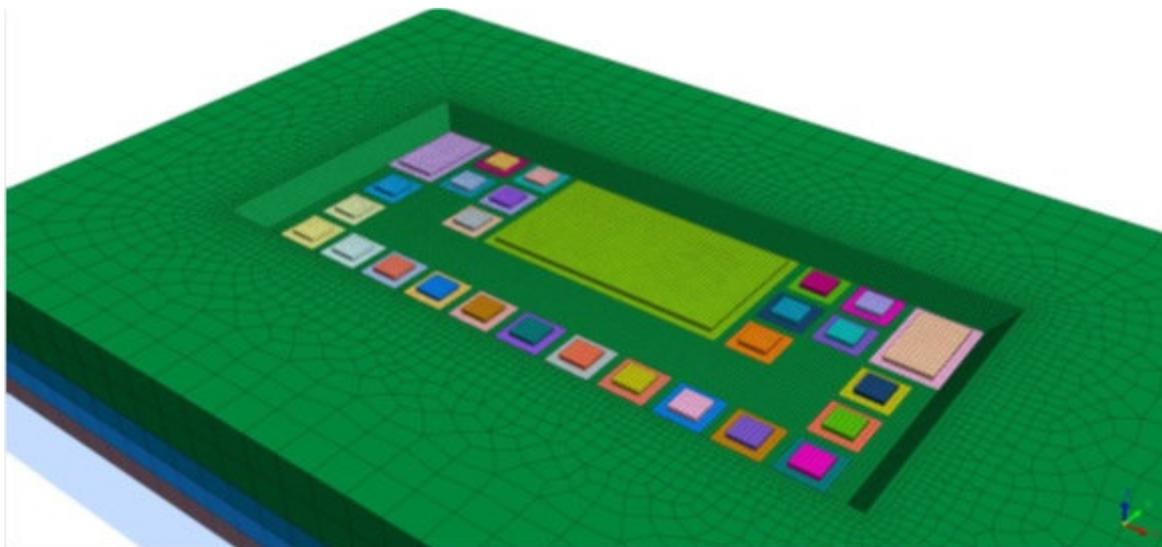


Рис. 1. Конечно-элементная модель грунтового массива с котлованом и фундаментами спортивного центра

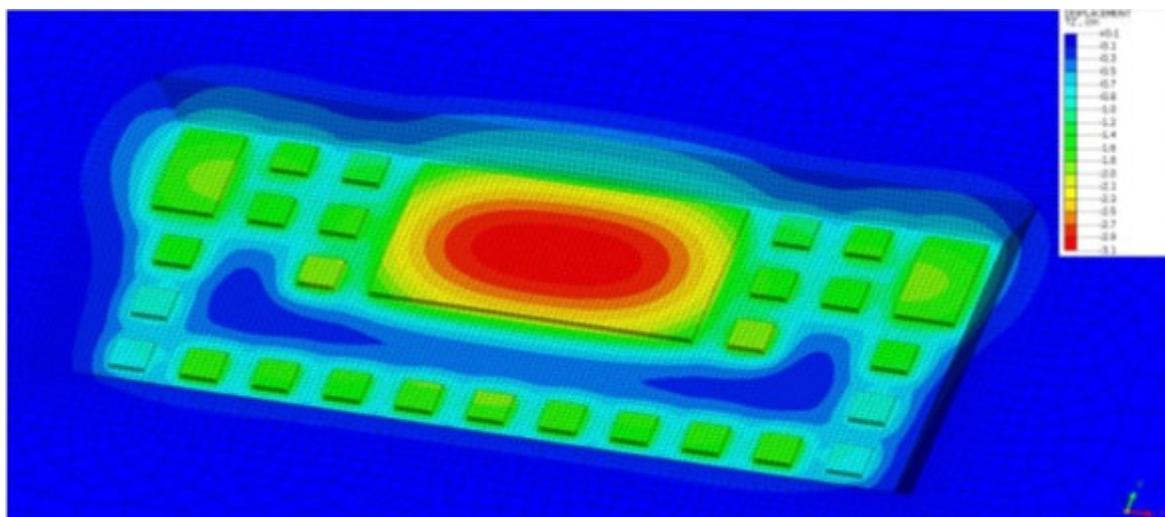


Рис. 2. Изополя вертикальных перемещений (осадок) фундаментов с учетом их взаимного влияния

На основании выполненного моделирования были подобраны необходимые параметры закрепления грунтового основания

Средние расчетные осадки фундаментов (0,9 - 3,1 см) не превысили предельно допустимых осадок по СП 22.13330.2011 (Приложение Д, таблица Д1) для зданий такого типа (15 см) [6].

Относительные разности осадок (0,000... 0,0015) находятся в пределах, допустимых СП 22.13330.2011 (0,003) [6].

Таким образом, при принятой толщине армирования грунтового массива, условия расчета оснований по второй группе предельных состояний (по деформациям) выполняются.

Контроль качества работ основан на определении характеристик грунтов закрепленного массива на опытном участке, для чего предусмотрена проходка шурфа глубиной на 0,5-1,0 м ниже подошвы фундамента, отбор монолитов грунта и изучение закрепленного массива с описанием уплотненных грунтов, характера распределения в них инъекций, затвердевшего песчано-цементного раствора, а также определение физико-механических характеристик грунтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ананьев В.П., Ерашов В.А., Черкасов С.М. Особенности проявления просадочных свойств в лёссовых грунтах г. Волгодонска // Инженерная геология лёссовых пород: Тез. докл. Всесоюзного совещания. М.: Изд-во НПО «Стройизыскания», 1989. – С. 132-133.

2. Ибрагимов М.Н. Опыт закрепления просадочных лёссовых грунтов в Волгодонске// Основания, фундаменты и механика грунтов, 2005. №6. – С. 23-27.

3. A. Prokopov, M. Prokopova, Ya. Rubtsova The experience of strengthening subsidence of the soil under the existing building in the city of Rostov-on-Don (Опыт закрепления просадочных грунтов под существующим зданием в г. Ростове-на-Дону)// MATEC Web of Conferences. Vol. 106. 2017. 02001. International Science Conference SPbWOSCE-2017. DOI <https://doi.org/10.1051/matecconf/201710602001>

4. Прокопов А.Ю., Ким Р.В. Закрепление грунтов основания методом цементации при капитальном ремонте жилого дома по адресу: Ростов-на-Дону, Суворова, 89 // Современные проблемы науки и пути их решения: сб. науч. статей. Выпуск 34. – Уфа: Омега Сайнс, 2017. – С. 19 – 22.

5. Прокопов А.Ю., Михайлов А.А. Анализ причин деформаций и способов закрепления оснований зданий – объектов культурного наследия Ростовской области// Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы конференции. – Тула: ТулГУ, 2017. С. 139 – 147.

6. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.