

## Конструктивные решения по усилению основания 24-х этажного жилого дома в г. Ростове-на-Дону

*М.В. Кузнецов, Е.В. Маринченко, А.В. Чмикян, Я.Н. Дружинин*

*ДГТУ, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье приводится техническое решение по увеличению несущей способности и снижению деформативности просадочного основания жилого дома. Описаны конструктивные особенности устройства закрепленного основания и ограждающих рядов из буронабивных свай.

Статья опубликована в рамках реализации программы Международного Форума «Победный май 1945 года».

**Ключевые слова:** шпунтовый ряд, закрепление основания, армирование, грунт, цементогрунт, цементация, направленные гидроразрывы.

Проектирование оснований и фундаментов высотных зданий является весьма актуальной проблемой в современном строительстве. Это осложняется широким распространением просадочных грунтов в нашем регионе, а также увеличением плотности застройки. Необходимо учитывать специфический и сложный механизм развития деформаций, особенно при большой мощности просадочных грунтов, отсутствие подстилающего слоя достаточной несущей способности, а также нагрузки от сил негативного трения, возникающие при просадке.

В таких условиях применение свайных фундаментов является зачастую дорогостоящим и трудоемким мероприятием. Все это заставляет применять специфические решения при проектировании оснований и фундаментов [1,2].

Одним из таких решений для улучшения условий работы грунтов в основаниях сооружений является использование шпунтовых ограждающих конструкций, в частности из буронабивных свай. Сваи погружают через слои слабых грунтов в относительно прочный грунт. Фундаментная плита устраивается на бетонной подготовке и бетонируется враспор со шпунтовым ограждением. Это улучшает совместную работу системы «основание-фундамент-надземная конструкция» и увеличивает несущую способность

---

грунта. Шпунты образуют «обойму», которая исключает возможность бокового расширения грунта при деформациях основания, что приводит к уменьшению осадок [3].

Подобное техническое решение было применено НИПП «ИНТРОФЭК» при строительстве многоэтажного жилого дома в г. Ростове-на-Дону [4-6]. Здание представляет собой 24-х этажный 3-х секционный жилой дом со встроенно-пристроенной автостоянкой. Конструктивная система - каркасно-монолитная, состоит из фундамента, опирающихся на него несущих колонн и стен и плит перекрытия и покрытия, объединяющих их в единую пространственную систему. Здание имеет Г-образную форму, с максимальными размерами 70,7×44,3 м.

Геолого-литологический разрез площадки, до глубины 40,0м, по данным бурения скважин, представлен четвертичными делювиальными суглинками и неогеновыми скифскими глинами.

Площадка строительства многоквартирного жилого дома относится к грунтовым условиям I-го типа по просадочности. Просадка грунта от собственного веса отсутствует или изменяется в пределах 1,26-4,15см.

На участке строительства выделены 4 инженерно-геологических элемента:

Техногенный слой - дорожное покрытие суглинок, песок, строительный мусор;

ИГЭ-1 – Суглинок легкий, пылеватый, полутвердый, просадочный, незасоленный, с ППГ в подошве слоя,  $\varphi=16^\circ$ ;  $C=17$ кПа;  $E=14,7/5$  МПа;  $\rho=1,81$  тс/м<sup>3</sup>;

ИГЭ-2 – Суглинок желто – бурый полутвердый, тяжелый пылеватый непросадочный с ППГ в подошве слоя,  $\varphi=22^\circ$ ;  $C=19$  кПа;  $E=10,2$  МПа;  $\rho=1,95$  тс/м<sup>3</sup>;

---

ИГЭ-3 – Суглинок коричневато-бурый, тяжелый, полутвердый, пылеватый,  $\varphi=21^\circ$ ;  $C=23$  кПа;  $E=-/15,3$  МПа;  $\rho=1,98$  тс/м<sup>3</sup>;

ИГЭ-4 – Глина серая, твердая, лёгкая пылеватая, ненабухающая, незасоленная с присыпками песка,  $\varphi=20^\circ$ ;  $C=30$  кПа;  $E=-/21,6$  МПа;  $\rho=1,98$  тс/м<sup>3</sup>;

Грунты обладают сульфатной агрессией к бетонам на обычном портландцементе.

Проектом предусмотрено устройство плитных фундаментов на основании, укрепленном методом цементации через направленные разрывы в связи со сложными инженерно-геологическими условиями. С целью исключения неравномерных осадок здания до бетонирования плитных фундаментов с дна котлована устраиваются ограждающие ряды из буронабивных свай.

Фундаменты секций жилого дома - монолитные железобетонные плиты толщиной 1400 мм, фундамент пристроенной автостоянки - монолитная плита толщиной 500 мм. Укрепление грунтов основания плитных фундаментов предусмотрено армированием элементами повышенной жесткости из цементогрунта до абс. отм. 54,50 - 60,90. Армирование выполняется через направленные разрывы, устраиваемые при нагнетании цементогрунтовых растворов согласно авт. свид. № 1444473 и патенту на изобретение № 2122068 «Способ подготовки основания».

Толщина закрепленного основания принята 9,5 м под подошвой фундаментов секций жилого дома и 4 м под подошвой фундаментов пристроенной автостоянки. Армэлемента запроективаны длиной 2 и 2,5 м., с шагом 1,0 м. Прочность на одноосное сжатие 1,15 МПа (20% цемента в растворе) (жилой дом) и 0,8 МПа (10% содержания цемента в растворе) (пристроенная автостоянка). Степень армирования составляет 5,0 % от общего объёма грунта в основании. Работы по цементации предусмотрено

---

производить через инъекционные трубки, устанавливаемые в плитном фундаменте одновременно с арматурой.

Характеристики армированного основания приняты следующие:  $R=34,5-45,75 \text{ т/м}^2$ ;  $E=38,9-49 \text{ МПа}$ ;  $E_{\text{sat}}=29,8-39,75 \text{ МПа}$ . По результатам расчета осадка составила  $S=6,7-7,3 \text{ см}$  (жилой дом),  $S=0,238-0,31 \text{ см}$  (автостоянка);  $S/L=0,000012-0,0002$ , что не превышает предельно допустимых значений, регламентируемых приложением Д к СП 22.13330.2016.

По контуру армированного основания проектом предусмотрены отрезные и разделительные ряды ОР-1, РР-1 из буронабивных свай, выполняемые с дна котлована. Сваи диаметром 300мм и длиной 13м, объединены монолитным ростверком. Шаг свай - 0,5м.

Сваи запроектированы из бетона класса В15 на сульфатостойком цементе с фракцией заполнителя 5-10 мм с осадкой конуса 16-18 см, W6 по водонепроницаемости и F75 по морозостойкости. Ростверки из бетона класса В15 на сульфатостойком цементе, W4 по водонепроницаемости и F50 по морозостойкости. Требуемая подвижность бетонной смеси достигается за счет пластифицирующих добавок, вводимых на заводе ЖБК.

Инженерно-геологический разрез представлен на рис. 1.

Приведенные технические решения позволили повысить несущую способность основания, снизить деформативность и уменьшить трудоемкость работ по устройству оснований и фундаментов [7-10].

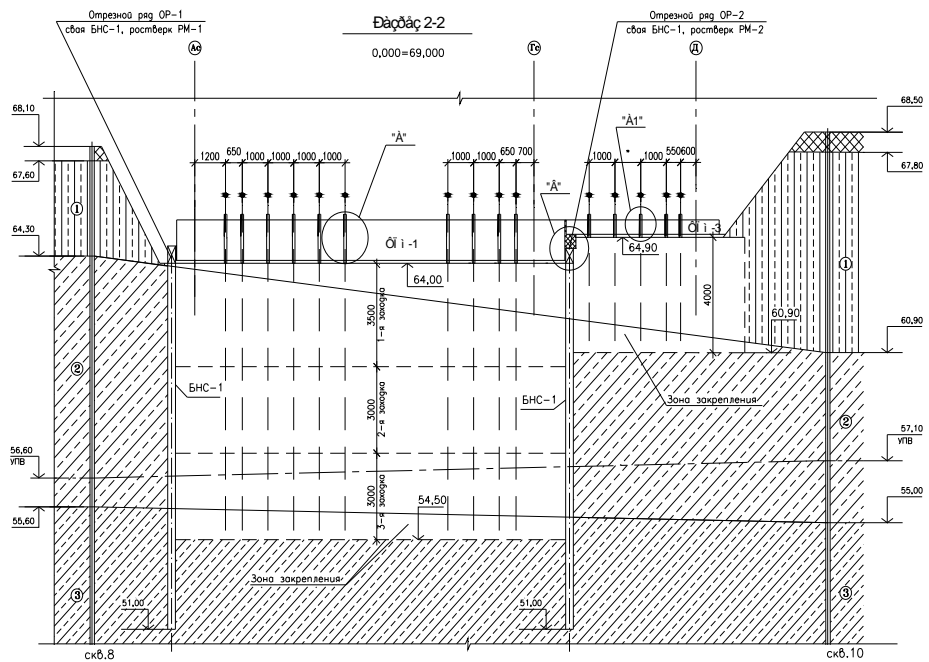


Рис. 1 – Инженерно-геологический разрез.

## Литература

1. Исаев Б.Н., Бадеев С.Ю., Бадеев В.С., Кузнецов М.В. «Способ усиления грунтов и устройство для его осуществления». Патент на изобретение № 2260092. Бюллетень изобретений и открытий, № 25, 2005.
2. Исаев Б.Н., Белоключевский В.В., Бадеев С.Ю. «Способ закрепления лессовых просадочных грунтов и иньектор для его осуществления». Авт. свид. № 1444473. Бюллетень изобретений и открытий, № 46, 1988.
3. Механика грунтов, основания и фундаменты. Под ред. С.Б. Ухова.-2-е изд., перераб. и доп. -- М.: Высш. шк., 2002.-566 с.: ил.
4. Рекомендации по проектированию и устройству фундаментов из цементогрунта. НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова, Москва, 1986. 70 С.

5. Ибрагимов М.Н. Вопросы проектирования и производства уплотнения грунтов инъекцией растворов по гидроразрывной технологии // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2015. № 2. С. 22-27.

6. Кузнецов М.В., Бердичевский Д.В. Проектные решения по усилению грунтов основания жилого дома// Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4073.

7. Дежина И.Ю. Выбор метода преобразования лессовых грунтов Ростовской области с учетом различных факторов // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1945.

8. Абрамова Т.Т., Валиева К.Э. Упрочнение грунтов цементными растворами с использованием методов высоконапорной инъекции // Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи Юбилейная конференция, посвященная 25-летию образования ИГЭ РАН. 2016. С. 14-18.

9. M.N. Ibragimov, Characteristics of soil grouting by hydro-jet technology, SoilMechanics and Foundation Engineering, vol. 50, no. 5, pp. 200-205, 2013.

10. Kim B.J., Choi H. Estimation on the field application for in-site recycling of the wastes soil from preboring. Advances in materials science and engineering. Inst. 2016. 2048023 p.

### References

1. Isaev B.N., Badeev S.Yu., Badeev V.S., Kuznetsov M.V. «Sposob usileniya gruntov i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya» [A method of enhancing the soil and device for its implementation]. Patent na izobretenie № 2260092. Byulleten' izobreteniy i otkrytiy, № 25, 2005.

2. Isaev B.N., Beloklyuchevskiy V.V., Badeev S.Yu. «Sposob zakrepleniya lessovykh prosadochnykh gruntov i in"ektor dlya ego osushchestvleniya» [The method of fastening the loess subsidence of soils and the injector for its



implementation]. Avt. svid. № 1444473. Byulleten' izobreteniy i otkrytiy, № 46, 1988.

3. Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenty [Soil mechanics, bases and foundations]. Pod red. S.B. Ukhova. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Vyssh. shk., 2002.-566 s.: il.

4. Rekomendatsii po proektirovaniyu i ustroystvu fundamentov iz tsementogrunta [Recommendations for the design and construction of the foundations of cementsoil]. NII osnovaniy i podzemnykh sooruzheniy im. N.M. Gersevanova, Moskva, 1986. 70p.

5. Ibragimov M.N. Voprosy proektirovaniya i proizvodstva uplotneniya gruntov in"ektsiy rastvorov po gidrorazryvnoy tekhnologii. Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov. 2015. № 2. pp. 22-27.

6. Kuznetsov M.V., Berdichevskiy D.V., Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4073](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4073).

7. Dezhina I.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1945](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1945).

8. Abramova T.T., Valieva K.E. Uprochnenie gruntov tsementnymi rastvorami s ispol'zovaniem metodov vysokonapornoy in"ektsii. Sergeevskie chteniya. Inzhenernaya geologiya i geoekologiya. Fundamental'nye problemy i prikladnye zadachi Yubileynaya konferentsiya, posvyashchennaya 25-letiyu obrazovaniya IGE RAN. 2016. pp. 14-18.

9. M.N. Ibragimov, Characteristics of soil grouting by hydro-jet technology, SoilMechanics and Foundation Engineering, vol. 50, no. 5, pp. 200-205, 2013.

10. Kim B.J., Choi H. Estimation on the field application for in-site recycling of the wastes soil from preboring. Advances in materials science and engineering. Inst. 2016. 2048023 p.