

Увеличение несущей способности буронабивной сваи методом силикатизации

В.А. Железняков, А.П. Александров, А.С. Куликов

Донской государственной технической университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В данной статье рассмотрена проблема повышение несущей способности буронабивных свай. Была описана технология инъецирования закрепляющих растворов в грунт под фундаменты двухэтажного здания в городе Азове для повышения несущей способности буронабивных свай.

Ключевые слова: структурно-неустойчивый грунт, свайный фундамент, несущая способность, закрепление грунта, силикатизация, камуфлетное уширение, забивные сваи, буронабивные сваи, шнековое бурение, бетонирование.

Значительная часть Ростовской области сложена слабыми структурно-неустойчивыми грунтами [1]. Это необходимо учитывать при строительстве зданий и сооружений [2]. Наиболее рационально возводить здания на свайных фундаментах, так как в отличие от плитного или ленточного, он универсален для грунтов любого типа. Изменяя геометрические параметры свай (длину, диаметр), можно запроектировать наиболее эффективный фундамент [3].

Существует два типа свайных фундаментов: забивные и набивные. Несущая способность забивных свай значительно выше, чем буронабивных. Погружение забивной сваи происходит без выемки грунта, в результате чего образуется уплотнённое ядро грушевидной формы.

Однако не всегда есть возможность использовать забивные сваи. Например, в стеснённых условиях, когда значительные ударные воздействия могут нанести повреждения окружающей застройке. В таком случае целесообразно использовать буронабивные сваи в качестве фундаментов.

Такая свая несёт на порядок меньше нагрузки по боковой поверхности, а сопротивление по нижнему концу полностью отсутствует.

Для увеличения несущей способности буронабивной сваи существует несколько способов.

Камуфлетное уширение – уплотнение грунта посредством одного или нескольких направленных взрывов [4-5]. Создание так называемой камуфлетной пяты.

Втрамбовывание щебня. На дно скважины засыпается щебень крупной фракции и уплотняется с помощью вибротрамбовки или долота [6].

Выбуривание скважины специальным оборудованием, создающим распор и уплотнение стенок скважины, отсыпку в неё грунта послойно, втрамбовывание каждого слоя и заполнение скважины бетоном.

Данные способы имеют существенные недостатки:

- сложности при контроле качества выполненных работ;
- применение сложного дорогостоящего оборудования;
- обрушение стенок скважины в слабых структурно-неустойчивых просадочных грунтах;
- дополнительные расходы на водопонижение при высоком уровне грунтовых вод.

Наиболее простым способом в данном случае является повышение несущей способности сваи с помощью инъецирования раствора в грунт методом однорастворной силикатизации [7-8]. Рассмотрим применение этого метода на примере закрепления грунтов в основании двухэтажного общественного здания в городе Азове.

Участок работ расположен в центральной исторической части города Азова.

На площадке выделены следующие расчетные грунтовые элементы (РГЭ):

- в пределах ИГЭ-1 (техногенный грунт) в РГЭ не выделялся.

- РГЭ-1(выделен в границах ИГЭ-2) - суглинок легкий пылеватый, твердый, просадочный, незасолённый, ненабухающий.

- РГЭ-2 (выделен в границах ИГЭ-3-ИГЭ-6) - суглинок тяжелый пылеватый, твердый, просадочный, незасолённый, ненабухающий.

- РГЭ-3 (выделен в границах ИГЭ-7) - глина легкая пылеватая, твердая, непросадочная, незасолённая, ненабухающая.

- ИГЭ-8 - песок мелкий, однородный, насыщенный водой в РГЭ не выделяется, т.к. он не попадает в сжимаемую зону.

Грунты РГЭ-1,2 отнесены к просадочным грунтам.

Тип грунтовых условий по просадочности - второй. Приняты буронабивные сваи диаметром 320 мм, длиной 15,4 и 15,7 м, армированные стальным каркасом на всю глубину. Бетон свай по расчету принят класса В15.

Шаг свай переменный от 1,00 до 1,25м. Сваи жестко связываются с фундаментной плитой (рисунок 1).

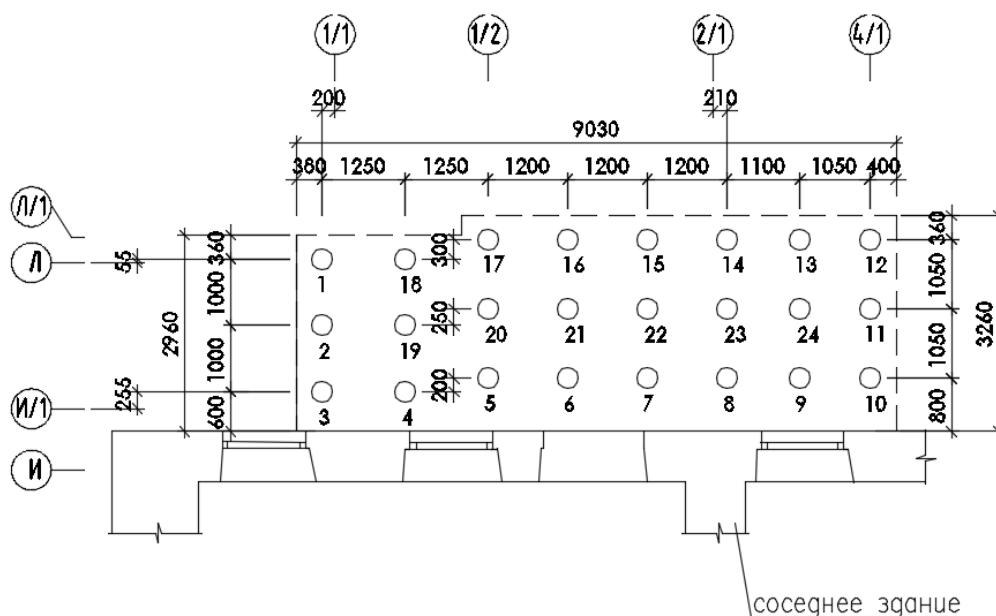


Рисунок 1 – Схема расположения свай на плане плиты двухэтажного здания

Для увеличения несущей способности свай по «лбу» принято закрепление грунтов в основании свай методом инъекционной однорастворной силикатизации.

Бурение скважин, закрепление грунтов и бетонирование свай принято по комплексной «технологии полого шнека» [9] (бурение, закрепление грунтов, бетонирование). Принятая технология позволяет выполнить свайные работы вблизи здания в щадящем режиме без динамических воздействий и с обеспечением устойчивости скважин. Набуривание скважин впрок запрещается.

За условную отметку $\pm 0,000$ принят уровень чистого пола первого этажа пристраиваемых лифтов (абс. отметка +37.840м).

Бурение скважин выполняется с дневной поверхности грунтов, с планировочной абсолютной отметки + 38.700 м (рисунок 2).

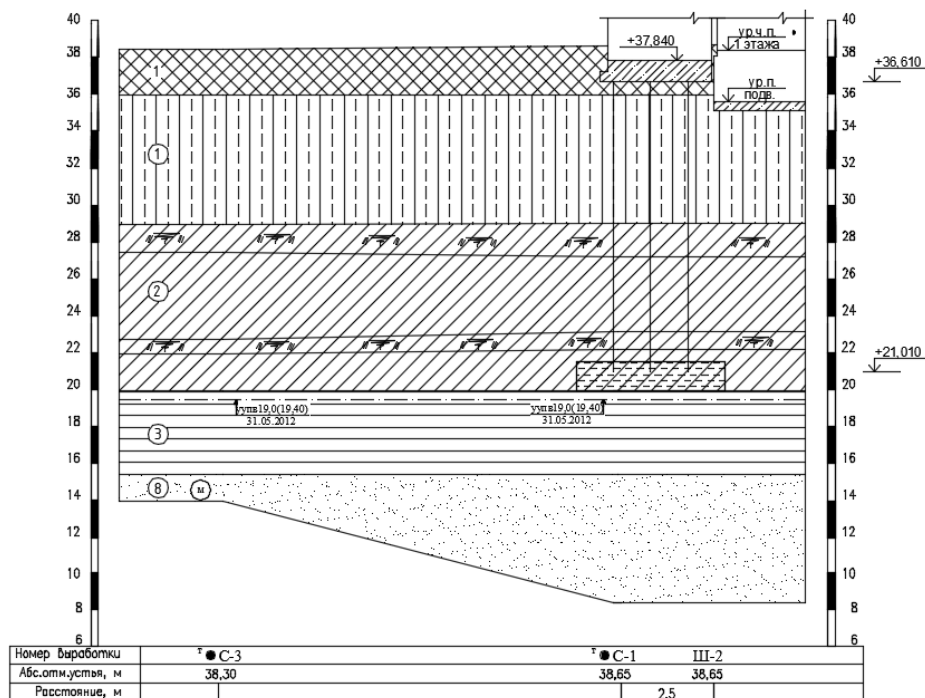


Рисунок 2 – Закрепление грунтов под нижним концом свай (поперечный разрез)

Закрепление грунтов выполняется раствором жидкого стекла [10] плотностью $1,2 \text{ т/м}^3$. В качестве закрепляющих реагентов принят силикат натрия с силикатным модулем - 2,8-3.

Бетонирование свай выполняется мелкозернистым бетоном (пескобетоном) класса В15, марки по удобоукладываемости П-4. Пескобетон готовится с В/Ц =0,5 и П/Ц=1,43 на сульфатостойком. В состав бетонной смеси вводится добавка ПФМ-НЛК в количестве 0,3% от массы цемента. Срок схватывания пескобетона - 2 часа.

Армокаркасы приняты составными из арматуры А400. Армокаркасы погружаются в заполненные бетоном скважины, при погружении свариваются.

Узел заделки сваи в закреплённый грунт показан на рисунке 3.

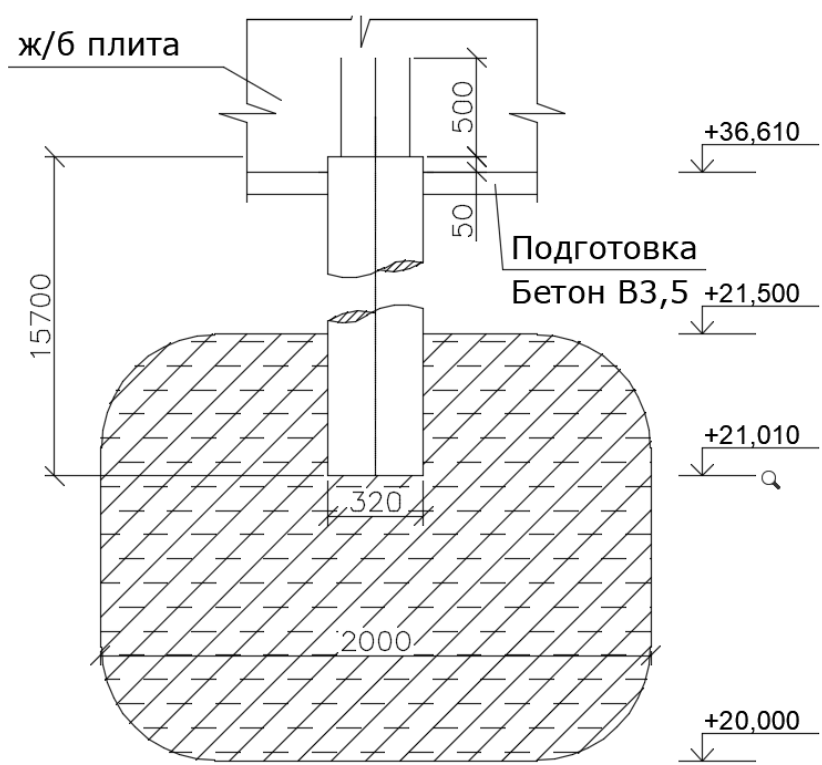


Рисунок 3 – Узел сопряжения сваи и с плитой и заделки в закреплённый грунт

Модуль деформации закрепленного силикатизацией суглинка в основании свай составил 18,9 МПа.

При подсчёте осадок учитывалась осадка условного фундамента, дополнительная осадка за счет продавливания свай на уровне подошвы условного фундамента и за счёт сжатия ствола свай.

Суммарная осадка после закрепления грунтов составила 2,31 см, что значительно ниже предельно допустимого значения для данного типа конструкций.

Литература

1. Прокопов А.Ю., Михайлов А.А. Анализ грунтовых условий зданий г. Ростова-на-Дону, входящих в перечень объектов культурного наследия федерального значения// 16-я Международная конференция «World science: problems and innovations». Тула: ТулГУ, 2017. Ч.3. С. 122-125
 2. Востриков Н.Г., Антошкина Е.В., Максимов Д.В. Геоэкологические последствия просадочно-суффозионных процессов // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1414.
 3. Метелюк Н.С., Шишко Г.Ф., Соловьева А.Б., Грузинцев В.В. Сваи и свайные фундаменты. Издательство «Будівельник». Киев. 1977, с. 197.
 4. Костерин Э.М. Основания и фундаменты. М.: Высшая школа, 1978, с.164-169, рис.7.22; 7.25.
 5. Штоль Т.М., Теличенко В.И., Феклин В.И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений. М.: Стройиздат 1990, с.172-176.
 6. Метелюк Н.С., Шишко Г.В., Соловьева А.Б., Грузинцев В.В. Сваи и свайные фундаменты, Киев: «Будівельник, 1977, с.204-205, рис.4-4).
 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. Dolzhikov P., Prokopov A., Akopyan V. Foundation Deformations Modeling in Underworking and Hydroactivated Rocks // Advances in
-

Intelligent Systems and Computing. Vol 692. 2018. URL: doi.org/10.1007/978-3-319-70987-1_69.

9. Галай Б.Ф. Рекомендации по проектированию и устройству буронабивных грунтовых свай, изготовленных шнековым способом в просадочных и слабых грунтах. – Ставрополь: СКФУ. 2016. 96 с.

10. Wang A., Ma L., Zhang D., Li K., Zhang Y., Yi X., Wang Z. Soil and water conservation in mining area based on ground surface subsidence control: Development of a high-water swelling material and its application in backfilling mining. // Environmental Earth Sciences. 2016. V. 75. № 9.

References

1. Prokopov A.Yu., Mihajlov A.A. 13 Mezhdunarodnaya konferenciya «Social'no-ehkonomicheskie i ehkologicheskie problemy gornoj promyshlennosti, stroitel'stva i ehnergetiki». Tula, 2017. Vol. 2. pp. 139 – 147.

2. Vostrikov N.G., Antoshkina E.V., Maksimov D.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4, p. 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1414.

3. Metelyuk N.S., Shishko G.F., Soloveva A.B., Gruzincev V.V. Svai i svainie fundamenti. Izdatelstvo «Budivel'nik». [Piles and pile foundations] Kiev. 1977, p. 197.

4. Kosterin E.M. Osnovaniya i fundamenty. [Grounds and foundations] M.: Vysshaya shkola, 1978, pp.164-169, pic.7.22; 7.25.

5. Shtol' T.M., Telichenko V.I., Feklin V.I. Tekhnologiya vozvedeniya podzemnoj chasti zdaniy i sooruzhenij [Technology of construction of the underground part of buildings and structures]. M.: Strojizdat 1990, pp.172-176.

6. Metelyuk N.S., Shishko G.V., Solov'eva A.B., Gruzincev V.V. Svai i svajnye fundamenty [Piles and pile foundations]. Kiev: “Budivel'nik, 1977, pp. 204-205, pic.4-4.



7. Dezhina I. Yu. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1945
8. Dolzhikov P., Prokopov A., Akopyan V. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol 692. 2018. URL: doi.org/10.1007/978-3-319-70987-1_69.
9. Galay B.F. Rekomendacii po proektirovaniyu i ustrojstvu buronabivnyh gruntovyh svaj, izgotovlennyh shnekovym sposobom v prosadochnyh i slabyyh gruntah [Recommendations for the design and construction of bored soil piles manufactured by the screw method in subsiding and weak soils]. Stavropol, 2016. 96 p.
10. Wang A., Ma L., Zhang D., Li K., Zhang Y., Yi X., Wang Z. Environmental Earth Sciences. 2016. V. 75. №9.