

Калачук Т.Г., канд. техн. наук, доц.,  
Празина Е.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## УЛУЧШЕНИЕ МАХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СВАЙ-ИНЪЕКТОРОВ

gkadastr@mail.ru

*В нашей стране наметилась тенденция по поиску современных инновационных технологий строительства, направленных на снижение затрат на устройство оснований и фундаментов, снижение осадок оснований и увеличение их несущей способности. В статье изложены результаты исследования работы винтовой свай-инъектора.*

**Ключевые слова:** грунт, осадка, деформация, свая-инъектор, несущая способность.

Любое здание или сооружение возводится на грунтовом основании. Его устойчивость, прочность, надежность и нормальная эксплуатация определяется не только конструктивными решениями, но и свойствами грунтов. В условиях роста объема капитального строительства, применения более сложных конструкций зданий, увеличения нагрузок на основание весьма актуальны вопросы разработки надежных рекомендаций по проектированию оснований и фундаментов

В последние годы наблюдается неуклонное увеличение строительства в сложных инженерно-геологических условиях. Все чаще используются для строительства площадки, сложенные слабыми грунтами: илами, рыхлыми песками, заторфованными отложениями, лессовыми просадочными грунтами. Указанные грунты в природном состоянии имеют невысокую несущую способность. В этих условиях прибегают к устройству фундаментов из свай традиционных конструкций и глубокого заложения. Применение вышеназванных конструкций не всегда может обеспечить допустимые значения осадок и несущей способности. Кроме того, это приводит к увеличению затрат на возведение фундаментов в сложных грунтовых условиях.

Современное состояние науки, конструкторской и технологической базы дают широкий выбор средств строительства сооружений в сложных условиях. В их число входят многочисленные способы направленного воздействия на строительные свойства оснований, позволяющих увеличить несущую способность основания. Часто за счет этих мероприятий удается отказаться от применения сложных и дорогостоящих конструкций фундаментов. В мировой практике существуют традиционные и новые технологии и способы усиления оснований. Особенно интенсивно развиваются новые технологии в Германии, Англии, Франции, Италии, Швеции, Финляндии. Причем ведущие фирмы специализируются не

только на работах по усилению оснований и фундаментов, но и создают новые технологии, предлагают разработанное оборудование.

В нашей стране также наметилась тенденция по поиску современных инновационных технологий строительства, направленных на снижение затрат на устройство оснований и фундаментов, снижение осадок оснований и увеличение их несущей способности. Особенно важно это при значительных толщах слабых (структурно-неустойчивых) грунтов. Примером такого подхода к решению подобных задач является: армирование основания вертикальными элементами (Попов А.О., ПГС №11/2014 стр.27), которое ограничивает деформации как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях; уплотнение и армирование слабых грунтов методом «геокомпозит» (Осипов В.И., Филимонов С.Д. ОФМГ №5/2002 с. 15-21) Совмещение способов увеличения опорной площади свай с применением геотехнологий, позволяющих улучшить механические характеристики основания, еще одно из возможных направлений сокращения стоимости возведения оснований и фундаментов.

Учеными БГТУ им. В.Г. Шухова Ивахнюком В.А., Кочерженко В.В., Чернышом А.С., и др. разработаны, исследованы и запатентованы эффективные конструкции свай. Такими учеными как Карякин В.Ф., Власов Н.Г., Сергеев С.В., Фатеев Н.Т. и др. разработаны способы и методы закрепления грунтов, которые уже широко используются в практике строительства. Освоение и внедрение универсальных новых типов свай, решающих несколько проблем без использования дополнительного оборудования, в практику строительства затруднено ввиду недостаточности экспериментально-технических исследований и недостаточной разработанности методов их расчета и проектирования. В связи с этим актуальным вопросом является разработка новых типов конструкций фундаментов, которые универсально

решали бы несколько проблем. Например, увеличение несущей способности при создании сопутствующих противофильтрационных завес. На кафедре городского кадастра и инженерных изысканий БГТУ им. В.Г. Шухова учеными Карякиным В.Ф., Ашихминым П.С., Калачук Т.Г. разработаны конструкции свай, совмещающие в себе еще и функцию иньектора: сваи иньекторы. На наш взгляд, рациональным решением является совмещение способов увеличения опорной площади свай и применение твердеющих растворов для укрепления грунтов. Отличительной особенностью этих разработок является кардинальное изменение в напряженно-деформированном состоянии армированного основания. Изменяются условия деформирования. Передача нагрузки на закрепленное основание позволяет использовать несущую способность грунтового основания в полном объеме

Разработанные сваи-иньекторы позволяют закачивать твердеющий раствор через тело сваи, формируя вокруг конструкции массив армированного грунта прочно адгезионно связанного с телом сваи.

Винтовая свая для рыхлых грунтов (патент на полезную модель №128210 от 25.05.13) относится к области строительства, преимущественно к применения висячих свай, и может быть использована при устройстве свайных фундаментов в рыхлых грунтах большой мощности (рис. 1).

Для исследования работы сваи были проведены натурные полевые исследования на сжимаемость толщи грунта, закрепленного цементом с использованием винтовой сваи. Целевым назначением исследования являлось определение модуля грунта. По данным инженерно-геологических изысканий строительная площадка имеет строение, представленное на рис.2.

Мел ИГЭ-5 в природном залегании имеет значение модуля деформации – 10 МПа. При бурении скважин на глубину до 15 м, проходке шурфов и проведении статического зондирования грунтов было установлено, что иньекционный цементный раствор при закачивании его под давлением через сваю распространяется не только в меловом грунте, но в насыпных и песчаных грунтах, т.е., там, где имеются слабые зоны. Отмечено интенсивное распространение иньекционного раствора в его кровле. С глубиной количество иньекционных прожилков уменьшается. По данным статического зондирования установлено, что модуль деформации закрепленного грунта составляет более 20 МПа.

Выравнивание прочностных и деформационных характеристик усиленных цементацией грунтов основания с помощью свай-иньекторов в значительной степени снижает предпосылки для

развития неравномерных осадок в последующей эксплуатации здания. Создаваемый в процессе работ жестко-армированный каркас воспринимает нагрузки от здания в зоне его активного воздействия на основание и равномерно перераспределяет нагрузки по всей площади основания. Происходит улучшение механических характеристик вмещающего грунтового массива

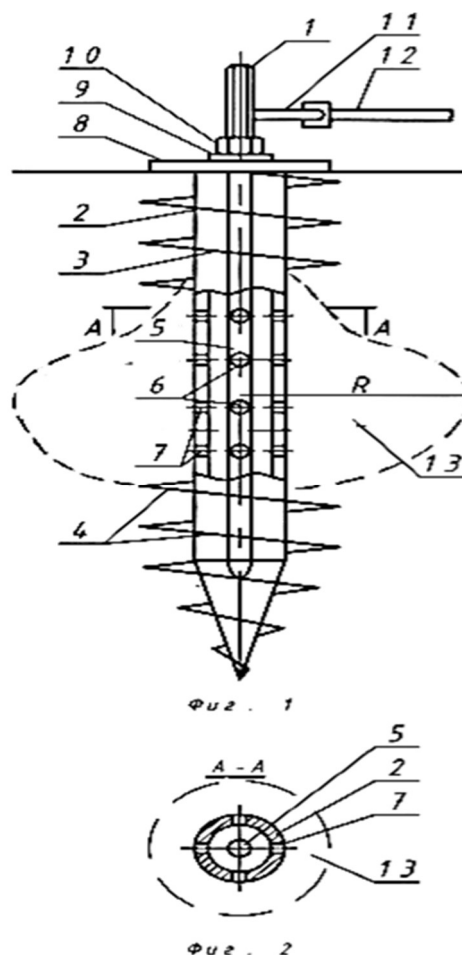


Рис. 1. Конструкция винтовой сваи  
Приняты следующие обозначения: 1 – хвостовик под патрон бурового вращателя; 2 – полая (цилиндрическая) центральная труба; 3 – верхний конусный шнек по трубе; 4 – нижний конусный шнек; 5 – внутренняя трубка; 6 – отверстия для выхода твердеющего раствора во внутренней трубке; 7 – отверстие во внешней трубе; 8 – пакер над шнеком; 9 – шайба; 10 – гайка прижимная; 11 – патрубок-штуцер для шланга насоса; 12 – нагнетательный шланг; 13 – массив грунта; R – радиус закрепления грунта

На основании проведенных исследований следует вывод, что возведение зданий и сооружений на площадках со сложными инженерно-геологическими условиями возможно проводить, уменьшив затраты на строительство фундаментов. Однако, при проектировании необходимо провести тщательное исследование физико-меха-

нических характеристик грунтов и гидрогеологических условий в период строительства и эксплуатации.



Рис. 2. Инженерно-геологический разрез

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черныш А.С., Калачук Т.Г., Ашихмин П.С. Исследование работы сваи-инъектора в армированном геомассиве // Известия ОрелГТУ. Серия: Строительство и транспорт. 2008. №4-20. С. 49–53.

2. Попов В.А. Несущая способность и осадки грунтовых оснований, армированных вертикальными элементами // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №11. С. 27–29.

3. Калачук Т.Г., Юрьев А.Г., Карякин В.Ф., Меркулов С.И. Повышение несущей способности опорных конструкций в дисперсных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №11. С. 73–75.

4. Сергеев С.В., Карякин В.Ф., Калачук Т.Г., Пири С.Д. Обоснование схемы армирования слабых оснований направленным гидроразрывом // Материалы международного симпозиума, ОАО «ВАОГЕМ», Белгород, 2015. С. 231–235.

5. Калачук Т.Г. Химическое закрепление лессовых грунтов силикатизацией // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 4-2. С. 143–147.

6. Осипов В.И., Филимонов С.Д. Уплотнение и армирование слабых грунтов методом «геокомпозит» // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2002. №5. С. 15–21.

7. Калачук Т.Г., Шин Е.Р. О видах деформации лессовых просадочных грунтов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №5. С. 11–15.

8. Ржаницин Б.А. Химическое упрочнение грунтов в строительстве. М.: Стройиздат, 1986, 179 с.

9. Черныш А.С., Карякин В.Ф., Ашихмин П.С. Исследование эффективности применения висячих свай в сложных инженерно-геологических условиях. // Сборник научных трудов конференции «Научные исследования, автоматика и динамика машин, инновационные и средозащитные технологии в техносфере»: Курск, 17-20 декабря 2007г. / Курский институт социального образования (филиал) РГСУ. Курск, 2007. С. 15–18.

10. Черныш А.С., Золотарев К.В. Влияние формы свай с развитой боковой поверхностью на несущую способность // Сборник материалов III Международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», Харьков, 15.04-15.05.2012 г. / Харьковская национальная академия городского хозяйства. Харьков, 2012. С. 98–102.

11. Черныш А.С., Золотарев К.В. О несущей способности свай с развитой боковой поверхностью // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №6. С. 91–95.

---

**Kalachuk T.G., Prazina E.A.**

**IMPROVING THE FOUNDATION'S MECHANICAL PERFORMANCE BY MEANS OF USING INJECTION PILES**

*In our country there has emerged a trend of searching up-to-date innovative building technologies, aimed at reducing costs for foundation engineering, reducing the foundations' subsidence and improving their load-bearing capacity. The article presents the findings of research of a screw injection pile.*

**Key words:** *ground, subsidence, deformation, injection pile, load-bearing capacity.*

---

**Калачук Татьяна Григорьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова

Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: tatyana.calachuk@yandex.ru

**Празина Екатерина Алексеевна**, студент.

Адрес: 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: eprazina@mail.ru