

УДК 69.059

РЕКОНСТРУКЦИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ



RECONSTRUCTION OF PILE FOUNDATIONS BY INTRODUCING ADDITIONAL DRILLING-INJECTION PILES

Макаренко Наталия Андреевна

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
maknatali97@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные случаи, в которых применяется свайные фундаменты. Выделены причины повреждения фундаментов. Приведены способы усиления свайных фундаментов. Описана технология усиления фундаментов с помощью внедрения буроинъекционных свай в грунт. Дан перечень формул для расчета фундаментов на сваях. Также дано определение свайных фундаментов и сказано о функциях, которые они выполняют. Указаны преимущества реконструкции фундаментов буроинъекционными сваями. Отмечены этапы проведения работ при данной технологии реконструкции. Сказано о том, в каких еще фундаментах помимо свайных возможно применение буроинъекционных свай.

Ключевые слова: свая, фундамент, реконструкция, деформации, буроинъекционные сваи, осадка, усадка, несущая способность, грунты.

Makarenko Natalia Andreevna

Student,
Kuban State University of Technology
maknatali97@mail.ru

Annotation. The article discusses the main cases in which pile foundations are used. The causes of damage to the foundations are highlighted. Methods of strengthening pile foundations are given. The technology of strengthening foundations with the help of the introduction of drill-injection piles into the ground is described. A list of formulas for calculating foundations on piles is given. The definition of pile foundations is also given and it is said about the functions that they perform. The advantages of reconstruction of foundations with boron-injection piles are indicated. The stages of work with this reconstruction technology are marked. It is said in which other foundations besides pile piles it is possible to use drill-injection piles.

Keywords: pile, foundation, reconstruction, deformations, drilling piles, sediment, shrinkage, bearing capacity, soils.

В гражданском и промышленном строительстве свайный фундамент – это опорная конструкция под здание, которая состоит из отдельно стоящих вертикальных опор, погруженных в грунт и объединённых между собой ростверком.

Свайный фундамент передает нагрузку от вышележащих конструкций на грунт основания, предотвращает образование трещин и появление неравномерной усадки.

Свайные фундаменты применяют в следующих случаях:

- в сейсмически опасных районах;
- при высоком уровне подземных вод, а также при устройстве фундаментов в воде;
- при неравномерных деформациях грунтов основания, которые возможны при разнородности грунта;
- при слабой несущей способности грунтов основания
- в сооружениях, которые передают на фундаменты большие нагрузки.

Как и любая конструкция, свайные фундаменты подвержены деформациям и разрушению. Поэтому необходимо изучить оптимальные способы их реконструкции.

В большинстве случаев реконструкция зданий необходима из-за потери несущей способности основных конструкций здания, которая возникает при дополнительных нагрузках, не предусмотренных проектом, либо вследствие изменений работы конструктивной схемы здания. В связи с этим возникают дополнительные нагрузки на фундамент, а это в свою очередь влечет за собой появление неравномерной осадки. Если вовремя не принять меры по предотвращению прогрессирующей осадки фундаментов, то на конструкциях здания будут возникать трещины, а в худшем случае здание разрушится. Такой исход событий недопустим и требует выполнения мероприятий по усилению оснований. Цель данных мероприятий – выровнять (минимизировать) неравномерность осадок до допустимых величин.

- Основные причины повреждения фундаментов:
- прокладка инженерных коммуникаций;
 - земляные работы вблизи здания;
 - снижение прочностных и деформационных свойств грунтов при проявлении процесса набухания и пучения грунтов;
 - увеличение нагрузок на основание;
 - вибрационные и динамические воздействия;

Кроме того, фундаменты могут деформироваться из-за нарушения технологии монтажа и вследствие допущения ошибок при расчетах на этапе проектирования.

Прежде чем приступить к реконструкции необходимо провести ряд исследований по изучению состояния грунтов, оснований и фундаментов, надфундаментных конструкций, характер и величины их осадок за период строительства и эксплуатации [1, с. 2–3].

На основании результатов исследований составляется технический отчет с результатами обследования и техническим заключением. Руководствуясь представленной документацией, принимается решение об эффективных способах проведения реконструкции фундамента [2, с. 92].

В настоящее время применяются следующие методики усиления различных несущих конструкций, в основном направленные на усиление фундаментов и оснований существующих зданий и сооружений:

- устройство обойм, которые укрепляют кладку фундамента и значительно снижают удельное давление несущих конструкций сооружений на грунты;
- подведение новых фундаментов и перекладка имеющихся;
- химическое укрепление грунтов;
- устройство дополнительных буроинъекционных свай [3, с. 83].

Рассмотрим более подробно усиление свайных фундаментов с помощью буроинъекционных свай.

Буроинъекционные сваи – это конструкции, которые монтируются под основание фундамента и принимают на себя нагрузку от деформированного участка.

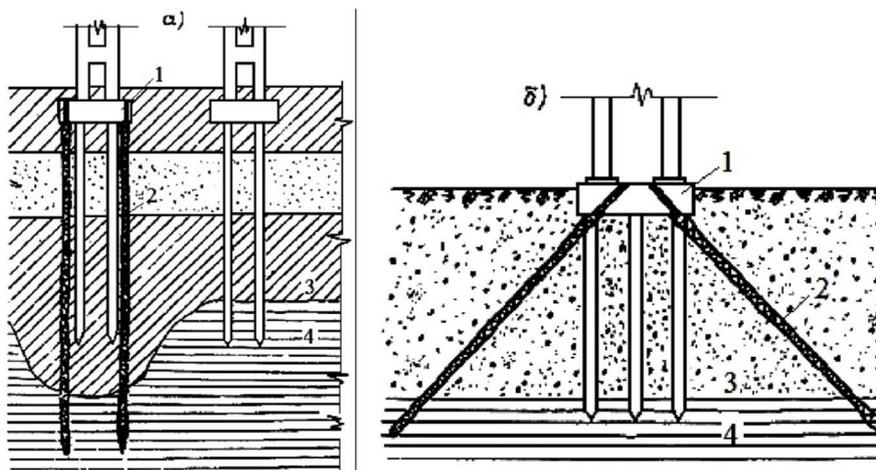


Рисунок 1 – Усиление свайного фундамента сооружений:

- а) при аварийной осадке б) при недопустимых горизонтальных перемещениях
 1 – существующий фундамент; 2 – буроинъекционные сваи; 3 – слабый грунт; 4 – плотный грунт

Эта технология предполагает пробуривание нескольких скважин диаметром от 50 до 80 мм по периметру свай. Затем в эти скважины подается цементный раствор с пластификаторами, ускоряющими твердение смеси. Таким образом, вокруг существующих свай образуется «рубашка», не допускающая дальнейшего разрушения.

Существует 2 метода реализации технологии:

1. Стандартный метод
2. Струйный метод

Подача бетона по стандартной технологии осуществляется при низком давлении 15–20 мПа.

Струйный метод предполагает подачу раствора при увеличенном давлении 350–450 мПа. В данном методе поток бетона расширяет стенки пробуренных скважин, вытесняет и уплотняет почву. Благодаря этому происходит дополнительное увеличение несущей способности сваи [4].

Приведем основные формулы для расчёта свайных фундаментов

Несущая способность сваи – максимально допустимая нагрузка, которую способна выдержать свая, не деформируясь.

Согласно СП 24.13330.2011 несущая способность висячей забивной сваи по грунту на действие вдавливающей нагрузки определяется как сумма расчетных сопротивлений основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + u \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i),$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;
 γ_{cr} , γ_{cf} – коэффициенты условий работы соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, принимаемые для забивных свай равными 1;
 A – площадь опирания нижнего конца сваи на грунт, принимаемая равной площади поперечного сечения сваи;
 u – наружный периметр поперечного сечения сваи; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;
 f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи;
 h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, которая должна быть не более 2,0 м.

Согласно СП 24.13330.2011 несущая способность забивной сваи-стойки по грунту на действие вдавливающей нагрузки определяется по формуле:

$$F_d = \gamma_{cr} \cdot R \cdot A,$$

Расчетное сопротивление основания под нижним концом сваи для всех видов забивных свай принимается равным $R = 20000$ кПа.

Согласно СП 63.13330.2012 несущая способность забивной сваи-стойки по материалу на действие вдавливающей нагрузки определяется по формуле:

$$F_{d,m} = \varphi \cdot R_b \cdot A,$$

где $\varphi = 0,6$ – коэффициент продольного изгиба;
 R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию.

Вернемся к реконструкции буроналивными сваями.

Использование этого метода усиления используется как в России, так и в зарубежных странах при реставрации исторических памятников архитектуры и жилых зданий.

Главными преимуществами буроналивных свай являются:

- возможность усиления фундамента в стесненных условиях работы
- одновременное усиление не только фундаментов, но и других конструкций, таких как стены, перекрытия, своды.
- использование на любых почвах без вреда соседним постройкам, применение при плотной застройке
- равномерное распределение нагрузок на грунтовые основания;
- качественная дополнительная гидроизоляция [7].

Этапы проведения работ

1. Подготовительный этап, которые включает в себя расчет будущей конструкции, изготовление проекта, подготовку рабочего места и разметку мест расположения свай;
2. Непосредственное бурение скважин по обозначенным отметкам под углом не менее 30° градусов от вертикали;
3. Тампонирующее цементного раствора под давлением;
4. Перерыв в работе на 3 дня;
5. Повторное разбуривание ниже фундаментной подошвы;
6. Введение арматуры в виде одиночных стержней, сварных арматурных каркасов, металлическими трубами или стальными профилями с фиксацией по центру скважины.

7. Подача пластичной мелкозернистой бетонной смеси под давлением по одному из выбранных методов реализации технологии (стандартный или струйный) с обеспечением защитного бетонного слоя вокруг арматуры минимум 2,5 см;

8. Заключительный этап представляет собой прессовку уже высохших конструкций [7].

Метод усиления буроинъекционными сваями применяется в тех случаях, когда в основании здания появляются трещины, если необходимо защитить поврежденное основание или усилить фундамент от сильных вибраций, или в ситуациях, когда возникает локальная просадка угла дома или секции [8].

Для устройства буринъекционных свай, или как их еще называют корневидных, нет необходимости выполнять большие земляные работы, пробивать вручную проемы и штрабы в старых фундаментах, зачищать боковую поверхность для сцепления нового бетона с материалом старого фундамента, расходовать стальной прокат. Буроинъекционные сваи особенно целесообразно применять для усиления старых фундаментов при реконструкции здания с увеличением нагрузок на фундамент, а также при опасности нарушения естественного основания глубокими выемками или подземными выработками возле здания. Были случаи, когда укреплялись фундаменты под старыми зданиями в то время, когда возле них строились новые объекты. Нагрузки от новых зданий могут спровоцировать появление деформаций в старых фундаментах, чтобы этого избежать существующие фундаменты усиливают. Еще одним плюсом использования буроинъекционных свай по сравнению с буронабивными и другими является то, что при их монтаже используются станки с малыми размерами и массой, которые не повреждают фундамент и грунт основания [9].

Метод реконструкции буроинъекционными сваями универсален и может применяться для любого типа фундаментов, различия в технологии незначительные, главное отличие в том, что в каждом типе фундамента применяется бетон определённого класса. Класс бетона подбирается исходя из следующих характеристик: тип и свойства грунта, глубина промерзания, уровень подземных вод, несущая способность основания.

Эта технология позволяет урегулировать погрешности, допущенные при расчете и конструировании свайного фундамента, так как появляется дополнительное укрепление основания. Во время реконструкции фундамента на строительной площадке необходимо устранить все работы, способные вызвать вибрации в грунте. В некоторых случаях для защиты от грунтовых сдвигов используют временный щит.

Помимо свайных фундаментов данный метод используется также в ленточных и плитных монолитных фундаментах. В ленточном фундаменте бурятся скважины канонической формы. Затем в эти скважины помещают армированную сваю, и заливают ее бетонным раствором. Для плитного фундамента подбираются сваи исходя из габаритов плиты, используется бетон высокого класса. Усиление этого типа фундамента буроинъекционными сваями осуществляется только в крайних случаях, когда остальные методы реконструкции становятся невозможными [10].

Подводя итоги можно сказать, что при реконструкции свайного фундамента применяется целый комплекс мер, направленный на его усиление и повышение несущей способности. Выбор того или иного способа реконструкции производится после тщательного исследования и расчета конструкций и зависит от причин возникновения дефектов фундамента. Буроинъекционные сваи – это инновационный способ реконструкции свайного фундамента, который подходит для реконструкции, как старых фундаментов, так и для усиления новых. Может применяться для любого типа грунта. Буроинъекционные сваи отлично выдерживают нагрузку от здания, построенного на сыпучих почвах, ведь подошва опирается на прочные слои грунта. Данная технология реконструкции точно предотвратит прогрессирующее деформирование и продлит срок службы зданий и сооружений на долгие годы.

Литература

1. Маршалка А.Ю. Основания и фундаменты реконструируемых зданий: конспект лекций. – 2015. – С. 2–3.

2. Сташишина А.Н., Абу Махади М.И. Выбор рационального способа реконструкции свайных фундаментов // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. – 2016. – № 2. – С. 92.
3. Сташишина А.Н., Абу Махади М.И. Некоторые аспекты реконструкции фундаментов // Вестник РУДН, серия Инженерные исследования. – 2016. – № 2. – С. 83.
4. Усиление свайного фундамента [Электронный ресурс]. – URL : <http://ustanovkasvai.ru/stati/74-usilenie-svajnogo-fundamenta> (дата обращения: 18.12.2021).
5. Белый Д.А., Леонова А.Н. Способы усиления фундаментов мелкого заложения // В сборнике статей Международной научно-практической конференции: Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры. ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». – 2017. – С. 13–16.
6. Поддубский А.В., Леонова А.Н. Современные технологии строительства фундаментов в сейсмоопасных районах // В сборнике: Актуальные вопросы городского строительства, архитектуры и дизайна в курортных регионах. Материалы Третьей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – 2016. – С. 108–110.
7. Усиление фундаментов буроинъекционными сваями [Электронный ресурс]. – URL : <https://sdelai-lestnicu.ru/fundament/ukreplenie-fundamenta-buroinekcionnymi-svaami-usilenie-inecirovaniem> (дата обращения: 18.12.2021).
8. Укрепление фундамента методом инъекцирования [Электронный ресурс]. – URL : <https://fundamentclub.ru/remont/ukreplenie-fundamenta-buroinekcionnymi-svayami.html> (дата обращения: 18.12.2021).
9. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов [и др.] / под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М. : Стройиздат, 1985. – 480 с.
10. Магарамов М.С. Метод укрепления фундамента при помощи буроинъекционных свай // Молодой ученый. – 2020. – № 1 (291). – С. 38–41.
11. Пузанков Ю.И., Хорошев А.А., Леонова А.Н. Динамические характеристики строительных материалов при сейсмических воздействиях // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 671–680.

References

1. Marshalka A.Yu. Foundations and foundations of reconstructed buildings: lecture notes. – 2015. – P. 2–3.
2. Stasishina A.N., Abu Mahadi M.I. The choice of a rational method of reconstruction of pile foundations // Bulletin of the RUDN, Engineering Research series. – 2016. – № 2. – P. 92.
3. Stasishina A.N., Abu Mahadi M.I. Some aspects of reconstruction of foundations // Bulletin of the RUDN, Engineering Research series. – 2016. – № 2. – P. 83.
4. Strengthening of the pile foundation [Electronic resource]. – URL : <http://ustanovkasvai.ru/stati/74-usilenie-svajnogo-fundamenta> (accessed: 12/18/2021).
5. Bely D.A., Leonova A.N. Ways to strengthen the foundations of shallow laying // In the collection of articles of the International Scientific and Practical Conference: Environmental, engineering, economic, legal and managerial aspects of the development of construction and transport infrastructure. FGBOU VO «KubSTU»; International Center for Innovative Research «OMEGA SCIENCE». – 2017. – P. 13–16.
6. Poddubsky A.V., Leonova A.N. Modern technologies of foundation construction in earthquake-prone areas // In the collection: Topical issues of urban construction, architecture and design in resort regions. Materials of the Third All-Russian Scientific and Practical Conference of Young scientists. – 2016. – P. 108–110.
7. Strengthening of foundations with boron-injection piles [Electronic resource]. – URL : <https://sdelai-lestnicu.ru/fundament/ukreplenie-fundamenta-buroinekcionnymi-svaami-usilenie-inecirovaniem> (accessed: 12/18/2021).
8. Strengthening the foundation by injection [Electronic resource]. – URL : <https://fundamentclub.ru/remont/ukreplenie-fundamenta-buroinekcionnymi-svayami.html> (date of address: 12/18/2021).
9. Foundations, foundations and underground structures / M.I. Gorbunov-Posadov [et al.] / under the general editorship of E.A. Sorochan and Yu.G. Trofimenkov. – M. : Stroyizdat, 1985. – 480 p.
10. Magaramov M.S. The method of strengthening the foundation with the help of drill-injection piles // A young scientist. – 2020. – № 1 (291). – P. 38–41.
11. Puzankov Yu.I., Khoroshev A.A., Leonova A.N. Dynamic characteristics of building materials under seismic impacts // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2020. – № 8. – P. 671–680.