

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА РЕКОНСТРУКЦИИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

А.Н. Стасишина, М.И. Абу Махади

Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, д. 3, Москва, Россия, 115419

Выбор рационального, эффективного способа усиления свайных фундаментов и оснований является основополагающим при реконструкции зданий в средней полосе России. В данном регионе применение свайного фундамента является целесообразным ввиду геологических особенностей строения грунта, а также наличия территорий с водонасыщенными слабыми грунтами. Наиболее оптимальными решениями усиления фундаментов и оснований являются те, благодаря которым максимально задействуются существующие конструкции фундаментов и возможности несущей способности оснований. К данным решениям относятся: реконструкция свай, усиление ростверка фундамента и закрепление грунтового основания. Усиление свай осуществляется способом усиления свайных столбов либо с помощью установки дополнительных буронабивных свай. Для усиления основания прибегают к методу погружения дополнительных забивных или устройства буронабивных свай вплотную к существующим сваям. Основным методом закрепления грунтового основания является способ инъекции различных растворов в грунт. Выбор необходимого способа усиления фундамента либо основания зависит от грунта и его характеристик, а так же от нагрузок, передающихся от вышерасположенных конструкций и динамических воздействий.

Ключевые слова: свайный фундамент, деформации свай, усиление свайных столбов, буронабивная свая, буронабивная свая, усиление ростверка фундамента, торкретирование, закрепление грунтового основания, обжиг грунта

Реконструкция зданий, как правило, производится из-за потери несущей способности основных конструкций здания, вызванных либо дополнительными нагрузками, не предусмотренными при проектировании, либо изменениями работы конструктивной схемы здания. В этих случаях возникают дополнительные нагрузки на фундамент и, как следствие, неравномерная осадка. Данный процесс может повлечь за собой не только нарушение эстетического облика здания, но и являться основополагающим фактором разрушения несущих конструкций, что может привести к частичному или полному разрушению всего здания.

Особенностью строительства домов в средней полосе России является широкое распространение свайных фундаментов. Принимая во внимание, что в данном регионе чаще всего присутствуют слабые водонасыщенные грунты, в частности насыщенные водой сильносжимаемые грунты, которые при обычных скоростях приложения нагрузок на основание теряют свою прочность, вследствие чего уменьшается их сопротивление сдвигу и возрастает сжимаемость, свайные фундаменты являются оптимальным решением, когда требуется передать нагрузку от здания на более плотные породы, залегающие на некоторой (иногда значи-

тельной) глубине. В современном строительстве свайные фундаменты широко востребованы, так как характеризуются повышенной несущей способностью и экономичностью из-за малого объема земляных работ.

Однако в процессе эксплуатации жилых домов и прочих сооружений в фундаменте могут происходить различные деформации. Это можно определить по возникновению трещин на цоколе, фасаде, стенах здания. В случае проявления данных признаков возникает необходимость реконструкции фундамента.

Под реконструкцией фундаментов понимаются работы, проводимые в связи с изменением расчетной схемы здания, ввиду изменения геометрических размеров сооружения, возрастанием нагрузок на несущие элементы, устройством дополнительных подземных или надземных помещений, а также усилением несущей способности фундамента, нарушенной вследствие изменения характеристик грунта основания. Цель реконструкции — выровнять неравномерность осадок до допустимых пределов и предотвратить возможность возникновения дополнительных усилий в надземных конструкциях здания.

К основным причинам повреждения фундамента относятся:

- снижение прочностных и деформационных свойств грунтов при проявлении процесса набухания и пучения грунтов;
- земляные работы вблизи здания;
- прокладка коммуникаций;
- увеличение нагрузок на основание;
- вибрационные и динамические воздействия.

При реконструкции фундаментов перед обследователями и проектировщиками неизбежно встают вопросы о физико-механических свойствах грунтов основания, об их расчетных характеристиках, о размере дополнительных (неравномерных) осадок, о степени устойчивости существующих фундаментов. Чтобы ответить на данные вопросы, необходимо определить свойства грунтов, расположенных под подошвой фундамента. Для этого необходимо выполнить исследовательские шурфы рядом с отдельными фундаментами, которые позволят оценить не только состояние конструкции фундаментов, но и уточнить физико-механические свойства грунтов.

Проведение изыскательских работ и получение физико-механических характеристик грунтов основания является главнейшим фактором при планируемой реконструкции фундаментов и оснований. Свойства грунта, определенные непосредственно на месте залегания существующих фундаментов, позволяют обоснованно решать проектные вопросы, связанные с дополнительным нагружением основания.

По результатам обследования составляется технический отчет с результатами обследования и техническим заключением. Основываясь на предоставленной документации, принимают решения об эффективных способах проведения реконструкции фундамента.

Наиболее оптимальными решениями усиления фундаментов и оснований являются те, благодаря которым максимально задействуются существующие конструкции фундаментов и возможности несущей способности оснований.

Среди факторов, влияющих на то, каким образом будет проведено восстановление фундамента, отмечаются конструктивные особенности дома, состояние грунта и оснащенность организации, осуществляющей работы. На сегодня существует множество технологий, подробно обосновывающих, как восстановить фундамент. Это зависит от состояния здания на текущий момент, степени риска, связанной с возможным разрушением основания, стен дома.

Основополагающими при выборе технологии усиления являются конструктивные особенности здания, состояние грунта в основании и оснащенность организаций, осуществляющих работы. Современное оборудование позволяет выполнять работы по усилению оснований и фундаментов технологично, быстро, надежно, с минимальным использованием ручных операций.

Современные методы расчета позволяют смоделировать на основе геотехнической информации конкурентоспособные варианты технологии усиления оснований и фундаментов. Без должного расчетного обоснования нельзя отказываться от традиционных технологий. В комплексе с новыми, современными, они часто дают положительный эффект.

Наличие деформаций в сваях рассматриваемого нами типа фундамента влечет за собой их обязательное устранение. Среди способов устранения подобных деформаций возможно рассмотреть следующие.

Способ усиления свайных столбов. Если здание имеет высокий ростверк, наиболее доступным является способ усиления свайных столбов. Свая усиливается железобетонными обоймами, с помощью стенки толщиной не менее 100 мм, замкнутой по периметру свайного столба конструкции, которые за счет своего обжатия, предотвращают распространение трещин и существующих деформаций. Обойма увеличивает площадь свайной опоры, что приводит к увеличению несущей способности сваи. Обоймы устанавливаются по всей видимой длине, осуществляется заглубление сваи не менее, чем на 1 м.

Способ усиления с дополнительной установкой буроинъекционных свай. Данный метод способствует созданию вокруг сваи «рубашки», препятствующей дальнейшему разрушению. Такой способ осуществляется посредством бурения нескольких скважин вокруг деформированной сваи, в последствие заполняемых цементным раствором с пластификаторами, сокращающими время отвердевания смеси. Размеры скважин от 50 до 80 мм и устанавливаются не менее одной, возле каждой грани сваи. Стандартный метод представляет собой подачу бетона при давлении 15—20 мПа. Струйная технология позволяет уплотнить почву вокруг сваи и увеличить ее несущую способность, благодаря высокому давлению подачи бетона 350—450 мПа, поток бетона расширяет стенки пробуренного шурфа, вытесняя почву.

Способ усиления сваи с помощью погружения забивной или устройства буронабивной сваи вплотную к свайному стволу. Данный метод позволяет увеличить несущую способность основания и является целесообразным при надстройке дополнительных этажей. Дополнительные сваи не устраняют существующих дефектов в сваях, они служат дополнительными опорами для равномерного распределения нагрузки от здания, воспринимая некоторую ее часть на себя.

В случае реконструкции здания на винтовых сваях, здание поднимается посредством гидравлических домкратов над свайным полем, а опоры устанавливаются по контуру стен. При реконструкции здания с железобетонными сваями, новые опоры монтируются на расстоянии 1,5—2 м от существующих стен дома и соединяются со старым свайным полем с помощью выносных балок.

Помимо рассмотренных способов устранения деформаций свай, часто возникает необходимость усиления ростверка фундамента. Здесь также возможно рассмотреть несколько способов.

Способ торкретирования позволяет устранить коррозию наружного слоя способом послойного нанесения цементного раствора под давлением в 0,5—0,7 мПа. Предварительно поверхность необходимо очистить вручную с помощью стальных щеток или обдува поверхности из пескоструйного компрессора и закрепить арматурную сетку ячейкой 5—10 см, диаметр проволоки 3—5 мм для увеличения адгезии (схватывания) наносимой смеси со стенками ростверка. Общая толщина наносимого бетона должна составлять 2—4 см и выполняться в 2—3 слоя. Между торкретированием слоев необходимо делать перерывы для отвердевания нанесенной смеси.

Если повреждения ростверка значительны, то раствор нагнетают в заранее пробуренные продольные и накладные шпурсы, которые должны охватывать всю поврежденную область ростверка. Шпурсы на поверхности ростверка высверливаются в шахматном порядке перфоратором. Диаметр отверстий от 2 до 4 мм, а расстояние между ними от 80 до 150 см. Глубина отверстий составляет 40% от общей толщины ростверка (при высверливании с двух сторон и 75% (при высверливании с лицевой стороны). Все отверстия выполняются между поясами арматурного каркаса. В образовавшиеся отверстия нагнетается бетонная смесь под давлением 0,7—1,2 мПа, предварительно полости промываются водой, подающиеся через трубки под давлением 0,3—0,2 мПа.

При существенном разрушении свайного фундамента выполняются **работы по усилению фундамента в целом**.

В данном случае необходимо закрепить грунт вокруг свай, потерявший свои несущие способности. Грунтовое основание требует усиления, если его деформации привели к недопустимым неравномерным осадкам фундаментов и эти деформации не стабилизировались. Усиление грунтового основания производится путем его закрепления. Существует также ряд методов закрепления грунтового основания.

Основным методом закрепления грунтового основания является **инъекции в грунты** различных растворов. Укрепление фундамента производят с помощью нагнетания определенного раствора в грунт посредством инъекторов. Инъекторы представляют собой стальные трубы диаметром 27—150 мм с перфорированной нижней частью. Такие трубы забиваются в грунт на глубину 6—8 м с помощью пневмомолотов. Извлечение инъекторов производят копровыми установками либо домкратами.

По составу смеси для укрепления грунтов делятся на инъекции на основе цементных вяжущих; инъекции на основе силиката натрия (жидкого стекла) и

отвердителей в виде слабых растворов кислот или щелочей; инъекции растворов полимерных смол и отвердителей в виде слабых растворов кислот.

Выбор состава смеси зависит от типа укрепляемого грунта. Силикатизация для крупных песчаных и лессовидных грунтов, смолизация — для мелких песков, цементация — для гравелистых и глинистых грунтов. При силикации используется раствор силиката натрия, благодаря которому при взаимодействии с солями кальция в лессовидных грунтах, образуется кремниевый гель, который отвердевает и превращает песок в твердую породу. При смолизации достигается аналогичный эффект за счет раствора из карбамидной смолы. При цементации процесс нагнетания производится при помощи цементных растворонасосов, а для приготовления цементных растворов используются растворосмесители. Данный метод превосходно себя зарекомендовал при уплотнении средних и крупных песков.

Также к способам укрепления грунта относится *метод обжига*, при котором увеличивается плотность и несущая способность основания. Технология данного метода заключается в использовании топливной смеси, которая, при сгорании в заранее пробуренных скважинах, способствует поддержанию высокого давления за счет нагнетания сжатого воздуха. Под воздействием воздуха внутрь грунта проникают раскаленные газы, что приводит к образованию пласта обожженной, высокотвердой породы.

Таким образом, при реконструкции свайного фундамента применяется целый комплекс мер, направленный на его усиление и повышение несущей способности. Выбор конкретной технологии усиления производится после глубоко исследования конструкций, и в зависимости от того, что послужило причиной возникновения дефектов фундамента, осуществляется выбор конкретного и рационального способа его усиления. Одним из важных критериев выбора рациональной технологии усиления фундаментов является соотношение прочности и экономичности, что способствует не только восстановлению несущей способности фундамента, но и возможности экономии материалов и снижения трудозатрат.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Алексеев С.И.* Осадки фундаментов при реконструкции зданий: учеб. пособие. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2009. 82 с.
- [2] *Бурлаков Е.* Усиление и реконструкция оснований и фундаментов. URL: <http://allaboutadvertising.ru/usilenie-i-rekonstrukciya-osnovanij-i-fundamentov/>
- [3] *Гроздов В.Т.* Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. СПб., 2005. 114 с.
- [4] *Пьянков С.А.* Свайные фундаменты: учеб. пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2007.
- [5] Усиление свайного фундамента. URL: <http://ustanovkasvai.ru/stati/74-usilenie-svajnogo-fundamenta>

SOME RATIONAL METHOD OF OF RECONSTRUCTION OF FOUNDATIONS

A.N. Stasishina, Abumahadi Mohamed

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

The choice of a rational, efficient method of strengthening pile foundations and bases is fundamental in the reconstruction of buildings in Central Russia. In this region the use of pile foundation is efficient due to the geological characteristics of the structure of the soil, and the presence of areas with weak water-saturated soils. The most optimal solutions of strengthening of bases and foundations are the ones that are the most using existing foundations and possibility of load-carrying ability of foundations. These solutions include the reconstruction of piles, reinforcement of foundation frame and consolidation of the earth foundation. Data solutions include: reconstruction of piles, pile cap foundation strengthening and consolidation of the subgrade. Strengthening piles follow the method given by enhance the pillars either by installing additional CFA piles. In order to strengthen the base are resorted to the method of immersing devices or other precast bored piles adjacent to existing piles. The basic method of fixing the subgrade is a method of injection of various solutions into the ground. Selecting the way to strengthen the foundation or base depends on the soil and its characteristics, as well as the loads transmitted from the upstream structures and dynamic effects.

Key words: piles foundation piles deformation, strengthening of pile pier, augercast pile, pressure pile, reinforcement of foundation frame. shooting, consolidation of the earth foundation, burning of soil

REFERENCES

- [1] Alekseev S.I. Osadki fundamentov pri rekonstrukcii zdaniy: uchebnoe posobie [Precipitation foundations for reconstruction: a tutorial]. SPb.: Peterburgskij gosudarstvennyj universitet putej soobshcheniya, 2009. 82 s.
- [2] Burlakov E. Usilenie i rekonstrukciya osnovanij i fundamentov [Strengthening and reconstruction of the foundations]. URL: <http://allaboutadvertising.ru/usilenie-i-rekonstrukciya-osnovanij-i-fundamentov/>
- [3] Grozdov V.T. Usilenie stroitel'nyh konstrukcij pri restavracii zdaniy i sooruzhenij [Strengthening of building structures in the restoration of buildings and sooruzhenij]. SPb., 2005. 114 s.
- [4] P'yankov S.A. Svajnye fundamenty: uchebnoe posobie [Pile foundations: the manual]. Ul'yankovsk: UIGTU, 2007.
- [5] Usilenie svajnogo fundamenta [Strengthening of pile foundation]. URL: <http://ustanovkasvai.ru/stati/74-usilenie-svajnogo-fundamenta>