



Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Устранение просадки фундаментов с помощью технологии SLAB LIFTING

В.С. Далинчук ¹, М.С. Ильмендеров ², В.В. Яркин ³

¹⁻³Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 691	Подана в редакцию 29 апреля 2015	Устранение просадки фундамента; SLAB LIFTING; крен здания; ремонт просевшего фундамента; инъектирование геополимером;

АННОТАЦИЯ

Фундамент – строительная несущая конструкция, которая воспринимает все нагрузки от сооружения, поэтому от него зависит долговечность конструкции. Однако в процессе эксплуатации зданий возможны деформации фундамента, которые могут являться следствием ошибок, допущенных на этапе проектирования. По этим причинам фундамент сооружения может просесть. В этом случае приходится искать решение по устранению крена здания. Существует множество методов ремонта просевшего фундамента, но все они довольно энергоемки и требуют значительных затрат. Также устаревшие методы ремонта невозможны в нынешних условиях плотной городской застройки. Именно поэтому становится актуальным вопрос о более современном подходе к ремонту просевшего фундамента. Этому вопросу посвящена данная статья. В статье подробно описываются причины просадки фундамента и последствия этой проблемы. Также в статье рассмотрены классические методы ремонта просевшего фундамента и новый современный метод SLABLIFTING. Последний метод основан на глубинном инъектировании геополимером и является наиболее современным решением в вопросе ремонта просевшего фундамента. Для выявления преимущества современного метода над классическими был произведен расчет ремонта модели, получившей крен. По результатам этого расчета были выявлены преимущества метода, в основе которого лежит инъектирование геополимером.

Содержание

1.	Введение	15
2.	Обзор литературы	15
3.	Постановка цели и задач	15
4.	Причины просадки фундамента	15
5.	Метод SLAB LIFTING	16
6.	Аналогичные методы ремонта деформированного фундамента	17
7.	Расчет исправления крена здания двумя методами	18
8.	Сравнение двух методов	20
9.	Заключение	20

¹ Контактный автор:
+7(911) 102 2991, dalinchuk_violet@mail.ru (Далинчук Виолетта Сергеевна, студент)
² +7(931) 363 9821, maxim.ilmenderov@yandex.ru (Ильмендеров Максим Сергеевич, студент)
³ +7(931) 005 3797, yarkinvv@mail.ru (Яркин Виктор Владимирович, канд. техн. наук, доц., профессор)

1. Введение

Одной из основных проблем, которые возникают после устройства здания, является его просадка. Фундамент, как основа любого сооружения, очень часто подвергается деформации за счет разрушительного влияния различных механических и биологических факторов. Часто случается так, что проседать начинает не только фундамент новых зданий, но и, казалось бы, уже устоявшиеся. Это явление довольно опасное и может привести к катастрофическим последствиям. Существует несколько классических методов устранения данного дефекта, но все они требуют больших материальных и трудовых затрат. Более того, традиционные способы поднятия фундаментов отнимают много времени. К тому же, чтобы поднять дом одним из классических методов, нужно выселить его жильцов, провести серьезные подготовительные работы, разобрать часть фундамента и собрать его заново. Несовременная технология на основе инъекций дает возможность избежать всех этих неудобств и сэкономить немало времени и средств.

В данной статье рассматриваются причины деформации фундамента, а также показаны преимущества нового инновационного метода для ремонта, просевшего сооружения, основанного на введении инъекций под фундаментную плиту.

2. Обзор литературы

В статьях авторов: Сарана, Шейнина [5] и Нежданова [10], описан расчет и управление креном и осадкой зданий. Влияние свойств грунтов на фундамент здания рассмотрено в публикациях [3,7,13]. О методиках ремонта просевшего фундамента говорится в статьях [2,9,24] и в патенте на методику [11]. Виды деформаций фундаментов описаны в работе [28]. О современном способе исправления кренов зданий говорится в патенте на изобретение [34].

3. Постановка цели и задач

Целью данной статьи является определение преимуществ нового метода ремонта просевшего фундамента, с помощью новой технологии SLAB LIFTING.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи:

1. Изучить причины просадки фундамента и выявить последствия, которые она влечет для сооружения.
2. Описать новый метод на основе глубинного инъектирования, а также проанализировать российский рынок на наличие данной технологии.
3. Рассмотреть классические методы ремонта просевшего фундамента.
4. Произвести расчеты ремонта просевшего фундамента способом выбуриванием грунта с менее просевшей стороны и методом SLAB LIFTING. Выполнить технико-экономическое сравнение двух методов.

4. Причины просадки фундамента

Фундамент – строительная несущая конструкция, часть здания, сооружения, которая воспринимает все нагрузки от вышележащих конструкций и распределяет их по основанию. Как видно из вышеизложенного определения, фундамент – это самая важная часть конструкции, поэтому нужно уделять ему особое внимание не только при проектировании, но и при непосредственной эксплуатации. Одной из главных угроз сооружению, после его возведения является проседание фундамента. Причин такого явления может быть несколько, ниже приведены основные из них [7]:

1. Неверно выполненные работы по возведению фундамента. Например, некачественно выполненная гидроизоляция фундамента, что приводит к замачиванию грунтов под зданием.
2. Низкое качество инженерно-геологических изысканий. Например, не была обнаружена прослойка слабых грунтов, механические характеристики которых недостаточны для восприятия нагрузки от конструкций здания.
3. Вымывание грунта из-под фундамента. Это связано с появлением на участке грунтовых вод, изменивших свое русло из-за новых строений, возникших на ее пути. Такие ситуации нередко возникают при застройке больших участков, когда инженерно-геологические изыскания выполняются не по всей

территории, а по каждому индивидуальному участку в отдельности. В этом случае существует риск изменить направление движения грунтовых вод в непредсказуемом направлении.

4. Изменение физико-механических свойств грунта, вследствие чего уменьшается его несущая способность. Такое явление связано со строительными работами, которые ведутся рядом со строением.

Существует два характера проседания фундамента. Оно может быть временным – когда фундамент займет новый уровень и остановит свое движение. При таком перемещении разрушения будут конечны, либо могут и вовсе не произойти. И может быть постоянным – когда фундамент продолжает утонать и необходимо принимать меры по остановке данного процесса. Постоянное смещение фундамента влечет за собой только увеличение деформаций.

Первым признаком просадки является появление трещин на отмостке и фасадной цокольной части здания. Если не начать принимать меры после обнаружения первичных признаков просадки фундамента, то дальнейшее прогрессирование данного дефекта приведет к трещинам в стенах, а потом и к полному разрушению надземной части здания.

5. Метод SLAB LIFTING

Процесс ремонта просевшего фундамента начинается с зондирования грунта под фундаментом (рис.1) [35]. Данная операция необходима для определения его состояния [34]. Затем в полу здания пробуриваются несколько отверстий, в которые вводят инъекционные пакеры. Число отверстий, которые должны быть произведены, их размеры и расстояние между ними рассчитывают в соответствии с усилием, которое нужно преодолеть для поднятия конструкции, т.е. соответственно с весом конструкции и распределением указанного веса на грунте, который должен быть обработан. Отверстия могут проходить вертикально или могут быть наклонены по отношению к вертикали в соответствии с требованиями. Через них в грунт под давлением 2 атм. подается специальный материал, который заполняет пустоты в основании. Подъем плиты, производимый при расширении материала, возникает в результате химической реакции его компонентов, а не в результате давления, за счет которого происходит закачка, данное давление необходимо лишь для введения вещества. Попадая в грунт, материал расширяется и быстро затвердевает – 90% прочности достигаются в течение получаса. Несущая способность при этом значительно увеличивается (до 10,6 МПа). Когда достигается необходимая плотность грунта, создается вертикально действующее давление, благодаря которому можно поднять фундамент здания на высоту до 20 см.



Рисунок 1. Применение технологии SLAB LIFTING [35]

Метод инъекций был разработан в 1980 году. Однако он стал известен миру лишь в 1996, когда были изобретены специальные инъекционные материалы, которые способны расширяться и мгновенно затвердевать, попадая в грунт. В Северной Америке основным производителем таких смесей является компания PolyLEVEL™ [36]. В основе инъекционной смеси данной компании лежит пенополиуретан. Благодаря широкой сети дилеров, продукция вышеуказанной компании довольно широко распространена на рынке США и Канады. В Европе крупнейшим производителем смесей для глубинных инъекций является компания URETEK [35], которая базируется в Тампере, Финляндия. Данную компанию можно назвать родоначальником метода глубинных инъекций, так как именно она первой начала производить специализированные смеси и производить ремонт фундаментов по новому методу. В состав инъектирующей смеси компании входят специальные геополлимерные материалы.

В 2013 году URETEK начала продвигать свою продукцию на восток: компании «Юритек Граунд Инжиниринг» [38] и «Геополлимерные технологии» [37] стали официальными лицензиатами технологий URETEK в Российской Федерации. Стоит отметить, что это единственные представители, которые могут произвести ремонт фундамента с помощью метода глубинного инъектирования в России. Дилерские центры располагаются в Москве и Ростове-на-Дону.

6. Аналогичные методы ремонта деформированного фундамента

6.1. Увеличение прочности и жесткости фундаментов. Устройство обоймы из железобетона

Сущность метода, усиление фундамента, заключается в создании перенапряженной обоймы, которая частично разгружает основу. Сначала участок вокруг старого фундамента разбивают на отдельные захваты. На каждом из них основу дома раскапывают с обеих сторон и вынимают грунт из-под подошвы. Под ней устанавливают армированную бетонную перемычку, к которой приваривают вертикальные арматурные стержни. Их верхние концы временно прикрепляются к монтажным балкам, расположенным на поверхности. Далее заполняют свободное пространство бетоном, создавая приливы. Когда они затвердеют, устанавливают консоли, а на стержни навинчивают гайки, производя тем самым перенапряжение. Когда временные балки убираются, то создается перенапряженная железобетонная обойма, передающая часть нагрузки на приливы. Этот способ является запатентованным методом, обеспечивающим усиление старого фундамента. Его основное достоинство – повышение жесткости основы, долговечности, увеличение несущей способности. Обойма из железобетона способна защитить фундамент от воздействия грунтовых вод. Подобный «саркофаг» обжимает каменную основу, в результате чего вместе работают и фундамент, и обойма. Реконструированный фундамент получает более широкую подошву, глубина его залегания увеличивается, грунт уплотняется. Все это значительно повышает несущую способность основы здания.

6.2. Снижение нагрузки на основание. Метод укрепления фундамента при помощи буринъекционных свай.

В основе данного метода лежит следующая технология: в старый фундамент с двух сторон под наклоном пробивают специальные скважины [2]. Диаметр скважин обычно составляет 15-20 см. Далее в готовые отверстия заливается бетон или цементный раствор. Затем в скважины опускается каркас из арматуры. После того, как вся эта конструкция застынет, здание окажется стоящим на своеобразных железобетонных сваях. Данный метод считается одним из самых надежных, но его стоимость превышает все его достоинства.

6.3. Улучшение свойств грунта. Методы химического закрепления.

Мировая практика предусматривает использование химических реагентов для закрепления грунта под зданием, сооружением. Технология была разработана еще в 60-ые годы. Данный метод используется при ошибках проектирования, когда для фундамента требуется усиление, т.к. он обустроен на меньшую глубину по сравнению с точкой промерзания грунта.

Закрепление грунтов — это искусственное преобразование строительных свойств грунтов, используемых в строительстве, различными физико-химическими способами в условиях их естественного залегания. Искусственное преобразование грунтов предполагает увеличение их прочности, устойчивости, уменьшение водопроницаемости, сжимаемости, а также ослабление чувствительности природной прочности грунтов к изменению внешней среды, особенно влажности. Закрепление осуществляется нагнетанием в грунт под давлением через скважины-инъекторы маловязких химических растворов, а также воздействием на грунт электрического тока, нагреванием и охлаждением. Химические растворы с течением времени затвердевают, превращая водонепроницаемый грунт в камень. Однако закачивание химических веществ в почву чревато изменением экологической ситуации в худшую сторону. Поэтому в последние годы большинство специалистов отказывается от подобного метода усиления грунта. Исключение составляют силикаты, не создающие опасности для окружающей среды.

6.4. Исправление деформаций основания, кренов. Поддомкрачивание, либо выбуривание грунта с менее осевшей стороны.

Первый метод основан на поднятии более осевшей части здания домкратными системами. Второй - базируется на опускании менее осевшей части здания за счет неравномерно задаваемых деформаций сжатия ослабленного слоя основания горизонтальными скважинами непосредственно под фундаментами. Оба метода имеют свои области рационального применения [12]. Например, для выравнивания зданий на свайных фундаментах применим метод поддомкрачивания, тогда как для устранения кренов зданий, возведенных на естественных или искусственных основаниях, более рациональным является метод горизонтального выбуривания грунтов. Обычно для выравнивания здания отрывают котлован с менее осевшей стороны глубиной до 1 м ниже подошвы фундамента и на дно устанавливают рельсовые настилы, по которым перемещают станки горизонтального бурения грунтов. По окончании бурения скважин приступают к регулированию осадок путем поэтапного увлажнения грунта через скважины. Под действием

веса здания происходит разрушение грунта в щелях между скважинами и в их сводах. Сечения скважин меняется от круглых до эллипсообразных и в конечном итоге закрываются полностью. Увлажненный грунт нарушенной структуры в результате давления под фундаментами уплотняется, что приводит к стабилизации осадок здания. В результате задаваемых неравномерных осадок фундаментов осуществляется выравнивание здания.

7. Расчет исправления крена здания двумя методами

Рассмотрим применение двух конкурентоспособных методов исправления крена на примере трехэтажного здания на фундаменте в виде сплошной плиты толщиной 0,6 м и размерами в плане 14х14 м [42]. Предположим, что в результате неравномерных деформаций основания здание получило крен $i = 0.015$ [43], что существенно превышает предельно допустимое значение для данного типа здания $i_u = 0.002$. Восстановление эксплуатационной пригодности здания можно выполнить путем ослабления основания горизонтальными скважинами с менее осевшей стороны, либо при помощи технологии SLAB LIFTING.

Для расчета выберем абстрактное здание со следующими характеристиками:

- Тип фундамента - плитный
- Глубина заложения - 3 м
- Размеры плиты фундамента - 14х14 м
- Толщина плиты фундамента - 0,6 м
- Этажность - 3
- Средняя загруженность этажа - 2 т/м²

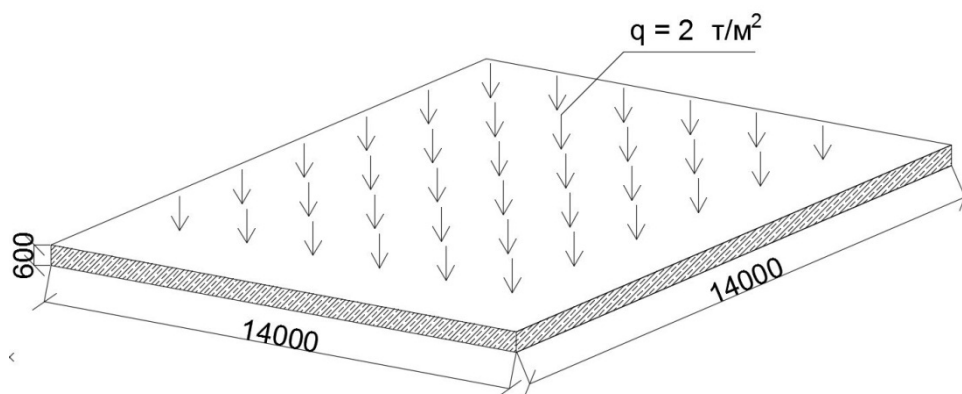


Рисунок 2, [42]. Модель расчета

Данное здание получило крен $i = 0.015$, следовательно, разница осадок краев плиты - 210 мм.

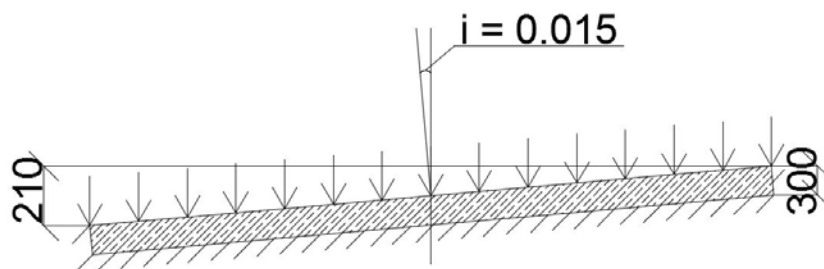


Рисунок 3, [43]. Деформация выбранной модели

Необходимо решить задачу по выравниванию крена здания до допустимого значения двумя методами: выбуривание грунта с менее просевшей стороны и глубинного инъецирования.

7.1. Решение данной задачи методом выбуривания грунта с менее просевшей стороны.

Наиболее популярный способ устранения крена зданий и сооружений происходит следующим образом: происходит бурение в грунтовой основе под подошвой фундамента горизонтальных скважин со стороны фасада, который меньше просел. Скважины бурят в один или несколько параллельных рядов

потом заполняют их водой. Замачивания скважин происходит горячей водой с температурой больше 60°C, так как такая температура в значительной степени увеличивает осадку зданий по сравнению с замачиванием холодной водой за счет увеличения пластических деформаций фунтов из-за более интенсивного разрушения естественных связей между частицами почвы и их агрегатами. Кроме этого, замачивания горячей водой, способствует снижению объема буровых работ и тем самым сокращению срока выравнивания, потому что способствует уменьшению количества рядов скважин.

Исправления крена здания будем добиваться изменением шага бурения по длине фундамента [44].

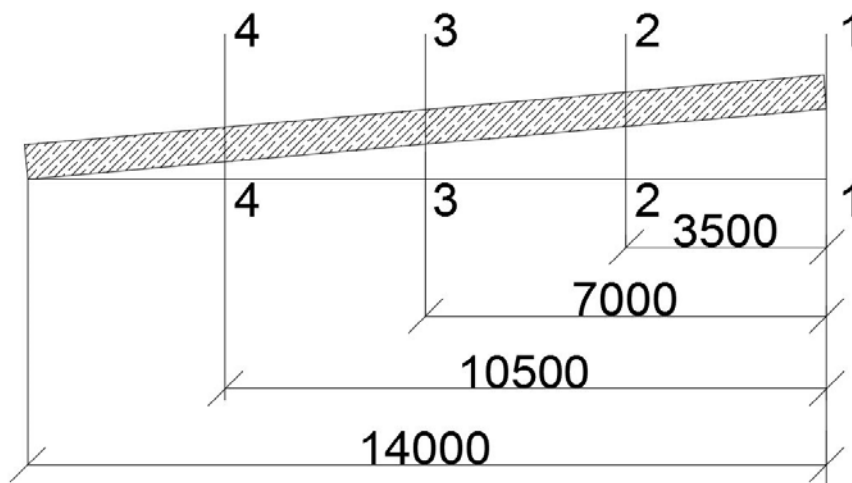


Рисунок 4, [44]. Сечения для расчета по длине фундамента

Величина просадки в сечении 1-1:

$$S_{\text{теор.}} = i * b = 0.015 * 14 = 0,21 \text{ м.}$$

Практическое же значение S находится по формуле:

$$S_{\text{расч.}} = \frac{\pi d^2 K}{4U} [12],$$

где U - шаг бурения ($U=1.4...2d$, для данного расчета примем $U=1.4d=0.35\text{м}$);

d - диаметр скважины (для данного расчета примем самый распространенный из стандартных диаметров - 0.25 м);

K - коэффициент, который учитывает плотность грунта в сухом состоянии в перфорированном слое под подошвой фундамента. Определяется по графику ($U/d=1.4$; $\rho=1.5 \text{ г/см}^3$):

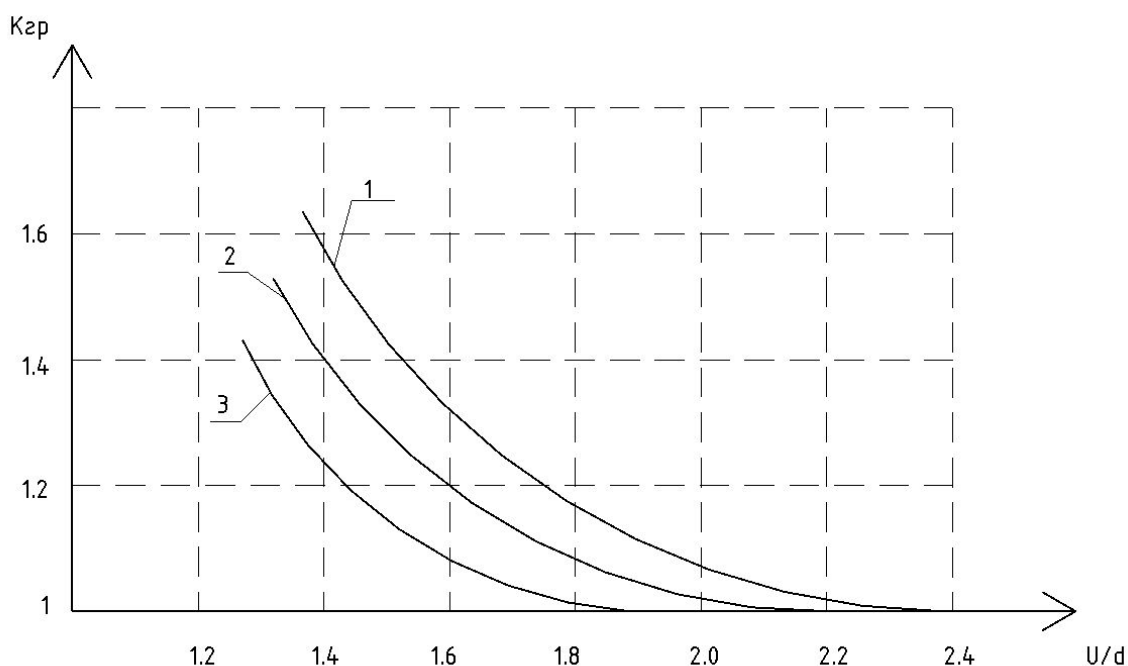


Рисунок 5, [12]. Изменение коэффициента K зависимости от соотношения технических параметров (U/d):
 1 - $\rho = 1.5 \text{ г/см}^3$; 2 - $\rho = 1.6 \text{ г/см}^3$; 3- $\rho = 1.7 \text{ г/см}^3$.

По графику определяем $K=1.55$.

$$S_{расч.} = \frac{\pi d^2 K}{4U} = \frac{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 1,55}{4 \cdot 0,35} = 0,217 \text{ м.}$$

Разница между $S_{расч.}$ и $S_{теор.}$ не должна превышать $\pm 5\%$: $\frac{S_{расч.} - S_{теор.}}{S_{расч.}} \cdot 100\% = \frac{0,217 - 0,210}{0,217} \cdot 100\% = 3,2\%$ - превышение допустимо.

Аналогично найдем шаг бурения в каждом сечении, таблица 1:

Таблица 1. Значения параметров бурения в каждом сечении.

Сечение \ Параметр	2-2	3-3	4-4
S, м	0,163	0,1085	0,054
U, м	0,468	0,7	1,4
n	30	20	10

Таким образом, можно найти общую длину скважин, которые необходимо пробурить, чтобы исправить крен здания:

$$L_{общ.} = n_{1-1} \cdot \frac{l}{4} + n_{2-2} \cdot \frac{l}{4} + n_{3-3} \cdot \frac{l}{4} + n_{4-4} \cdot \frac{l}{4} = 140 + 105 + 70 + 35 = 350 \text{ м.}$$

7.2. Решение данной задачи методом SLAB LIFTING.

На первом этапе работ по поднятию фундамента с помощью технологии SLAB LIFTING происходит зондирование грунта. В данном случае обследование выявило, что грунт перед застройкой был недостаточно уплотнен и в процессе эксплуатации здания под плитой фундамента образовались пустоты, что и привело к просадке сооружения [34].

Затем в более осевшей части плиты пробуривают отверстия, в которые вводят инъекционные пакеры. Через них начинается подача геополимера в пустоты под плитой фундамента.

Объем, который нужно заполнить геополимером, для поднятия плиты до проектного значения:

$$V = \frac{l \cdot l \cdot S}{2} = 20,6 \text{ м}^3, \text{ где } l - \text{длина плиты, а } S - \text{толщина}$$

Зная объем и плотность материала ($\rho = 34 \text{ кг/м}^3$), можно найти его массу:

$$m = \rho \cdot V = 34 \cdot 20,6 = 700,4 \text{ кг}$$

Таким образом, чтобы исправить крен выбранной модели здания, потребуется закачать под фундаментную плиту около 700 кг геополимера.

8. Сравнение двух методов

Расчет показал, что по одной технологии нужно выбурить скважины общей длиной 350 м и диаметром 0.25 м, а по другой технологии закачать под плиту фундамента 700.4 кг геополимера.

Из прайс-листов компании URETEK известно, что стоимость геополимера составляет около 1000 руб./кг, таким образом, если не учитывать незначительные работы по пробуриванию отверстий и зондированию грунта, стоимость работ составляет примерно 701 тыс. руб.

Данные для подсчета стоимости выбуривания грунта, в свою очередь, находятся в сметах по ремонту фундаментов. Оттуда получаем среднюю стоимость одного метра скважины диаметром 0.25 метров, она составляет 1800 руб. Таким образом, стоимость бурения скважин составляет 630 тыс. руб. Но в последнем методе не были учтены работы по отрывке фундамента, установке рельс на дне котлована, работы по удалению выбуренного грунта и т. д. Таким образом, стоимость этого метода возрастает в разы.

На основании данных расчетов можно сделать вывод, что современная технология SLAB LIFTING является наиболее выгодной по сравнению с другими методами устранения крена зданий.

9. Заключение

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1) Применение современного метода SLAB LIFTING позволяет не только остановить просадку фундамента, но и выполнить его подъем до проектного положения. Данный метод дает существенную экономию времени, средств и предполагает качественный результат.

2) Основные преимущества метода SLAB LIFTING:

а) возможность выполнения работ из подвальной части здания, что исключает необходимость выполнения земляных работ снаружи здания и соответственно существенно упрощает работы по исправлению крена в условиях плотной городской застройки;

б) технология позволяет эксплуатировать здание по назначению даже во время ремонта;

с) инъекционная смесь затвердевает в течение 15 минут и сразу же устойчива к нагрузкам, в отличие от традиционных методов, которые требуют дни или даже недели на аналогичные операции.

3) Если не начать принимать меры после обнаружения первичных признаков просадки фундамента, то дальнейшее прогрессирование данного дефекта приведет к трещинам в стенах, а потом и к полному разрушению надземной части здания.

4) Все классические методы ремонта просевшего фундамента не удовлетворяют требованиям современного ритма жизни: применяя данные методы, ремонт объектов производится в длительный срок. Также слишком велики затраты на ремонт или ремонт вообще не возможен.

Литература

- [1]. Уткин В.С. Расчет надежности грунтового основания на стадии эксплуатации при внецентренно нагруженном фундаменте // Инженерно-строительный журнал. 2013. №5. С. 69-75.
- [2]. Булатов Г.Я., Костюкова А.Ю. Технология возведения фундаментов - «свая в трубе» // Инженерно-строительный журнал. 2008. №1. С. 33-37.
- [3]. Ватин Н.И., Мойся А.А. Теплоизолированный малозаглубленный фундамент на пучинистых грунтах // Инженерно-строительный журнал. 2009. №3. С. 7-10.
- [4]. Львова О.М., Тулин П.К. Подземные автоматизированные паркинги в центре города // Инженерно-строительный журнал. 2009. №4. С. 11-15.
- [5]. Сарана Е.П., Шейнин В.И. Усовершенствование методики инженерного расчета осадок и крена фундаментной конструкции высотного здания // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. №6. С.2-7.
- [6]. Гроздов В.Т., Татаренко В.Н. Реконструкция зданий и сооружений, техническое обследование, испытания и усиление строительных конструкций. СПб. 2004.
- [7]. Васенин В.А., Астафьева Е.Д. Учет реологических свойств грунтов при расчете осадок здания // Журнал Строительство уникальных зданий и сооружений. 2012. №1. С. 1-21.
- [8]. Баданин А.Н., Демченко Ю.К. Анизотропные фундаменты мелкого заложения // Журнал Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №3(18). С. 118-134.
- [9]. Пантюшина Е.В. Лессовые грунты и инженерные методы устранения их просадочных свойств // Ползуновский вестник. 2011. №1. С. 127-130.
- [10]. Нежданов К.К. Управление креном и осадкой зданий и сооружений // Молодой ученый. 2014. №2. С. 169-170.
- [11]. Лубягин А.В., Бобряков А.П. Способ корректировки неравномерности осадок зданий и сооружений на плитном фундаменте. Патент. 2012. Бюл. №33. С. 1-8.
- [12]. Самченко Р.В. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Методика розрахунку параметрів вирівнювання нахилених будівель. М.: ПолтНТУ, 2013 С.321-327.
- [13]. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. М.: Изд-во Стройиздат, 1973. 288 с.
- [14]. Баркан Д.Д. Динамика оснований и фундаментов. М.: Изд-во Стройвоенмориздат, 1948. 411 с.
- [15]. Березанцев В.Г. Расчет оснований сооружений. Л.: Издательство литературы по строительству. 1970, 207 с.
- [16]. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. М.: Высш. школа, 1999. 320 с.
- [17]. Бугров А.К. Расчет осадок с развитыми пластическими областями и проектирование фундаментов на них // Всесоюз. науч.-техн. конф. Современные проблемы нелинейной механики грунтов. 1987. С.78-83.
- [18]. 18. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов: (основы теории и примеры расчета): Учеб. пособ. для вузов. - 3е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1990. 304 с.
- [19]. 19. Винокуров Е.Ф. Расчеты оснований и фундаментов. Промышленное и гражданское строительство. Издание второе, переработанное и дополненное. Минск: Издательство академии наук Белорусской ССР, 1960. 295 с.
- [20]. Гольдштейн М.Н., Кушнер С.Г. Инженерный метод расчета осадок при давлениях, превышающих нормативное // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1970. №5. С. 13-17.
- [21]. Гольдштейн М.Н., Кушнер С.Г., Шевченко М.И. Расчеты осадок и прочности оснований зданий и сооружений. К.: Будівельник, 1977. 208 с.
- [22]. Давидсон М.Г., Далматов Б.И. Деформации зданий и меры их предупреждения. Л.: Госстройиздат, 1958. 206 с.
- [23]. Егоров А.И. Усиление фундаментов в процессе реконструкции зданий и сооружений. Обзорная информация. Серия «Строительные конструкции» выпуск 4. М.: ВНИИТПИ, 1991. С. 12-14.
- [24]. Зурнаджи В.А., Филатова М.П. Усиление оснований и фундаментов при ремонте зданий. М.: Издательство литературы по строительству, 1970. 96 с.
- [25]. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. М.: Стройиздат, 1988. 287 с.
- [26]. Кушнер С.Г. Расчет осадок оснований зданий и сооружений. К.: Будівельник, 1990. 144 с.

- [27]. Методы искусственного регулирования в пространстве положения конструкций зданий на неравномерно деформирующихся основаниях. Москва, 1988. 50 с.
- [28]. Ройтман А.Г. Деформации и повреждения зданий. М.: Стройиздат, 1987. 160 с.
- [29]. Руководство по наблюдению за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1975.
- [30]. Рыбин В.С. Проектирование фундаментов реконструируемых зданий. М.: Стройиздат, 1990. 296 с.
- [31]. Швец В.Б., Тарасов Б.Л., Швец Н.С. Надежность оснований и фундаментов. М.: Стройиздат, 1980. 158 с.
- [32]. Швец В.Б., Феклин В.И., Гинзбург Л.К. Усиление и реконструкция фундаментов. М.: Стройиздат, 1985. 204 с.
- [33]. Яркин В.В. Конструкция усиления фундаментов, совмещенная с отмосткой и ее модификации // Современные проблемы строительства. Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, ООО "Лебедь". 1999. С. 69 - 71.
- [34]. Хяккинен С., Лиевонен Т. Способ и устройство для укрепления грунта и/или для подъема сооружений. Патент. 2012. Бюл. №32. С.1

Eliminating drawdown bases with the help of technology SLAB LIFTING

V.S. Dalinchuk¹, M.S. Ilmenderov², V.V. Iarkin³

¹⁻³ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

scientific article

doi:

Article history

Received 29 April 2015

Keywords

Eliminating the foundation subsidence;
SLAB LIFTING;
bank building;
repair sagging foundation;
grouting geopolymer;

ABSTRACT

The foundation - building supporting structure, which takes all the loads from the construction, so it depends on the durability of the structure. However, during the operation of buildings are possible deformation of the foundation, which can be the result of errors made during the design phase. For these reasons, the foundation structure may sag. In this case it is necessary to seek a solution to eliminate the bank building. There are many methods of repair sagging foundation, but they are quite energy intensive and require significant investment. Outdated methods of repair are not possible in the current conditions of dense urban areas. It therefore becomes relevant the question of a more modern approach to repair sagging foundation. This issue is devoted to this article. The article describes in detail the causes of subsidence of the foundation and the consequences of this problem. The article also discussed the classical methods of repair sagging foundation and a new modern method SLABLIFTING. The latter method is based on deep injection geopolymer and is the most advanced solution on the issue of repair sagging foundation. To identify the advantages of the modern method of classical been calculated repair model, the bank received. According to the results of this calculation it was revealed advantages of the method, which is based on injection of geopolymer.

¹ Corresponding author:
+7(911) 102 2991, dalinchuk_violet@mail.ru (Dalinchuk Violetta Sergeevna, Student)
² +7(931) 363 9821, maxim.ilmenderov@yandex.ru (Ilmenderov Maksim Sergeevich, Student)
³ +7(931) 005 3797, yarkinvv@mail.ru (Iarkin Viktor Vladimirovich, CSc eng., Assoc. Prof., Prof.)

References

- [1]. Utkin V.S. Raschet nadezhnosti gruntovogo osnovaniya na stadii ekspluatatsii pri vnetsentrenno nagruzhennom fundamente [Calculation of reliability subgrade during the operational phase when eccentrically loaded foundation] // Magazine of Civil Engineering. 2013. №5. Pp. 69-75. (rus)
- [2]. Bulatov G.Ya., Kostyukova A.Yu. Tekhnologiya vozvedeniya fundamentov - «svaya v trube» [Building technology foundation - "pile in pipe".] // Magazine of Civil Engineering. 2008. №1. Pp. 33-37. (rus)
- [3]. Vatin N.I., Moysya A.A. Teploizolirovanny malozaglublennyy fundament na puchinystrykh gruntakh [Insulate weakly deepened foundation on heaving soils.]// Magazine of Civil Engineering. 2009. №3. Pp. 7-10. (rus)
- [4]. Lvova O.M., Tulin P.K. Podzemnyye avtomatizirovannyye parkingi v tsentre goroda [Underground automated parking in the city center] // Magazine of Civil Engineering. 2009. №4. Pp. 11-15.(rus)
- [5]. Sarana Ye.P., Sheynin V.I. Uovershenstvovaniye metodiki inzhenerenogo rascheta osadok i krena fundamentnoy konstruksii vysotnogo zdaniya [Improving methods of engineering calculation of sediment and roll foundation construction of high-rise buildings] // Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov. 2007. №6. Pp.2-7. (rus)
- [6]. Grozdov V.T., Tatarenko V.N. Rekonstruktsiya zdaniy i sooruzheniy, tekhnicheskoye obsledovaniye, ispytaniya i usileniye stroitelnykh konstruksiy [Reconstruction of buildings, technical inspection, testing and strengthening of building structures]. SPb., 2004. (rus)
- [7]. Vasenin V.A., Astafyeva Ye.D. Uchet reologicheskikh svoystv gruntov pri raschete osadok zdaniya [Accounting rheological properties of soils in the calculation of sediment building] // Journal "Construction of Unique Buildings and Structures". 2012. №1. Pp. 1-21. (rus)
- [8]. Badanin A.N., Demchenko Yu.K. Anizotropnyye fundamenty melkogo zalozheniya [Anisotropic Shallow foundations] // Journal "Construction of Unique Buildings and Structures". 2014. №3(18). Pp. 118-134.(rus)
- [9]. Pantyushina Ye.V. Lessovyye grunty i inzhenernyye metody ustraneniya iz prosadochnykh svoystv [Loess soils and engineering methods of eliminating sagging properties] // Polzunovskiy vestnik. 2011. №1. Pp. 127-130.(rus)
- [10]. Nezhdanov K.K. Upravleniye krenom i osadkoy zdaniy i sooruzheniy [Roll control and a draft of buildings and structures] // Molodoy uchenyy. 2014. Vol. 2. Pp. 169-170. (rus)
- [11]. Lubyagin A.V., Bobryakov A.P. Sposob korrekcirovki neravnomernosti osadok zdaniy i sooruzheniy na plitnom fundamente [Non-uniformity correction method precipitate buildings and structures on the slab foundation]. Patent. 2012. Byul. №33. Pp. 1-8.(rus)
- [12]. Samchenko R.V. Zbirnik naukovikh prats (galuzeve mashinobuduvannya, budivnitstvo). Metodika rozrakhunku parametriv virivnyuvannya nakhilenikh budivel [Scientific Papers (branch of engineering, construction). The method of calculation parameters alignment inclined building]. M.: PoltNTU, 2013 Pp.321-327.
- [13]. Abelev M.Yu. Slabye vodonasyschennyye glinistyye grunty kak osnovaniya sooruzheniy [Weak water-saturated clay soils as base structures]. M.: Izd-vo Stroyizdat, 1973. 288 p. (rus)
- [14]. Barkan D.D. Dinamika osnovaniy i fundamentov [Dynamics of bases and foundations]. M.: Izd-vo Stroyvoyenmorizdat, 1948. 411 p. (rus)
- [15]. Berezantsev V.G. Raschet osnovaniy sooruzheniy [Calculation of ground structures]. L.: Izdatelstvo literatury po stroitelstvu. 1970. 207 p. (rus)
- [16]. Berlinov M.V. Osnovaniya i fundamenty [Bases and foundations]. M.: Vyssh. shkola, 1999. 320 p. (rus)
- [17]. Bugrov A.K. Raschet osadok s razvitymi plasticheskimi oblastyami i proyektirovaniye fundamentov na nikh [Calculation of sediment with advanced plastic region and the design of foundation on them] // Vsesoyuzn. nauch.–tekhn. konf. Sovremennyye problemy nelineynoy mekhaniki gruntov. 1987. Pp.78-83. (rus)
- [18]. Veselov V.A. Proyektirovaniye osnovaniy i fundamentov: (osnovy teorii i primery rascheta): Ucheb. posob. dlya vuzov [Designing of bases and foundations: (fundamentals of the theory and calculation examples): Proc. benefits. for high schools.]. - 3e izd., pererab. i dop. M.: Stroyizdat, 1990. 304 p. (rus)
- [19]. Vinokurov Ye.F. Raschety osnovaniy i fundamentov. Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo [Calculations of bases and foundations. Industrial and civil construction]. Izdaniye vtoroye, pererabotannoye i dopolnennoye. Minsk: Izdatelstvo akademii nauk Belorusskoy SSR, 1960. 295 p. (rus)
- [20]. Goldshteyn M.N., Kushner S.G. Inzhenernyy metod rascheta osadok pri davleniyakh, prevyshayushchikh normativnoye [Engineering calculation method of the precipitate at pressures exceeding regulatory] // Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov. 1970. №5. Pp. 13-17. (rus)
- [21]. Goldshteyn M.N., Kushner S.G., Shevchenko M.I. Raschety osadok i prochnosti osnovaniy zdaniy i sooruzheniy [Calculations sediment and strength grounds and buildings]. K.: Budivelnik, 1977. 208 p.
- [22]. Davidson M.G., Dalmatov B.I. Deformatsii zdaniy i mery ikh preduprezhdeniya [Deformation of buildings and measures to prevent them]. L.: Gosstroyizdat, 1958. 206 p. (rus)

- [23]. Yegorov A.I. Usileniye fundamentov v protsesse rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy. Obzornaya informatsiya. Seriya «Stroitelnyye konstruksii» vypusk 4 [Strengthening the foundations in the process of reconstruction of buildings and structures. Overview. Series "Building Structures" Issue 4]. M.: VNIINTPI, 1991. Pp. 12-14 (rus)
- [24]. Zurnadzi V.A., Filatova M.P. Usileniye osnovaniy i fundamentov pri remonte zdaniy [Strengthening of bases and foundations in the repair of buildings]. M.: Izdatelstvo literatury po stroitelstvu, 1970. 96 p. (rus)
- [25]. Konovalov P.A. Osnovaniya i fundamenty rekonstruiruyemykh zdaniy [Foundations reconstructed buildings]. M.: Stroyizdat, 1988. 287 p. (rus)
- [26]. Kushner S.G. Raschet osadok osnovaniy zdaniy i sooruzheniy [Calculation of sediment bases and buildings]. K.: Budivelnik, 1990. 144 p.
- [27]. Metody iskusstvennogo regulirovaniya v prostranstve polozheniya konstruksiy zdaniy na neravnomerno deformiruyushchikhsya osnovaniyakh [Methods of artificial regulatory position in space structures of the buildings on the grounds of non-uniformly deformed]. M.: Izd-vo Moskva, 1988. 50 p. (rus)
- [28]. Roytman A.G. Deformatsii i povrezhdeniya zdaniy [Deformation and damage to buildings]. M.: Stroyizdat, 1987. 160 p. (rus)
- [29]. Rukovodstvo po nablyudeniyu za deformatsiyami osnovaniy i fundamentov zdaniy i sooruzheniy [Guidelines for monitoring deformations of bases and foundations of buildings and structures]. M.: Stroyizdat, 1975. (rus)
- [30]. Rybin V.S. Proyektirovaniye fundamentov rekonstruiruyemykh zdaniy [Design of foundations of reconstructed buildings]. M.: Stroyizdat, 1990. 296 p. (rus)
- [31]. Shvets V.B., Tarasov B.L., Shvets N.S. Nadezhnost osnovaniy i fundamentov [Reliability of bases and foundations]. M.: Stroyizdat, 1980. 158 p. (rus)
- [32]. Shvets V.B., Feklin V.I., Ginzburg L.K. Usileniye i rekonstruktsiya fundamentov [Strengthening and reconstruction of foundations]. M.: Stroyizdat, 1985. 204 p. (rus)
- [33]. Yarkin V.V. Konstruksiya usileniya fundamentov, sovmeshchennaya s otmostkoy i yeye modifikatsii [Strengthening the foundations of design, combined with a blind area and its modifications] // Sovremennyye problemy stroitelstva. Donetsk: Donetskiy PromstroyNIIproyekt, OOO "Lebed". 1999. Pp. 69 - 71.
- [34]. Khyakkinen S., Liyevonen T. Sposob i ustroystvo dlya ukrepleniya grunta i/ili dlya podyema sooruzheniy [A method and apparatus for soil stabilization and / or recovery facilitie]. Patent. 2012. Byul. №32. p.1. (rus)

Далинчук В.С., Ильмендеров М.С., Яркин В.В. Устранение просадки фундаментов с помощью технологии SLAB LIFTING// Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №11 (38). С. 15-26.

Dalinchuk V.S., Ilmenderov M.S., Iarkin V.V. Eliminating drawdown bases with the help of technology SLAB LIFTING. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 11 (38), Pp. 15-26. (rus)