

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Інститут транспорту і логістики
Кафедра міського будівництва та господарства**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня магістр**

спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціалізація «Міське будівництво та господарство»
(шифр і назва спеціальності)

на тему «Вплив способів підсилення будівельних конструкцій на
ефективність реконструкції цивільних будівель»

Виконав: студент групи МБГ-16дм

Попелнуха А.А. _____
(прізвище, ініціали) (підпис)

Керівник доц. Білошицька Н.І. _____
(науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Завідувач кафедри проф. Татарченко Г.О. _____
(науковий ступінь, прізвище, та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

РЕФЕРАТ

магистерской квалификационной работы на тему:
**«Влияние способов усиления строительных конструкций на
эффективность реконструкции гражданских зданий»**

Магистерская квалификационная работа состоит из введения, 3-х разделов, общих выводов, списка использованной литературы, состоящего из 47 наименований и содержит 100 страниц основного текста, 36 рисунков и 10 таблиц.

Ключевые понятия: реконструкция гражданских зданий, методы усиления, усиление фундаментов гражданских зданий, эффективность проектирования реконструкции.

Магистерская работа посвящена решению важного задания - анализу влияния выбора технологических процессов проведения ремонтно-реконструктивных работ на эффективность организационно-технологического проектирования реконструкции гражданских зданий.

В магистерской квалификационной работе рассмотрены общие тенденции в реконструкции гражданских зданий и исследованы процессы усиления фундаментов гражданских зданий при проведении реконструкции. Проанализированы организационно-технологические решения проведения работ, с учетом особенностей реконструкции, составлены зависимости изменения трудозатрат проведения ремонтно-строительных работ. Предложена классификация организационно-технологических решений для сравнительной оценки влияния выбора метода усиления объекта на эффективность различных методов усиления фундаментов.

С учетом особенностей характерных для проектов реконструкции заданной выборки и исходя из полученной выборки изменения базовых технико-экономических показателей выявлено, что при сопоставимом наборе негативных факторов для всех методов, наиболее эффективным является метод усиления фундаментов бетонными или железобетонными обоймами.

Севеодонецк – 2018

Содержание

ВВЕДЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. РАССМОТРЕНИЕ ОБЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ В РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

1.1. Понятие о гражданских зданиях и их классификация	11
1.2. Жизненный цикл зданий	13
1.3. Понятие о реконструкции	15
1.4. Причины реконструкции	17
1.5. Общие понятия и методы усиления строительных конструкций	24

РАЗДЕЛ 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

2.1. Усиление основания и фундаментов	32
2.2. Причины усиления оснований и фундаментов	33
2.3. Усиление грунтового основания	33
2.4. Усиление фундаментов мелкого заложения	35
2.5. Усиление фундаментов с помощью разгружающих и заменяющих конструкций	36
2.6. Усиление тела фундаментов	46
2.7. Устранение отрицательного влияния поступления влаги из грунта в фундамент и стены	50
2.8. Классификация методов усиления фундаментов	56

РАЗДЕЛ 3. ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ

3.1. Исследование технологий усиления оснований	61
3.1.1. Силикатизация грунтов	61
3.1.2. Закрепление грунтов цементацией	69

3.1.3. Электрохимическое закрепление грунтов	70
3.1.4. Восстановление оснований фундаментов с карстовыми образованиями	73
3.1.5. Струйная технология закрепления грунтов оснований фундаментов	75
3.2. Исследование технологии восстановления и усиления фундаментов	83
3.2.1. Технология усиления ленточных фундаментов монолитными железобетонными обоймами	83
3.2.2. Восстановление несущей способности ленточных фундаментов методом торкретирования	85
3.2.3. Усиление фундаментов сваями	86
3.2.4. Усиление фундаментов буроинъекционными сваями с электроимпульсным уплотнением бетона и грунтов	90
Общие выводы	
Список литературы	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы работы. Внедрение в производство достижений научно-технического прогресса субъективно вызывает «вторжение» в изначально построенные здания и сооружения. С целью замены технологического оборудования, инженерных коммуникаций или изменения технологических процессов приходится демонтировать и монтировать строительные конструкции, усиливать их, менять конструктивные схемы несущих элементов, что приводит к перераспределению внутренних напряжений в конструкциях, - то есть выполнять реконструктивные работы. Поэтому разработка методологических основ аналитической, адекватной оценки фактического состояния объекта реконструкции и предложение оптимальных вариантов выполнения отдельных видов работ в тесной взаимосвязи с комплексом строительных процессов является важной и актуальной проблемой.

В настоящее время работы по реконструкции гражданских зданий получают сегодня более масштабный, глобальный и несколько специфичный характер по сравнению с реконструкцией промышленных зданий.

Гражданские здания изнашиваются физически и устаревают морально, что требует постоянного поддержания их в состоянии, пригодном к эксплуатации, отвечающем требованиям настоящего времени.

Облик любого населенного пункта складывается и характеризуется наличием уникальных зданий; чаще всего это старинные общественные или жилые здания, памятники архитектуры, культуры или истории. Эти здания, являясь как бы визитной карточкой любого населенного пункта, придают ему неповторимую выразительность, красоту, своеобразие и яркую индивидуальность. Таких зданий много. Восстановить гражданские объекты и продлить их техническую эксплуатацию - важная и сложная задача.

Таким образом, решение практических задач по переоборудованию громадного количества существующих зданий под новые условия эксплуатации, сохранение архитектурной среды является важной и

актуальной проблемой в области строительной науки и практики.

В процессе реконструкции выполняется комплекс строительных работ: ремонт, замена различных строительных конструкций, или тепловая модернизация наружных ограждающих конструкций зданий. Особое место занимают вопросы усиления несущих конструкций зданий. Важным при этом есть сохранение основных фондов при минимизации затрат на проведение реконструктивных работ.

Эта проблема требует научно обоснованной, технически грамотной и эффективной организации ремонтных, строительного-монтажных и специальных работ, направленных на обеспечение достаточной несущей способности строительных конструкций и конструктивов в целом, изменение объемно-планировочных и архитектурно-конструктивных решений зданий с целью обеспечения наиболее полного соответствия их функционального назначения, обеспечения их длительной и надежной, соответствующей требованиям современности, эксплуатации.

Реконструкция гражданских зданий меньше освещена, хотя данная проблема, как указано выше, сегодня доминирует в строительной отрасли.

Из-за своих ярко выраженных особенностей по сравнению с новым строительством, реконструкция требует и несколько отличных подходов в выработке эффективных организационно-технологических решений производства строительного-монтажных работ. Влияние условий производства реконструктивных работ, наличие селитебных территорий в условиях городов, стесненность объектов и ряд других факторов требует более конкретных вариантов, методов и способов производства строительных работ, средств механизации и номенклатуры строительных материалов и конструкций.

Особую важность в условиях рыночной экономики, приобретают вопросы оптимизации таких технико-экономических показателей реконструкции объектов, как стоимость, продолжительность и трудоёмкость. От эффективности реконструктивных работ напрямую или косвенно зависит

формирование инвестиционных программ застройщиков и, в конечном счете, эффективность последующей эксплуатации объекта.

Решению задач по обеспечению эффективности реконструктивных работ уделено достаточно широкое внимание, посвящены книги, диссертации и другие публикации.

Работы таких ученых, как Беляков Ю.И., Белоконь А.И., Большаков В.И., Гончаренко Д.Ф., Давыдов В.А., Жван В.Д., Кирнос В.М., Котляр Н.И., Поляков Е.В., Ройтман А.Г., Соколов В.К., Топчий В.Д., Торкатюк В.И., Уваров Е.П., Шрейбер А.К., Шаленный В.Т. и многие другие, подтверждают, что реконструкция зданий сопровождается рядом особенностей, так называемыми «дестабилизирующими факторами», объективно оказывающими влияние на эффективность ремонтных, строительномонтажных и специальных видов работ на всех объектах без исключения.

Целью магистерской квалификационной работы является анализ влияния выбора технологических процессов проведения ремонтно-реконструктивных работ на эффективность организационно-технологического проектирования реконструкции гражданских зданий, направленных на улучшение технико-экономических показателей.

Объектом исследований являются организационно-технологические процессы производства ремонтных, строительномонтажных работ, выполняемых при реконструкции гражданских зданий.

Предметом исследований являются параметры обоснования эффективности организационно-технологических решений усиления конструкций при реконструкции гражданских зданий с учетом технического состояния строительных конструкций зданий и условий выполнения работ.

Магистерская квалификационная работа выполнена на основе данных проектной документации реконструкции гражданских зданий, осуществляемой в городах Киеве, Харькове, Днепре и других городах Украины, а также опыта, полученного из отечественных и зарубежных публикаций, по теме работы.

В качестве научной концепции квалификационной работы принимаем то, что повышение эффективности реконструкции гражданских зданий может быть достигнуто за счет установления взаимосвязи между техническим состоянием строительных конструкций и выбором из возможных вариантов организационно-технологических решений с их прогнозируемой эффективностью как для отдельных составляющих процессов, так и при их совокупном влиянии.

Методы исследования. Разработка решений по исследованию организационно-технологического проектирования реконструкции гражданских зданий базировалась на положениях современных научных методов. Статистический анализ и метод экспертных оценок позволили сформулировать проблемные задачи и на их основе определить направления исследований. Многофакторный корреляционный (регрессивный) анализ позволил выявить комплексное влияние различных условий и факторов процесса реконструкции и создать предпосылки для прогнозирования эффективности, его технико-экономических показателей. Развитие метода ветвей и отсечений позволило при помощи оригинальных правил ограничить варианты оптимальных конструктивно-технологических решений реконструкции, которые не являются таковыми по Парето.

Задачи исследования:

- определить, оценить и установить границы исследований с учетом наиболее значимых показателей;
- провести анализ архитектурно-конструктивных решений зданий, подлежащих реконструкции, предложить их классификацию по различным признакам;
- исследовать результаты анализа технического состояния строительных конструкций существующих зданий;
- на основе анализа организационно-технологических решений производства основных видов ремонтных и строительного-монтажных работ,

определения их параметров предложить классификацию этих решений для сравнительной оценки эффективности различных методов и способов работ;

– установить степень влияния технического состояния существующих строительных конструкций и условий производства работ на выбор организационно-технологических решений и эффективность реконструкции.

Практическая ценность работы заключается в разработке механизма управления процессом проектирования реконструкции гражданских зданий на основе количественного учета условий производства работ и прогнозов технико-экономических показателей в зависимости от принятия обоснованных, эффективных организационно-технологических решений. Результаты исследований имеют важное значение при разработке проектно-сметной документации и формировании инвестиционно-строительных проектов реконструкции объектов.

Достоверность результатов исследований подтверждается непротиворечивостью относительно трудов известных отечественных и зарубежных ученых, применением апробированных методов анализа и репрезентативностью объема выборки для проведения исследований, одобрением результатов работы на студенческих конференциях, семинарах, а также опытом внедрения разработанных решений в практику реконструкции и соответственной оценкой экономического эффекта.

Структура и объем магистерской квалификационной работы. Работа состоит из введения, 3-х разделов, общих выводов, списка использованной литературы из 47 наименований, приложений и содержит 96 страниц основного текста, 35 рисунка и 11 таблиц.

РАЗДЕЛ 1

РАССМОТРЕНИЕ ОБЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ В РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

1.1. Понятие о гражданских зданиях и их классификация

Здания в зависимости от назначения принято подразделять на гражданские, промышленные и сельскохозяйственные.

К гражданским относят здания, предназначенные для обслуживания бытовых и общественных потребностей людей. Их разделяют на жилые (жилые дома, гостиницы, общежития и др.) и общественные (административные, учебные, культурно-просветительные, торговые, коммунальные, спортивные и др.).

По назначению гражданские здания подразделяются на: жилые и общественные.

К жилым домам относятся:

- многоквартирные жилые дома;
- индивидуальные жилые дома;
- жилые дома усадебного типа;
- общежития - для длительного проживания людей;
- гостиницы - для кратковременного проживания;
- дома интернаты.

К общественным зданиям относятся здания предназначенные для всех видов жизнедеятельности людей:

- школы;
- детские сады;
- ясли;
- больницы;
- магазины и др.

Здания государственного или большого культурного значения:

- театры;
- музеи;
- здания правительственных учреждений;
- дворцы культуры;
- спортивные сооружения.

По этажности гражданские здания различают в зависимости от расположения пола к тротуару или отмостке:

- этаж, пол которого расположен не ниже тротуара или отмостки, называют надземным этажом;
- этаж, пол которого расположен ниже тротуара или отмостки, но не более чем на половину высоты помещения называют цокольным или полуподвальным;
- этаж, пол которого ниже тротуара или отмостки более чем на половину, называют подвальным;
- этаж, встроенный в пространство чердака называют мансардным.

По условной высоте согласно ДБН В.1.1-7-2002 здания классифицируют как:

- малоэтажные – высотой $H \leq$ до 9 м (как правило до 3-х этажей включительно);
- многоэтажные – высотой $9 \text{ м} < H \leq 26,5 \text{ м}$ (как правило до 9-ти этажей включительно);
- повышенной этажности – высотой $26,5 \text{ м} < H \leq 47 \text{ м}$ (как правило до 16-ти этажей включительно);
- высотные – высотой $H > 47 \text{ м}$ (как правило, свыше 16-ти этажей).

Примечание. Условная высота здания определяется высотой расположения верхнего этажа, без учета верхнего технического этажа, а высота расположения этажа определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин и пола верхнего этажа (кроме специально

оговоренных в НД случаев)

Все здания делятся на 4 класса:

- здания удовлетворяют повышенным требованиям (любой этажности);
- жилые и общественные здания до 9 этажей массового строительства;
- жилые и общественные здания средней этажности до 5 этажей;
- здания, которые удовлетворяют минимальным требованиям, до 2 этажей.

Для каждого класса в зависимости от назначения здания нормами предусмотрены определенные степени долговечности, огнестойкости, эксплуатационные нормы, а также учитывается степень влагостойкости, морозостойкости, огнестойкости и т. д.

1.2. Жизненный цикл зданий

Жизненный цикл зданий - это время от момента обоснования необходимости их возведения до наступления экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации. Периоды жизненного цикла разделяются на:

- период по технико-экономическому обоснованию возведения здания;
- по конструированию и проектированию;
- по возведению с разработкой технологии, организации и технологических регламентов производства работ;
- по предэксплуатационному освоению;
- по эксплуатации зданий и наработке, позволяющей обеспечить окупаемость средств, вложенных в их создание и освоение;
- по поддержанию конструктивных элементов и инженерных систем здания в нормальном техническом состоянии путем проведения

планово-предупредительных и капитальных ремонтов;

– период физического и морального износа, требующий проведения модернизации, реконструкции или сноса здания. Последнее состояние является периодом окончания жизненного цикла или началом нового.

– период реконструкции, восстанавливающий физико-механические и эксплуатационные характеристики зданий, включающие: технико-экономическое обоснование и разработку технической документации.

Рассматривая здание как строительную систему с конструктивными элементами из различных материалов с разной долговечностью, имеют место фазовые изменения ее параметров под влиянием факторов внешней и внутренней среды. Траектория движения системы во времени представляет собой некоторую последовательность изменения ее состояния под влиянием эксплуатационных (внутренних) режимов и внешних воздействий различного характера (механические, химические и др. процессы), приводящих к нарушению устойчивого состояния здания как сложной строительной системы.

Устойчивое состояние системы характеризуется ее равновесием на протяжении длительного периода времени.

Возможное изменение параметров здания характеризуется переходными процессами, когда система или отдельные ее элементы не обеспечивают эксплуатационную надежность и требуют ее восстановления.

Последний период характеризуется превышением затрат на поддержание равновесного состояния системы над прибылью от эксплуатации. Этот период свидетельствует о необходимости сноса здания или выполнения реконструктивных работ, восстанавливающих или переводящих его в качественно новое состояние.

Особое значение на принятие решения оказывают район расположения здания и стоимость земельного участка, занятого под застройкой. При его

высокой стоимости экономически целесообразны снос здания независимо от его физического состояния и возведение нового.

Результаты инструментальных обследований и выявление дефектов позволяют оценить техническое состояние по степени физического износа. В свою очередь, уровень физического износа дает представление о примерной стоимости восстановительных работ и целесообразности их проведения (рис. 1.1).



Рис. 1.1 Взаимоотношение уровня физического износа конструктивных элементов и здания в целом и стоимость восстановительных работ

Анализ статистических данных показывает, что с увеличением времени эксплуатации уровень физического износа постоянно возрастает и его ликвидация может превысить стоимость здания. В то же время возможно выделить критическую область К (50-60% физического износа), когда экономически целесообразно проведение восстановительных работ.

1.3. Понятие о реконструкции

Реконструкция жилых зданий является одним из важных

направлений решения жилищной проблемы. Она позволяет не только продлить жизненный цикл, но и существенно улучшить качество жилища, ликвидировать коммунальное заселение, оснастить дома современным инженерным оборудованием, улучшить архитектурную выразительность зданий, повысить их энергоэффективность, эксплуатационную надежность и долговечность[3].

Реконструкция зданий и сооружений - составная часть общей реконструкции предприятий. Изменение условий эксплуатации и функционального назначения строительных сооружений вследствие внедрения новых технологий в ряде случаев требует проведения для них дополнительных мероприятий. Установка дополнительного оборудования приводит к увеличению нагрузок, изменению их места приложения и характера, внесению поправок в расчетные схемы, что может вызвать необходимость предварительного усиления конструкций строительных сооружений. В процессе реконструкции строительные сооружения должны быть приведены в соответствие с требованиями действующих нормативных документов в измененных условиях эксплуатации.

Одной из важных задач реконструкции жилого фонда является увеличение плотности застройки. Реконструкция жилого фонда путем увеличения его этажности позволяет в некоторой степени решить эту проблему. Наиболее рациональным и экономически эффективным является повышение плотности застройки путем малоэтажной надстройки и обстройки зданий, устройства многоэтажных вставок между реконструируемыми домами и возведения отдельно стоящих жилых корпусов, создания объектов инфраструктуры, более продуктивного использования подземного пространства.

С каждым годом возрастает потребность в реконструкции и восстановлении жилищного фонда страны, поскольку к моральному износу зданий добавляется физический износ конструктивных элементов и инженерных систем, что ускоряет общий процесс старения.

Необходимость реконструкции жилых и общественных зданий связана с устранением морального и физического старения, вызванного как объективными (естественный износ, изменение представлений о комфортности, научно-технический прогресс), так и субъективными (низкое качество технической эксплуатации, несвоевременное проведение ремонтов и т.п.) причинами[3].

1.4. Причины реконструкции

С момента введения здания в эксплуатацию все элементы и конструкции постепенно снижают свои качества. Эти изменения являются следствием воздействия многих физико-механических и химических факторов. К наиболее важным из них относятся: неоднородность материалов; напряжения, вызывающие микротрещины в материале; попеременное увлажнение и высушивание; периодические замораживания и оттаивания; высокий температурный градиент, приводящий к неоднородным деформациям и разрушениям структуры материала; химическое воздействие кислот и солей; коррозия металла; загнивание древесины и т.п. При этом интенсивность протекания процессов колеблется в достаточно широких пределах и является следствием экологического состояния окружающей среды, уровнем технической эксплуатации, капитальности зданий и качества выполнения строительно-монтажных работ.

Надежность и долговечность конструкций зависят от интенсивности разрушительных процессов. Основной характеристикой зданий является долговечность. Под этим термином понимают такой расчетный срок службы, в течение которого материал или конструкция сохраняют свои свойства и заданные характеристики

Одной из важных причин реконструкции зданий и сооружений является износ.

Износ зданий и сооружений величина, характеризующая потери ими первоначальных эксплуатационных качеств. Различают два вида износа зданий и сооружений: физический износ потерями конструкциями и

зданием в целом физико-технических параметров; моральный износ (старение) - потеря технологического (функционального) соответствия здания своему назначению.

1. Физический износ. Под физическим износом конструкций и зданий подразумевается ухудшение технического состояния, приводящее к потере прочностных, эксплуатационных и других качеств.

Величина физического износа - это количественная оценка технического состояния, показывающая долю ущерба по сравнению с первоначальным состоянием технических и эксплуатационных свойств конструкций и здания в целом.

Прогнозирование износа - сложная многофакторная задача. В связи с наличием в здании огромного количества разнопрочных и разнодолговечных конструкций и материалов нереально спрогнозировать весь срок его службы как сочетание сроков службы каждого элемента в отдельности.

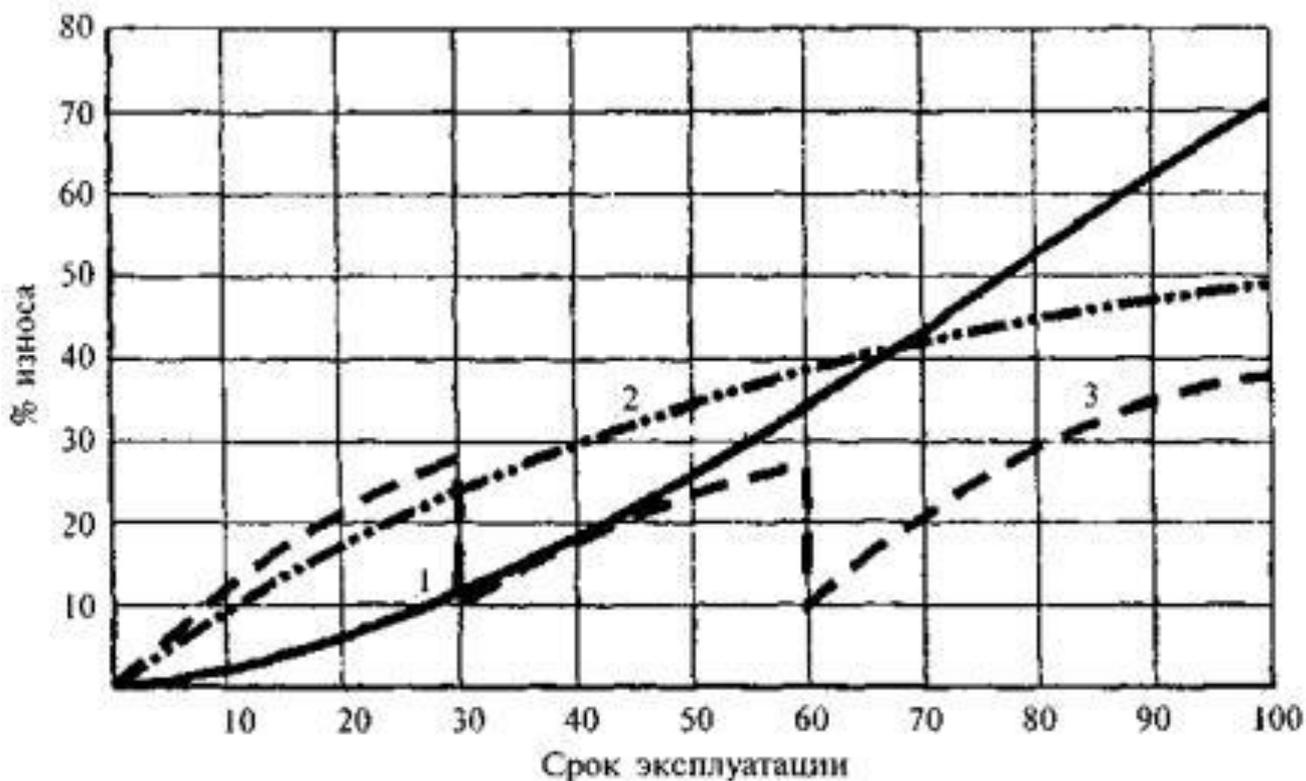


Рис. 1.2 Изменение физического износа зданий: 1 - по данным С.К. Балашова; 2 - по статистическим данным; 3 - при выполнении ремонтно-восстановительных работ

Теоретически предполагается, что физический износ здания со временем увеличивается (рис. 1.2, кривая 1). Фактически, по результатам натурных обследований, параметры физического износа менее интенсивны (кривая 2) в результате поддержания элементов здания в нормальном техническом состоянии и могут периодически снижаться (кривая 3) при выполнении ремонтных сроков эксплуатации зданий.

Результаты обследований показывают, что износ зданий и отдельных его элементов происходит более интенсивно в первые 20-30 лет эксплуатации и после 90-100 лет. Анализ развития физического износа конструктивных элементов свидетельствует, что срок службы зданий существенно превышает усредненные и нормативные значения. Данные позволяют сделать вывод, что здания II группы капитальности, уцелевшие и просуществовавшие 70 лет и имеющие при этом износ 40 %, как бы стабилизируются и их дальнейшее существование остается без заметных изменений в условиях нормальной эксплуатации.

В зависимости от капитальности нормами определены усредненные сроки службы конструкций в годах (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Несущие конструктивные элементы	Группа капитальности ,лет		
	I группа	II группа	III группа
Фундаменты	150	125	100
Стены	150	125	100
Перекрытия	150	100	50

Опыт эксплуатации зданий показывает, что технический срок службы превышает нормативные значения, которые являются в некотором смысле условными. Об этом свидетельствуют различные нормативные сроки для одинаковых конструкций различных стран. Так, расчетный срок службы фундаментов в Венгрии и Бельгии составляет 150, Франции - 100, Швеции - 80

лет.

Физический износ конструкций связан прежде всего со старением материалов и изменением условий эксплуатации. Снижение физико-механических характеристик материала в результате старения соответствует плавному изменению степени износа, в то время как изменение условий эксплуатации и внешних воздействий способствует более резкой и скачкообразной интенсивности износа.

На (рис. 1.3) приведены данные по физическому износу фундаментов жилых домов старой постройки за период более 100 лет. При этом установлены области интенсивного износа, связанные с возрастанием динамических нагрузок от транспортных средств, а также вызванные техногенными процессами.

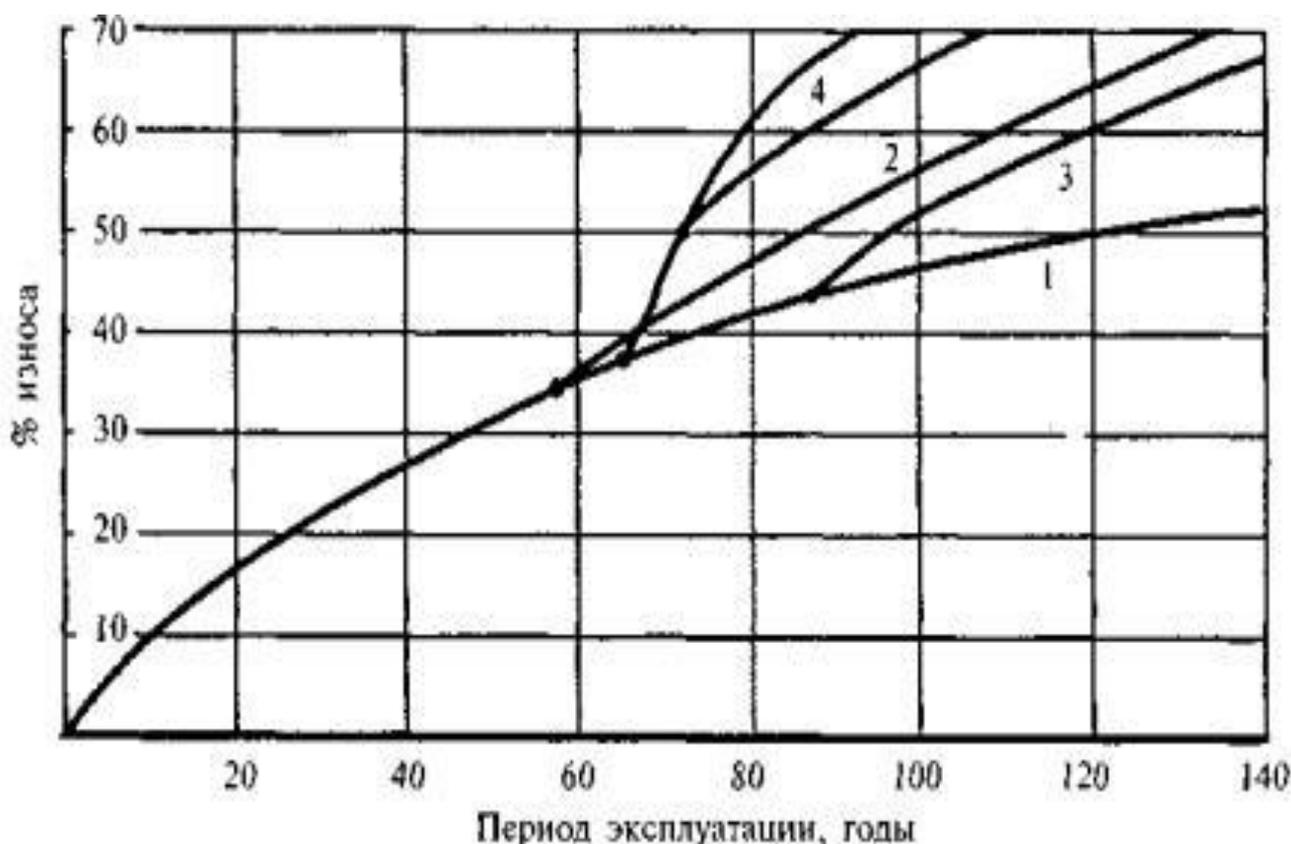


Рис. 1.3. Интенсивность износа фундаментов: 1 - при нормальной эксплуатации здания; 2 - при изменении внешних воздействий; 3 - при возрастании внешних нагрузок; 4 - при замачивании фундаментов (аварийные ситуации)

Статистическая обработка результатов исследований зависимости процента износа от продолжительности эксплуатации зданий первых

массовых серий показала, что интенсивность старения зависит от конструктивной схемы, применяемых материалов и конструкций, а также от характера эксплуатации и планомерности проведения ремонтных работ. Так, для зданий со стенами из кирпича и железобетонными перекрытиями период времени до постановки на капитальный ремонт составляет 15-20 лет, до проведения текущего ремонта - 3-5 лет.

Отсутствие текущего и капитального ремонтов характеризуется кривыми износа 1,3 (рис. 1.4), а при соблюдении правил и технических условий эксплуатации - кривой 2.

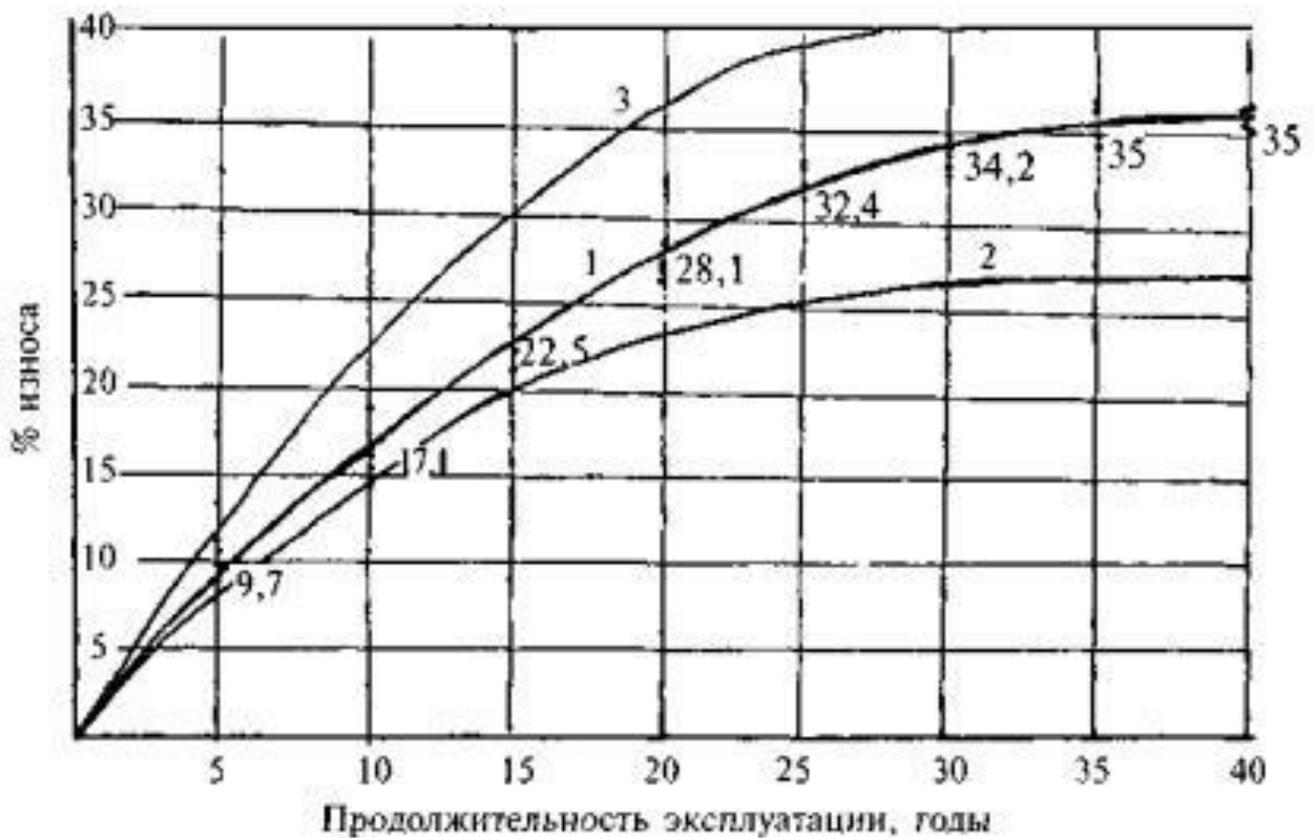


Рис. 1.4. Зависимости износа жилых зданий от продолжительности эксплуатации: 1 - крупнопанельные с внутренними несущими стенами и наружными однослойными панелями из легких бетонов; 2 - здания с кирпичными стенами и железобетонными перекрытиями; 3 - крупнопанельные с наружными многослойными стенами.

Жизненный цикл зданий возможно повысить при выполнении элементарных требований по их эксплуатации.

Оценка степени износа конструктивных элементов, их несущей способности и ограждающих функций является достаточно сложной и трудоемкой задачей и требует инженерных методов диагностики.

Физический износ оценивается, как правило, методом натуральных обследований. Оценка степени физического износа по общей характеристике технического состояния приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Оценка степени физического износа по материалам визуального и инструментального обследования

Физический износ, %	Оценка технического состояния	Общая характеристика технического состояния	Примерная стоимость работ, % стоимости конструктивных элементов
0-20	Хорошее	Повреждений и превышающих деформаций нет. Имеются отдельные дефекты, устраняемые ремонтом	До 10
21-40	Удовлетворительное	Конструктивные элементы пригодны для эксплуатации, но требуют ремонта	15-30
41-60	Неудовлетворительное	Эксплуатация конструкций возможна при условии восстановительных работ	40-80

61-80	Плохое	Состояние конструктивных элементов аварийное. Необходимы меры безопасности и полная замена конструкций	90-120
-------	--------	--	--------

Рассматриваются четыре степени физического износа и примерная стоимость восстановительных работ. Несвоевременное восстановление несущей способности конструктивных элементов, как правило, приводит к росту стоимости восстановительных работ, иногда превышающей стоимость самих конструкций.

Экономическая целесообразность реконструкции жилых зданий может быть установлена путем сравнения расходов на реконструкцию с затратами на строительство нового здания такой же площади с учетом сроков дальнейшей эксплуатации[3].

2. Моральный износ. Моральный износ зданий - это устаревание со временем типов, параметров и объемно-планировочных решений зданий, их оборудования и отделки, художественно-стилевых особенностей архитектуры и внешнего облика зданий в связи с изменением представлений общества. Категория морального износа зданий включает прежде всего изменившиеся со временем нормы и представления об условиях проживания различных слоев населения. Это обстоятельство привело к разработке нормативов, являющихся обязательными при проектировании жилых зданий. Рассматривая систему морального износа в динамике, следует отметить несколько фаз развития нормативной базы жилищного строительства. К основным показателям, существенно влияющим на моральный износ зданий, следует отнести объемно-планировочные решения и, в частности,

площадь нежилых помещений - кухни, санитарного узла, подсобных помещений, наличие инженерного оборудования - мусоропровода, лифта и т.п. Немаловажное воздействие на показатель морального износа оказывают факторы архитектурно-планировочных решений: высота этажа, соотношение размеров комнат, общая площадь квартир, объем помещений, приходящийся на одного жильца.

Анализ данных периода индустриального строительства показывает, что большая часть построенного жилищного фонда за период с конца 50-х до начала 90-х годов является морально устаревшей, не отвечающей современным нормативам. Характерными чертами возведенных зданий первого периода индустриализации являются исключительно малые площади кухонь (4-6м²), наличие совмещенных санитарно-технических узлов, практически отсутствуют прихожие и холлы, а высота этажа составляет 2,5-2,6м.

Второй период индустриализации связан с широким использованием крупноблочного и панельного строительства зданий высотой 9-12 этажей. Для жилищного фонда этой категории характерно некоторое улучшение архитектурно-планировочных решений за счет применения строительных систем с более широким шагом внутренних стен. Это позволило формировать квартиры с большей площадью, однако размеры подсобных помещений, кухонь и прихожих получили незначительное увеличение, не обеспечивающее размещение современного оборудования (посудомоечные и стиральные машины, встроенные холодильники и др.) [3].

Моральный износ зданий состоит в несоответствии их эксплуатационных характеристик современным требованиям. Эти требования отражены в нормах строительного проектирования. Признаки морального износа можно подразделить на три группы: недостатки планировки; несоответствие конструкций действующим нормативам по

теплозащите, звукоизоляции, гидроизоляции и т.п.; отсутствие отдельных видов инженерного благоустройства.

Для количественной оценки морального износа может быть применен технико-экономический метод, который заключается в определении размеров затрат на устранение износа в процентах к восстановительной стоимости здания.

Одним из способов решения проблемы износа, является усиление строительных конструкций.

1.5. Общие понятия и методы усиления строительных конструкций

Усиление конструкций зданий и сооружений – повышение несущей способности конструкций существующих зданий (сооружений) или их отдельных частей. Необходимость в усилении обычно возникает в тех случаях, когда в результате увеличения нагрузок или появления недопустимых дефектов в несущих конструкциях последние перестают удовлетворять требованиям нормальной эксплуатации. Усиление конструкций нередко оказывается экономически более целесообразным, чем строительство нового здания (сооружения). Иногда усиление конструкций вызывается и др. соображениями, например необходимостью сохранения зданий, имеющих историческую или архитектурную ценность. Усиление производят, как правило, посредством увеличения сечений элементов или изменения схемы конструкции. Методы усиления конструкций определяются видом и материалом конструкций, а также необходимой степенью увеличения их несущей способности. В некоторых случаях производится усиление оснований и фундаментов, которое обычно связано с надстройкой существующих зданий или увеличением действующих на них эксплуатационных нагрузок[13].

Основными методами усиления конструкций являются: увеличение площади поперечного сечения элементов конструкции; изменение конструктивной схемы здания (каркаса или отдельных элементов его), в

результате чего меняется расчетная схема; регулирование напряжений.

Каждый из этих методов может применяться самостоятельно или в комбинации с другим. При выборе метода, способа усиления и разработке проекта усиления необходимо учитывать требования монтажной технологичности.

Требования, предъявляемые к конструкциям при их усилении перечисленными методами, например при усилении стальных конструкций, следующие.

При выполнении усиления путем увеличения сечений требуется:

- обеспечить надежную совместную работу элементов усиления и усиливаемой конструкции, в том числе требования по местной устойчивости (размеры свесов, отгибов) и неискажаемости сечения (установка в необходимых случаях ребер, диафрагм и т. п.);

- принимать решения, которые не затрудняют проведение мероприятий по антикоррозионной защите, в особенности ведущих к щелевой коррозии или образованию замкнутых полостей, применяя в необходимых случаях герметизацию щелей;

- назначать места обрыва элементов усиления из условия работы неусиленных сечений при действии расчетных нагрузок в упругой стадии, не допуская резких концентраторов напряжений в указанных местах;

- учитывать наличие конструктивного оформления узлов, ребер жесткости, прокладок и т. п., а также допустимость увеличения габаритов строительных конструкций;

- обеспечивать технологичность производства работ по усилению, в частности, доступность сварки, возможность сверления отверстий, закручивания болтов и т. п.

При усилении конструкций путем изменения конструктивной схемы необходимо:

- учитывать перераспределение усилий в конструкциях, элементах, узлах, а также в опорах, включая дополнительные проверки фундаментов;

– учитывать разность температур, если существующие и новые конструкции могут эксплуатироваться в разных температурных режимах, а также температурный режим при замыкании статически неопределимых систем;

– предусматривать в конструктивных решениях элементов и узлов возможность компенсации несовпадения размеров существующих и новых конструкций.

Метод усиления конструкций, предусматривающий регулирование напряжений, позволяет уменьшить усилия, действующие в конструкции. Преимущество его состоит также в том, что усиление может производиться без разгрузки конструкции и остановки технологического процесса.

Элементы усиления необходимо проектировать, как правило, ориентируясь на полное изготовление их в заводских условиях. В отдельных случаях допускается изготовление деталей усиления с припуском и последующей обработкой на месте установки.

Присоединение деталей усиления к усиливаемым металлическим конструкциям выполняется с помощью сварки, на болтах или с использованием полимеррастворов. В некоторых случаях при соответствующем обосновании допускается применение дюбелей и самонарезающих винтов.

Аналогичные требования предъявляются к конструкциям и при усилении железобетонных, каменных и деревянных конструкций, учитывая особенности конструктивного решения зданий, материалов усиливаемых конструкций и элементов усиления, технологий усиления и др.[5]

Методы ремонта и усиления строительных конструкций и их отдельных элементов зависят от следующих факторов:

- материала конструкции;
- наличия дефектов, степени повреждения конструкции;
- месторасположения конструкции (доступности, ремонтпригодности);

– возможности расселения людей из жилого здания или приостановки работы в административном или производственном здании на время проведения ремонта.

Выбор того или иного метода обусловлен развитием научно-технического прогресса, в результате которого появляются новые материалы и современные способы ремонта конструкций, новая строительная техника и средства механизации, разрабатываются и совершенствуются методики расчета прочности и усиления конструкций.

Вид ремонта конструкции выбирают в зависимости от имеющихся дефектов и повреждений.

Для железобетонных конструкций характерны следующие дефекты и повреждения:

- отслоение защитного слоя бетона;
- коррозия арматуры и закладных деталей;
- отступление от проекта в армировании, несоответствие класса и диаметра шагов арматуры проектным;
- трещины: усадочные, температурные, осадочные и деформационные;
- негерметичность стыков панелей, их раскрытие;
- низкая прочность бетона по сравнению с проектом;
- увлажнение и промерзание стеновых панелей;
- нарушение сцепления бетона и арматуры, например, после пропитки маслами;
- коррозия поверхности бетона от агрессивности среды, воды и ветра;
- механические повреждения и износ от истирания;
- недопустимые прогибы, крены и горизонтальные отклонения;
- изъяны, раковины, пустоты в бетоне, связанные с расслоением бетонной смеси, неправильным подбором состава бетона;
- недостаточная площадь опирания конструкций.

Дефекты каменных конструкций:

- отсутствие перевязки швов и некачественная кладка;

- трещины в каменной кладке;
- насыщение влагой и промерзание;
- расслоение и осыпание кладки, выпадение облицовочных плиток;
- нарушение вертикальности стен и столбов;
- отсутствие связей-анкеров с перекрытиями;
- отсутствие арматурных сеток в простенках, арматуры в перемычках;
- недостаточная прочность и морозостойкость кирпича и раствора;
- недостаточная пространственная жесткость здания, недостаточное количество поперечных стен, отсутствие связей и диафрагм;
- некачественная вертикальная и горизонтальная гидро- изоляция в стенах подвала;
- малый вынос карниза, что ведет к увлажнению стен;
- механические повреждения от транспорта и другие.

Дефекты металлических конструкций:

- погнутия, искривления стержневых элементов;
- выпучивание полок и стенок составных сечений балок и колонн;
- коррозия элементов и соединений;
- трещины всех видов;
- пересечения или примыкания сварных швов друг к другу;
- резкие перепады сечений элементов;
- прикрепление узловых фасонок к поясам ферм прерывистыми швами;
- входящие углы в деталях;
- дефекты сварных швов (отсутствие подварки корня шва, наплывы, прожоги, перерывы, неполное проплавление, шлаковые включения, поры, трещины, незаваренные кратеры, зарубки, надрезы);
- отсутствие плавного перехода от металла сварного шва к основному

металлу в конструкциях, воспринимающих динамические нагрузки.

Дефекты деревянных конструкций:

- недопустимые деформации и потеря устойчивости элементов;
- гниение и поражение древесины жуками-точильщиками и другими насекомыми, грибами;
- трещины вследствие низкого качества древесины;
- ослабление сечений при строительстве и механические повреждения (запилы, зарубы, обмятины) при эксплуатации;
- расстройство сопряжений или отсутствие крепежных деталей;
- необоснованное удаление каких-либо элементов конструкций;
- наличие пороков древесины (сучков, трещин и т.д.);
- повреждения от повышенной температуры и огня (температура должна быть меньше 50°C в неклееных и 35°C в клееных конструкциях);
- коррозия металлических деталей деревянных конструкций и их деформирование;
- коррозия древесины от агрессивных сред (аммиак, хлор, окислы азота, сероводород и др.);
- усушка, разбухание и коробление при неблагоприятном температурно-влажностном режиме и отсутствии проветривания;
- ослабление клеевых, гвоздевых и других видов соединений;
- истираемость поверхности при эксплуатации;
- отсутствие или разрушение связевых элементов.

Методы усиления стен:

- нанесение штукатурки;
- установка обоев тяжелей, скоб, разгрузочных поясов, каркасов для простенков;
- замена лицевого слоя (кладки, облицовки);
- утепление стен, их углов, стыков;

- герметизация стыков.

Методы усиления колонн:

- торкретирование поверхности;
- инъекция растворов в трещины;
- наращивание с армированием;
- установка тяжей, обойм, хомутов, каркасов и шпренгелей с предварительным напряжением;

Методы усиления балок, ригелей, плит:

- нанесение штукатурки;
- наращивание перекрытий сверху, снизу с армированием;
- установка затяжек, хомутов, обойм;

Методы усиления оснований:

- уплотнение грунтов;
- инъекция растворов в основание;
- понижение уровня грунтовых вод.

Методы усиления фундаментов:

а) ленточных:

- нанесение штукатурки;
- устройство гидроизоляции;
- инъекция растворов;
- наращивание фундамента снизу, с боков;
- устройство обоймы;
- разгрузка фундамента балками;

б) столбчатых:

- устройство рубашки из железобетона.

Выводы:

В разделе были рассмотрены базовые понятия реконструкции гражданских зданий, причины проведения ремонтно-реконструктивных работ. Сформирована классификация методов усиления строительных конструкций.

РАЗДЕЛ 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

2.1. Усиление основания и фундаментов

Фундаменты являются важным элементом здания, обеспечивающим его прочность, устойчивость и долговечность, в связи с чем вопросам их усиления придается большое значение.

Понятие "усиление фундаментов" включает в себя несколько моментов: усиление грунтового основания, увеличение площади подошвы фундамента и его разгрузка за счет устройства дополнительных опор. Следует отметить, что особенно неблагоприятна для большинства зданий неравномерная осадка фундаментов, обусловленная неоднородностью грунтового основания и ухудшением его свойств при замачивании. Поэтому при усилении фундаментов часто оказывается достаточным улучшить физико - механические характеристики грунтового основания.

Для повышения физико-механических свойств оснований реконструируемых зданий и предотвращения развития в их конструкциях деформаций широко применяют различные методы закрепления грунтов, которые разделяют на три группы: химическое, термическое и физико-химическое. Наиболее эффективны технологии химического закрепления фунтов, так как они не требуют перерыва в эксплуатации зданий, являются достаточно быстрым и надежным приемом повышения несущей способности оснований. Химический метод как наиболее эффективный включает: силикатизацию, электросиликатизацию, газовую силикатизацию, аммонизацию и смолизацию.[3]

Важными параметрами, определяющими несущую способность здания, являются состояние и степень износа фундаментов. Косвенным параметром может служить осадка фундаментов. Сама по себе однородная осадка фундаментов не приводит к дополнительным напряжениям в конструктивных элементах, в то время как неоднородная осадка приводит к возникновению концентраций напряжений, превышающих прочностные характеристики стен, перекрытий и других несущих элементов.

Величина возникновения неоднородных осадок является следствием неоднородной потери несущей способности грунта в результате размыва грунтовыми или техногенными водами оснований в локальных зонах, возведения зданий вблизи существующих, нарушения условий их эксплуатации.

2.2. Причины усиления оснований и фундаментов

Потребность в усилении основания и фундаментов возникает тогда, когда в надземной части здания или сооружения появились деформации, вызванные неравномерной осадкой фундаментов (осадочные трещины). Может возникнуть необходимость в усилении основания и фундаментов тогда, когда ожидается существенное изменение гидрогеологических условий участка застройки, которые могут привести, например, к понижению или повышению уровня подземных вод, дополнительной осадке грунтов под фундаментами из-за возведения поблизости новых зданий или сооружений.

2.3. Усиление грунтового основания

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. Основным методом закрепления грунтового основания является инъекция в

грунты различных растворов.

В зависимости от вида инъецируемого раствора различаются следующие разновидности закрепления грунтов: цементация, силикатизация, смолизация, битумизация.

При цементации производится нагнетание в грунт цементного раствора. В грунтовое основание под подошвой фундамента погружаются иньекторы – стальные трубы диаметром 27...150 мм с перфорацией в нижней части трубы (рис. 2.1). В иньекторы под давлением 0,3...0,6МПа закачивают цементный раствор. Применять цементацию можно в грунтах, имеющих относительно большую проницаемость. К ним относятся: пески средней крупности, крупные, галечниковые и гравийные грунты.

Силикатизация грунтов связана с инъецией в грунтовое основание раствора силиката натрия с коагулянтами. Различается двухрастворная и однорастворная силикатизация.

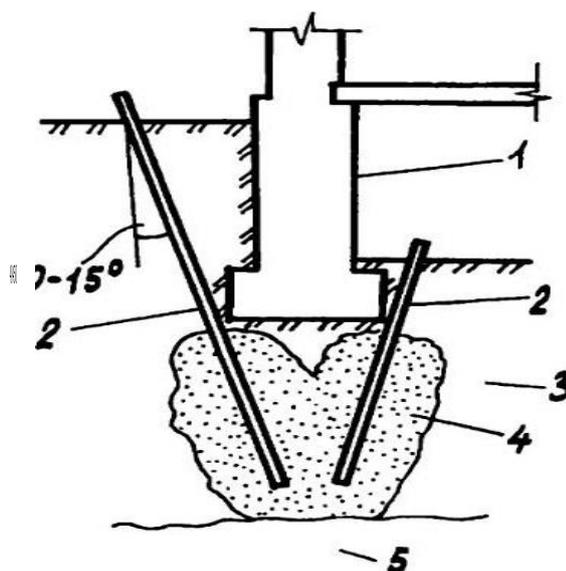


Рис. 2.1. Схема закрепления грунтов с помощью инъеции растворов: 1 – фундамент; 2 – иньектор; 3 – слабый грунт; 4 – укрепленный грунт; 5 – плотный грунт

При двухрастворной силикатизации в иньекторы вначале закачивают раствор силиката натрия, а затем коагулянта – хлористого кальция.

Двухрастворная силикатизация применяется при закреплении оснований, сложенных мелкими и пылеватыми песками, плавунками, песковидными и насыпными грунтами, имеющими коэффициент фильтрации в пределах от 80 до 2м/сут. После отверждения силиката натрия прочность грунтов составляет 1,5...5МПа [24].

Для слабофильтрующих грунтов с коэффициентом фильтрации от 5 до 0,3м/сут. применяют однорастворную силикатизацию. При этом в инъекторы закачивают одновременно раствор силиката натрия и коагулянта – ортофосфорной кислоты или алюмината натрия. Прочность, грунтов закрепленных однорастворной силикатизацией, составляет 2...5МПа [24].

При смолизации грунтов в них закачивают растворы различных полимерных смол (карбамидную, фенольные, фурановые смолы). Применяют смолизацию для закрепления мелких и пылеватых песков с коэффициентом фильтрации от 5 до 0,5 м/сут.

Если требуется закрепить песчаные или крупноблочные грунты и сделать их водонепроницаемыми, то применяют битумизацию. В инъекторы закачивают расплавленный битум марок 3...5, нагретый до температуры 200...220°С.

Для закрепления лессов и лессовидных грунтов может применяться обжиг грунтов. При обжиге в скважины подается горячий воздух с температурой 600...80°С. В качестве источников тепла применяют дизельное топливо, мазут, электроэнергию. Обожженный грунт теряет просадочные свойства и повышает прочность.

Все методы закрепления грунтов требуют специального оборудования, опытных специалистов и являются дорогостоящими. Однако, поскольку закрепление грунтов не затрагивает непосредственно конструкции здания или сооружения, оно может быть рекомендовано при реставрации.

2.4. Усиление фундаментов мелкого заложения

В зависимости от залегания фундаментов и технологических и

экономических соображений для усиления фундаментов могут применяться как разгружающие и заменяющие конструкции, так и повышение собственной несущей способности тела фундамента.

Если неудовлетворительная работа фундаментов связана с состоянием грунтового основания, то целесообразно применять разгружающие конструкции. При недостаточной прочности тела фундаментов применяют как разгружающие и заменяющие конструкции, так и повышение прочности тела фундаментов.

Разгружающие и заменяющие конструкции для усиления фундаментов при недостаточной несущей способности грунтового основания осуществляются в виде наращивания тела фундаментов (обоймы, двусторонние наращивания), приводящего к увеличению площади подошвы фундаментов, пересадки фундаментов на сваи, а также путем подведения под здание железобетонной плиты.

Усиление фундаментов, имеющих недостаточную несущую способность из-за малой прочности материала, наличия расслоения кладки фундамента и трещин, производится с помощью железобетонных обойм, двусторонних наращиваний, инъекции цементного раствора в трещины и пустоты кладки, замены старых фундаментов на новые, устройства разгружающих и заменяющих конструкций. Большая часть конструкций усиления тела фундаментов скрывается грунтом, оставаясь видимой только со стороны подвала. Поэтому такое усиление фундаментов часто применяют при реставрации зданий и сооружений.

2.5. Усиление фундаментов с помощью разгружающих и заменяющих конструкций

Повысить несущую способность фундаментов можно путем увеличения площади их подошвы. При этом должны быть решены две главные задачи. Во-первых, необходимо осуществить надежную передачу усилия от надземной части здания или сооружения на конструкцию

усиления, а во-вторых, – как можно раньше включить в работу конструкцию усиления. Увеличить площадь подошвы фундамента, как это уже было отмечено выше, можно с помощью обойм, двусторонних наращиваний (банкет), дополнительных фундаментах, расположенных рядом с усиливаемым.

Для передачи усилий от надземной части здания или сооружения на двусторонние наращивания (банкеты) и дополнительные фундаментах устраивают систему поперечных и продольных балок, выполняемых из стального проката или железобетона (рис. 2.2). Для установки поперечных балок в фундаменте или стене пробивают сквозные отверстия.

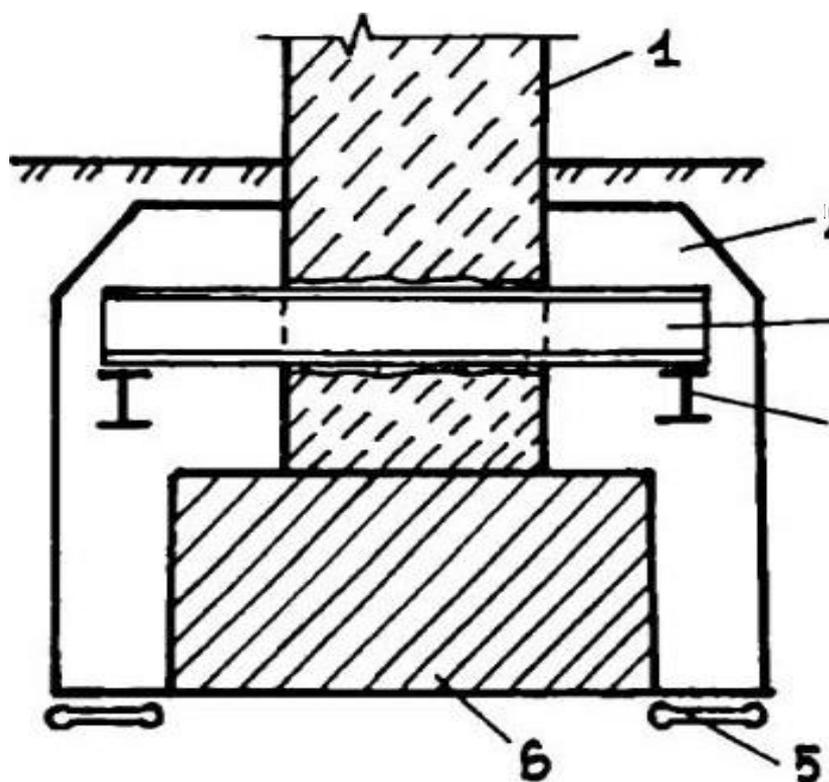


Рис. 2.2. Схема уширения подошвы ленточного фундамента с помощью наращивания бетоном (банкет): 1 – ступа; 2 – бетон наращивания; 3 – поперечная стальная балка; 4 – продольная стальная балка; 5 – пластинчатый домкрат; 6 – усиливаемый

фундамент

При усилении отдельных фундаментов под колоннами или столбами для осуществления передачи усилий от надземной части здания или сооружения устраивают железобетонные обоймы (рис. 2.3). Арматуру обоймы соединяют с арматурой усиливаемого фундамента или колонны. В фундаменте пробивают горизонтальные борозды.

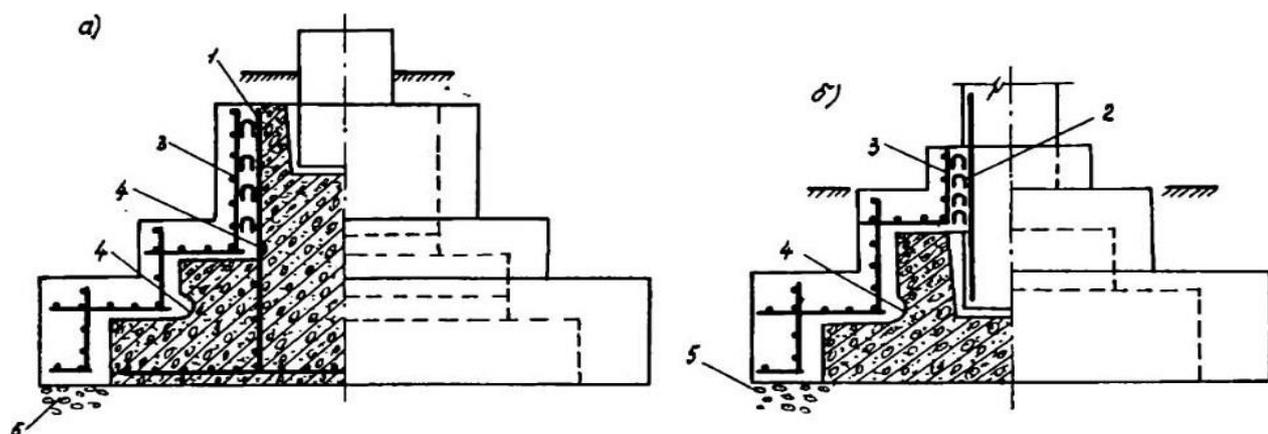


Рис. 2.3. Схема усиления фундамента под колонну с помощью железобетонной обоймы (а – при наличии развитого подколонника с достаточно мощной продольной аматурой; б - при отсутствии развитого подколонника): 1 – арматура подколонника; 2 – арматура колонны; 3 – арматура обойм; 4 – борозды в теле фундамента; 5 – уплотненный щебнем грунт.

Для включения в работу конструкции усиления необходима дополнительная осадка фундамента, что не всегда допустимо.

Если небольшая дополнительная осадка фундамента не приведет к значительному нарушению целостности надземной части здания или сооружения, то в пределах уширения подошвы фундамента производится предварительное усиление грунта путем втрамбовывания в него щебня (рис. 2.3).

Если дополнительная осадка фундамента недопустима, то применяются

для включения в работу конструкции усиления домкраты.

При наличии в конструкции усиления системы поперечных и продольных балок применяют гидравлические домкраты, с помощью которых передают часть нагрузки от здания или сооружения на конструкцию усиления (рис. 2.4). Домкраты снимают перед укладкой бетона после подклинки балок. Обжать грунты под подошвой конструкции усиления можно с помощью пластинчатых домкратов (рис. 2.2). Пластинчатый домкрат представляет собой сплюсненную стальную трубку с закруглениями на ребрах. В пластинчатый домкрат с требуемым давлением закачивают раствор (обычно цементный), который после затвердения сохраняет обжатие грунта.

На (рис. 2.5) показана схема включения в работу конструкций усиления ленточного фундамента, разработанная Н.И. Страбахиным [24]. Двусторонние наращивания (блоки) соединяют в нижней части тяжами. В нишах, устраиваемых в наращиваниях, устанавливают домкраты, с помощью которых производят поворот блоков, вызывающий обжатие грунта под их подошвами. Образовавшиеся юлиновидные полости заполняют бетоном, после отвердения которого домкраты удаляют.

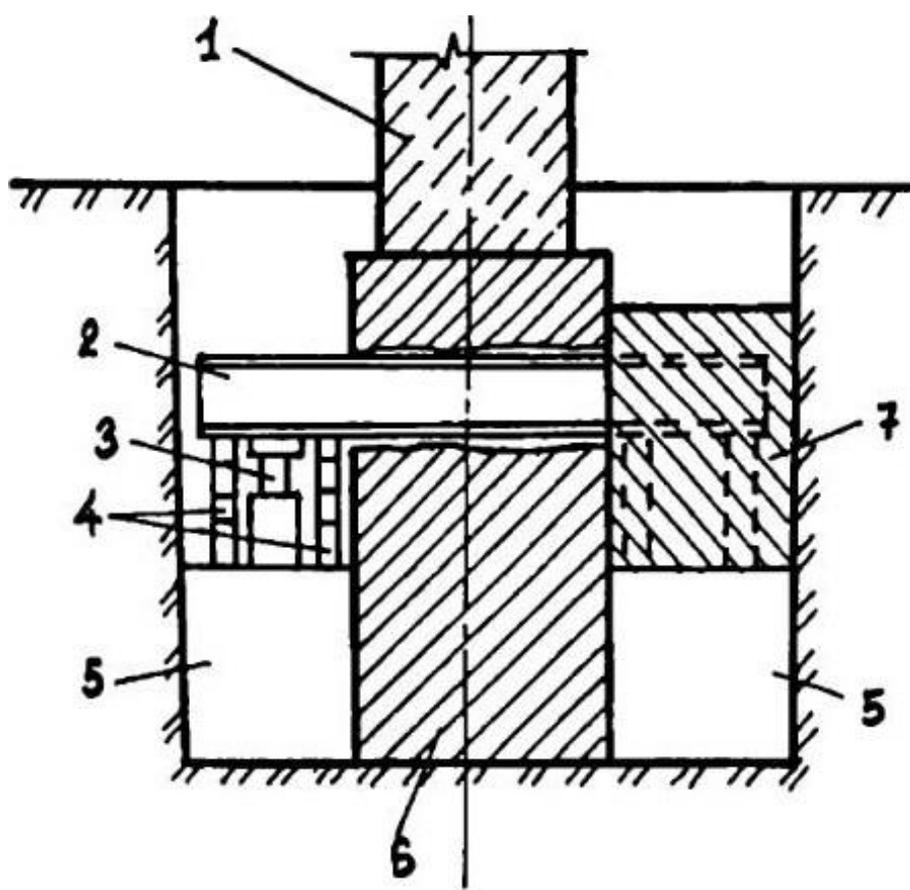


Рис. 2.4. Схема уширения подошвы ленточного фундамента с обжатием грунта домкратом: 1 – стена; 2 – пакет из стальных балок; 3 – домкрат; 4 – клинья; 5 – железобетонный банкет; 6 – усиливаемый фундамент, 7 – бетон, укладываемый после извлечения домкратов.

Работы по усилению ленточных фундаментов производить захватками длиной 1,5...2 м.

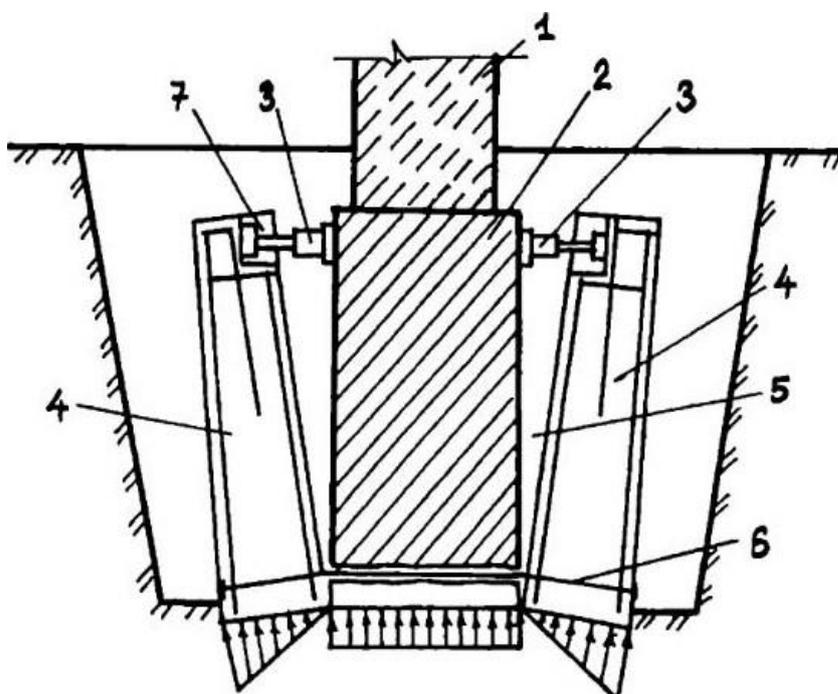


Рис. 2.5. Схема усиления фундаментов дополнительными блоками,

обжимающими грунт основания при их повороте: 1 – стена; 2 – усиливаемый фундамент; 3 – домкрат; 4 – железобетонный блок; 5 – щель, раскрывающаяся при повороте блока и заполняемая раствором; 6 – анкерное крепление; 7 – ниша в блоке для домкрата.

Значительное уширение подошвы существующего фундамента можно сделать путем устройства сплошной монолитной железобетонной плиты под всем зданием (рис. 2.6). Железобетонная плита делается ребристой с ребрами вверх. Передача на плиту усилий от надземной части здания или сооружения осуществляется путем заделки плиты и ребер в борозды и гнезда, выбитые в фундаментах. Под плиту укладывается щебеночная подготовка толщиной 0,15...0,20 м. До бетонирования в щебеночную подготовку устанавливаются инъекционные трубки диаметром 1/2" с нарезкой с внешней стороны. После отвердения бетона плиты через инъекционные трубки в слой щебня закачивается под давлением 0,3...0,5 МПа цементный раствор, который уплотняет щебеночную подготовку и благодаря создаваемому давлению вводит плиту в работу.

Устройство сплошной плиты под всем зданием производится небольшими захватками, чтобы не вызвать большие деформации здания.

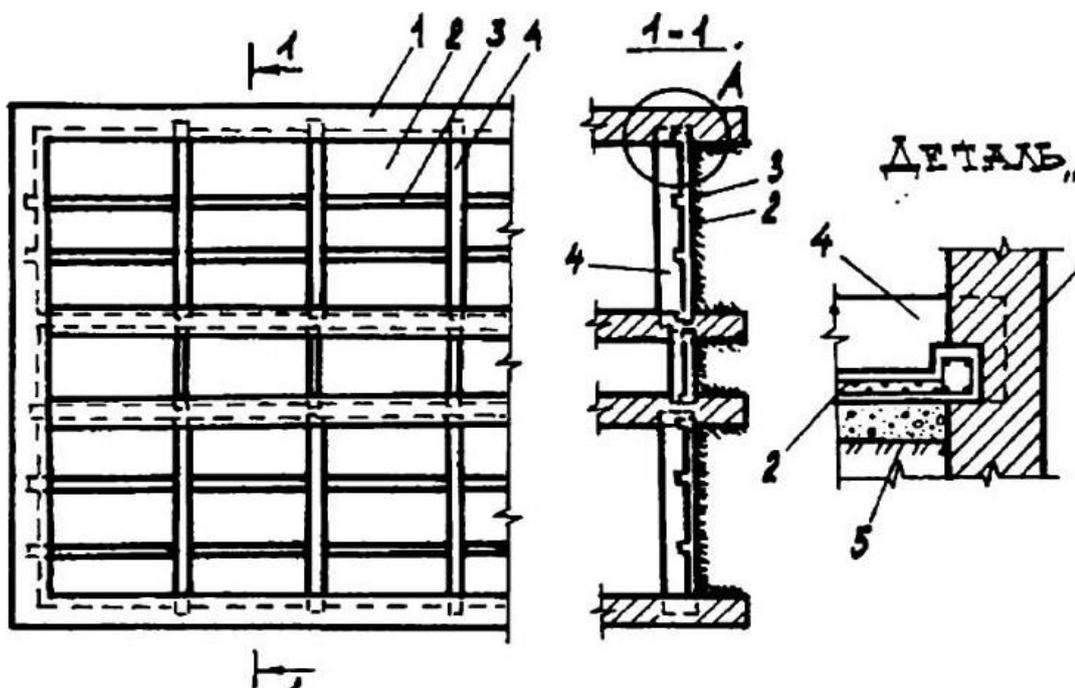


Рис. 2.6. Устройство железобетонной плиты под зданием: 1 – фундамент; 2 – полка плиты; 3 – второстепенная балка; 4 – главная балка; 5 – уплотненный щебень.

Все перечисленные методы усиления фундаментов связаны с отрывкой грунта у боковой поверхности фундамента до его подошвы. Это бывает возможным только в том случае, если уровень подземных вод находится ниже подошвы фундаментов, так как прямой водоотлив из траншей недопустим, – произойдет вымывание части грунта из-под подошвы фундамента и его дополнительная осадка.

Усиление фундаментов с помощью свай лишено этого недостатка. Сваи в большинстве случаев устраиваются с поверхности грунта, не требуют отрывки траншей. Сваи, погружаемые забивкой или вибрированием, непригодны для усиления фундаментов, так как могут вызвать большие дополнительные осадки фундаментов. Усиление производится вдавливаемыми, буронабивными и буроинъекционными сваями, устройство которых не вызывает вибрацию грунтов.

Вдавливаемые сваи погружаются в грунт с помощью специальных вдавливающих установок. Для вдавливания свай требуется большое усилие. Усилие домкрата уравнивается массой вдавливающей установки, поэтому последняя получается очень тяжелой и крупногабаритной. Низка и производительность вдавливающих установок. Разместить вдавливающую установку удастся только вне здания или сооружения.

Разновидностью вдавливаемых свай являются сваи типа Мега (рис. 2.7). Они состоят из отдельных элементов длиной около 1 м. Первый (головной) элемент имеет заострение на нижнем конце.

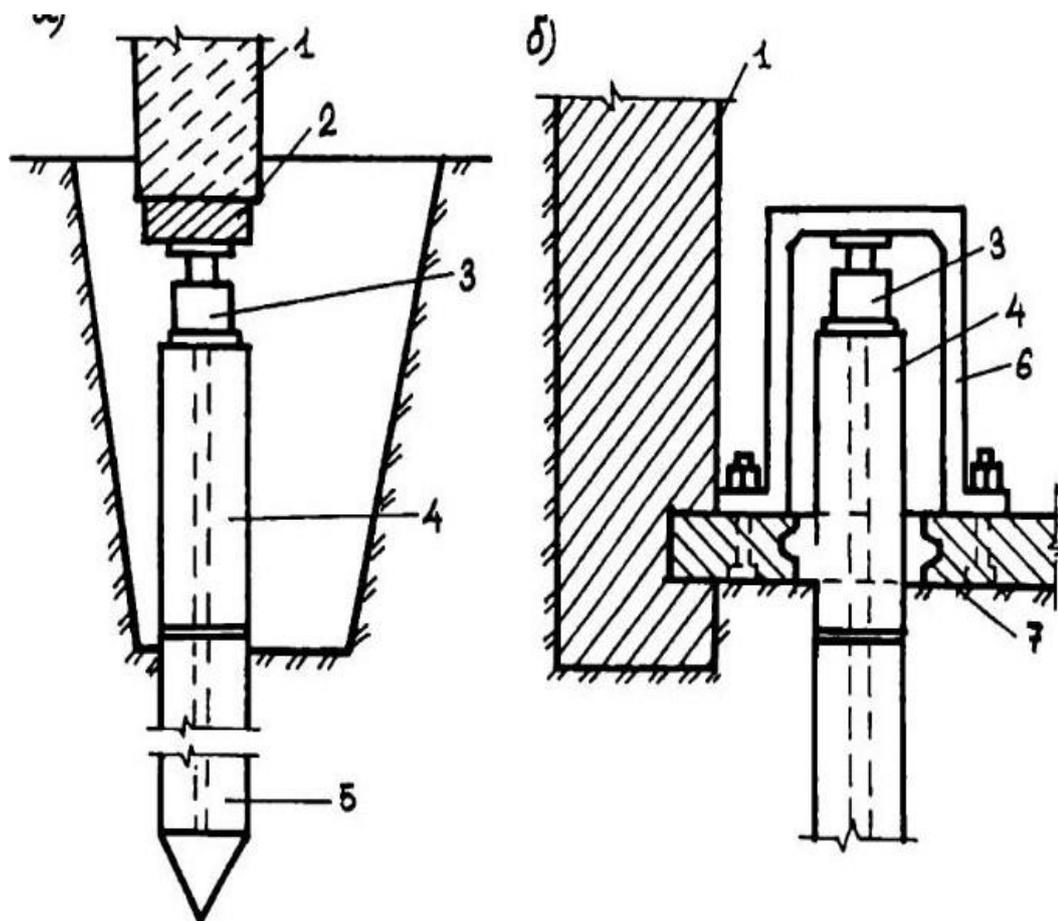


Рис. 2.7. Схема вдавливания свай типа Мега (а – при расположении свай под стеной или фундаментом; б – при расположении свай рядом с фундаментом): 1 – стена или фундамент; 2 – выравнивающая стальная или железобетонная балка; 3 – домкрат; 4 – промежуточный элемент свай; 5 – первый элемент свай; б – упорная конструкция; 7 – железобетонная плита с окнами для свай

Сквозь сваю проходит продольное отверстие, в которое устанавливают при необходимости арматурный стержень. Для вдавливания сваи применяют гидравлический домкрат. Он упирается в подошву фундамента и последовательно вдавливает элементы свай до нужной глубины. Для

размещения домкрата нужно участками обнажать подошву фундамента, что при уровне подземных вод выше подошвы фундамента выполнить без открытого водоотлива из траншеи невозможно. Водоотлив же, как уже было отмечено, вызовет дополнительные осадки фундаментов. В этом случае домкрат можно упереть в упор, заделанный в пол подвала (рис. 2.7, б). Сваи тогда можно будет вдавить только рядом с фундаментом, а для передачи нагрузки от фундамента на сваи потребуется устройство ростверка.

Буронабивные сваи выполняются в пробуренных скважинах. Если стенки скважины неустойчивы, то бурение скважины выполняют в обсадной трубе. В пробуренную скважину, чаще только в ее верхнюю часть, устанавливают арматурный каркас. Скважина заполняется бетоном снизу вверх. Обсадная труба при этом постепенно извлекается из скважины. Буронабивные сваи устраиваются рядом с усиливаемым фундаментом. Для передачи на них усилий от надземной части здания или сооружения необходимо устройство ростверков разной конструкции. Для включения сваи в работу между ростверком и свайей устанавливается домкрат (рис. 2.8). После приложения требуемой нагрузки на сваю и расклинивания пространства между свайей и ростверком домкрат удаляется, а образовавшийся зазор заполняется бетоном. С помощью буронабивных свай можно усиливать отдельные участки фундаментов, например под углом здания (рис. 2.9).

В настоящее время для усиления фундаментов наиболее часто применяют разгружающие конструкции в виде буроинъекционных свай.

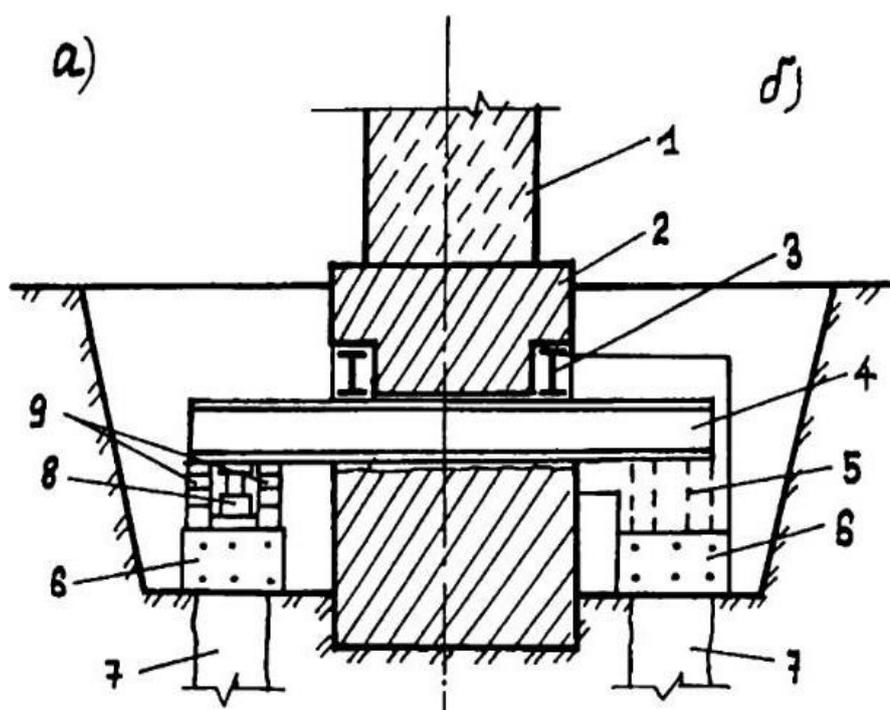


Рис. 2.8. Схема усиления ленточных фундаментов буронабивными сваями (а – в период задавливания домкратами свай; б – после окончания работ): 1 – стена; 2 – фундамент; 3 – продольные балки в пробитых бороздах; 4 – поперечные балки; 5 – бетон омоноличивания; 6 – ростверк; 7 – свая; 8 – домкрат; 9 – подклинка.

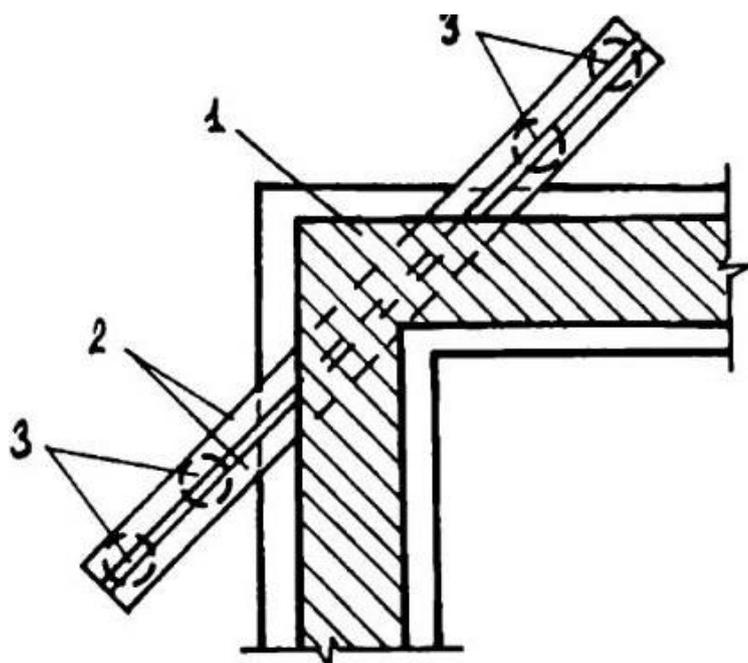


Рис. 2.9. Схема усиления угла ленточного фундамента буронабивными сваями:

1 – фундамент; 2 – поперечные балки, омоноличиваемые бетоном после задавливания свай домкратами; 3 – сваи

Буроинъекционные сваи обычно имеют меньший диаметр, чем буронабивные. Установка для буроинъекционных свай и по весу, и по габаритам значительно меньше, чем установка для буронабивных свай. Установку для буроинъекционных свай можно разбирать на отдельные детали, переносить в помещениях и использовать в подвалах высотой не менее 2 метров. Буроинъекционные сваи устраивают вертикально и наклонно через тело фундамента (рис. 2.10). Они имеют вид корней, поэтому их иногда называют корневидными сваями. При бурении скважины в слабых грунтах применяют обсадные трубы или скважины заполняют бентонитовым раствором. После проходки скважины через полость буровой штанги в скважину под давлением до 0,3МПа подается мелкозернистая бетонная смесь. Обсадная труба при этом постепенно извлекается, а бентонитовый раствор вытесняется наружу. После заполнения скважины бетонной смесью в нее опускается звеньями арматурный каркас. Если в теле фундамента имеются пустоты и трещины, то вначале скважина выбуривается только в пределах тела фундамента, и в нее под давлением 0,3...0,5 МПа подается цементный раствор, который заполняет пустоты и трещины. После затвердения цементного раствора скважина пробуривается сквозь фундамент в грунте до требуемой глубины. При этом решаются две задачи – повышается прочность тела фундамента и создается разгружающая конструкция.

Работы по устройству всех видов свай, как и закреплению грунтов, должны производиться специализированными организациями, имеющими необходимое оборудование и квалифицированных специалистов. Автор наблюдал в течение нескольких лет за зданиями, фундаменты которых были усилены буро-инъекционными сваями. До усиления фундамента стены этих зданий имели большое количество сильно раскрытых трещин. После

усиления фундаментов на большинстве зданий трещины не наблюдались. На стенах некоторых зданий появились и незначительно раскрылись отдельные трещины. Связано это вероятно с некачественным выполнением свай. В этих случаях нужно повторить усиление буро-инъекционными сваями фундамента в зонах, где трещины образовались вновь.

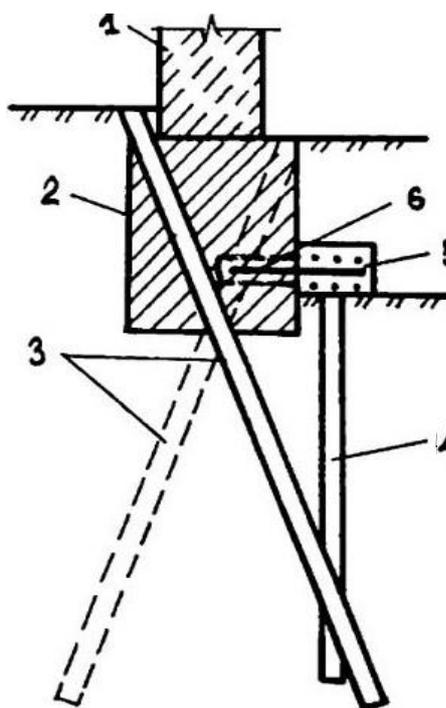


Рис. 2.10. Схема усиления фундаментов буроинъекционными сваями: 1 – стена; 2 – фундамент; 3 – наклонные сваи; 4 – вертикальная свая; 5 – ростверк; 6 – скважина для крепления анкером ростверка

2.6. Усиление тела фундаментов

Если грунтовое основание создает нормальные условия для работы фундаментов, а прочность тела фундаментов недостаточная, то производят усиление фундаментов путем повышения их прочности. В зданиях старой постройки часто нижнюю часть фундаментов делали из камней округлой формы, укладывая их в распор со стенками траншеи, без применения раствора. Пространство между камнями заполняли щебнем, а иногда

обходились и без щебня. В верхней части такие фундаменты выкладывались обычно из бутового постелистого камня на известковом растворе. Со временем известковый раствор в швах кладки выветривался и прочность такого фундамента резко снижалась. Повысить прочность подобных фундаментов можно путем инъекции в их тело цементного раствора. Желательно при этом во избежание вытекания инъецируемого раствора в грунт произвести оштукатуривание обеих поверхностей в верхней части фундамента. Для инъекции цементного раствора можно применить оборудование, используемое при устройстве буроинъекционных свай. При отсутствии такого оборудования инъекцию цементного раствора можно выполнить с помощью более простого оборудования.

В теле фундамента выбуривают скважины диаметром 25...30мм и глубиной, равной половине толщины фундамента. При наличии трещин скважины располагают вдоль трещин с шагом 800...1000мм. В скважины заделывают отрезки стальных труб диаметром 1/2" длиной 150...200мм с нарезкой на внешней стороне. Трещины в кладке закрывают с поверхности цементным раствором. После отвердения раствора скважины продувают сжатым воздухом и промывают водой. Затем к трубкам присоединяют шланг и закачивают в скважины, начиная с нижней, цементный раствор. Закачивание можно производить с помощью растворонасоса, используемого в строительстве для подачи раствора. Растворонасос может создавать давление до 0,8 МПа.

При отсутствии растворонасоса инъекцию цементного раствора можно производить с помощью ручного водяного насоса, используемого для испытания санитарно-технических приборов. В этом случае применяют беспесчаный цементный раствор. Для увеличения подвижности раствора в него добавляют пластификатор. В качестве пластификатора можно применять поливинилацетатный клей (ПВА), а также известковый раствор. После того как раствор начинает вытекать из ближайшей трубки, шланг отсоединяют от первой трубки, заглушают ее пробкой и производят

инъекцию через ту трубку, через которую начал вытекать раствор.

Усшить фундамент, имеющий недостаточную прочность, можно также с помощью двусторонних наращиваний и обойм. При этом обычно не ставится задача увеличить площадь подошвы усиливаемого фундамента (рис. 2.11). При устройстве наращиваний и обойм также желательно сделать инъекцию цементного раствора в тело фундамента. Для этой цели до устройства наращиваний или обойм в теле фундамента сверлят скважины и устанавливают в них инъекционные трубки, выходящие за пределы наращивания или обоймы.

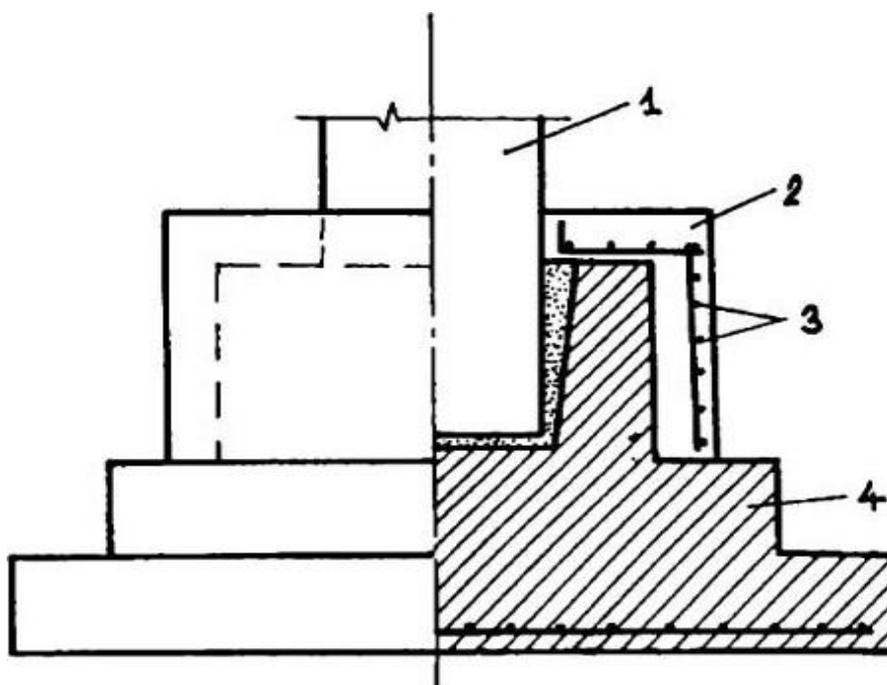


Рис. 2.11. Схема усиления фундамента под колонну железобетонной обоймой без увеличения площади подошвы фундамента: 1 – колонна; 2 – обойма; 3 – хомуты; 4 – усиливаемый фундамент

В некоторых случаях, когда нужно не только увеличить прочность тела фундамента, но и увеличить глубину заложения или ширину подошвы фундамента, производят замену старого фундамента на новый. Ленточный фундамент заменяют захватками длиной 1,5...2 м, предварительно оперев надземную часть здания или сооружения на временные опоры в виде

железобетонных плит или шпальных клеток (рис. 2.12). Если производится замена фундамента под отдельной опорой, то предварительно ее полностью разгружают от всех нагрузок, применяя временные опорные устройства.

В старых зданиях, построенных на пучинистых грунтах, иногда подошва фундаментов залегает выше глубины промерзания грунтов. В результате морозного пучения грунтов конструкции здания или сооружения получают многократно повторяющиеся значительные вертикальные деформации. Устранить этот дефект можно пересадкой фундамента на буроинъекционные сваи или заменой на фундамент с большей глубиной залегания подошвы. В отдельных случаях по наружному периметру здания под отсыпкой укладывают теплозащитный экран из пенополистирола (рис. 2.13). Иногда делают одновременно и усиление сваями, и теплозащитный экран.

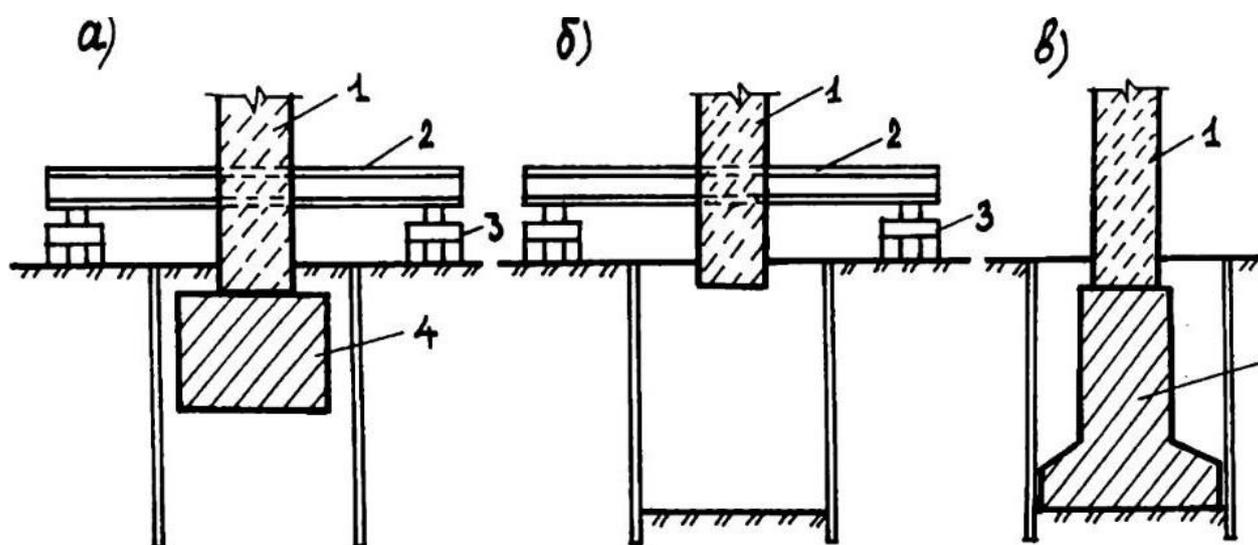


Рис. 2.12. Схема замены ленточного фундамента (а – устройство выноски временных опор; б – разборка старого фундамента; в – устройство нового фундамента): 1 – стена; 2 – временная поперечная балка; 3 – опоры из шпальных клеток или железобетонных плит; 4 – старый фундамент; 5 – новый фундамент

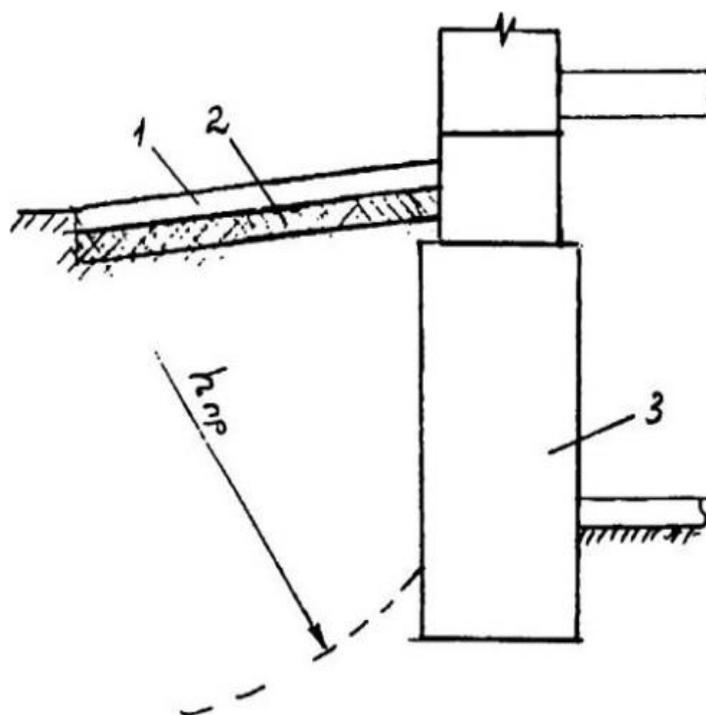


Рис. 2.13. Схема устройства теплозащитного экрана: 1 – отмостка из сборных бетонных плит или монолитного бетона; 2 – теплоизоляционный экран из пенополистирола, обернутого полиэтиленовой пленкой; 3 – фундамент; $h_{пр}$ глубина промерзания.

2.7. Устранение отрицательного влияния поступления влаги из грунта в фундамент и стены

В старых зданиях горизонтальная и вертикальная гидроизоляция фундаментов обычно находится в неудовлетворительном состоянии или вообще отсутствует. Это приводит к увлажнению стен подвала и первых этажей.

В технической литературе описано много способов восстановления гидроизоляции фундаментов и осушения стен подвалов. Все эти способы очень дорогостоящие, трудоемкие и не всегда дают ожидаемый эффект.

Методы устранения причин увлажнения фундаментов, стен подвала и первого этажа можно подразделить на четыре группы.

Первая группа основана на создании препятствий на пути передвижения влаги к конструкциям, вторая – на повторном устройстве гидроизоляции, третья – на применении электростатической и электромагнитной (электрографической) защиты, четвертая – на создании водонепроницаемой зоны путем инъецирования в тело фундамента и стены пенетрационных или гидрофобных материалов.

К первой группе методов устранения причин увлажнения фундаментов и стен относятся: устройство дренажа, восстановление отмостки, выполнение планировки вокруг здания, устройство водонепроницаемой преграды на пути передвижения воды к конструкциям, создание водонепроницаемых экранов на поверхности конструкций, устройство защитных бетонных и железобетонных плит пола подвала с покрытием гидрофобными и пенетрационными составами.

При наличии подвала прежде всего желательно восстановить или сделать вновь дренажную систему вокруг здания, выполнить планировку поверхности территории у здания, обеспечивающую отвод атмосферных вод от здания, восстановить отмостку. При реставрации здания очень часто требуется восстановить отмостку на той отметке, на которой она была сделана первоначально. Из-за значительно выросшего за время существования здания культурного слоя грунта в этом случае вокруг здания образуется иногда значительная выемка.

Убрать атмосферные осадки из этой выемки можно с помощью дренажной системы. При устройстве такой выемки следует проверить глубину заложения подошвы фундамента и, при необходимости, принять меры против отрицательного влияния на здание морозного пучения грунтов.

Некоторые старые здания имеют хорошо сохранившийся глиняный замок у наружной поверхности фундамента. При производстве работ по обследованию и ремонту фундаментов нужно максимально сохранить целостность глиняных замков, так как при их восстановлении трудно обеспечить первоначальную их герметичность. Восстанавливать

нарушенный глиняный замок нужно жирной пластичной хорошо умятой глиной.

Водонепроницаемые преграды на пути влаги к конструкции создают также с помощью электросиликатизации, электролитического закрепления и битумизации грунтов.

Электросиликатизация основана на сочетании воздействия постоянного электрического тока на грунты и вводимые в него химические добавки силиката натрия и хлористого кальция. Электрический ток ускоряет и облегчает проникание химических растворов в грунт. Инъекторы-электроды погружают в грунт основания рядом с фундаментом. Закрепление грунта ведут вдоль фундамента заходками снизу вверх.

При электролитическом закреплении в трубчатые электроды, забитые в грунт и соединенные с источником постоянного тока в 100...200В, закачивают раствор CaCl_2 , потом $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ или $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$, а из инъекторов откачивают поступающую в них воду. Происходит значительное изменение химико-минералогического и гранулометрического состава грунтов и их упрочнение и уплотнение.

Водонепроницаемые экраны на поверхности фундаментов и стен подвала выполняют обмазкой битумом, наклейкой рулонных гидроизоляционных материалов, креплением полимерных материалов (мембраны, пленки), нанесением плотной штукатурки с покрытием гидрофобными и пенетрационными материалами, а также штукатурки, выполненной из КРЦ (коллоидный расширяющийся цемент), или с помощью торкрета.

В качестве полимерного гидроизоляционного материала используются различные полимерные материалы толщиной 1,5...2,0 мм. В основном применяются полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) и низкой плотности (ПЭНП).

Если при устройстве железобетонных плит пола требуется понижение уровня подземных вод, то производится отрывка шурфов. По щебеночной

подготовке расстиляется слой тощего бетона толщиной 0,1м. По подготовке укладывается полиэтилен, который механически крепится к основанию, а в местах шурфов ввариваются полиэтиленовые трубы, по высоте превышающие на 0,5м верх бетонной подготовки. Полотна полиэтилена свариваются специальным двойным швом, который позволяет проверить герметичность сварки. С этой целью в пространство между швами нагнетают сжатый воздух.

При отметке уровня подземных вод выше пола подвала полотна полиэтилена выводят на стены на высоту более 0,5м, чем уровень подземных вод, и крепят механическим способом (специальными дюбелями). Затем возводят пригрузочную бетонную или железобетонную плиту. После бетонирования плиты срезают в местах шурфов полимерные трубы и глушат, обваривая их.

При положении уровня подземных вод ниже возводимой плиты устраивают бетонную плиту с конструктивным армированием.

Если уровень подземных вод выше низа плиты пола подвала, то устраивают железобетонную плиту, заанкерованную в конструкции фундаментов.

Арматура плиты определяется расчетом с учетом гидростатического давления. Анкеровка плиты производится заводкой арматуры в предварительно пробуренные скважины в теле фундамента или в штрабу, выполненную на уровне возводимой плиты. По контуру прилегающих конструкций возводятся вертикальные железобетонные стенки, опирающиеся на плиту и заанкеренные в стенах. Высота стенок должна быть не менее чем на 0,2м выше уровня подземных вод, а толщина 0,15...0,2м.

Бетон применяется гидротехнический с характеристикой по водонепроницаемости $W_2...W_4$.

Свежеуложенные горизонтальные и вертикальные бетонные поверхности обрабатываются пенетрационными или гидрофобными материалами на цементной основе.

Перед бетонированием плит отрываются шурфы для понижения уровня подземных вод. Захватками по 2...3м вначале вдоль фундаментов, а затем и на остальных участках пола понижают уровень грунта до низа возводимой плиты и сразу втрамбовывают щебень слоем 0,15...0,20м.

Места устройства шурфов заделывают после набора прочности бетона плит не ниже 50% от проектной.

Необходимо свежеобработанные поверхности плит защитить от замерзания до полного схватывания и увлажнять после обработки в течение не менее трех суток. Следует иметь в виду, что при длительной откачке воды из шурфов может произойти неравномерная осадка фундаментов из-за вымыва частиц грунта из-под подошвы фундаментов.

В настоящее время для создания водонепроницаемых зон в фундаменте и стене применяют инъекцию пенетрационных и гидрофобных материалов.

В стене производят бурение шпур под углом 30...40° к горизонту на глубину 2/3 от толщины конструкции. Диаметр шпуров 20...25мм. Расстояние между шпурами обычно делается по горизонтали 250мм и по вертикали 200мм. Бурение первых 150мм шпура производится безударным способом, чтобы не повредить материал конструкции. При толщине стен до 0,4м производят одностороннюю инъекцию, при большей толщине стены производят двустороннее инъектирование в шахматном порядке. Пробуренные шпуры промывают водой. В шпуры под давлением 0,05МПа нагнетают цементно-песчаный или известково-песчаный раствор (в зависимости от того, какой гидроизоляционный состав будет использоваться в дальнейшем и какой раствор был использован при возведении конструкции).

После просушки конструкций любым из возможных способов производят повторное разбуривание шпуров. Затем производят инъектирование гидроизоляционным составом: гидрофобным без давления, а пенетрационным под давлением 0,05 – 0,1 МПа. Напор для инъекции гидрофобного состава создается возвышением емкости с составом над

инъекторами на 1...1,5м.

После просушки стен производят оштукатуривание конструкций цементно-песчаным или известковым раствором (в зависимости от того, какой раствор был использован ранее) с добавлением гидроизоляционного состава в размере 2% по весу.

Состав гидроизоляционных материалов на цементной основе: . портландцемент, кварцевый песок с оптимальным гранулометрическим составом, патентованный набор химических добавок.

Наиболее часто применяют пенетраты, создающие проникающую гидроизоляцию, и гидрофобные материалы. В качестве пенетратов используют пенотрон, изготавливаемый в США; кальматрон, производимый в России; вандекс (Швейцария, Швеция); ксайпекс (Канада).

Из гидрофобных составов находят применение торосил (Бельгия), полтекс (Бельгия), Dico-sil (Германия), ГКЖ (Россия).

Увлажнение стен подвалов и первых этажей часто приводит к появлению высолов, развитию грибов, плесени, бактерий.

Образование солевых выцветов (высолов) на строительных конструкциях обуславливается диффузией воды через конструкции и выносом солей на поверхность. Удаление солевых выцветов осуществляют одновременно с работами по предотвращению процессов диффузии воды через строительные конструкции.

Солевые выцветы удаляют механическим путем с помощью металлической щетки с неоднократной промывкой водой. Иногда механическую очистку дополняют химической, заключающейся в обработке поверхности 0,6%-ным раствором соляной кислоты. При обработке соляной кислотой поверхность предварительно обильно смачивают и тщательно промывают чистой водой после обработки. В связи с продолжающейся миграцией солей на поверхность, работы по удалению солевых выцветов повторяют до прекращения их образования.

Для удаления грибов, плесени и бактерий производят биоцидную

обработку поверхности конструкций. Биоцидная обработка может проводиться как со снятием штукатурного слоя, так и по штукатурному слою.

Работы по биоцидной обработке наружных поверхностей конструкций следует проводить в теплое время года при отсутствии атмосферных осадков.

При обработке внутренних поверхностей помещения должны быть отапливаемые и иметь принудительную циркуляцию воздуха. Перед обработкой необходимо удалить все источники увлажнения конструкции.

Для биоцидной обработки применяют: формалин (токсичный антисептик), денатурат, спирт этиловый технический, уайт - спирт, ацетон и др.

При влажности обрабатываемой поверхности выше 6% применяют раствор формалина в этиловом спирте (5% формалина, 95% этилового спирта), при влажности менее 6% – раствор формалина в этиловом спирте и ацетоне (5% формалина, 40% этилового спирта, 55% ацетона). При влажности обрабатываемой поверхности не выше 4,5% возможно применение раствора формалина в этиловом спирте и воде (5% формалина, 35% этилового спирта, 60% воды).

Из зарубежных антисептиков для биоцидной обработки находят применение анудросил (спиртовой раствор с органическими кислотами), хульколор (раствор уксусной и соляной кислот), солтокс –R-12 (раствор формалина и слабых органических кислот в спирте).

Биоцидная обработка поверхностей антисептическими растворами производится кистью в одно покрытие.

С пораженных окрашенных и оштукатуренных поверхностей следует полностью удалить оставшуюся краску с налетами плесени, остатки плодовых тел грибов и разрушенную штукатурку до ее прочного слоя.

При разрушении укладочного раствора и проникновении грибных шнуров в глубь кладки следует расшить разрушенные участки швов и удалить грибные шнуры.

Следует отобрать пробы на определение влажности материала стены. При влажности выше 4% участки стены следует осушить. Если это не сделать, то движение влаги в стене приведет к разрушению отделочных материалов.

После тщательной очистки стены, отбора проб материалов на определение влажности производят повторную обработку биоцидным раствором поверхности стены.

После высыхания поверхности приступают к штукатурным и малярным работам.

Хорошие результаты в борьбе с биопоражением каменной кладки делает ее нагрев до температуры 60⁰С.

2.8. Классификация методов усиления фундаментов

Выбор метода усиления и реконструкции фундаментов мелкого заложения (как столбчатых, так и ленточных) зависит от причин, вызывающих необходимость такого усиления, конструктивных особенностей существующих фундаментов и инженерно-геологических условий строительной площадки.

Известно, что проектирование усиления фундаментов почти всегда сложнее проектирования новых конструкций. Это объясняется тем, что в каждом случае усиления приходится считаться с условиями эксплуатации объекта, со стесненными условиями работы, с разнообразием проявления деформаций зданий и сооружений и др.

Применяемые в настоящее время методы усиления и реконструкции фундаментов мелкого заложения можно классифицировать в зависимости от конструктивно-технологических способов их выполнения (табл. 2.1).

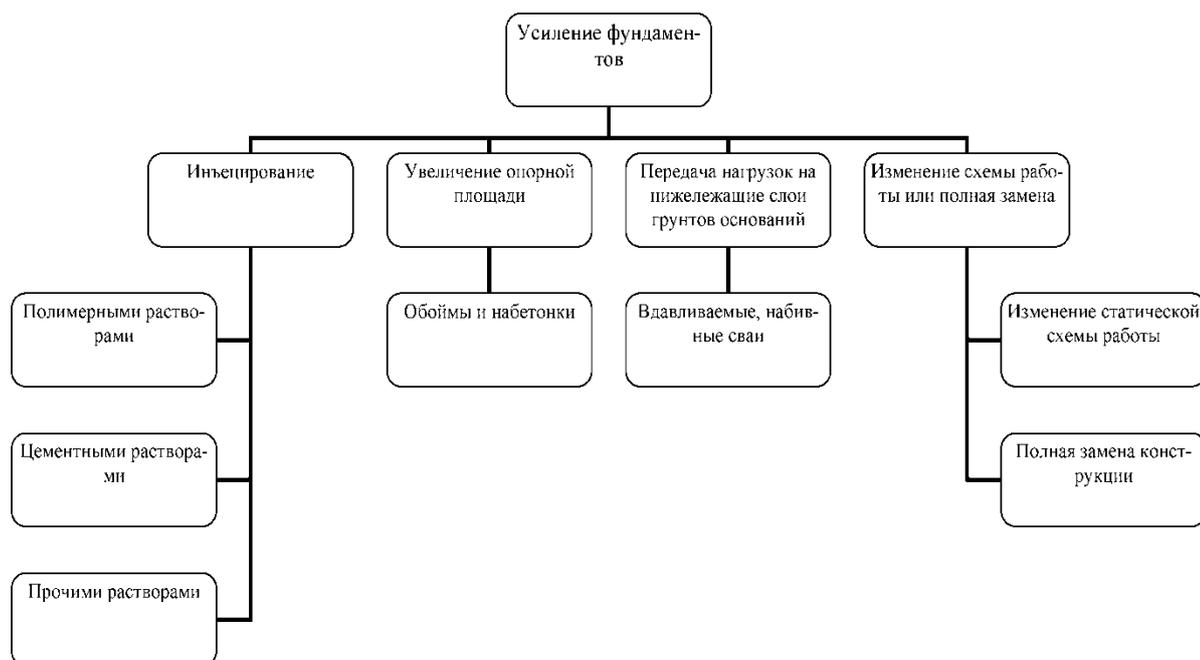


Рис 2.14 Классификация способов усиления конструкций фундаментов

Таблица 2.1

Классификация методов усиления и реконструкции фундаментов мелкого заложения

Метод усиления или реконструкции	Условия применения
1	2
Усиление кладки фундаментов цементацией пустот	При образовании пустот в швах кладки и небольшом разрушении материала фундамента; нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно
Частичная замена кладки фундамента	При средней степени разрушения материала фундамента; нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно; при достаточной несущей способности основания

Продолжение таблицы 2.1

1	2
<p>Устройство обойм: без уширения подошвы фундамента</p> <p>с уширением подошвы фундамента</p>	<p>При значительном разрушении материала фундамента; нагрузка на фундамент не увеличивается или увеличивается незначительно; при достаточной несущей способности основания.</p> <p>При увеличении нагрузки на фундамент и недостаточной несущей способности основания</p>
<p>Подведение конструктивных элементов под существующие фундаменты: плит столбов стены</p>	<p>При большой толще слабых грунтов в основании</p> <p>При неглубоком залегании несущего слоя грунта</p> <p>То же, а также в случае увеличения глубины заложения фундамента при устройстве подвалов, при необходимости передачи нагрузки на более прочные грунты</p>
<p>Подведение новых фундаментов</p>	<p>При коррозионном или ином разрушении фундамента; при необходимости значительного увеличения нагрузок, глубины заложения и изменении конструкций подземной части зданий и сооружений</p>

<p>Усиление вдавливаемыми сваями</p>	<p>При значительном увеличении нагрузок; при наличии подстилающих прочных грунтов; при невозможности проведения работ непосредственно под подошвой фундамента</p>
<p>Подведение свай под подошву фундамента</p>	<p>В маловлажных грунтах; при небольшой глубине существующего фундамента и невозможности уширения его подошвы</p>
<p>Пересадка на выносные сваи</p>	<p>В водонасыщенных грунтах; при относительно большой глубине залегания прочного слоя грунта</p>
<p>Усиление буронабивными сваями</p>	<p>При значительном увеличении нагрузок и большой толщине слабых грунтов в основании: в сложных условиях реконструкции и строительства</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2
<p>Усиление корневидными буроинъекционными сваями</p>	<p>То же, а также при невозможности частичной разборки существующих фундаментов и в стесненных условиях строительства</p>
<p>Усиление конструкциями, возводимыми способом "стена в грунте"</p>	<p>При значительном увеличении нагрузок; в сложных условиях реконструкции подземных частей зданий и сооружений</p>
<p>Усиление фундаментов опускными колодцами</p>	

<p>Передача части на дополнительные фундаменты</p>	<p>При сложных сочетаниях нагрузок и в особых условиях выполнения работ по реконструкции</p>
<p>Переустройство столбчатых фундаментов в ленточные и ленточных в плитные</p>	<p>При значительных неравномерных деформациях основания; изменении величины нагрузок и статической схемы работы фундаментов; установке дополнительного оборудования; изменении конструктивной схемы здания или сооружения; необходимости значительного повышения жесткости здания</p>
<p>Возвращение просевшего фундамента в первоначальное или горизонтальное положение</p>	<p>При просадке и значительном перекосе (крене) фундаментов для исправления положения эксплуатируемых зданий или сооружений в случае сохранения их устойчивости</p>
<p>Повышение жесткости фундаментов (устройство дополнительных железобетонных поясов в ленточных фундаментах; устройство связей-распорок с одновременным усилением ленточных или столбчатых фундаментов)</p>	<p>При больших неравномерных осадках основания, например на подрабатываемых территориях, просадочных и других сложных грунтовых условиях</p>

На эти способы большое влияние оказывают условия, в которых находятся фундаменты: степень их разрушения, величины нагрузок, передаваемых на них, особенности конструктивной схемы здания или сооружения, инженерно-геологические и гидрогеологические условия.

Работы по предотвращению развития аварийных деформаций зданий включают усиление надземных и подземных конструкций зданий, фундаментов, а иногда и укрепление оснований. Возможны различные сочетания конструктивных мероприятий по восстановлению и реконструкции зданий и сооружений.

Выводы:

Отработаны все технологические особенности усиления оснований и фундаментов. Составлена классификация базовых методов усиления и описаны основные особенности каждого метода усиления. Определены основные направления дальнейших исследований в области влияния технологического усиления на эффективность реконструкции.

РАЗДЕЛ 3

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКОНСТРУКЦИИ

3.1. Исследование технологий усиления оснований

3.1.1. Силикатизация грунтов

Основным компонентом для силикатизации является жидкое стекло коллоидный раствор силиката натрия. В зависимости от состояния грунтов используют: однорастворную силикатизацию путем инъецирования в грунт гелеобразующего раствора из двух или трех компонентов (силикатно-фосфорнокислые, силикатно-сернокислые, силикатно-фтористоводородные и другие составы) при закреплении песчаных и лессовых грунтов с коэффициентом фильтрации 0,5-5 м/сут; двухрастворный способ силикатизации - для закреплении песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации до 0,5 м/сут, который заключается в поочередном инъецировании двух растворов (силиката натрия и хлористого кальция). В результате химической реакции образуется гель кремниевой кислоты, придающий фунту в короткие сроки прочность 2-6 МПа.

Электросиликатизация основана на сочетании силикатизации с одновременным воздействием постоянного электрического тока и предназначена для закреплении переувлажненных мелкозернистых песков и супесей с коэффициентом фильтрации до 0,2 м/сут.

В качестве отвердителя силиката натрия используют углекислый газ, что позволяет закреплять песчаные грунты с коэффициентом фильтрации 0,1-0,2 м/сут, лессовые и грунты с высоким содержанием органических примесей. Прочность закрепленного грунта составляет 0,5-2 МПа и достигается в кратчайшие сроки.

Смолизация – закрепление песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации 0,5-5 м/сут и лессовых грунтов путем инъецирования водных растворов синтетических смол (карбамидных, фенольных, фурановых и

др.). Время гелеобразования регулируется количеством вводимого отвердителя. Смолизация не только способствует повышению прочности до 1-5 МПа, но и обеспечивает водонепроницаемость грунтов.

Технологические параметры эффективности укрепления грунтов методами инъецирования приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Радиусы закрепления грунтов в зависимости от коэффициента
фильтрации

№ п.п.	Способ закрепления грунта	Вид грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут	Радиус закрепления, м
1	Силикатизация: двухрастворная	Песчаный	2-10	0,3-0,4
			10-20	0,4-0,6
			20-50	0,6-0,8
			50-80	0,8-1,0
	однорастворная	>>	0,8-0,5	0,3-0,4
			0,5-1,0	0,4-0,6
			1,0-2,0	0,6-0,8
			2,0-5,0	0,8-1,0
2	Газовая	>>	0,5-1,0	0,3-0,5
			1,0-5,0	0,5-0,8
			5,0-20	0,8-1,0
3	Однорастворная	Просадочный	0,1-0,3	0,4-0,7
			0,3-0,5	0,7-0,8
			0,5-2,0	0,8-1,0
4	Смолизация	Песчаный	0,3-1,0	0,3-0,5
			1,0-5,0	0,5-0,65
			5,0-10,0	0,65-0,85
			10,0-20,0	0,85-0,95
			20,0-50,0	0,95-1,00
5	Электрохимическое закрепление грунтов	Водонасыщенные глинистые, пылеватые, илистые	0,10-0,20	0,4-1,2

Способ инъекционного закрепления заключается в нагнетании реагентов в виде растворов или газов в грунты основания без нарушения их структуры. Инъекционное закрепление распространяется на грунты, обладающие определенной водопроницаемостью. Инъекционному закреплению не подлежат водонасыщенные грунты при скорости фунтовых вод более 5м/сут.

На рис. 3.1 в схематичном виде приведены методы закрепления грунтов для фундаментов мелкого заложения. В зависимости от принятой технологии расположение инъекторов может быть вертикальным, наклонным и горизонтальным.

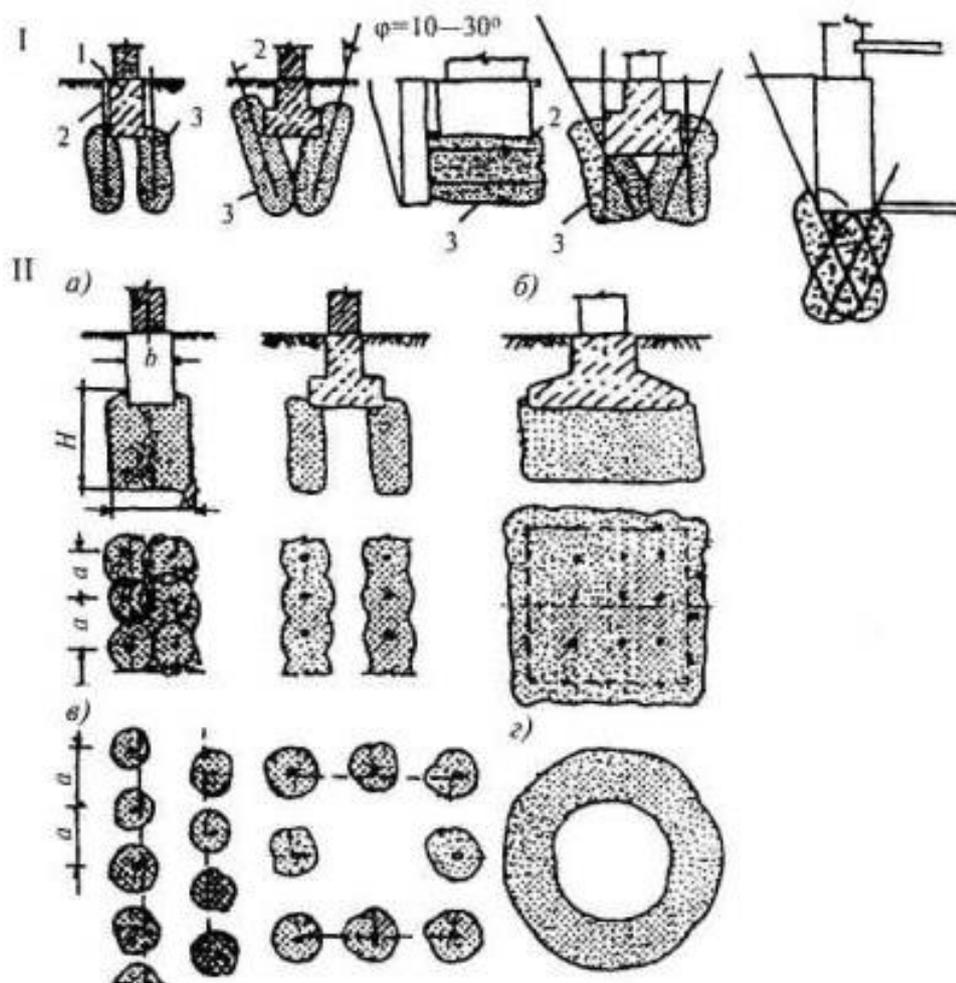


Рис. 3.1. Методы закрепления грунтов для фундаментов мелкого заложения:

I - схемы расположения инъекторов при закреплении грунтов основания фундаментов:

1 - фундамент; 2 - инъектор; 3 - зона укрепления; II - зоны закрепления оснований:
а - ленточная; б - сплошная; в - прерывистая; г - кольцевая.

Для зданий с подвальной частью закрепление грунтов может осуществляться с наружной или внутренней стороны. Наиболее распространенным является укрепление грунтов с наружных фасадных поверхностей. Из-за меньшей стесненности производительность работ существенно выше.

Технология и организация производства работ:

До начала работ следует выполнить цикл подготовительных работ: подготовить территорию и фронт работ; провести временное ограждение, подвести электроэнергию, водоснабжение, канализацию; при необходимости установить геодезическое наблюдение за осадками фундаментов; обеспечить зоны складирования, площадки или стационарные узлы для приготовления растворов; осуществить разметку погружения иньекторов или бурения иньекционных скважин; приготовить закрепляющие растворы рабочих концентраций; выполнить работы по закреплению контрольных участков; обеспечить выполнение правил безопасного ведения работ. Закрепляющие растворы рабочих концентраций приготавливают исходя из требуемой консистенции и необходимого объема.

Погружение и извлечение иньекторов:

Способ погружения иньекторов зависит от физико-механических характеристик грунтов, глубины закрепления и может быть осуществлен: забивкой; вибропогружением; задавливанием; установкой в предварительно пробуренные скважины.

На рис. 3.2 приведены конструктивная схема иньектора переменного сечения и метод его погружения. Иньектор состоит из наконечника, перфорированного звена, переходных ниппелей, глухих звеньев. Наличие глухих звеньев позволяет изменять длину иньектора, тем самым обеспечивая необходимую зону иньецирования.

После окончания работ по иньецированию необходимо провести извлечение иньектора. Оно производится виброметодом, а также путем

использования специального речного домкрата (рис. 3.2,в).

Погружение иньекторов забивкой и вибропогружением применяют при силикатизации песчаных грунтов на глубину до 15м. Применяют ударные инструменты механического или пневматического типа. Забивка осуществляется по заходкам в последовательности, отраженной в проекте. При погружении иньекторов через железобетонные плиты фундаментов, отмостки, полы в них предварительно выбуриваются отверстия.

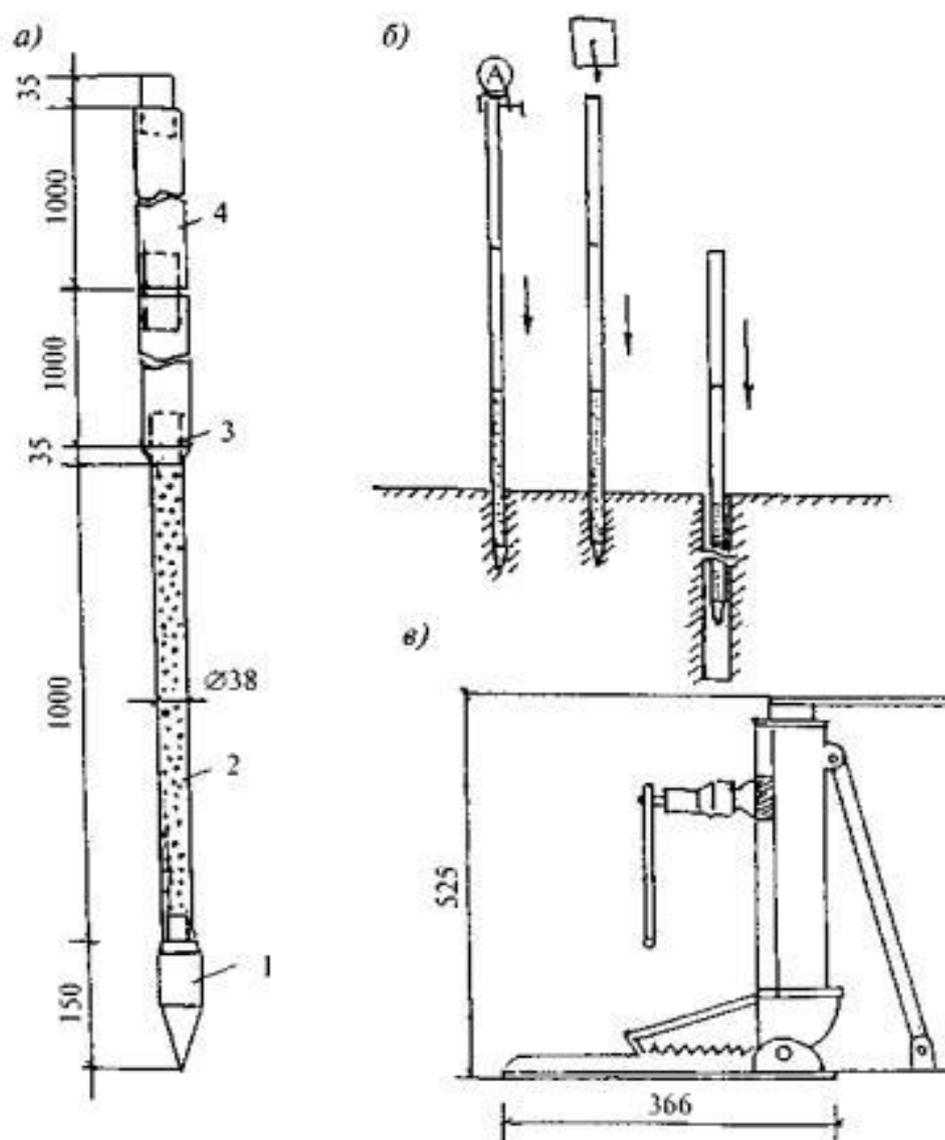


Рис. 3.2. Конструктивная схема иньектора (а), метода погружения (б), речного домкрата для извлечения иньекторов (в): 1 - наконечник; 2 - перфорированное звено; 3 - переходной ниппель; 4 - глухое звено.

Погружение инъекторов забивкой и вибропогружением применяют при силикатизации песчаных грунтов на глубину до 15м. Применяют ударные инструменты механического или пневматического типа. Забивка осуществляется по заходкам в последовательности, отраженной в проекте. При погружении инъекторов через железобетонные плиты фундаментов, отмостки, полы в них предварительно выбуриваются отверстия.

Расстояние между скважинами колеблется в пределах 1,7-3м. Потребность в оборудовании, приспособлениях и механизмах приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Механизмы, оборудование и приспособления для проведения инъекционных работ

№ п.п.	Оборудование, механизмы, приспособления	Тип	Марка	Количество	Техническая характеристика
1	2	3	4	5	6
1	Станок бурильный	Вращательное бурение	СКБ-4	1	
2	Компрессор		ПСК-6м	2	$P_{раб} = 0,7 \text{ МПа}$
3	Насосы	Одноплунжерный	ПС-45	1	$P_{раб} = 1,5 \text{ Мпа}$
		Двухплунжерный	НГП-1М	1	$P_{раб} = 1,5 \text{ Мпа}$
		Шестиплунжерный	НС-3	1	$P_{раб} = 1,2 \text{ МПа}$
4	Насос-дозатор		НЛ 1000/10	2	$\Pi = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$

5	Растворосмесители		РН-500	1	$V = 500$ л
---	-------------------	--	--------	---	-------------

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
6	Пневматические молотки		ОМ-506 СМ-5 ОСМП-6	1 1	$P_{раб} = 0,4-0,5$ МПа
7	Резиновые рукава диаметром 25 мм				$P = 3$ МПа
8	Резиновые воздушные рукава диаметром 19-25 мм				$P = 1$ МПа

Нагнетание закрепляющих реагентов:

Закрепляющие реагенты нагнетают отдельными заходами в технологической последовательности, предусмотренной проектом производства работ. В однородные по водопроницаемости грунты нагнетание производится от устья в глубину или из пяты скважины к устью. В неоднородных по водопроницаемости грунтах в первую очередь закрепляют слои с большей водопроницаемостью.

Расход раствора Q на одну заходку можно рассчитать по формуле $Q = nR^2 l_3 a$, где n - пористость грунта, %; R - радиус закрепления, м; l_3 - длина заходки, м; a - коэффициент, принимаемый в зависимости от способа силикатизации (5 – при двухрастворной; 12 - при однорастворной; 7 - при газовой; 8 - для плывунов; 5 - для просадочных грунтов).

Требуемое количество раствора на одну заходку рассчитывается исходя из радиуса действия, пористости грунта и коэффициента насыщения раствором $Q = nR^2 (1,33R + 1) na 1000$ л, где n - пористость

грунта; a - коэффициент насыщения грунта раствором (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Значения коэффициента насыщения грунта раствором

Скорость распространения раствора, см/мин	Коэффициент насыщения грунта	Скорость распространения раствора, см/мин	Коэффициент насыщения грунта
0,3	1,0	3	0,5
0,6	0,8	6	0,4
1,0	0,7	10	0,35
1,8	0,6		

На рис. 3.3 приведена технологическая схема инъекционного закрепления грунтов в основаниях фундаментов способом однорастворной силикатизации.

При двухрастворной силикатизации жидкое стекло и раствор хлористого кальция нагнетаются рядами с чередованием инжекторов через ряд. Перерывы между нагнетанием жидкого стекла и хлористого кальция зависят от скорости грунтовых вод 3-1,5 м/сут. Каждый раствор нагнетается отдельным насосом.

При закреплении грунтов способом газовой силикатизации через инжектор нагнетаются углекислый газ и раствор силиката натрия, а затем снова углекислый газ. Давление при нагнетании газа для отверждения силикатного раствора должно находиться в пределах 0,4-0,5МПа. Перерыв во времени между нагнетанием силиката натрия и газа не должен превышать 30 мин.

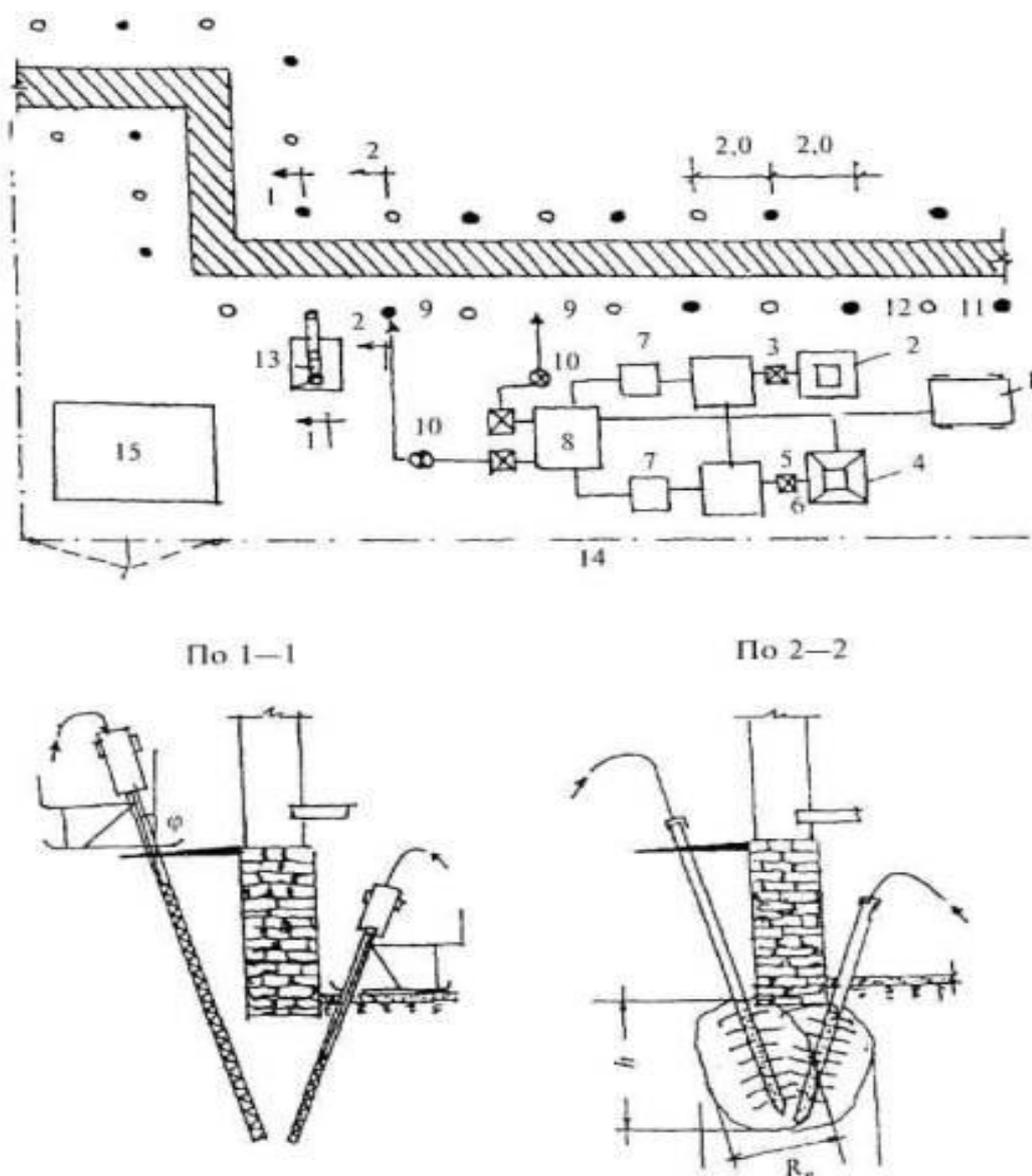


Рис. 3.3. Технологическая схема инъекционного закрепления грунтов основания фундаментов способом однорастворной силикатизации: 1 - компрессор; 2, 3, 4, 5 - емкости для отвердителя, крепителя, рабочей концентрации; 6 - насосы; 7 - дозатор; 8 - емкость для рабочего раствора; 9 - инъекторы; 10 - расходомер; 11, 12 - инъекционные скважины 1-й и 2-й очередей; 13 - бурильный станок; 14 - зона ограждения; 15 - зона складирования

3.1.2. Закрепление грунтов цементацией

Такой метод закрепления грунтов может быть применен для закрепления скальных, песчаных и гравелистых грунтов при следующих коэффициентах фильтрации: для скальных грунтов - $0,01\text{ м/сут}$, для песчаных

- 50м/сут. Для цементации применяют смеси цементного раствора с В/Ц = 1-0,8. Для улучшения свойств, а также для связывания химически несвязанной воды в раствор добавляется бетонит в количестве до 10 % массы цемента.

В грунт через инъекторы под давлением 3-6 атм нагнетают раствор. Расстояние между скважинами назначают в зависимости от величины удельного поглощения. Радиус закрепления составляет 0,3-1,5м.

Цементация грунтов обеспечивает создание монолитности основания и повышает прочность в пределах 1,0-4,0МПа. При этом повышается водонепроницаемость грунта. Вид и марку цемента принимают в зависимости от наличия и агрессивности вод.

В развитие технологии закрепления грунтов цементацией появился метод «Геокомпозит», сущность которого состоит в нагнетании цементной композиции под давлением 5-20атм как под подошву фундамента, так и в область слабых грунтов более глубокого заложения.

Под действием высокого давления осуществляется гидроразрыв грунтового слоя с расположением трещин радиально от инъекторов вглубь массива. Раскрытие трещин происходит по ослабленным участкам грунта с одновременным заполнением цементным раствором и уплотнением. В результате этого формируется каркасная матрица из цементной составляющей с элементами уплотненного грунта. Композитный массив грунта приобретает повышенное значение модуля деформации, увеличиваются сцепление и угол внутреннего трения.

Технология «Геокомпозит» успешно используется для восстановления и повышения несущей способности фундаментов из бутовой и кирпичной кладки, когда путем инъекции раствора под большим давлением восстанавливается монолитность фундаментов, достигается заполнение полостей от деревянных свай и лежней, происходит цементация слабых и неустойчивых грунтов основания.

3.1.3. Электрохимическое закрепление грунтов

Достаточно эффективной технологией закрепления водонасыщенных

глинистых, пылеватых и илистых грунтов является электрохимический метод. В грунт с наружной и внутренней сторон фундамента погружают трубчатые электроды, один из которых служит анодом, а другой - катодом. Расстояние между электродами одного знака 0,8-1,0м. Через анодный электрод самотеком поступают растворы солей CaCl_2 , затем $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ или $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$. Из катода откачивают поступающую грунтовую воду, тем самым создавая дополнительный градиент скоростей. Под действием напряжения постоянного тока 100-120В происходит направленное движение солевых растворов от анода к катоду. Тем самым обеспечивается насыщение зоны укрепленного грунта поочередно различными солями, взаимодействие которых позволяет получать плотные структуры грунтов с прочностью 0,4-0,6МПа. При этом средний расход электроэнергии составляет 60-100кВт·ч/м³ закрепляемого грунта.

На (рис.3.4) приведена технологическая схема производства работ. Основной технологический процесс состоит в устройстве скважин и установке электродов с перфорированной частью нижней зоны.

Оборудованием для проведения работ служат: генератор постоянного тока, система трубопроводов, насос для откачки воды из катода, система коммутации анодов и катодов, бак для раствора солей.

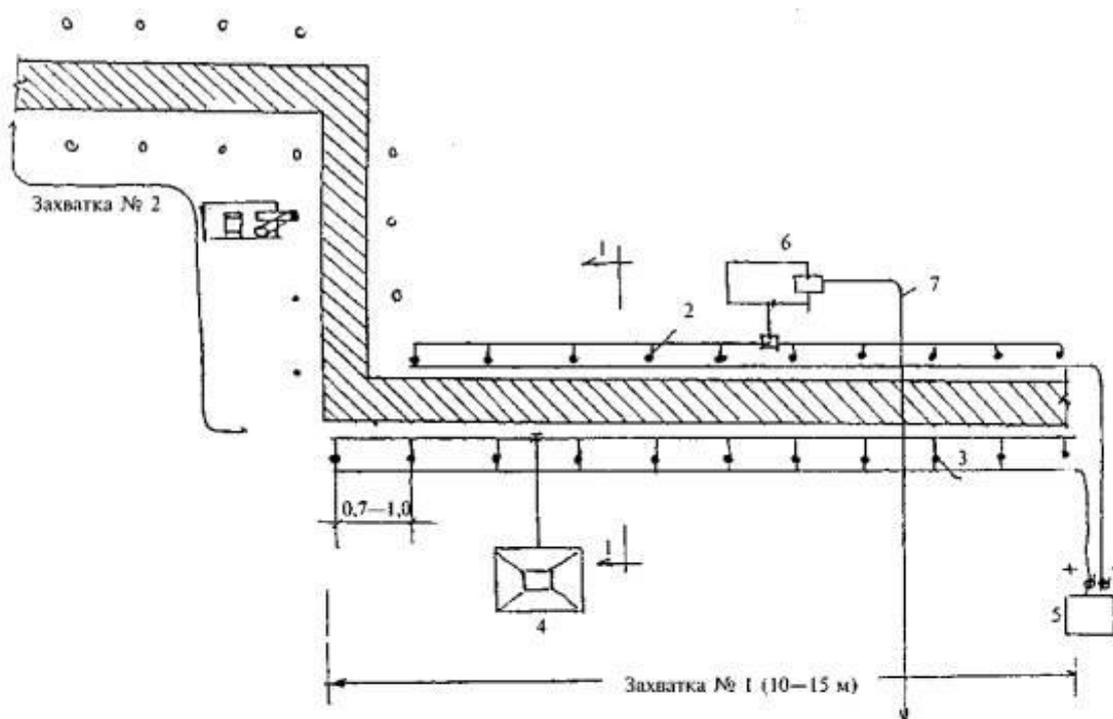
Процесс электрохимического закрепления грунтов осуществляется по захваткам длиной 15-20м.

По окончании закрепления грунта на одной захватке цикл работ повторяется. При этом особое внимание уделяется процессу контроля качества работ, эффективности набора прочности грунтов, устройству контрольных участков и оценке физико-механических свойств.

Сопоставительный анализ методов закрепления грунтов по себестоимости производства работ показал, что минимальная себестоимость работ относится к методам электрохимического закрепления грунтов, а также одноразовой силикатизации. В то же время следует отметить, что постоянный рост цен на электроносители и химикаты, а также повышение

эксплуатационной стоимости комплекта машин приводят к значительному удорожанию работ.

Опыт реконструктивных работ показывает, что в ряде случаев экономически целесообразно произвести повышение несущей способности фундаментов, нежели укрепление грунтов основания.



По I—I

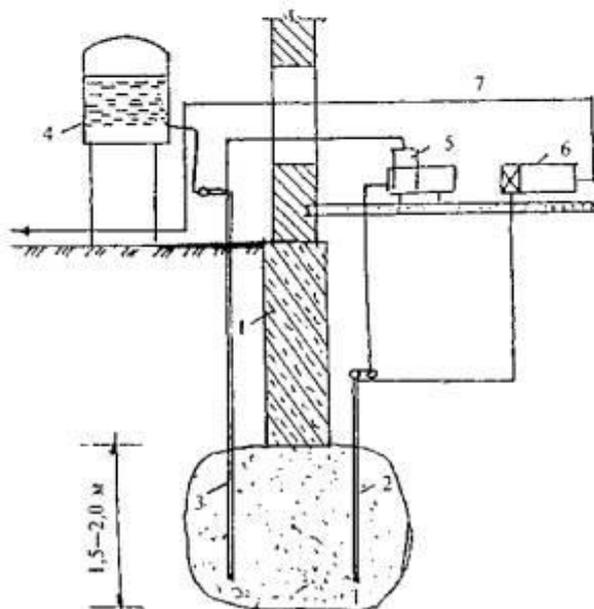


Рис. 3.4. Технологическая схема производства работ по закреплению грунтов электрохимическим методом: 1- фундамент; 2, 3 - анод, катод; 4 - емкость для раствора солей; 5 - генератор постоянного тока; 6 - насос для откачки воды от катода; 7 – трубопровод.

Вторым достаточно объективным фактором является слабая степень контроля укрепления грунтов из-за их неоднородности по толщине и периметру здания. Это требует достаточно плотного зондирования, что приводит к дополнительным затратам.

Таким образом, выбор способа и схем закрепления грунта зависит от характеристик основания, формы и размеров фундамента, требуемой несущей способности основания. Ширина основания закрепляемого грунта может быть определена из соотношения $B=b(2K+1)$, где b – ширина фундамента в плане;

K – коэффициент, определяющий связь со средним давлением P на уровне подошвы фундамента реконструируемого здания. Значения коэффициента K и давления P даны ниже.

P , МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
K	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45

3.1.4. Восстановление оснований фундаментов с карстовыми образованиями

При реконструкции жилых зданий старого фонда часто встречаются ситуации, когда многочисленные аварии сетей водоснабжения и канализации приводят к размыву и образованию полостей и карстовых явлений. Их образование приводит к значительному перераспределению нагрузок на фундаменты и способствует неравномерной осадке и появлению трещин в стенах, перекрытиях и узлах сопряжения конструктивных элементов.

Одним из эффективных средств борьбы с карстовыми явлениями и образованием полостей является нагнетание расширяющихся самоотверждающих композиций. К таким композициям следует отнести вспененные тампонажные растворы с поверхностно-активными веществами (ПАВ) (амоносульфонафтен, акрилсульфат и др.). Разработками ВНИИОСП им. Н.М. Герсевича доказана эффективность использования вспененных цементно-песчаных растворов. Устойчивый пенистый раствор (двукратное вспенивание) получается при внесении 1 % добавки массы цемента. Плотность образующегося раствора составляет 0,3-1,7 г/см³. Замкнутые поры затвердевшего раствора достигают прочности в пределах 0,5-4,5 МПа.

Более дешевыми материалами являются сульфатостойкие тампонажные растворы с добавлением гипса в количестве 5-7 % массы цемента. Прочность массы после твердения в течение 28 сут составляет 6-7 МПа при расходе цемента М400 до 380 кг, воды - 47 л, песка - 1135 кг, гипса - 7,5 кг (плотность раствора 1,9-1,93 т/м³).

Имеется достаточно успешный опыт использования в этих целях фосфогипса, зол ТЭЦ гидроудаления с небольшой добавкой цемента и ПАВ и других материалов.

Технология производства работ (рис.3.5) предусматривает: определение зон и границ расположения полостей с использованием виброакустического зондирования; устройство входных и контрольных отверстий для нагнетания композиции; приготовление смесей и их закачивание в полости.

По мере заполнения полостей тампонажными растворами производится контроль заполняемости, интенсивности твердения и физико-механических характеристик затвердевшей массы. Последние определяют путем выбуривания кернов на полную глубину с испытанием отдельных зон.

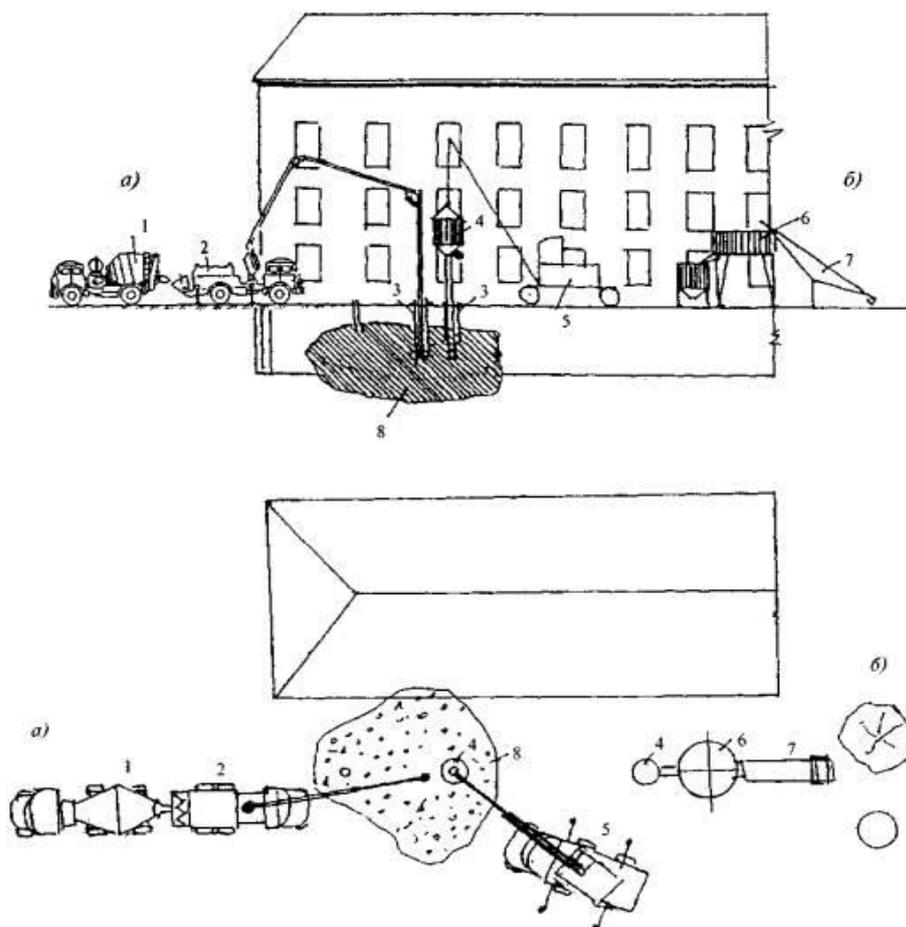


Рис.3.5. Технологические схемы заполнения карстовых полостей тампонажными растворами: а - с использованием бетононасосного транспорта; б - с помощью крана и бадьи; 1 - автобетоносмеситель; 2 - бетононасос; 3 - обсадная труба; 4 - бадья с тампонажным раствором; 5 - автокран; 6 - смеситель; 7 - загрузочный транспортер; 8 - зона тампонирования.

3.1.5. Струйная технология закрепления грунтов оснований фундаментов

Наиболее эффективным методом повышения несущей способности оснований и фундаментов является устройство грунтоцементных свай и массивов по струйной технологии (Jet Grouting), который широко используется в зарубежной практике. Метод разработан в Японии в конце 70-х годов и получил развитие во многих странах. Лидерами в изготовлении технологического оборудования в Европе являются немецкие фирмы Keller, Bauer, итальянская Rodo, французская Колагранде и др. (рис. 3.6).

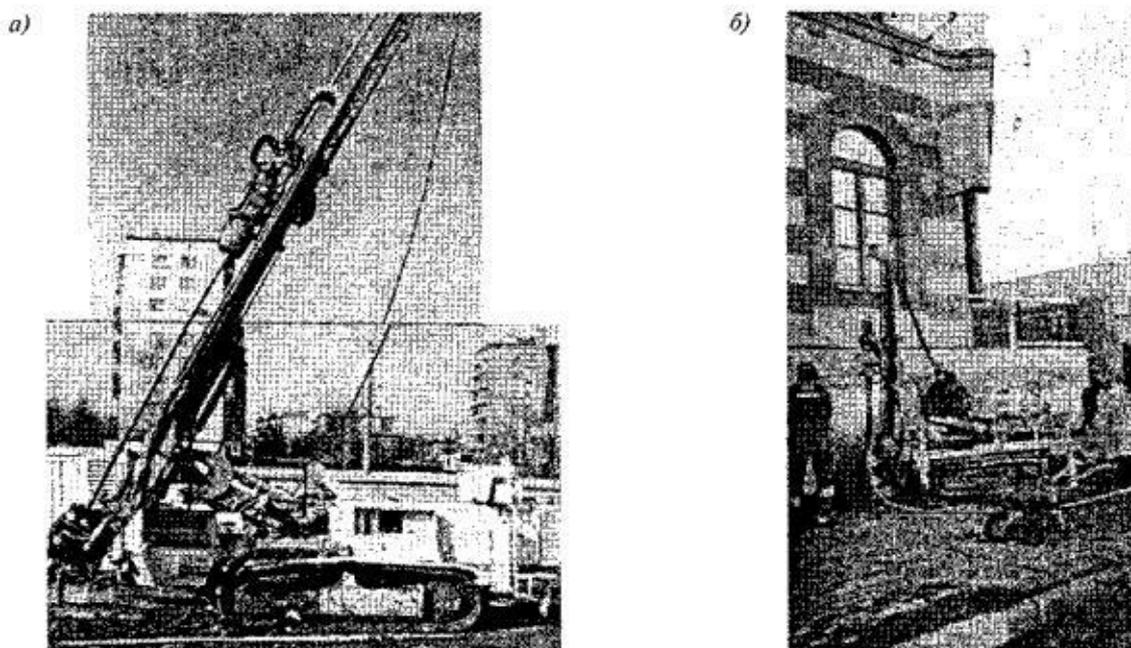


Рис. 3.6. Общий вид буровых установок струйной технологии закрепления грунтов: а - для работ на открытых поверхностях; б - при производстве работ в стесненных условиях

Для усиления фундаментов внутри здания используется мини-установка SC-1 на гусеничном ходу фирмы Keller (ФРГ) (рис. 3.6,б). Ее габаритные размеры позволяют перемещаться через проем шириной 0,8 м и работать в подвальном помещении высотой не менее 2,8 м.

Способ струйной технологии устройства грунтоцементных свай и массивов состоит из нескольких этапов:

- осуществляют бурение скважин диаметром 40-90 мм на проектную глубину с погружением оборудования.
- под давлением 100-400 атм и углом 90° к оси сваи осуществляется резка грунта струей воды или суспензией с добавлением воздуха.
- одновременно с резкой и размывом грунта осуществляется его смешивание с цементной или цементно-глинистой суспензией на основе бентонитового порошка. В результате интенсивного перемешивания и разрушения грунта образуется однородная грунтоцементная масса

плотностью $1,4-1,9 \text{ т/м}^3$. В зависимости от расхода цемента и гранулометрии размытого грунта физико-механические характеристики грунтоцемента могут составлять $5-15 \text{ МПа}$.

– для получения грунтоцементного массива осуществляют соединение ранее возведенных элементов. Создание массива может осуществляться как до набора проектной прочности, так и после.

Технологические схемы производства работ приведены на (рис.3.7). Они раскрывают перечисленные технологические этапы и особенности производства работ. Усиление фундаментов может осуществляться как с наружной, так и подвальной частей зданий.

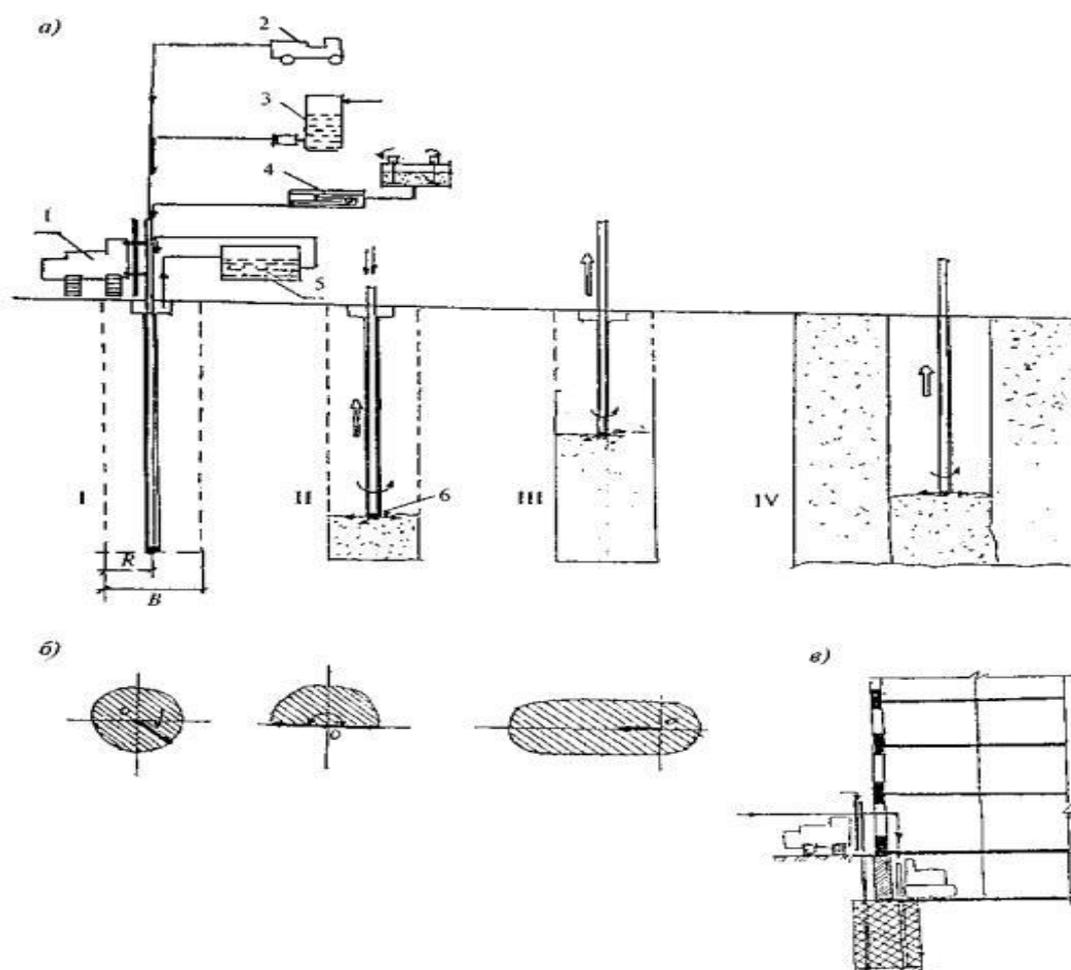


Рис. 3.7. Технологические этапы струйной технологии (а), схемы образования грунтоцементных массивов (б) и технология усиления основания фундаментов (в): I - бурение скважины; II - разрушение и вспучивание грунта струей воды; III - резка с размывом грунта и смешиванием с цементной суспензией; IV - соединение грунтоцементных массивов; 1 - буровая установка; 2 - компрессор;

3 - насос для воды; 4 - растворонасос; 5 - отстойник для обратной пульпы;
6 – форсунка.

В зависимости от технологических режимов производства работ возможно получение различного профиля грунтоцементного основания:

- при вращении форсунки вокруг оси обеспечивается получение цилиндрической поверхности в виде колонны или сваи;
- при перемещении форсунки на угол 180° обеспечивается получение укрепляемой зоны в виде полуцилиндра;
- при использовании двух форсунок и отсутствии вращения создается плоский профиль;
- при последовательной проходке с шагом установки инъекторов, равным зоне действия струйной технологии, обеспечивается получение плоской вертикальной стены;
- создание массива для переопирания фундаментов осуществляется путем комбинации различных форм и режимов движения режущего инструмента.

При устройстве массивов для переопирания фундаментов грунт размывается струей воды под давлением 300-400 атм. Через дополнительную форсунку подается цементная суспензия под давлением до 15 атм. Полученная грунтоцементная смесь после затвердения обладает высокой несущей способностью и повышенной плотностью, обеспечивающей водонепроницаемость.

Варианты технологических режимов производства работ применяются в зависимости от грунтовых условий и технологических целей (рис. 3.8).

Грунтоцементный массив можно выполнять любой формы и в любом участке грунта: на поверхности, под подошвой фундамента, на определенной глубине.

Устройство грунтоцементных свай может производиться в очень стесненных условиях при любой необходимой глубине. Выполнение работ допускает присутствие подземных коммуникаций и не вызывает их повреждения.

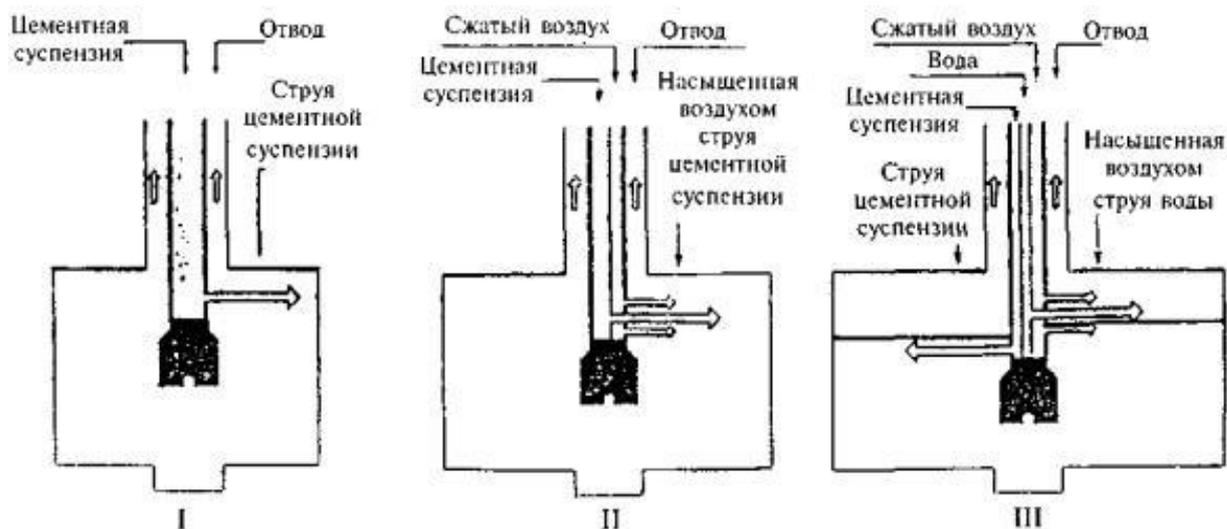


Рис. 3.8. Варианты технологических режимов устройства грунтоцементных свай и массивов: I - однокомпонентная; II - двух- и III - трехкомпонентная технологии образования грунтоцемента

В зависимости от грунтовых условий применяются однокомпонентная, двухкомпонентная и трехкомпонентная струйные технологии.

Однокомпонентная струйная технология (рис. 3.9,а). Основана на размыве, перемешивании и закреплении грунта струей цементного раствора.

Основные параметры струйной технологии включают: давление подачи раствора - 35-45 МПа; расход раствора - 50-150 л/ мин; скорость подъема монитора - 25-50 см/мин; частота вращения монитора - 10-30 об/мин.

Двухкомпонентная струйная цементация (рис. 3.9, б, в) состоит из размыва, перемешивания и закреплении грунтов с помощью двух струй.

Параметры двухкомпонентной струйной цементации включают: давление подачи раствора - 35-45 МПа; расход раствора - 100-180 л/мин; давление подачи воздуха - 0,7-1,7 МПа; расход воздуха - 8-12 м³/мин; скорость подъема монитора - 15-25 см/мин; частота вращения - 7-15 об/мин.

Для двухкомпонентной водной системы: давление подачи раствора - 5-8 МПа; расход раствора - 50-100 л/мин; давление подачи воды - 40-60 МПа; расход воды - 80-120 л/мин; скорость подъема монитора - 4-7 см/мин; частота вращения монитора - 3-10 об/мин.

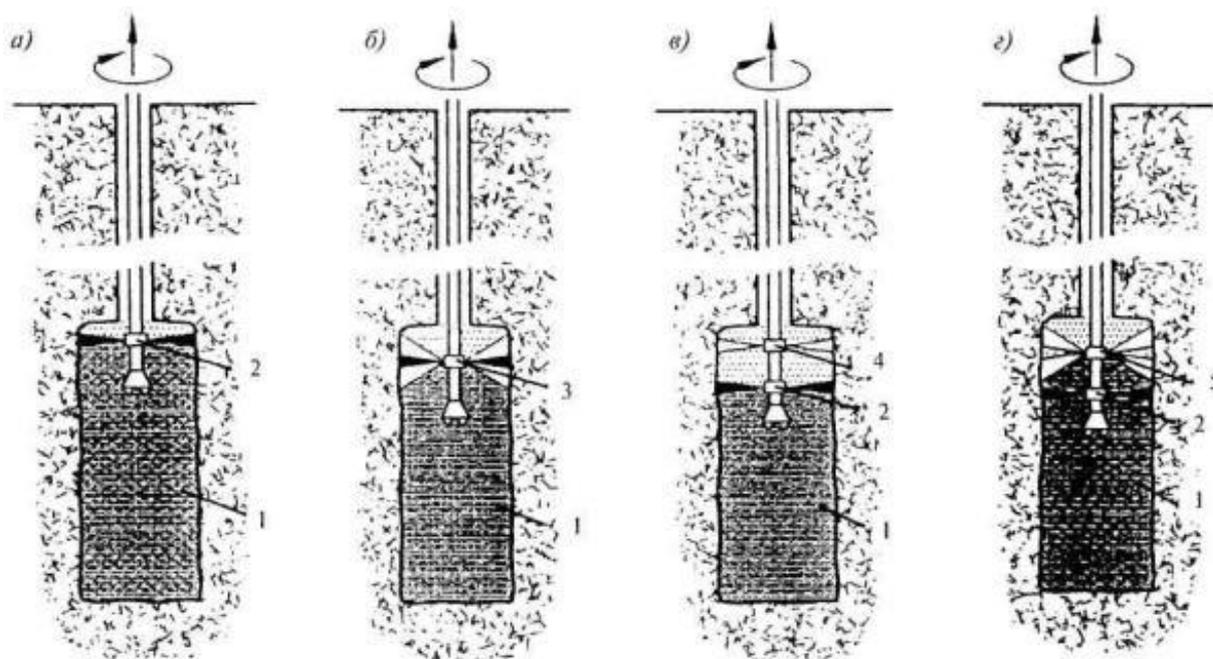


Рис. 3.9. Технологические схемы струйной цементации грунтов:
 а - однокомпонентная; б - двухкомпонентная с воздушной струей; в -
 двухкомпонентная с водной струей; г - трехкомпонентная; 1 - грунтоцементная свая;
 2 - форсунка для подачи цементного раствора; 3 - то же, цементного раствора в
 воздушном потоке;
 4 - форсунка для подачи воды; 5 - то же, для подачи воды и воздуха.

Трехкомпонентная струйная цементация (рис. 6.10,г) состоит из разлива, перемешивания и закрепления грунтов с помощью трех струй. Струя воды помещается внутрь струи сжатого воздуха и подается через верхнее сопло, что позволяет использовать эффект «эрлифта» для выноса на поверхность легких частиц разливаемого грунта. Струя цементного раствора подается через нижнее сопло и служит для перемешивания разлитых частиц грунта.

Основные параметры трехкомпонентной технологии включают:
 давление подачи раствора - 5-8 МПа; расход раствора - 50-100 л/ мин;
 давление подачи воды - 40-60 МПа; расход воды - 80-120 л/ мин; давление
 подачи воздуха - 0,7-1,7 МПа; расход воздуха - 8-12 м³/мин; скорость подъема
 монитора - 4-7 см/мин; частота вращения монитора - 3-10 об/мин.

В зависимости от используемых технологий, продолжительности цикла обработки грунта расход цемента аппроксимируется рядом кривых, представленных на рис. 3.10.

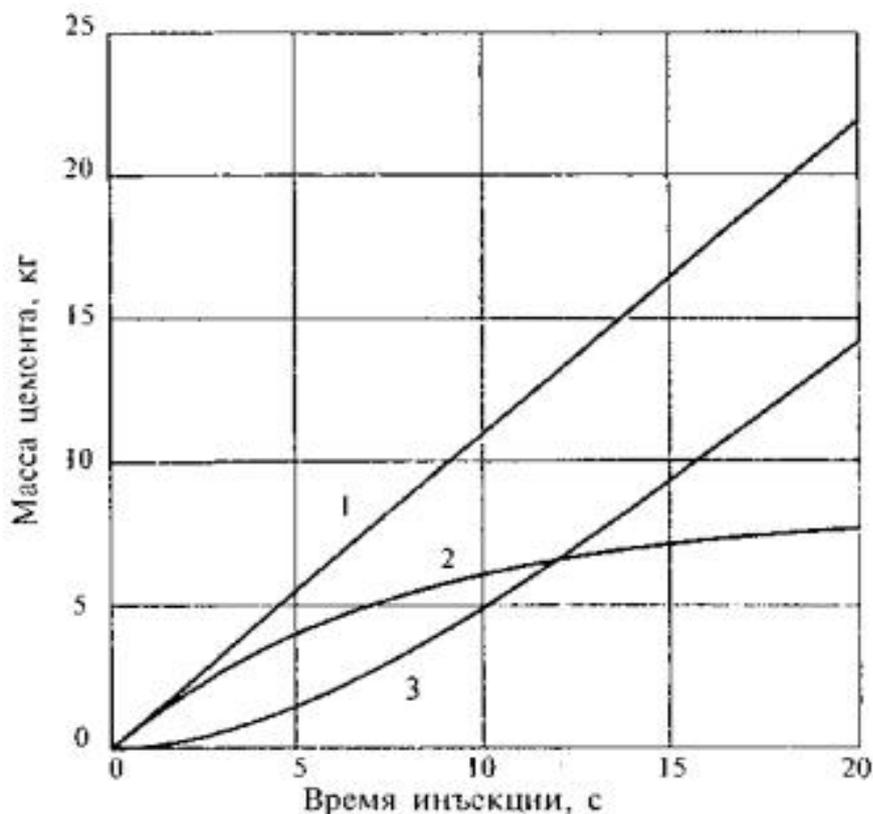


Рис. 3.10. Содержание цемента в объеме грунтоцементной сваи в зависимости от продолжительности цикла обработки грунта: 1 - расход цемента в составе струи цементного раствора; 2 - фактическое содержание цемента в теле сваи; 3 - потери цемента в виде пульпы

Увеличение времени инъекции способствует увеличению потерь цемента в виде пульпы с незначительным повышением его содержания в грунтовой массе. Для каждого вида грунтов существует оптимальный режим инъекции, обеспечивающий получение высоких физико-механических характеристик грунтоцемента.

Соотношение между прочностью грунтоцемента и расходом вяжущего зависит от характеристик грунтов и составляет от 150 до 500 кг/м³ при прочности на сжатие 5-20 МПа.

Минимальный расход цемента при более высокой прочности обеспечивается для песчаных и гравелистых фунтов, а максимальный - для глинистых фунтов. Ориентировочные данные по прочности грунтоцементных образований для различных категорий фунтов представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4.

Прочность грунтоцементных образований

№ п.п.	Грунт	Прочность, МПа
1	Торф	<3,0
2	Ил	<12,0
3	Глина	<12,0
4	Суглинок	1,5-10,0
5	Супесь	5-14
6	Песок	6-18
7	Гравий	10-20

Реальные показатели физико-механических характеристик грунтоцемента определяются путем отрывки экспериментальных образований, испытаний кернов или использования неразрушающих методов.

Достаточно высокие прочностные показатели подводимых фундаментов позволяют осуществлять углубление подвальных частей зданий с целью использования заглубленных помещений для различных технологических нужд.

Струйная технология находит широкое применение в тоннелестроении, устройстве ограждений котлованов, горизонтальных и вертикальных противофильтрационных завес, возведении фундаментов под опоры мостов и др. случаях. Возможность производства работ в стесненных условиях городской застройки существенно повышает ее конкурентоспособность.

3.2. Исследование технологии восстановления и усиления фундаментов

3.2.1. Технология усиления ленточных фундаментов монолитными железобетонными обоймами

Конструктивные решения усиления ленточных фундаментов монолитными обоймами: с односторонним расширением; двусторонним; расширением ростверка фундамента с использованием железобетонных обойм (рис. 3.11).

При выполнении комплекса работ по усилению фундаментов предусматривается следующая очередность процессов: понижение уровня грунтовых вод при их наличии; отрывка траншей с одной или двух сторон фундаментной стены; очистка поверхности фундаментов; послойная укладка бетонной смеси с вибрационным уплотнением; уход за бетоном; распалубка конструкций; проведение цикла гидроизоляционных работ; обратная засыпка и устройство отмостки; контроль качества и приемка работ.

Для повышения несущей способности фундаментов широко используется жесткая арматура из прокатных профилей, размещаемая в виде консольных элементов, при сквозном расположении с объединением балочной системой. В каждом конкретном случае производится расчет фундамента на дополнительные нагрузки, определение геометрических параметров измерения, степени армирования и класса бетона.

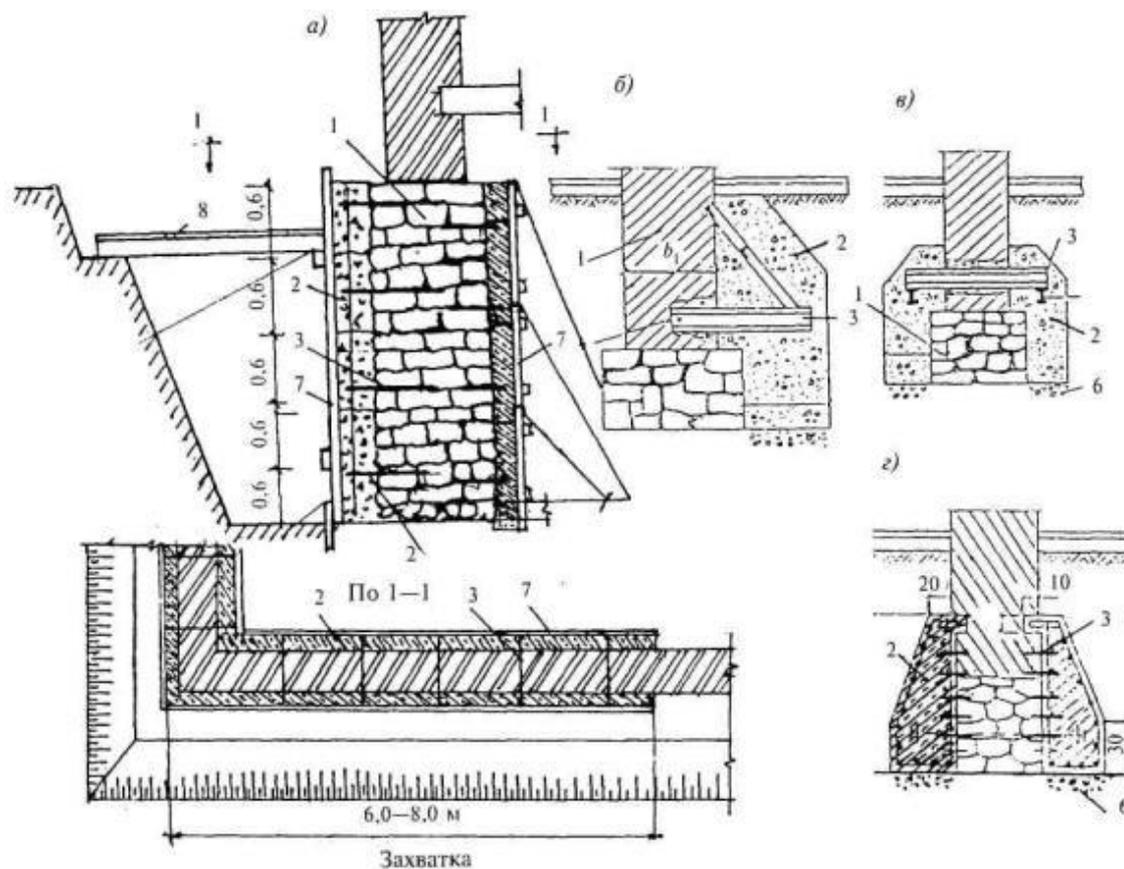


Рис. 3.11. Усиление ленточных фундаментов монолитными обоймами:
 а - двустороннее уширение с анкерровкой; б - одностороннее расширение;
 в - двустороннее при большом развитии существующего фундамента;
 г - двустороннее при большой глубине заложения фундаментов; 1 - фундаменты;
 2 - монолитные железобетонные обоймы; 3 - анкеры из прокатного металла или
 арматурных стержней; 4 - опалубка; 5 - балки; 6 - щебеночное основание; 7- опалубка;
 8 - рабочий настил.

Особое значение отводится созданию монолитности усиливаемого фундамента и железобетонных обойм. Это достигается путем устройства штраб и анкерных систем.

Следует отметить, что усиление фундаментов монолитными обоймами является самым трудозатратным способом. Он требует большого объема вскрышных работ и ручной разработки грунта, мероприятий по обеспечению устойчивости стенок траншей, работ по устройству анкеров, дополнительному армированию, установке неинвентарной опалубки и т.д. Это приводит не только к значительным трудозатратам, но и повышению стоимости работ и расхода материалов.

3.2.2. Восстановление несущей способности ленточных фундаментов методом торкретирования

Достаточно эффективной технологией восстановления несущей способности фундаментов неглубокого заложения является устройство бетонной рубашки. После очистки стен фундаментов на ее поверхность наносятся 2-3 слоя торкрет-бетона. Технологический эффект повышается при использовании пневмонагнетателей с подачей смеси с дисперсным армированием.

На (рис. 3.12) приведена технологическая схема производства работ.

При достаточно высокой степени износа фундаментов возможно их усиление путем расположения на поверхности арматурных сеток диаметром 4-6 мм с ячейкой 50-100 мм. Их крепление к телу фундамента осуществляется путем анкеровки, а также пристрелкой дюбелями.

После нанесения торкрет-слоев достигаются высокая адгезия и монолитность конструкции. Кроме повышения физико-механических характеристик и монолитности фундамента метод торкретирования позволяет создать водонепроницаемую оболочку, что весьма важно при наличии высоких уровней грунтовых вод.

Для обеспечения технологического регламента ведения работ осуществляется пооперационный контроль: влажности составляющих, дозирования цемента и заполнителей, расхода воды. Особое внимание уделяется параметрам давления, которое контролируется манометрами и редукторами.

Качество нанесения слоев контролируется визуально. Итоговым контролем являются определение степени адгезии с поверхностью фундамента, а также физико-механические характеристики защитных слоев.

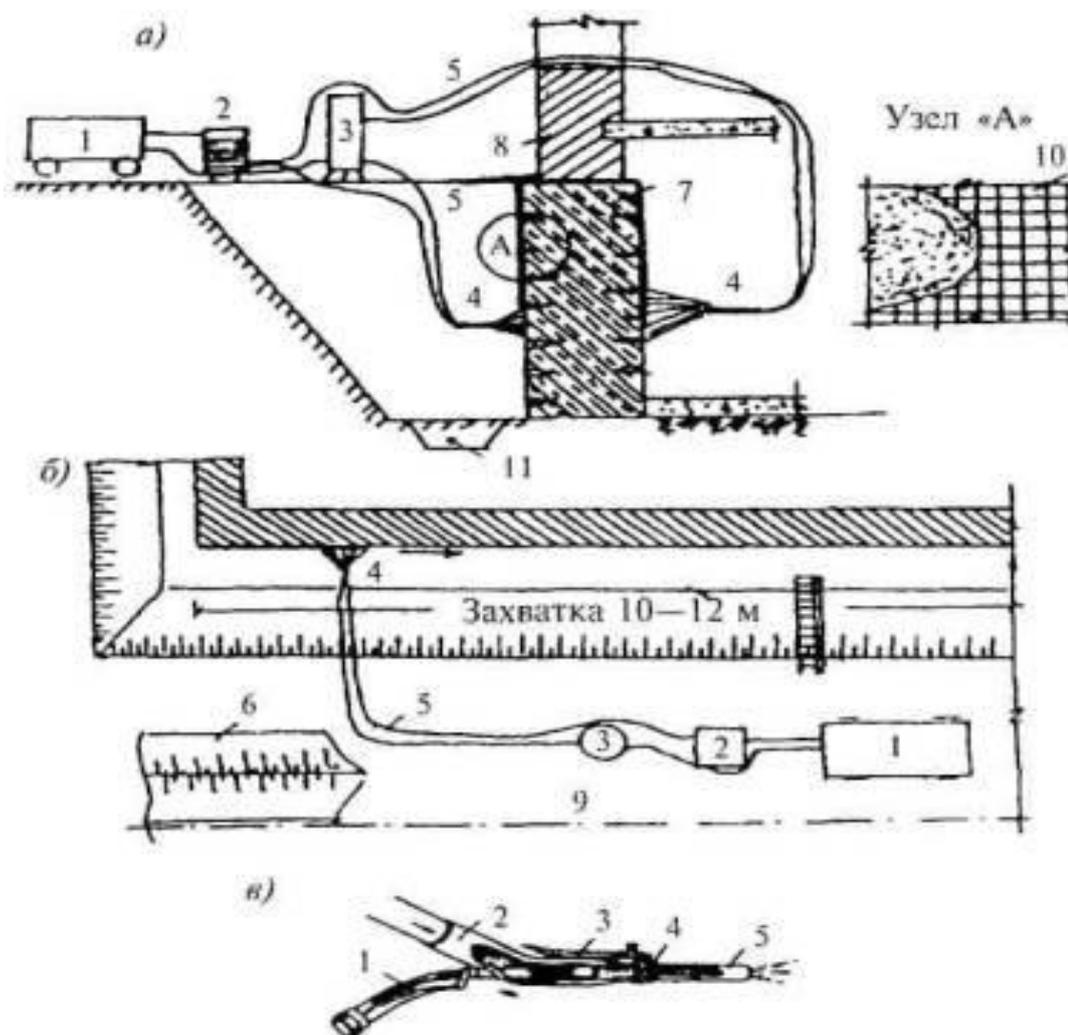


Рис. 3.12. Технология восстановления несущей способности фундаментов методом торкретирования: а - общий вид процесса; б - схема организации площадки: 1 - компрессор; 2 - бак с водой; 3 - цемент-пушка; 4 - сопло; 5 - материальные шланги; 6 - зона складирования грунта; 7 - восстанавливаемый фундамент; 8 - стена; 9 - ограждение; 10 - арматурная сетка на поверхности фундамента; 11 - дренажная система; в - распылительное сопло для нанесения дисперсно-армированного бетона: 1 - шланг для подачи цемента; 2 - то же, для подачи фибры; 3 - шланг для подачи воды; 4 - водяное кольцо; 5 - сопло

3.2.3 Усиление фундаментов сваями

При степени износа фундаментов, превышающих 50%, и увеличении нагрузок за счет надстройки этажей усиление фундаментов целесообразно производить методом устройства буронабивных и корневидных свай. Этот весьма прогрессивный метод позволяет провести повышение несущей способности фундаментов с минимальными трудозатратами и предельным

сокращением объемов земляных работ.

Бурение скважин производится бурильными станками колонкового типа, что позволяет выбуривать отверстия в усиливаемых фундаментах под различным углом наклона. Куст наклонных забетонированных скважин носит название корневидных свай (рис. 3.13,а).

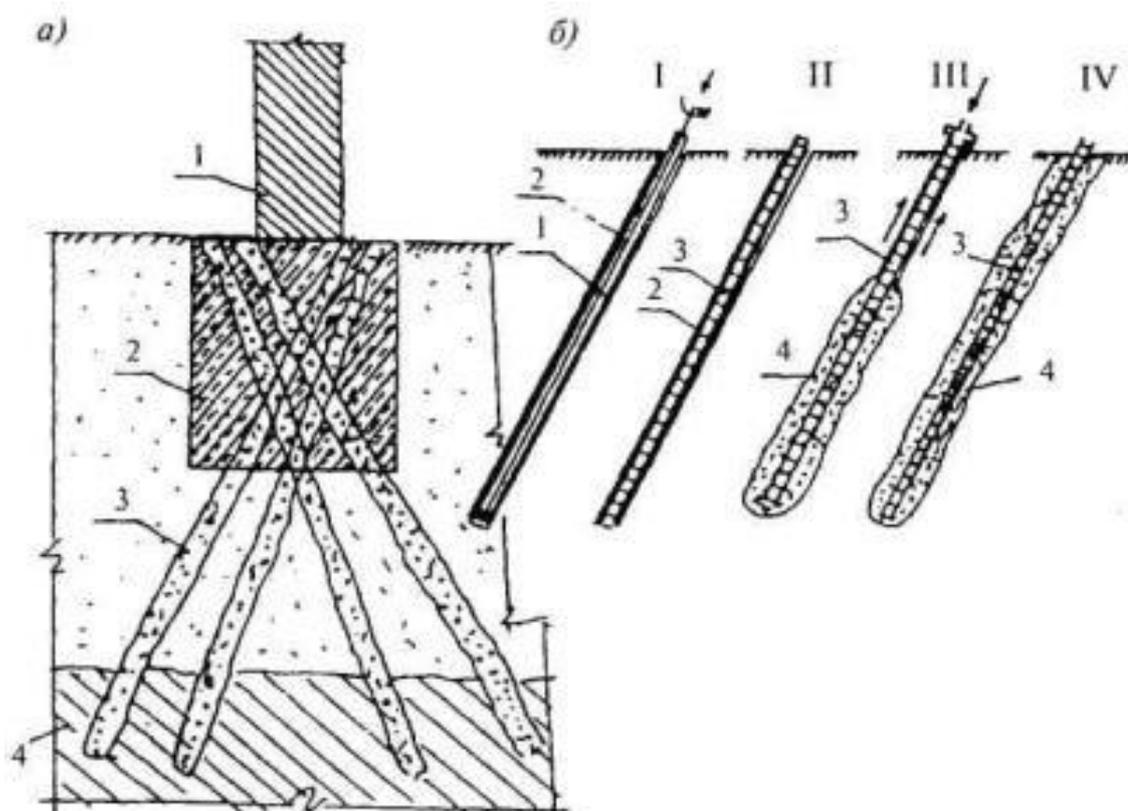


Рис. 3.13. Схема усиления фундаментов: а - корневидными сваями:
 1 - усиливаемый фундамент; 2 - стена; 3 - корневидные сваи; 4 - плотные грунты;
 б - технологическая последовательность выполнения работ: I - бурение скважин;
 II - армирование; III - бетонирование скважины с извлечением обсадной трубы;
 IV- готовая свая; 1 - рабочий орган буровой машины; 2 - обсадная труба;
 3 - арматурный каркас; 4 - бетонная смесь

Технологический процесс устройства буронабивных свай приведен на (рис.б.16,б).

При устройстве таких свай пластичную мелкозернистую бетонную

смесь инъецируют под давлением 0,2-0,3 МПа в скважину с предварительно установленной арматурой. После заполнения скважины бетонной смесью ее устье тампонируют и опрессовывают, создавая избыточное давление растворомасосом или сжатым воздухом.

При усилении фундаментов жилых зданий буринъекционными сваями их длина существенно сокращается, а технология разделена на несколько стадий (рис. 3.14).

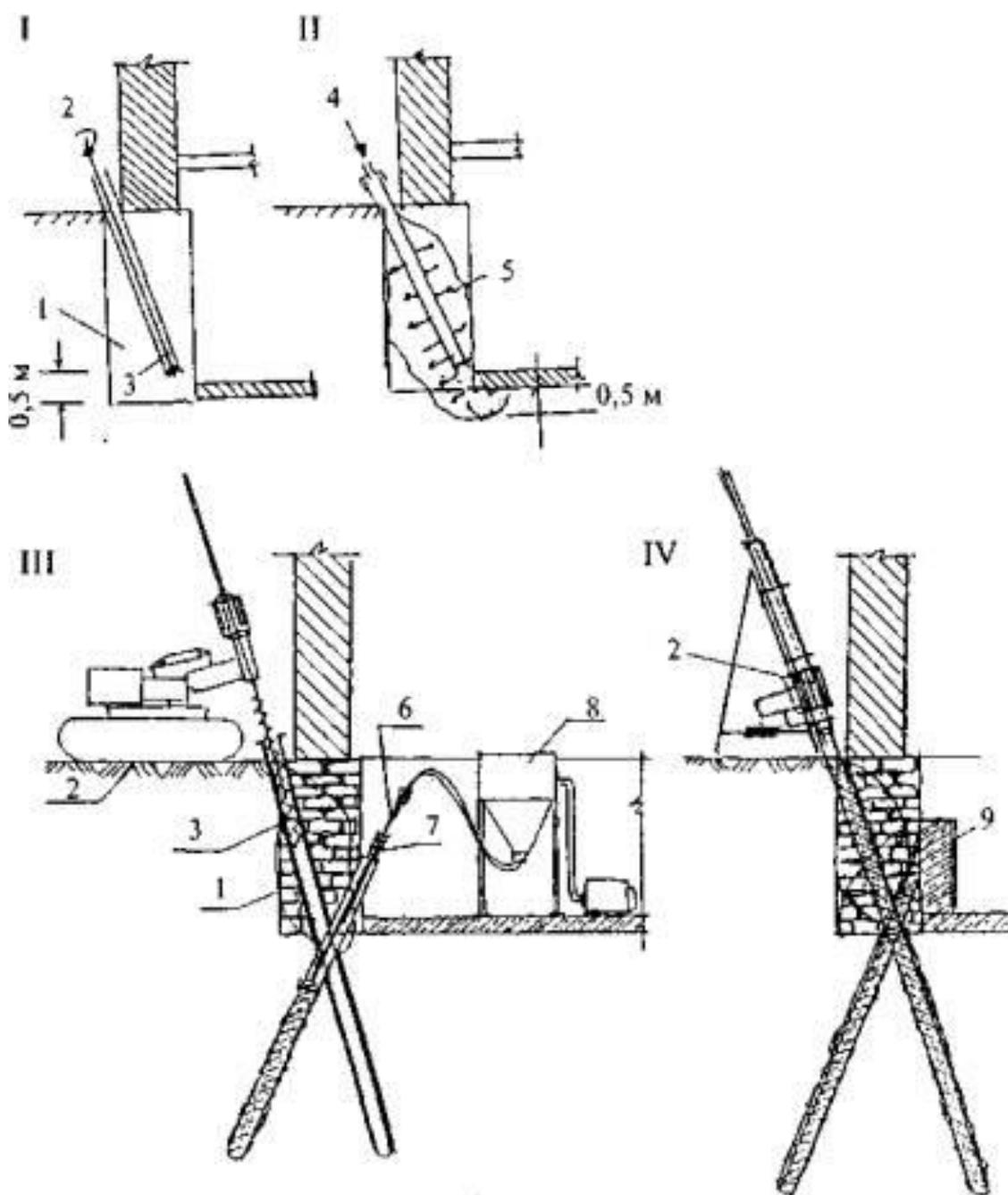


Рис. 3.14. Технологическая схема усиления фундаментов

буроинъекционными сваями: I - бурение скважины в теле фундамента;
II - нагнетание тампонажного раствора; III - повторное бурение; IV - установка армокаркасов и нагнетание цементно-песчаной смеси; 1 - фундамент;
2 - буровой станок; 3 - бур; 4 - инъекция тампонажного раствора; 5 - зона укрепления фундамента; 6 - иньектор; 7 - армокаркас; 8 - установка для иньецирования;
9 – ростверк сваи

На первой стадии осуществляется выбуривание наклонной скважины в теле фундамента на глубину, не превышающую заглубление 0,5 м. Затем осуществляется цементация фундамента под давлением 0,1-0,2 МПа с целью повышения его монолитности и ликвидации расслоения в швах. После набора прочности 0,2-0,3 МПа производится повторное выбуривание данной скважины, но на глубину, превышающую заложение фундамента. Затем погружается арматурный каркас и производится нагнетание цементно-песчаного раствора или мелкозернистой бетонной смеси с дальнейшей опрессовкой.

В результате многостадийной технологии обеспечивается повышение физико-механических характеристик кладки фундамента, а за счет создания свай достигается значительный прирост несущей способности фундамента в целом.

Для производства работ используются мобильные бурильные станки колонкового бурения с перфораторами.

Скважины выбуривают станками вращательного бурения СБА-500, которые производят бурение скважин через фундаменты, полы и другие конструктивные элементы под любым углом наклона. Малые габариты станка, отсутствие вибрации и ударов позволяют успешно использовать его в стесненных условиях реконструируемых зданий.

Малые габариты бурильной установки позволяют выполнять работы как с фасадной стороны здания, так и из подвальных помещений. Это обстоятельство существенно снижает материалоемкость и трудоемкость работ. Использование коронок с алмазным покрытием позволяет существенно ускорить цикл бурения.

Усиление фундаментов буроинъекционными сваями наиболее

эффективно в условиях слабых грунтов. Принимая модель в виде тонких и относительно длинных изгибаемых строений, находящихся в упругом полупространстве, их устойчивость для линейно деформируемой среды оценивается под действием нагрузок. Длинная и гибкая свая-стойка может деформироваться вследствие выпучивания. Под действием силы потеря устойчивости достигается при изгибе по нескольким полуволнам.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что использование буроинъекционных свай является одной из эффективных технологий усиления фундаментов жилых и исторически значимых зданий. Они применяются для восстановления бутовых и кирпичных фундаментов старой постройки с основанием на деревянных лежнях и сваях, которые при длительной эксплуатации утратили несущую способность.

3.2.4 Усиление фундаментов буроинъекционными сваями с электроимпульсным уплотнением бетона и грунтов

Электроимпульсная технология уплотнения бетона буроинъекционных свай основана на передаче кратковременных импульсов большой мощности в теле скважины, заполненной подвижной бетонной или цементно-песчаной смесью. Для создания импульсов используются специальные установки, обеспечивающие повышение напряжения с 220-380В до 4,0-10кВ. Электроэнергия повышенного напряжения, проходя через выпрямитель, накапливается в блоке конденсаторов. С помощью специального разрядника - коммутатора накопленная энергия через коаксиальный кабель подается к излучателю, помещенному в свежеложенную бетонную смесь. Излучатель состоит из двух электродов с фиксированным расстоянием между ними. При подаче напряжения образуется разряд, который сопровождается повышением температуры и гидродинамического давления до 10^7 - 10^8 МПа за период времени 10^{-4} - 10^{-5} с. В результате гидравлического удара образуются

сферические волны сжатия, которые через жидкую фазу бетонной смеси распространяются в окружающем грунте, тем самым уплотняя это пространство и расширяя стенки скважины. Одновременно происходит уплотнение мелкозернистой бетонной смеси. Совокупность факторов уплотнения грунта стенок скважины и бетонной смеси дает увеличение несущей способности свай.

На рис. 3.15 приведены принципиальная схема формирования электрогидравлических импульсов в бетонной смеси и динамика передачи давления на стенки скважин.

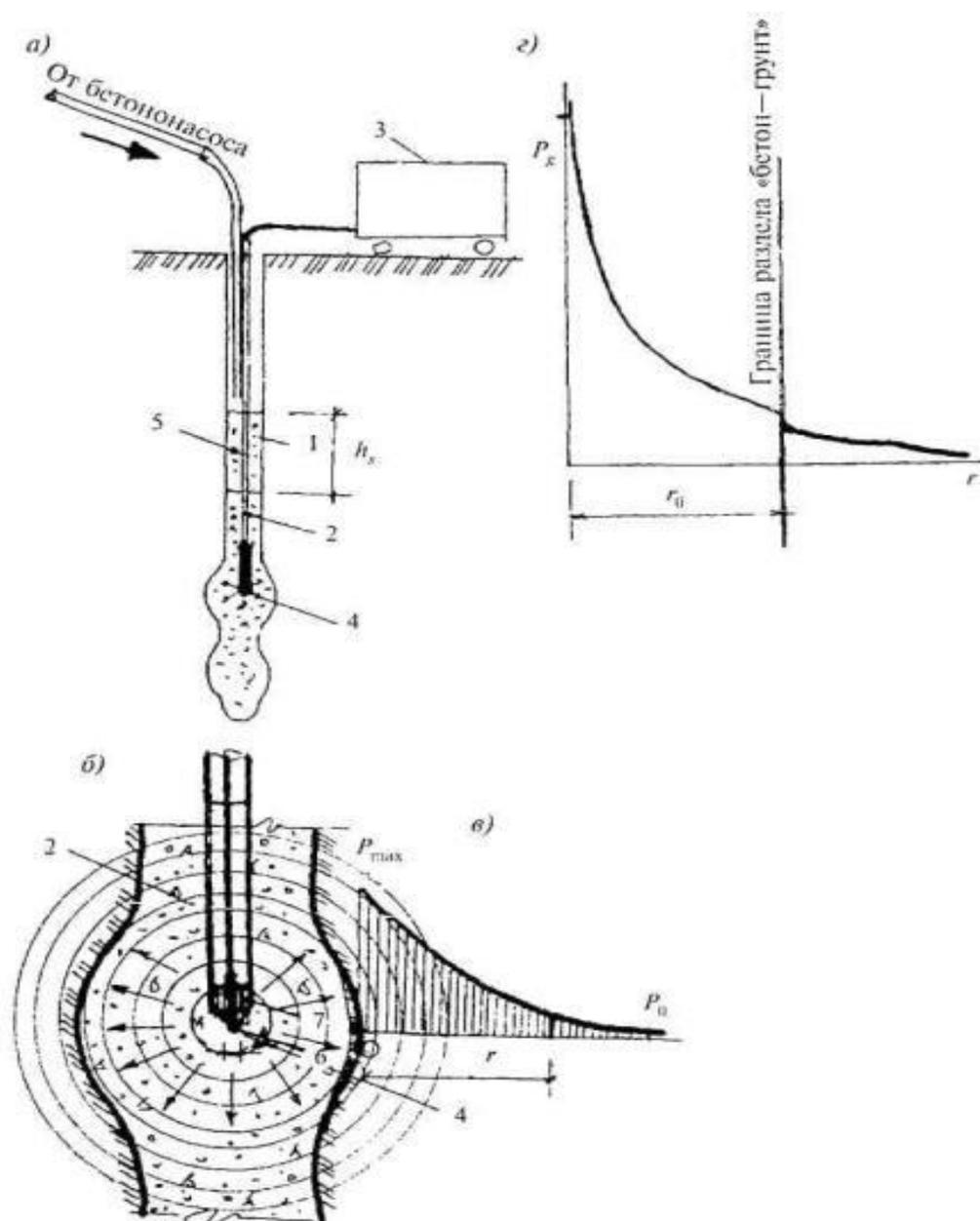


Рис. 3.15. Схема формирования электрогидравлических импульсов при устройстве свай: а - общая технологическая схема; б - схема разрядника и механизма уплотнения стенок скважины; в - распределение плотности зоны грунта, примыкающей к скважине; г - распределение пульсации давления в бетонной смеси и грунте;

1 - скважина; 2 - погружная труба с разрядником; 3,4 – генератор импульсного тока; 5 - литая бетонная смесь; 6,7 - разрядник с изолятором; P_{\max} - плотность грунта после электроимпульсного воздействия; P_0 - начальная плотность.

Для повышения технологического эффекта целесообразно использовать высокопластичные смеси с добавкой суперпластификатора С-3 в объеме 0,2-0,3 % массы цемента. Меньшая сжимаемость смеси создает предпосылки более эффективной передачи импульсов стенкам скважины.

При подаче электроэнергии на электроды излучателя в межэлектродном пространстве создается высокая плотность энергии порядка $10^{13} - 10^{14}$ Дж/м². В результате образуется плазма с высокой температурой и давлением до $10^8 - 10^{10}$ Па. Парогазовая смесь совершает работу по формированию сферической ударной волны, которая распространяется по бетонной смеси, совершая работу по уплотнению грунта начиная с границы раздела «бетон- грунт» (рис. 3.16).

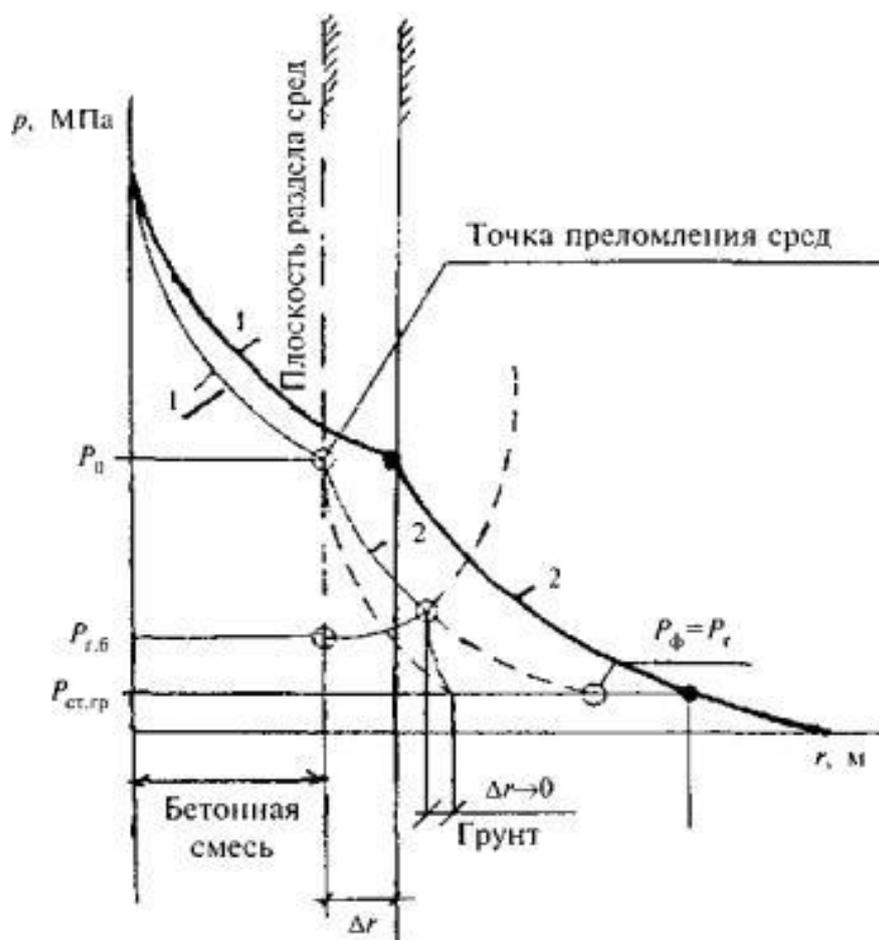


Рис. 3.16. Характер распределения динамического давления в бетонной смеси (1) и грунте (2): P_0 - давление на границе раздела сред; $P_{ст.гр}$ - статическое давление грунта; $P_{г.б}$ - гидростатическое давление бетонной смеси.

Динамический режим пульсации требует учета характеристик грунта, которые определяются путем бурения контрольных скважин с целью определения залегания различных по физико-механическим и реологическим характеристикам грунтовых слоев. Эти данные позволяют осуществлять электрогидравлическую обработку с переменным режимом (энергии) воздействия. Компьютерное управление процессами позволяет получать сваи с заданной несущей способностью.

На рис. 3.17 приведена технологическая схема устройства свай.

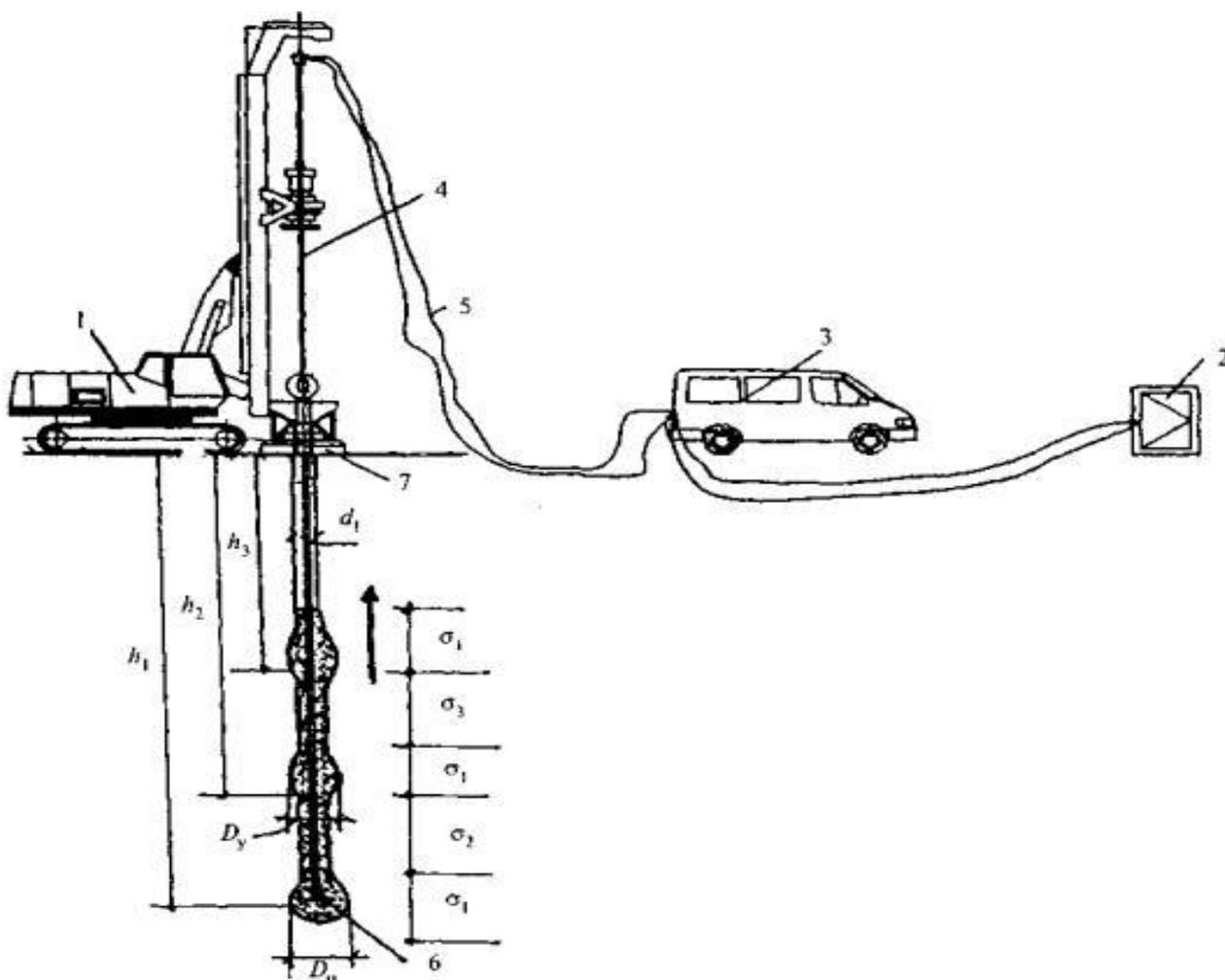


Рис. 3.17. Технологическая схема устройства свай по разрядно-импульсной технологии: 1 - буровой станок; 2 - трансформаторная подстанция; 3 - генератор импульсного тока; 4 - металлическая труба для размещения системы подачи напряжения; 5, 6 - разрядник; 7 - кондуктор; D_n - диаметр уширения пяты; D_y - диаметр уширения по высоте сваи; d_1 - диаметр скважины; $\sigma_1 - \sigma_1$ - сопротивление слоев грунта сжатию

При производстве работ необходимо определить так называемый отказ, т.е. такое камуфлетное уширение, при котором последующее разрядно-импульсное воздействие не приводит к уширению полости сваи.

Это условие контролируется понижением и стабилизацией уровня бетонной смеси. Особое место в производстве работ отводится процессу уширения «пяты», что в целом определяет несущую способность сваи.

Серия электрических разрядов в зоне скважины образует уширения, которые заполняются бетонной смесью под действием гидростатического

давления.

3.3 Оценка и сравнение эффективности различных методов усиления фундаментов

Анализ трудоемкости работ по усилению фундаментов показывает, что в зависимости от конструктивного решения принятой технологии и производства работ этот показатель может колебаться в достаточно широких пределах (от 1,2 до 12 чел.-дн/ м³). В таблице 3.5 приведены статистические данные трудоемкости выполнения работ различных методов усиления фундаментов.

Таблица 3.5

Статистические данные трудоемкости выполнения работ различных методов усиления фундаментов

№ п.п.	Методы усиления фундаментов	Трудоемкость работ на 1 м ³ фундамента (чел.-дн/м ³)
1	Бетонными обоймами	3,0-5,0
2	Железобетонными обоймами	3,5-6,6
3	Свайным основанием	4,6-10,8
4	Корневидными сваями	5,0-12,0
5	Замена фундаментов	7,0-18,0

Таблица 3.6

Данные продолжительности выполнения работ различных методов усиления фундаментов

№ п.п.	Методы усиления фундаментов	Продолжительность выполнения работ на 1 п.м. фундамента (бригада 3 чел), час
1	Бетонными обоями	0,83
2	Железобетонными обоями	1,1
3	Свайным основанием	1,8
4	Корневидными сваями	2,0
5	Замена фундаментов	3

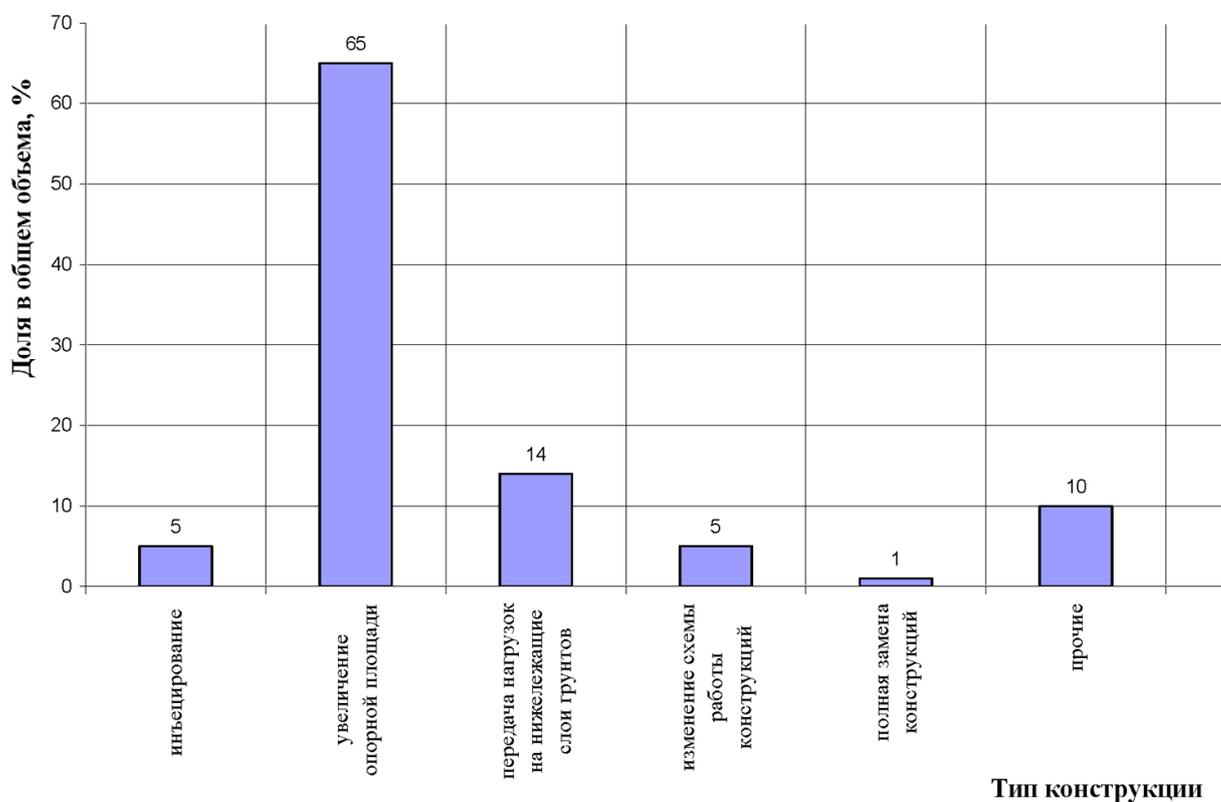


Рис. 3.18. Диаграмма частоты повторяемости различных способов усиления конструкций фундаментов реконструируемых зданий (%) на примере исследованных объектов

Выводы по 3 разделу:

На основе выборки проектов реконструкции гражданских зданий, составлена диаграмма частоты повторяемости различных способов

усиления конструкций фундаментов реконструируемых зданий.

Проведено аналитическое сопоставление проведения работ по каждому проекту, а так же характерные особенности влияющие на эффективность реконструкции

Выведены диапазоны значения трудоемкости выполнения усиления с учетом влияния характерных особенностей проведения ремонтно-реконструктивных работ

Сопоставлены наиболее часто выполняемые методы усиления фундаментов по показателям трудоемкости и продолжительности выполнения работ.

Общие выводы:

1. Проведен анализ архитектурно-конструктивных решений выборки проектов реконструкции гражданских зданий на основании которых составлена классификация наиболее характерных объектов подлежащих реконструкции, а также их характерные особенности;

2. На основании проведенного анализа установлены направления последующих исследований, с учетом особенностей проведения ремонтно-реконструктивных работ и сформирована характерная выборка, методов усиления фундаментов гражданских зданий, которая наиболее характерна для Украины;

3. Проанализированы организационно-технологические решения проведения работ, с учетом особенностей реконструкции, составлены зависимости изменения трудозатрат проведения ремонтно-строительных работ;

4. Предложена классификация организационно-технологических решений для сравнительной оценки влияния выбора метода усиления объекта на эффективность различных методов усиления фундаментов;

5. С учетом особенностей характерных для проектов реконструкции заданной выборки и исходя из полученной выборки изменения базовых технико-экономических показателей выявлено, что при сопоставимом наборе негативных факторов для всех методов, наиболее эффективным является метод усиления фундаментов бетонными или железобетонными обоймами.

Список литературы

1. Альбрехт Р. Дефекты и повреждения строительных конструкций / Альбрехт Р.; [пер. с нем.] - М.: Стройиздат, 1979. - 208 с.
2. Арендарский Е. Долговечность жилых зданий / Арендарский Е.; [Пер. с пол.]. - М.: Стройиздат, 1983. - 255 с.
3. А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев «Реконструкция жилых зданий Часть I Технологии реконструкции жилых зданий и застройки» Москва 2008
4. А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев «Реконструкция жилых зданий Часть II Технологии реконструкции жилых зданий и застройки» Москва 2008
5. А.Д. Келемешев «Обследование и усиление зданий» Алматы 2011
6. Балицкий В.С. Усиление железобетонных конструкций на реконструируемых предприятиях / Балицкий В.С., Файвусович А.С. // Бетон и железобетон. - 1985. - №3. - С. 31-32.
7. Баринов Н.В. Укрепление грунтов в стесненных условиях / Баринов Н.В., Бобылов Л.М., Власова Т.Е. // Механизация строительства.- 1984. - №81. - С.12 - 15.
8. Барканов М.Б. Технология и организация строительства и ремонта зданий и сооружений / Барканов М.Б. - М.: Стройиздат, 1985. - 242 с.
9. Бойко М.Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Учебное пособие для вузов / Бойко М.Д. - Л.: Стройиздат. Ленингр. отд., 1986. - 256 с.
10. Бондаренко С.В. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий / Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С.- М.: Стройиздат, 1990.- 352 с.
11. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. «Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть I. Обследование и оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений» 2014 год. 704 с.

12. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. - М.: АСВ, 1995. - С. 180.

13. «Большая советская энциклопедия»: в 30 т. / Гл. ред. А. М. Прохоров. –3-е изд. –М. : Сов. энцикл., 1969 – 1978.

14. Блех Е.М. Повышение эффективности эксплуатации жилых зданий / Блех Е.М.- М.: Стройиздат, 1987. - 174 с

15. Г. М. Бадьин, Н. В. Таничева "Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий" изд. ПетрГУ, 2005

16. Г. М. Бадьин, Г. А. Сычѐв «Современные технологии строительства и реконструкции зданий» 2013 год. 289 с.

17. Гончаренко Д.Ф. Технологические решения восстановления железобетонных конструкций методом инъектирования / Гончаренко Д.Ф., Копейко А.Е., Кононенко А.Н. // Науковий вісник будівництва.- Вип. 47.- Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ.- 2008 р.- С. 371-379.

18. Гинзбург Л.К. Усиление фундаментов при реконструкции действующих предприятий / Гинзбург Л.К. //Основания, фундаменты и механика грунтов. - 1988. - № 4. - С. 3-5.

19. Гусаков А.А., Веремеенко С.А., Гинзбург А.В. и др. Организационно-технологическая надежность строительства. - М.: АСВ, 1994. - 471 с.

20. ДБН В.3.1-1-2002 Ремонт и усиление несущих и ограждающих строительных конструкции и оснований промышленных зданий и сооружений. - К.: Госстрой Украины, 2003. - 82 с.

21. Девятаева Г.В. Технология реконструкции и модернизации зданий. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 480 с.

22. Жило Е.Р. Усиление строительных конструкций / Жило Е.Р., Попович Б.С. - Львов: Вища школа, 1985. - 156 с.

23. Иванов Ю.В. «Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт» учебное пособие для вузов / Ассоциация строительных вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во АСВ, 2013
24. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий.— М.: Стройиздат, 1988.— 287 с.
25. Колокольникова Е.И. Долговечность строительных материалов (бетон и железобетон). Учеб. пособие для вузов / Колокольникова Е.И.- М.: Высш. шк., 1975. - 159 с.
26. Кутуков В.Н. Реконструкция зданий: Учебник для строительных вузов / Кутуков В.Н. - М.: Высшая школа, 1981. - 263 с.
27. Лысова А.И., Шарлыгина К.А. Реконструкция зданий / Лысова А.И., Шарлыгина К.А.- М.: 1979. - 122 с.
28. Марков Е.М. Реконструкция жилой застройки малых городов, райцентров / Марков Е.М.-М.: ЦНТИ, 1974. - 61 с.
29. Мальганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. - Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1992. - 456 с.
30. Перлей Е.М., Раюк В.Ф., Беленькая В.Ф., Алмазов А.Н. Свайные фундаменты и заглубленные сооружения при реконструкции действующих предприятий. - Л.: Стройиздат, 1989.-175 с.
31. Пилягин А.В. Опыт определения осадок фундаментов по данным краткосрочных геодезических наблюдений// Геология и картография. -1973. - № 11.
32. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений /ЦНИИСК им. Кучеренко. -Киев. -1986. - 173 с.
33. Рекомендации по проектированию и устройству оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции гражданских зданий и исторической застройки/ Правительство Москвы, Москомархитектура. - М., 1998.

34. Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в г. Москве/Правительство Москвы, Москомархитектура. - М., 1999

35. Савйовський В.В. Підсилення цегляних стін при реконструкції / Савйовський В.В. // Будівництво України. - 1995. - № 3. - С.16-17.

36. Савйовський В. В. Підсилення кам'яних конструкцій при реконструкції / Савйовський В.В. // Будівництво України. - 1996. - № 2. - С.10-11.

37. Савйовский В.В. Заглубление и усиление фундаментов существующего здания старой постройки / Савйовский В.В., Коломийченко Ю.Д., Каржинерова Т.И. // Научный вестник строительства.- Вып.19. - Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002. - С.103-106.

38. Савйовский В.В. Реконструкция жилых домов первых типовых серий / Савйовский В.В., Губкин И.В. // Сборник научных трудов. -Белгород: БелГТАСМ.-2002. - С. 146-148.

39. Савйовский В.В. Усиление фундаментов реконструируемого здания устройством вдавливаемых свай / Савйовский В.В., Харнам М.В., Шмигер П.М. // Научный вестник строительства. Вып. 39. - Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2006. - С. 204 - 212.

40. Савйовський В.В. Оцінка ефективності будівельних робіт при реконструкції будівель / Савйовський В.В., Савйовський А.В. // Коммунальное хозяйство городов.-Вып. 86. - К.: Техніка, 2009.-С. 40-44.

41. Саурин А.Н., Таранцева Е.А. Опыт устройства набивных свай в раскатанных скважинах применительно к различным инженерно-геологическим и построечным условиям площадок// Основания, фундаменты и механика грунтов. - 1998. - С. 40-43.

42. Смолко С.Я., Хотяков В.Я., Яковлев В.Г. Применение коротких свай и плитных фундаментов в жилищном строительстве на слабых основаниях// Основания, фундаменты и механика грунтов. - 1991. - № 2. - С. 5-6.

43. Соколевич Л.Е. Химическое закрепление грунтов. - М.: Стройиздат, 1980. - 268 с.

44. Соколов В.К. Реконструкция жилых зданий / Соколов В.К. - М.: Стройиздат, 1986. -248 с.

45. Уваров П.Е. Проблемы и инструментарий исследования строительной технологичности проектов реконструкции жилых зданий / П.Е. Уваров, Б.С. Дамаскин, В.А. Меняйло, Е.П. Уваров // Реконструкція житла (RG/ Київ, 2001): третя міжнар. наук.-практ. виставка-конф., 22-25 травня 2001 р.: тези доповідей / ДНДПВІ «НДІпроектреконструкція». – К., 2001. – С. 2.1-2.10.

46. Швец В.Б., Феклин В.И., Гинзбург Л.К. Усиление и реконструкция фундаментов М.: Стройиздат, 1985. -204 с.

47. Физдель И.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. - М.: Стройиздат, 1987. - 335 с.