**УСИЛЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ**

**1.1. Общие положения**

Усиление оснований и фундаментов осуществляется при реконструкции зданий и сооружений для предотвращении осадок ниже допустимых. Описаны основные способы усиления фундаментов.

Под реконструкцией фундаментов зданий и сооружений понимается выполнение работ, проводимых в связи с изменением геометрических размеров зданий, возрастанием постоянных или временных нагрузок, устройством подземных сооружений в пределах габаритов здания, а также восстановлением (усилением) несущей способности оснований и фундаментов, утраченной вследствие суффозии, колебания уровня подземных вод и др., а также возникшими деформациями конструкций и их износом.

Надежность работы реконструируемых зданий обеспечивается совместной работой системы “основание, фундамент – подземные конструкции”. Дефекты в работе сооружений – следствие полного или частичного нарушения надежного взаимодействия элементов этой системы:

- суффозионные процессы, а также колебания УПВ (уровня подземных вод), вызванные изменением гидрогеологических условий в районе расположения здания, атмосферными водами, аварийными и систематическими утечками из коммуникаций;

- проявление карстовых деформаций;

Повреждения оснований и фундаментов возникают за счет природных и техногенных процессов, за счет нарушений требований нормативных документов, допускаемых при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации. Основными причинами повреждений являются:

снижение прочностных и деформационных свойств грунтов при увлажнении, а также проявление процесса набухания и пучения грунтов;

проведение земляных работ в пределах здания или вблизи него;

прокладка коммуникаций;

увеличение нагрузок на основание, сопровождаемое появлением эксцентриситета их приложения;

вибрационные или динамические воздействия как внутренние, так и внешние.

При реконструкции фундаментов отсутствует возможность применения типовых схем усиления. Схемы усиления должны применяться в каждом конкретном случае в зависимости от нагрузок на фундаменты, конструктивных особенностей здания (наличие подвала и других подземных сооружений), инженерно-геологических и гидрогеологических условий и др.

При этом применяемые методы усиления оснований и фундаментов должны обеспечивать их совместную работу с существующими фундаментами.

Следует учитывать, что работы по усилению оснований и изменению конструкций фундаментов могут вызвать при их осуществлении деформации оснований и осадки фундаментов.

Повышение несущей способности оснований и фундаментов при реконструкции может быть обеспечено за счет:

- изменения конструкции или размера фундамента;

- усиления физико-механических характеристик грунтов основания

**1.2. Инженерно-геологические изыскания**

Инженерно-геологические изыскания при реконструкции оснований и фундаментов должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий площадки реконструируемого здания или подземного сооружения и получения исходных данных для проектирования и устройства усиления фундаментов или укрепления основания.

Состав, объем и методы изысканий зависят от целей реконструкции, типа здания или подземного сооружения, их состояния и степени сложности инженерно-геологических условий.

**1.3. Обследование фундаментов**

Программа обследования составляется на основании технического задания заказчика и ознакомления с проектно-технической документацией реконструируемого здания.

Обследование конструкций фундаментов производится методом их вскрытия при проходке шурфов и других выработок.

По результатам обследования составляется технический отчет, содержащий результаты обследования и техническое заключение о возможности использования конструкций фундаментов и подземных сооружений при их реконструкции и рекомендации по типу рекомендуемых конструкций и технологии их устройства.

**1.4. Проектирование и устройство оснований и фундаментов реконструируемых зданий**

Проектирование и устройство оснований и фундаментов реконструируемых зданий и подземных сооружений следует выполнять в соответствии с действующими нормативными документами (см. приложение 1).

Допускается одностадийное проектирование, т.е. разработка непосредственно рабочих чертежей.

Проектирование и устройство оснований и фундаментов должно производиться с использованием расчетных значений физико-механических характеристик грунтов оснований и характеристик материала существующих и возводимых (реконструируемых) фундаментов. При этом должно учитываться состояние конструкций подземной и надземной частей, а также особенности производства работ по усилению оснований, фундаментов, подземной и надземной частей сооружения.

В проектах должны приниматься такие решения по устройству оснований и фундаментов, при которых максимально используются существующие конструкции фундаментов и возможности несущей способности оснований, определенные по данным инженерных изысканий.

Производство работ при реконструкции (усилении) не должно приводить к возникновению недопустимых осадок здания (сооружения).

**1.5. Реконструкция и усиление фундаментов на естественном основании**

**1.5.1. Укрепление фундаментов**

В результате механических повреждений, осадочных трещин, растрескивания и расслоения тела фундамента вследствие промораживания, воздействия грунтовых вод, агрессивности среды, температурных перепадов материал фундаментов с течением времени теряет свою прочность и становится легко разрушимым.

Для восстановления кладки фундаментов из бутового камня, керамического кирпича, а также бетонных и железобетонных конструкций фундаментов используется метод инъектирования цементным раствором, синтетическими смолами и т.п. Для цементации в теле фундамента бурятся шурфы или пробиваются отверстия для установки инъекторов. Диаметр отверстий должен быть на 2-3 мм больше диаметра инъектора, диаметр инъектора обычно принимается равным 25 мм. Расстояние между инъекторами обычно принимают равным 50-100 см. Глубина погружения инъектора в тело фундамента принимается равной 0,4-0,6 толщины (ширины) фундамента. При давлении нагнетания закрепляющего раствора 0,2-0,6 МПа диаметр закрепления может составить 0,6-1,2 м (рис.1-4)\*.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Здесь и далее номера рисунков даны по приложению 2.

Обычно при цементации тела фундамента проводят цементацию контакта “фундамент-грунт”. Эта операция целесообразна в случае основания сложенного насыпными, песчаными, гравийно-галечниковыми грунтами. В случае залегания в уровне подошвы фундамента глинистых грунтов цементация контакта “фундамент-грунт” может привести к неконтролируемому распространению цементирующего раствора.

При неэффективности усиления дефектных фундаментов путем цементации, фундаменты могут быть усилены бетонными или железобетонными обоймами на всю высоту фундамента или его части. В фундаментах противоположные стенки обоймы соединяют арматурными стержнями, которые крепятся к арматуре обойм.

При устройстве обойм главным является обеспечение совместной работы нового бетона со старым или старой кладкой, после устройства обойм для дополнительного упрочнения фундамента можно провести инъекцию цементного раствора или синтетических смол во внутреннюю часть растрескавшегося или расслоенного фундамента (рис.5-7).

Усиление фундамента обоймами, без углубления фундаментов, производят как без увеличения подошвы, так и с ее увеличением в случае недостаточной несущей способности основания, частичного разрушения фундамента или существенного возрастания нагрузки при реконструкции.

При большом увеличении нагрузки элементы укрепления фундаментов должны быть введены в работу путем предварительной передачи давления на основание (обжатия).

**1.5.2. Усиление фундаментов**

Усиление фундаментов мелкого заложения может быть осуществлено путем их уширения и углубления подведением дополнительных конструктивных элементов. Такими элементами могут быть плиты, столбы или сплошные стены (рис.8-9).

На участках длиной 1-2 м грунт под фундаментом удаляют и на месте изготавливают железобетонную монолитную плиту или монтируют заранее заготовленные железобетонные элементы. После обжатия грунта в основании гидравлическими домкратами и подклинки плиты, промежуток между плитой и подошвой старого фундамента заполняют пластичным бетоном с тщательным уплотнением (рис.10).

В ряде случаев ленточный фундамент усиливают отдельными столбами. В этих случаях старый фундамент может быть усилен рандбалками.

Для переустройства столбчатого фундамента в ленточный между существующими фундаментами устраивается железобетонная стенка в виде перемычки. При необходимости устройства подвала перемычка делается на всю высоту столбчатых фундаментов.

Переустройство ленточных или столбчатых фундаментов в плитные производится путем подведения концов плит под существующие фундаменты (рис.11, 12) произведя расчет на скалывание зоны опирания ленточного или столбчатого фундамента и конца плиты.

В практике реконструкции возможно переустройство столбчатых фундаментов в перекрестно-ленточные и плитные, а также перекрестно-ленточных в плитные.

Необходимость устройства подвала, подземного сооружения, переноса подошвы фундамента на менее сжимаемые слои грунта и пр. становится причиной проведения работ по заглублению фундаментов реконструируемого здания (рис.14-21).

**1.5.3. Применения свай для усилении фундаментов мелкого залегания**

Для усиления фундаментов мелкого залегания могут быть использованы сваи различных конструкций: буронабивные, буровые, буроинъекционные, завинчиваемые, а также конструкции “стена в грунте” (рис.22-27).

Буронабивные и буровые сваи используются при увеличении нагрузок и большой толщине слабых грунтов в основании; в сложных условиях реконструкции.

Буроинъекционные сваи используются в тех же условиях, а также при невозможности частичной разборки существующих фундаментов и в стесненных условиях строительства.

Могут быть применены сваи из завинчиваемых стальных труб диаметром 200-400 мм с приваренной арматурной спиралью, а также вдавливаемые сваи. Эти два вида свай позволяют избежать вибрационных воздействий на фундаменты и грунты основания при проведении работ по усилению.

Иногда вместо монтажа тяжелых загрузочных устройств оказывается удобнее использовать стены самого реконструируемого сооружения. На этом принципе основано вдавливание составных железобетонных свай типа “Мега” отдельными элементами (рис.28-31).

С помощью буроинъекционных свай можно проводить усиление фундаментов, не разрабатывая котлованы и не нарушая естественной структуры грунтов основания. Наличие малогабаритного оборудования позволяет вести работы изнутри здания.

При реконструкции действующих сооружений в стесненных условиях и особенно в условиях противопоказания динамических воздействий целесообразно применение щелевых фундаментов (барретов), устраиваемых методом “стена в грунте” в узких траншеях шириной 0,4-1,0 м под защитой раствора из бентонитовой глины.

**1.6. Реконструкция и усиление свайных фундаментов**

Усиление ствола свай при отсутствии ростверка или при высоком ростверке производится с помощью железобетонной обоймы с толщиной стенок не менее 100 мм и площадью вертикальной арматуры не менее 1% площади сечения обоймы. Обойма устраивается на свободной части сваи и заглубляется в грунт не менее чем на 1 м.

Усиление верхних концов свай и мест их сопряжения с ростверком устраивается с помощью железобетонной обоймы, устраиваемой по всем ростверкам с отрывкой мелкого котлована.

Усиление ростверков, разделка трещин и других повреждений производятся аналогично усилению фундаментов мелкого заложения.

Для усиления свайных фундаментов, имеющих недостаточную несущую способность, используются те же сваи, которые используются для усиления фундаментов мелкого заложения.

Разбивка осей новых свайных фундаментов должна производиться с надежным закреплением относительно осей существующих свай здания.

**1.7. Закрепление грунтов и усиление грунта основания**

Закрепление грунтов и усиление грунта основания способом инъекции химических растворов и цементных суспензий применяется при реконструкции гражданских зданий и исторической застройки.

Цементация контакта фундамент-грунт выполняется при наличии пустот под подошвой фундамента.

Химическое закрепление грунтов применяется для создания пристенной наружной гидроизоляции подземных конструкций реконструируемых зданий, а также для ликвидации очагов водопритока в ограждающих стенках котлованов.

Инъекционное закрепление распространяется на грунты, обладающие достаточной водопроницаемостью, включая песчаные, крупнообломочные, трещиноватые скальные и полускальные грунты.

Химические материалы, применяемые для закрепления грунтов способами силикатизации, смолизации и цементации, должны удовлетворять требованиям и техническим условиям действующих стандартов на силикат натрия (жидкое стекло), хлористый кальций, ортофосфорную, кремнефтористоводородную кислоты, алюминат натрия, этилацетат и другие реагенты.

Возможны две разновидности технологии нагнетания закрепляющих реагентов в грунты:

- вертикальная технология, при которой нагнетание реагентов осуществляется через вертикально или наклонно заглубляемые инъекторы сверху вниз, с открытой поверхности земли, с мостков или с полов помещений.

- горизонтальная технология, когда нагнетание реагентов осуществляется через горизонтально или несколько наклонно заглубленные инъекторы из специально оборудованных для этой цели технологических выработок (траншей, штолен, колодцев).

При силикатизации и смолизации грунтов, если это предусмотрено проектом, должна быть обеспечена возможность оставлять в закрепленном массиве забивные инъекторы или трубы манжетно-тампонных инъекторов в качестве материала армирования закрепленных массивов.

Для бурения инъекционных скважин применяются буровые станки, обеспечивающие бурение скважин диаметром до 190 мм.

Для работ по нагнетанию растворов в грунты применяются забивные, гидравлические и пневматические инъекторы диаметром перфорированной части 32-38 мм длиной 500 мм, бетононасосы с давлением воздуха 0,5-0,7 МПа, перфораторы ручные и пневматические на давление 0,6 МПа, плунжерные и поршневые насосы, обеспечивающие расход до 1 м/ч и давление 1 МПа.

Для закрепления водонасыщенных глинистых грунтов и пылеватых песков наиболее приемлемы методы электросиликатизации и электрохимический.

Электросиликатизация грунтов основана на сочетании закрепления грунтов способом силикатизации и обработки их постоянным током. Способ применяется в грунтах с коэффициентом фильтрации 0,5-0,005 м/сут. Для электросиликатизации используют растворы жидкого стекла и хлористого кальция. Инъекторы-электроды погружают в грунт основания с обеих сторон фундамента под углом 10-15° через каждые 0,6-0,8 м по его длине. Закрепление ведется захватками вдоль фундамента снизу вверх, расход энергии (100-120 В) составляет для закрепления 1 м грунта 10-15 кВт·ч.

Электрохимический способ применяется для водонасыщенных грунтов с коэффициентом фильтрации 1·10-1·10 м/сут. В инъекторы-аноды подают раствор СаСl, потом Al(SO) или Fe(SO), а из инъекторов-катодов откачивают поступающую в них воду. Расход энергии здесь составляет 60-100 кВт·ч/м.

**1.8. Устройство подземных помещений реконструируемых зданий**

Для устройства подземных помещений в реконструируемом здании необходимы детальные сведения о существующих фундаментах, действующих нагрузках на фундаменты и характеристики грунтового основания, в том числе режим подземных вод.

Выбор конструкции подземного сооружения зависит от типа фундаментов здания – фундаменты на естественном основании или свайные. Решение должно приниматься с учетом недопущения возникновения в конструкциях реконструируемого здания нерасчетных воздействий.

Устройство стен сооружаемого подземного сооружения может выполняться по двум схемам:

- стены подземного сооружения изготавливаются вокруг реконструируемого здания одним из методов “стена в грунте” с передачей на “стену в грунте” нагрузок от существующего здания;

- стены подземного сооружения изготавливаются изнутри здания, без передачи нагрузок от здания на стену. Стена может изготавливаться методом вдавливания составных свай, а также с помощью буроинъекционных свай. В обоих случаях необходимо устройство анкерных креплений или распорок, которые устраиваются по мере отрывки котлована.