

УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ МЕТОДОМ JET GROUTING ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Семенов М.Ю. Мельников П.П.

научный руководитель канд. техн. наук Преснов О.М

Сибирский федеральный университет

Усиление фундамента является одним из главных этапов реконструкции или капитального ремонта здания. Деформации конструкций, в частности фундамента, происходят в процессе длительной эксплуатации зданий и сооружений. Увеличение нагрузки, разрушение кладки, снижение гидроизолирующих свойств, ухудшение условий устойчивости фундаментов либо грунтов в их основании, увеличение деформативности грунтов являются основными процессами, влияющими на разрушение, деформацию и усадку оснований и фундаментов зданий, недопустимое перемещение конструкций. Физическое воздействие в значительной степени влияет на деформативность фундамента, т.е. строительные работы, которые проводятся в городе - развитие метрополитена, трамвайных путей, трасс, инженерных систем, оказывающие динамическое воздействие на фундамент извне.

Преждевременный износ фундамента может возникнуть из-за:

- Реконструкции здания.

Как пример, надстройка с увеличением нагрузок на фундаменты. Многие здания в городах были надстроены, порой неоднократно, и несет следы накопленных осадок: замазанные трещины, оконные проемы на разной высоте.

- Неправильной эксплуатации.

Длительное затопление подвала и местный подъем (Уровень Подземных Вод) УПВ может сопровождаться появлением фильтрационного потока под подошвой фундамента, выносом мелких частиц грунта и повторным появлением неравномерных осадок. Одновременно с этим, фильтрационный поток через кладку фундамента может выщелачивать кладочный раствор: по кладке из природного камня не идет капиллярный подъем влаги. Однако, при накоплении культурного слоя вокруг здания почвенная влага вступает в непосредственный контакт с кирпичной кладкой стен, которая, как фитиль, жадно всасывает влагу. Сырая стена покрывается плесенью, выделившей соль и разрушается при замерзании воды.

- Строительство на техногенных грунтах.

Новое строительство является причиной появления осадок с различными механизмами.

Во-первых, возникновение вокруг нового строительного котлована, так называемой мульды сдвижения вследствие отработки полезных ископаемых. Другой причиной образования мульды сдвижения может явиться перебор грунта при изготовлении буровых свай. Мульда сдвижения на поверхности образуется при подземной проходке канализационных и транспортных тоннелей.

Во-вторых, вокруг тяжелого нового здания формируется воронка оседания. Специфической особенностью слабых грунтов является их способность менять показатели сжимаемости от механических воздействий. В следствии, вполне благополучное здание может получить осадку даже при безударном статическом вдавливании сваи вблизи него без какого-либо отбора грунта. Близкое новое (уплотнительное) строительство, особенно зданий с подземными этажами, - сегодня это

основной источник повреждений зданий исторического центра городов. То есть, соседние стройки влияют и воздействуют очень интенсивно и повреждения тяжелее.

Состояние здания и его фундаментов устанавливается обследованием - процедурой достаточно сложной, дорогой, требующей высокой квалификации и ответственности исполнителей. Стоит так же упомянуть, что обследование зданий и фундаментов осуществляются, не только визуально, но и при помощи специальных комплексных измерений. Обследование должно не только выявить места повреждений и степень снижения прочности конструктивных элементов, но также установить причины появления деформаций и дать прогноз состояния здания при его реконструкции или близком новом строительстве. Для этого применяют комплексное электроконтактное динамическое зондирование (ЭДЗ) грунтов и сейсмоакустическое зондирование (САЗ) фундаментов, геодезических, геологических, лабораторно-испытательных методов, методов неразрушающего контроля и др.

В некоторых случаях требуется длительный мониторинг тех или иных параметров. Установить, что происходит со зданием без его комплексного обследования практически невозможно. Только после подробного изучения состояния здания, включающего выкапывание шурфов фундаментов, геодезическое определение относительных осадок и кренов здания, динамическое зондирование грунтов, проведение теплотехнического и пространственного расчетов, определения прочности несущих конструкций, можно установить: отчего и как ремонтировать существующий фундамент. На осадки фундаментов зданий, в первую очередь, влияют суффозионные процессы, проходящие в контактной зоне фундамент-основание и неправильное ведение работ нулевого цикла при рядом расположенном строительстве.

К традиционным технологиям укрепления фундаментов можно привести несколько примеров усиления:

- Классический шадящий метод усиления грунтов основания контактной зоны под фундаментами старых зданий, состоящий в следующем: в контактную зону закачивается цементный раствор под небольшим давлением и раствор заполняет все суффозионные полости и уплотняет верхние слои грунта, возвращая им строительные свойства (этот метод позволяет прекратить неравномерные осадки зданий);
- Проведение уширение фундамента или подведение под фундамент буро-инъекционных свай (если предстоит более существенное увеличение нагрузки);
- Применение инъекционное заполнение пустот кладки цементным раствором (если фундамент имеет трещины и кладочный раствор нарушен);
- Проведение цементацию контакта «Фундамент - Грунт» (если под подошвой фундамента имеются пустоты или предстоит небольшое увеличение нагрузки на фундамент);
- Осуществление пересадки фундаментов на буро-инъекционные сваи с одновременным сооружением ж/б ростверка по периметру укрепляемого здания (если целью усиления фундамента является защита от нового близкого строительства);
- Проведение глубинное инъекционное уплотнение этого слоя (если причиной деформаций стал прослой сильно сжимаемого грунта).

Обычно конструктивные меры усиления фундамента сочетаются с инъекционными. Если требуется, делается дополнительное уширение подошвы фундамента. Это также считается традиционным методом укрепления. Массовый характер проблема приобрела в последние десятилетия в связи с уплотнительной застройкой и освоением подземного пространства. Используемые ныне конструктивные и инъекционные меры усиления фундаментов также относительно

новы, и считать их устаревшими было бы неверно. Одним из таких методов укрепления фундаментов является струйная цементация.

Технология JET GROUTING

Технология JET GROUTING заключается в использовании кинетической энергии струи цементного раствора, направляемой на разрушение и перемешивание грунта в массиве без создания в нем избыточного давления.

Этапы технологии JET GROUTING:

На первом этапе специально оборудованной под JET GROUTING буровой установкой бурится пилотная скважина диаметром 73-90 мм. Бурение производится до расчетной глубины, определяемой проектом, с предварительной промывкой водным раствором под давлением, не превышающим 50 атм. Орошение подается непосредственно на режущий инструмент (буровую шарошку).

На следующем этапе насосом высокого давления подается водоцементный раствор под давлением 450-500 атм. Этим высоким давлением перекрывается канал орошения и открываются 2 отверстия, в которых установлены сопла диаметром 0.8-3.0 мм. Медленно вращая (обороты 10-25 об./мин) и, медленно поднимая буровую колонну, происходит разрезание и перемешивание грунта высокой кинетической энергии струи, которая извергается из вышеуказанных сопел. Изготовленные по этой технологии сваи могут армироваться.

Различают 3 метода производства свай по технологии JET GROUTING:

- JET1 (одноструйная технология) В этой технологии используются 2 компонента: вода и цемент. Технология чрезвычайно проста и требует лишь специализированную технологическую линию с применением насоса высокого давления для перекачки цементного раствора. Диаметры свай, произведенные с помощью JET1, находятся в диапазоне от 0.5 до 0.8 м.

- JET2 (двухструйная технология) Для этой технологии необходим буровой инструмент, имеющий два независимых канала для подачи по одному из них водоцементного раствора, аналогично как в JET1, а по второму - воздушной струи под давлением 0.6-1.2 МПа. Происходит сложение двух кинетических энергий: водоцементного раствора и воздушной струи. При этом воздушная струя создает в грунте дополнительную ковитацию, что способствует лучшему перемешиванию раствора и разрушенного грунта. Диаметр свай в данном случае может достигать 0.8-1.5 м.

- JET3 (трехструйная технология) При JET3 необходимо иметь буровой инструмент с тремя независимыми каналами. В этом случае в грунт подается помимо вышеуказанных струй по JET2 дополнительно третья струя, состоящая из воды, под давлением 200-300 атм. Как и прежде, происходит сложение всех трех кинетических энергий. В этом случае мощность свай может достигать от 1.2-2.5 метра в диаметре.

JET-сваи широко применяются в подземном строительстве, как ограждающие конструкции котлована при строительстве тоннелей, при ремонте и реконструкции зданий и сооружений в сложных, стесненных городских условиях.

Преимущества технологии струйной цементации грунтов:

- Выполнение работ в стесненных условиях (высота от 2 м, ширина от 1,5 м).

- Отсутствие динамических воздействий.

- Высокая скорость работ за счет малого диаметра бурения скважин.

- При ограждении котлованов (подпорных стен) конструкция из

грунтоцементных свай выполняет несколько функций:

- воспринимает горизонтальные и вертикальные нагрузки;
- является вертикальной противofiltrационной завесой.

Также с помощью технологии "струйная цементация грунтов" возможно решение следующих задач:

- Противofiltrационные завесы и экраны.
- Армирование грунтов и геомассив.
- Закрепление грунтов при проходке тоннелей и строительстве автодорог.
- Укрепление откосов и склонов.
- Подпорные стены и ограждение котлованов.
- Усиление всех типов фундаментов.
- Закрепление грунтов в основании проектируемых фундаментов с целью повышения прочностных и деформационных характеристик.
- Разъединительные стенки влияния деформаций.
- Контролируемое заполнение подземных выработок и карстовых пустот.
- Заглубление подвалов и надстройка зданий
- Устройство буровых свай.
- Технология струйной цементации грунтов также позволяет выровнять прочностные и деформационные свойства грунта, внедрением в него армирующих элементов. При этом грунт и внедренные в него грунтобетонные сваи рассматриваются как единый геотехнический массив.

При инъектировании грунтов глубина заложения инъекторов рассчитывается с учётом инженерно-геологических условий на участке укрепления. Инъектор по технологии закладывается на глубину большую, чем требуется для уплотнения грунтов с максимальным заходом в коренные грунты, чем создаёт полную ликвидацию оползневых участков грунтов, укрепляя их и доводя их физико-механические свойства до параметров коренных грунтов. Участки с разуплотнёнными грунтами и находящиеся в состоянии оползневой опасности после применения метода инъектирования грунта приобретают высокие прочностные характеристики, сращиваются с помощью инъекторов с коренными грунтами.

В заключение следует отметить, что для усиления фундамента методом JET GROUTING отсутствует надобность в откапывании существующих фундаментов при реконструкции зданий, быстроту выполнения, возможность работы в стесненных условиях и многофункциональность технологии. Применение данного метода позволяет улучшить деформативные характеристики грунтов, но что более существенно, сделать их более однородными. При этом существенно снижается вероятность развития неравномерных осадок, и как следствие появление дефектов и повреждений.