

**УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ
РЕАБИЛИТАЦИЯ ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ
ПРИ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКЕ**

С. И. Головки, д. т. н..

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры»*

В практике строительства последних лет можно отметить общую тенденцию роста капитальных вложений в высотное строительство и реконструкцию городской застройки и промышленных предприятий. Эта тенденция характерна для экономически развитых стран и закономерно становится основополагающей для строительной отрасли Украины, ее реализация ставит целый ряд новых инженерных проблем, которые находят отражение в научных исследованиях, совершенствовании современных нормативных документов, внедрении новых расчетных и технологических подходов в строительную практику.

Актуальность работы.

В части проектирования новых объектов в настоящий момент используются действующие строительные нормы и правила, позволяющие выполнить обоснованное проектирование оснований, однако существует достаточно много проблем связанных как с надежностью принимаемых технических решений, так и со стоимостью выполнения работ, а также обеспечением последующей нормальной эксплуатации объектов. В области фундаментостроения открытым остается вопрос устройства свайных оснований на обводненных лессовых толщах с требуемым уровнем надежности, где грунты перешли в текучее и пластичное состояние, а в верхней зоне сохранились просадочные свойства. Достаточно сложной остается проблема учета и прогнозирования влияния подземных вод на застроенные территории, изменение характеристик оснований в условиях реконструкции, обоснования различных методов и технологических подходов при усилении оснований.

Научная и практическая новизна

Экспериментально опробованные различные технологические решения по устройству и закреплению оснований имеют высокую сходимость с теоретическими решениями и эффективность при усилении оснований инженерных сооружений в условиях реконструкции и ликвидации аварийных отказов в сложных условиях

Приведенные результаты анализа развития осадок и кренов, основанные на длительных наблюдениях позволяют провести корректировку расчетных положений и использовать полученные экспериментальные результаты для проектирования объектов с учетом особенностей строения оснований, совершенствовать нормативную базу фундаментостроения.

Основные результаты

Действующими нормами не допускается расположение острия висячих свай в пластичных грунтах с показателем текучести более 0,50 д.ед. однако полевые исследования показывают высокую несущую способность таких свай после погружения и стандартного отдыха. Опыт строительства ряда зданий и сооружений с использованием свайных оснований, экономически целесообразных в условиях г. Днепропетровска подтвердил возможность применения висячих свай и их эксплуатационную надежность, при этом фактически реализованные проектные решения входят в противоречие с действующей нормативной базой. Организация геотехнического мониторинга в процессе строительства и эксплуатации при низкой стоимости данного вида работ может дать объективные результаты для корректировки норм и устранения несоответствия. В этом направлении следует двигаться достаточно осторожно, поскольку кроме результатов, показывающих высокую несущую способность свай и ее возрастание во времени за счет эффекта засасывания, образования новой структуры грунтов, уплотненных при погружении свай на отдельных объектах построенных на склонах получен отрицательный результат.

Примером удачного применения свай в лессовых грунтах с показателем текучести 0,60-0,70 д.ед. является застройка по ул. Рабочей. В частности, после возведения девяти проектных этажей дополнительно достраивались десятиые. Геодезическими наблюдениями при увеличении нагрузок зафиксированы осадки в диапазоне 2-5 мм, что находится ниже их допускаемых значений. Положение зданий при практически горизонтальном положении грунтовых слоев являлось стабильным на протяжении 5-7 лет наблюдений.

В достаточно близких геологических условиях на участке склона балки получен отрицательный опыт эксплуатации здания на свайном основании. Объект исследований - жилой 14 этажный дом, основанием которого приняты висячие забивные сваи длиной 19 м, погруженные до проектной отметки. Несущая способность одиночной сваи по результатам испытаний составила 900кН (90тс) при расчетных 780кН (78тс) все сваи в период строительства были погружены до проектной отметки. Особенностью здания оказалось то, что при наклонном залегании слоев в сторону тальвега острие сваи в верхней зоне было заглублено в слой мягко пластичных лессовых суглинков. На момент строительства подземные воды находились на глубине 8-12м от дневной поверхности и повторяли уклон рельефа.

В июне 1998 г. на здании первым замером установлено сверхнормативное отклонение от вертикали в диапазоне от 940 до 1140 мм. С этого момента были проведены комплексные геодезические наблюдения, которые показали незатухающее развитие осадок и кренов, превышающих все нормативные значения в 10-12 раз, что вело к катастрофической ситуации. Так за год средняя осадка увеличилась на 600 мм при увеличении абсолютного отклонения дома

до 1425 мм. Характер развития крена в этот период иллюстрирует графики на рисунке 1.

По расчету отклонения свыше 1550мм приводили к разрушению здания с катастрофическими последствиями для окружающей застройки. Дополнительно при больших абсолютных деформациях основания вокруг дома формировалась осадочная воронка, что провоцировало оползневые подвижки склона и возрастание активного давления на сваи.

Для стабилизации состояния в срочном порядке были рассчитаны, запроектированы и реализованы мероприятия включающие усиление здания буронабивными сваями диаметром 800мм в нижней, выполняющими дополнительные функции удерживающей конструкции. Сваи опираются на практически несжимаемые красно-бурые суглинки.

Расчетными исследованиями было установлено, что на период восприятия части нагрузки от здания и стабилизации кренов осадка новых свай может составить до 20 мм. Систематические наблюдения, выполненные в период проведения работ и после их завершения, подтвердили правильность расчетов, в частности после усиления происходит стабилизация деформаций и кренов (см. рис. 1) Одностороннее усиление основания позволило в дальнейшем получить уменьшение общего крена за счет преобладающих осадок в верхней части склона. В настоящий момент продолжают наблюдения за зданием, что позволит накопить достаточный статистический материал для детального расчетного обоснования методов усиления.

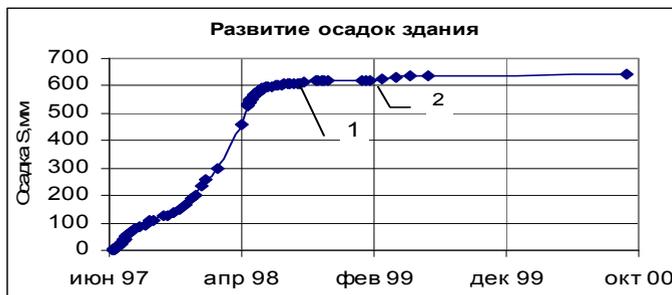


Рис.2. Графики развития и кренов дома

В последнее время при устройстве оснований нашли применение технологии, буромесительного, высоконапорного инъекционного, струйного закрепления грунтов, позволяющие создать искусственные (укрепленные) основания на большую глубину в определенных условиях. При всей прогрессивности подходов и судя по многочисленным публикациям в части усиления оснований можно получить достаточно надежные результаты, однако в части нор-

мативного обеспечения существует проблем расчета как технологических параметров, так и усиленных оснований и их совместной работы со зданиями. Каждый из методов имеет свою область наиболее эффективного применения и круг решаемых инженерных задач, что необходимо четко регламентировать нормативной базой.

Интересным примером использования высоконапорной цементации может служить устройство основания западной стенки объекта «Укрытие» Чернобыльской АЭС. Грунты промышленной площадки были представлены неорганизованной свалкой конструкций и различных обломков, засыпанных мелкими рыхлыми песками и суглинистыми грунтами при высокой неоднородности массива в плане и до глубины 4,5-5,1 м. Разработка слаборadioактивных грунтов, их вывоз и перезахоронение является достаточно сложной проблемой, в связи с чем, вариант подготовки и консервации основания методом высоконапорной цементации грунтов оказался наиболее эффективным. Учитывая специфику площадки, работы по усилению основания были предусмотрены непосредственно с фундаментной плиты сооружения через систему кондукторов с шагом до 3 м при давлениях до 25МПа. Для предотвращения выхода раствора на поверхность в первую очередь выполнены контурные скважины по периметру плиты. Контрольным бурением скважин было установлено, что, рыхлые пески уплотнены и армированы прослойками цементного камня. Плотность грунта в сухом состоянии возросла в среднем с 1,48 г/см³ до 1,65 г/см³. Дополнительно контроль качества работ и усиления массива выполнен геофизическим методом сеймопрозвучивания «CrosHolle» по восьми профилям.

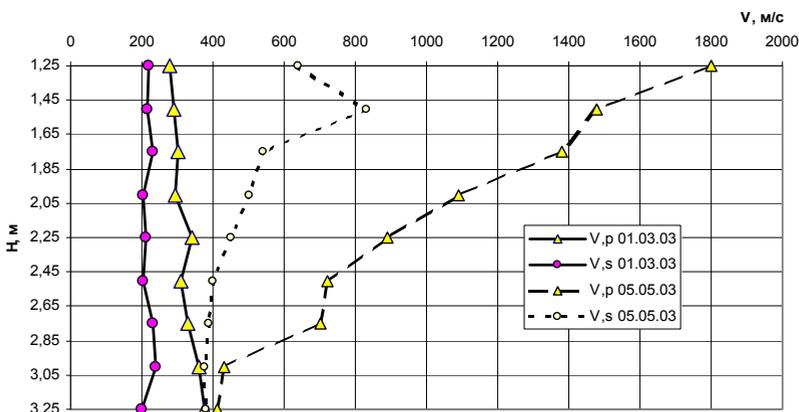


Рис.2. График изменения скорости продольных (V_p) и поперечных (V_s) волн при сейсмопрозвучивании массива.

Исследования выполнялись до цементации массива и после выполнения работ в специально оборудованных скважинах. Характерный график распространения продольных и поперечных волн в массиве приведен на рисунке 2. Обработка материалов исследований показала, что модуль деформации основания повысился с 9-10 МПа (V_p и V_s на 01.03.03) до 37 МПа (V_p и V_s на 05.05.03) с достаточно высокой однородностью в плане. В верхней зоне основания (непосредственно под фундаментной плитой) плотность возросла значительно при модуле деформации 55-60 МПа.

В условиях Приднепровского региона метод напорной инъекции применен более чем на 30 объектах при усилении оснований сложенными лессовыми грунтами, деградированными и обводненными глинами, водонасыщенными песками, супесями и суглинками. В основном при усилении реализованы решения, включающие контурное усиление зданий вертикальными элементами, воспринимающие отрицательное трение в случае просадки примыкающего массива и собственно усиление основания фундаментов системой вертикальных и наклонных скважин. Особенно эффективен данный метод в условиях плотной городской застройки в случае аварийных отказов - замачивания оснований (в том числе при подъеме УПВ) при интенсивных деформациях и повреждениях зданий. При усилении достигается быстрый положительный эффект, что подтверждено длительными наблюдениями за объектами после усиления.

Строительство в условиях плотной городской застройки вызывает ряд проблем, связанных с обеспечением нормальной эксплуатации существующих зданий, сохранением комфортных условий для проживания и выполнением проектных параметров по устройству оснований новых зданий и сооружений с требуемым уровнем надежности. Решение данной задачи особенно затруднено в районах распространения грунтов с особыми свойствами - просадочных, слабых водонасыщенных, насыпных, которые сравнительно легко подвержены технологическому разрушению и получают большие долго незатухающие осадки.

Нормативные документы, в которых приводится подробная трактовка основных положений, относящихся к расчету, проектированию и новому строительству слабо применимы к реконструкции, особенно если она осуществляется в условиях распространения просадочных либо слабых обводненных грунтов, на площадках существующей городской застройки (в том числе исторической), природных склонов со сложившимися условиями фильтрации подземных вод. Применительно к этим условиям современные строительные нормы должны кардинально отличаться от существующих в методическом и идеологическом плане. Для условий реконструкции необходима четкая классификация наиболее возможных случаев реконструкции по степени их геотехнической сложности и воздействия на среду, определение видов и минимально

необходимых объемов предпроектных и проектных работ, определение регламента ведения строительных работ и мониторинга существующей застройки.

При строительстве в плотной городской застройке, в результате влияния, обусловленного технологией устройства фундаментов, зачастую возникают особые ситуации или аварийные отказы. Предотвратить это может предварительное усиление оснований зданий, в особых случаях могут применяться новые технологические подходы по ликвидации нештатных ситуаций – усиление оснований фундаментов инъекциями цементных растворов под высоким давлением, подводка буроинъекционных свай и др., причем любой из технических подходов должен иметь соответствующее расчетное обоснование.

Вполне очевидно, что при ведении строительных работ полностью исключить влияние на старую застройку практически невозможно. В связи с этим требуют своего решения и нормативного обоснования строительные допуски в части возможного уровня дополнительных деформаций существующих зданий и необходимого уровня компенсационных работ по их стабилизации либо предотвращению.

Выводы.

1. Развитие кренов зданий может носить длительный характер, причем существует критическое время, после которого скорость возрастает и приводит к прогрессирующим отклонениям и аварийной ситуации. Систематические геодезические наблюдения за зданиями позволяют оперативно оценивать их общую устойчивость и назначать адекватные мероприятия по стабилизации деформаций и ликвидации причин их возникновения.

2. Одностороннее усиление основания сваями, воспринимающими часть нагрузки от деформированных зданий, являются достаточно эффективным методом для предотвращения осадок и повышения устойчивости склонов.

3. Разработанный расчетно-теоретический метод и технология высоконапорного инъекционного закрепления оснований имеет высокую эффективность и достаточную надежность при подготовке грунтовых массивов перед строительством в сложных условиях.

4. Необходимо продолжить исследования в различных геологических условиях для получения необходимых данных и разработки нормативных документов по усилению оснований и закреплению различных типов грунтов в основаниях зданий при их реконструкции, модернизации и в случае получения аварийных повреждений.

Список использованных источников

1. Головки С.И. Теория и практика усиления грунтовых оснований методом высоконапорной цементации. Монография. - Дн-ск: Пороги, 2010 – 247 с.
2. Матвеев И.В. Преобразование просадочных оснований как защита зданий от неравномерных деформаций. В сб. «Будівельні конструкції», вып.55, Киев, 2001, -с.84...88.