

ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ И В ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ

ВАЛЕРИЙ ПЕТРОВИЧ ЕРМАШОВ, заведующий научно-исследовательской лабораторией сооружений и фундаментов в сложных грунтовых условиях РУП «Институт БелНИИС», к. т. н.

ДМИТРИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ МАШКАРЕВ, заведующий сектором испытаний и диагностики фундаментов зданий и сооружений РУП «Институт БелНИИС»

В статье представлены некоторые современные технологии и комплекс конструктивно-технологических мер, позволяющие исключить проблемы, связанные с влиянием разрушительных факторов строительства на окружающую среду и человека, в условиях плотной городской застройки, предлагаемые «Институтом БелНИИС». Материалы даны главным образом по объектам, выполненным столичным ОАО «Специализированное управление механизации № 96» (СУМ-96).

Введение

Реконструкция и уплотнительная застройка городских центров, а также исторических и культурных комплексов являются одними из приоритетных и эффективных инвестиционных направлений в сфере современного градостроительства. При этом процессе здания и сооружения, представляющие особую ценность с регламентированными повышенными требованиями сохранности и долговечности, оказываются в зоне влияния разрушительных факторов нового строительства. Изменяется напряженно-деформированное состояние грунтового массива в основании фундаментов, вызывая трещины и деформации недопустимых размеров в конструкциях существующих строений. Кроме этого, в таких случаях, как правило, необходимо строго соблюдать требования по экологии окружающей среды и человека.

В данной статье представлены некоторые современные технологии и комплекс конструктивно-технологических мер, позволяющие исключить обозначенные проблемы строительства в условиях плотной городской застройки, предлагаемые «Институтом БелНИИС». Материалы даны главным образом по объектам, выполненным столичным ОАО «Специализированное управление механизации № 96» (СУМ-96).

1. Технология устройства фундаментов методом вдавливания свай статической нагрузкой

Одна из эффективных технологий, позволяющая выполнять строительство вблизи существующих зданий, основана на принципе вдавливания свай статической нагрузкой. Она адаптирована «Институтом БелНИИС» к грунтовым условиям Беларуси и в настоящее время используется при необходимости возведения зданий вблизи существующих строений. Основным достоинством технологии является практически полное отсутствие динамических воздействий на окружающие здания и сооружения, а также высокая производительность работ. Для вдавливания используются стандартные железобетонные сваи.

На рисунке 1 представлена сваевдавливающая установка СВУ-В-6, применяемая фирмой ОАО «СУМ-96». Максимальное вдавливающее усилие ее без применения дополнительных устройств составляет 800 кН. Исследования и опыт строительства показали, что достигаемая несущая способность свай, как правило, не меньше (во многих

случаях в зависимости от вида грунта до 50 % больше) вдавливающего усилия, создаваемого силовым агрегатом установки, на последнем этапе погружения.

На рисунке 2 показано использование данной технологии при строительстве гостиничного комплекса в г. Могилеве. Возводимый объект находится в непосредственной близости от магистрального трубопровода, большая степень износа и предаварийное состояние которого исключили возможность забивки свай.

Первоначальный проект фундаментов предусматривал устройство свай диаметром 600, 400 и 300 мм длиной 6,5 и 8 м, выполненных буронабивным методом. Институтом проект был переработан с учетом применения технологии вдавливания свай статической нагрузкой.

Для устройства фундаментов использованы сваи сечением 300х300 мм длиной 3, 5 и 7 м. Испытания пробных свай подтвердили корректность принятого решения. В результате применения данной технологии было достигнуто снижение расхода бетона в 3 раза, расхода арматуры – в 2,5 раза, а срок устройства фундаментов сократился в 1,5 раза.

2. Технология устройства буропрессионных свай

В настоящее время главной альтернативой забивным сваям являются сваи буронабивные. При их изготовлении динамические воздействия на окружающую среду минимальны. Такое свойство позволяет делать фундаменты в непосредственной близости от существующих зданий. При этом буронабивные сваи могут иметь диаметр значительно больший, чем размер поперечного сечения забивных свай, обеспечивая восприятие больших по величине нагрузок.

Существенным недостатком буронабивных свай является сложность и плохая контролируемость технологического процесса, а также их небольшая удельная несущая способность. Это связано с технологическими особенностями метода, в частности при бурении происходит разрыхление грунта стенок и забоя скважины. Ослабление контактного слоя частично устраняется за счет поперечных деформаций бетона при его укладке (иногда с трамбованием), но, как показывает практика, полное восстановление первоначальных свойств грунта не достигается.

Кроме этого, при свободной укладке бетона не исключено обрушение стенок скважины, что нарушает однородность ствола сваи и снижает ее несущую способность. А использование для крепления стенок обсадных труб существенно увеличивает металлоемкость и стоимость свайного фундамента.



Рисунок 1 - Сваявдавливающая установка СВУ-В-6.



Рисунок 2 - Общий вид свайного поля при строительстве гостиницы на 40 мест, расположенной в районе пересечения пр. Мира и ул. Суворовской в г. Могилеве

В настоящее время «Институтом БелНИИС» внедряется под названием буропрессионных свай один из аналогов технологии устройства буронабивных свай, позволяющий достичь большой удельной несущей способности при высокой производительности работ и минимальном уровне динамического воздействия на окружающую среду.

Они известны также как сваи CFA (Continuous Flight Auger), изготавливаемые способом сплошного перемещающегося шнека или как разновидность буроналивных свай.

Сущность рассматриваемой ниже технологии заключается в формировании ствола сваи под давлением в несколько атмосфер, нагнетаемой бетонной смесью через полый шнек, предварительно забуренный в грунт и извлекаемый при действии этого давления. Общий вид установки для изготовления буропрессионных свай приведен на рисунке 3.

Одновременное бетонирование и извлечение шнека исключают возможность обрушения стенок скважины. Установка оборудована специальным бортовым компьютером, на экране которого отражается весь процесс бурения и бетонирования, по этим данным машинист может оперативно контролировать качество изготовления сваи.

Удельная несущая способность буропрессионных свай примерно на 15 % больше, чем у забивных свай, и на 50 % больше, чем у буронабивных свай.

Кроме этого, достоинством буропрессионных свай также является высокая производительность работ (до 50 м³ в смену) – в 1,7 раза выше по сравнению с буронабивными сваями. Этот показатель обеспечивает снижение сроков строительства и существенно компенсирует недостаток буропрессионных свай, связанный с длительностью ожидания при наборе прочности бетона.

Данная технология применение на объектах Республики Беларусь: при возведении комплекса «Минск-Арена» (рис. 4), жилых домов по Логойскому тракту в г. Минске и по ул. Федько в г. Барановичах. Результаты испытаний пробных буропрессионных свай в условиях строительства подтверждают их высокую несущую способность (рис. 5).

3. Технология устройства вибронабивных свай пирамидальной формы

Формирование скважины будущей сваи при использовании данной технологии производится путем внедрения в грунт под действием вибрации и собственного веса металлического лидера пирамидальной формы.

В процессе погружения происходит уплотнение окружающего грунта за счет его вибрации и вдавливания лидером. Далее скважину заполняют бетонной смесью, втрамбовывая ее в грунт путем повторного погружения лидера, дополнительно уплотняя при этом грунтовый массив, устанавливают арматурный каркас и завершают бетонирование.



Рисунок 3 - Общий вид установки для изготовления буропрессионных свай



Рисунок 4 - Применение технологии устройства буропрессионных свай при строительстве комплекса «Минск-Арена» в г. Минске

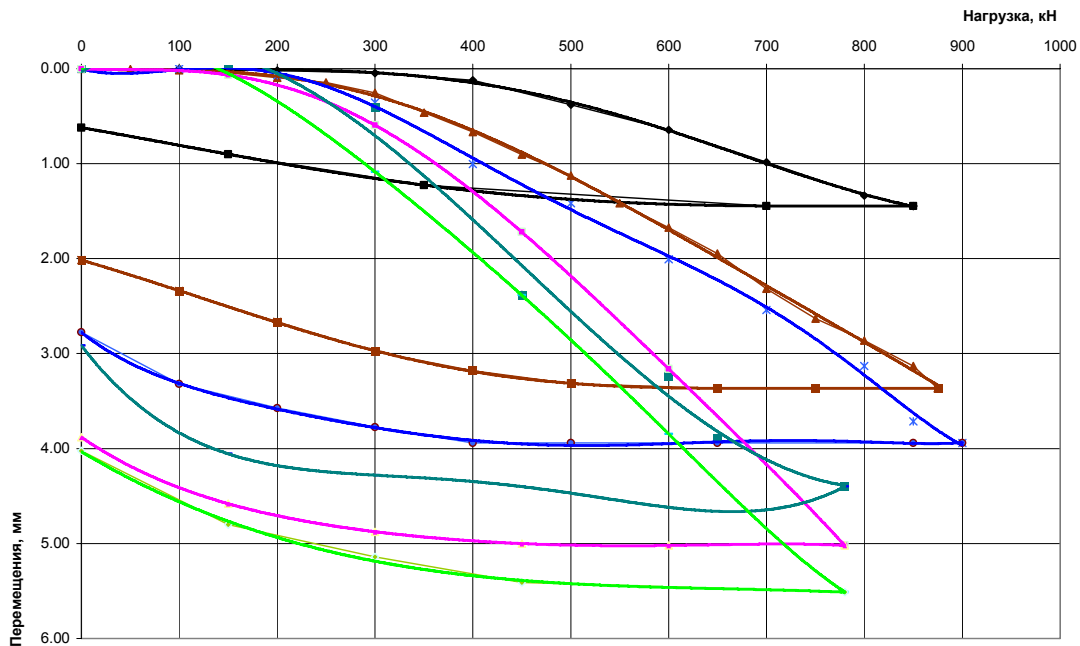


Рисунок 5 - Результаты испытания буропрессионных свай при строительстве жилого дома по Логойскому тракту в г. Минске

Как показывают результаты испытаний, вибронабивные сваи за счет особенностей технологии их изготовления имеют значительную удельную несущую способность.

При изготовлении вибронабивных свай возникают динамические эффекты, негативно воздействующие на окружающую среду, однако их уровень поддается регулировке, а интенсивность меньше, чем при забивке свай. Поэтому процесс изготовления вибронабивных свай в условиях плотной городской застройки должен сопровождаться специальными мероприятиями, включающими предварительное обследование существующих зданий, наблюдение за имеющимися дефектами и состоянием конструкций, а также уровнем их колебаний при производстве работ.

Данная технология была внедрена при строительстве гипермаркета «Гиппо» в г. Минске по пр. Рокоссовского (рис. 6), а также жилого дома по ул. Бельского в г. Минске и ряда других объектов.

4. Мониторинг и научно-техническое сопровождение сваебойных работ

Доминирующие в настоящее время в Республике Беларусь фундаменты из забивных свай практически не применяются в условиях плотной городской застройки из-за высокого уровня динамических воздействий на окружающую среду при производстве сваебойных работ.

В то же время, как показывает опыт, в отдельных случаях, когда по каким-либо причинам невозможно использовать одну из представленных выше технологий, фундаменты из забивных свай могут применяться не только на свободных от застройки площадках, но и в стесненных условиях строительства. При научно-техническом сопровождении специалистами института процесса забивки свай возведено большое количество различных зданий в городах страны.

Для оценки возможности использования забивных свай в стесненных условиях необходим комплексный анализ условий строительства, включающий: инженерно-геологические условия площадки; состояние существующих зданий и сооружений; проектное решение свайных фундаментов, в частности требуемую несущую способность свай, их количество, параметры забивки, и ряд других факторов.

Ниже представлен примерный перечень работ по сопровождению процесса забивки свай.



Рисунок 6 - Внедрение вибронабивных свай пирамидальной формы при строительстве гипермаркета «Гиппо».

1. Предварительное обследование существующих зданий и сооружений, расположенных в опасной зоне, с определением технического состояния дефектов и составлением дефектных схем. Фиксация и определение состояния основных дефектов.

2. Пробная забивка свай с измерением уровня колебания конструкций существующих зданий.

3. Массовая забивка свай при постоянном контроле уровня динамических воздействий.

4. Заключительное освидетельствование состояния конструкций существующих зданий после завершения сваебойных работ.

Если при выполнении пробной или массовой забивки свай уровень динамических воздействий превысит максимально допустимые значения, а также если будет зарегистрировано появление или развитие существующих дефектов, то необходимо принять меры по снижению уровня воздействия, например, выполняя лидерное бурение, снижая энергию забивки свай или применяя другие мероприятия.

Опыт показал, что для забивки свай целесообразно использовать современные гидравлические молоты с регулируемой частотой и энергией удара. С помощью такого оборудования можно подобрать безопасный режим погружения свай для каждого конкретного объекта строительства.

В качестве примера можно привести выборочные результаты сопровождения работ по устройству фундаментов из забивных свай жилого дома в г. Борисове.

Проектом предусматривалось погружение свай дизель-молотом С-996, при проведении пробной забивки уровень колебаний превысил максимально допустимое значение. Поэтому дальнейшее погружение свай производилось с помощью гидравлического молота JUNTAN (рис. 7) с регулируемой частотой и энергией удара.

Перед проведением сваебойных работ было выполнено обследование существующих зданий с установкой контрольных фиксаторов (маяков) в местах прохождения основных трещин. В процессе забивки пробных свай, выполняя замеры уровня колебаний конструкций существующих зданий, был выбран наиболее щадящий режим их погружения.

Контроль осуществлялся в течение всего времени сваебойных работ. Повторное освидетельствование состояния конструкций существующих зданий, выполненное спустя

определенный период времени, подтвердило их сохранность. Проверка в условиях строительства показала, что использование гидромолота с регулируемой энергией и частотой ударов позволяет в некоторых случаях выполнять забивку свай вблизи существующих зданий и сооружений, обеспечивая целостность их состояния и экологические требования.

Выводы

Представлена часть современных технологий и комплекс конструктивно-технологических мероприятий, позволяющие выполнять строительство и реконструкцию в стесненных условиях, обеспечивая экологию окружающей среды и человека, а также сохранность существующей застройки.



Рисунок 7- Пробная забивка свай (с помощью гидравлического молота JUNTTAN) на объекте «20-квартирный жилой дом ЖСК «Энергетик-БЭС» по ул. Л. Чаловской в г. Борисове»

Литература

1. В.П. Ермашов (БелНИИС), Т.Н. Василевский, В.И. Новик (СУМ-96) «Эффективность применения и исследование несущей способности буропрессиометрических свай в сложных грунтовых условиях Беларуси». Строительная наука и техника №2-2005.

2. В.П. Ермашов, Д.Г. Машкарев «Свайные фундаменты в условиях плотной городской застройки», Мастерская. Современное строительство. №10-2010, стр.64-67.

3. Ермашов В.П., Машкарев Д.Г., Кудин Д.П. «Технология изготовления и испытания вибронабивных свай пирамидальной формы», Сб. трудов «Создание и применение высокоэффективных наукоемких ресурсосберегающих технологий, машин и комплексов». Материалы международной научно-технической конференции, Могилев 2001 г.