

БЕЗУДАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ И ШПУНТА

*Х. А. ДЖАНТИМИРОВ, О. В. ЛИТВИН – НИИОСП им. Н.М. Герсеванова,
г. Москва.*

Описаны новая техника и технология вдавливания свай и шпунта, адаптированные для применения в сложившейся городской застройке на слабых водонасыщенных грунтах, чувствительных к динамическим воздействиям. Рекомендуется область применения установки СВУ–НИИОСП, в том числе создание геотехнических экранов из вдавливаемых элементов. Дана классификация геоз экранов, описаны некоторые характерные случаи из практики применения новой техники и технологии в Москве при строительстве новых зданий вплотную к существующим.

В последние годы ограничению применения источников шума, импульсных и вибрационных нагрузок в грунте в больших городах, прежде всего в Москве и Санкт-Петербурге, придается большое значение.

В данной работе термин «безударные технологии» определяет технологии, построенные на использовании специальных мобильных установок, работающих в режимах квазистатического, вибростатического и статического с импульсной добивкой погружения в грунт сборных бетонных, железобетонных, деревянных и стальных элементов.

Б. В. Гончаровым и Ю. Д. Трояновским в 1988 г. экспериментально доказано, что вдавливание свай – наименее энергоемкий процесс (по сравнению с забивкой и вибропогружением) [1].

При всей привлекательности метода вдавливания свай существующее оборудование для его реализации имеет серьезные недостатки, прежде всего это низкая производительность, обусловленная большим количеством вспомогательных операций, а также негативные воздействия на грунты основания, особенно при их чувствительности к динамическим воздействиям [1].

В. М. Улицким и А. Г. Шашкиным показано [3], что при внедрении сваи в слабые водонасыщенные глинистые грунты происходит их расструктурирование в зоне до 20...30D.

Расструктурирование приводит к разупрочнению и развитию процессов консолидации. По мнению авторов, значительное число случаев деформации зданий в Санкт-Петербурге связано с процессом вдавливания свай рядом с их фундаментами.

Позволим себе не согласиться с уважаемыми коллегами. Нам кажется, что причина осадок не в способе погружения свай как таковом, а в его конкретной реализации. В Санкт-Петербурге с 1980 г. вдавливание свай осуществляли установками УСВ-200, а позднее – установками УСВ-120. Именно использование этих механизмов, генерирующих мощные низкочастотные воздействия на грунтовое основание прилегающих сооружений, и провоцировало их осадки.

За рубежом получил признание способ вдавливания шпунта японской самоходной установкой «Giken» [4]. «Giken» навешивается на три пионерные шпунтины или трубы, погруженные забивкой или вибропогружением. Затем она начинает вдавливать следующие элементы, используя ранее погруженные как анкерные. При всей уникальности установки область ее применения ограничена линейными непрерывными стенами из металлических элементов.

Перед началом разработки технологии и конструирования оборудования для безударного погружения были проанализированы все отрицательные стороны известных образцов и составлено техническое задание на создание

© Х. А. Джантимиров, О. В. Литвин, 2004

Internet: www.georec.spb.ru

принципиально нового универсального станка, способного работать в разных режимах в зависимости от грунтовых условий и особенностей площадки.

Основные требования технического задания:

1. Установка должна работать без вспомогательных машин и механизмов (автокранов, буровых установок и т. п.), без источников электроэнергии.

2. Установка должна самостоятельно погружаться на транспортные средства и разгружаться с них.

3. Установка должна погружать сваи с усилием не менее 180 тс, металлический шпунт – с усилием не менее 300 тс. Выдерживающее усилие должно быть не менее 60 тс. Режимы погружения: квазистатический со скоростью 0,5...2,5 м/мин, вибропогружение и импульсная добивка, а также их сочетания: вибровдавливание и добивка на фоне вдавливания. Усилие вдавливания в квазистатическом режиме – не менее 80 тс.

4. Возможность погружать сваи вплотную к существующим стенам, вертикально и под углом до 20°, в том числе от себя и под себя.

Все поставленные требования были выполнены при конструировании серии установок СВУ-НИИОСП [2]. Все детали и комплектующие изделия – производства России, базовая машина-кран РДК-25 – совместного производства СССР и ГДР. Созданные установки защищены тремя патентами России.

Три года успешной эксплуатации доказали, что очень часто эта технология оказывается вне конкуренции в следующих случаях:

устройство ограждения котлованов;

создание геотехнических экранов;

строительство рядом с существующими объектами.

В условиях исторической застройки часто приходится строить новые дома вплотную к существующим. Как правило, новые здания устраивают с развитой подземной частью. Таким образом, несмотря на небольшой объем, каждая такая новостройка, особенно в сложных грунтовых условиях, сопряжена с решением достаточно трудной геотехнической задачи. К сожалению, примеров нарушения и разрушения соседних зданий при новом строительстве множество.

Приведем примеры решения проблемы с помощью установки СВУ-НИИОСП. В центре Москвы, на Пречистинской набережной, в условиях плотной малоэтажной застройки в 2000–2002 гг. был построен ряд элитных зданий вплотную к существующим. Грунтовые условия современной пойменной террасы Москвы-реки достаточно проблемны. Существующая застройка фундаментов, как правило, на ленточных фундаментах, иногда на деревянных сваях. Требовалась определенная деликатность при ведении работ, но при этом методы строительства должны были быть конкурентоспособными. Подрядчики остановились на сваевдавливании и ни разу не пожалели об этом. Более 3000 сборных железобетонных свай длиной 9...14 м были погружены рядом со старыми домами, в том числе 1000 – практически вплотную к существующим фундаментам.

На строительстве офисного здания с заглубленным цокольным этажом сваи крайнего ряда, расположенные на расстоянии 30...50 см от стены 4-этажного бесподвального дома, были вдавлены на 2 м ниже отметки существующего рельефа и, помимо основной, выполняли функцию защиты существующих фундаментов при последующей откопке котлована ниже отметки их подошвы. Погружение свай до отрывки котлована позволило резко сократить время водопонижающих и других проблемных работ. Осадки существующих зданий за весь период строительства не превышали 5 мм. Не потребовалось никаких затрат на усиление оснований и надземных конструкций.

Новый архитектурный прием – строительство вставок между существующими домами – весьма эффективный, однако до последнего времени считался трудно реализуемым. Вдавливание свай позволило очень просто решить вопрос фундаментации 14-этажной вставки на ул. Милашенкова в Москве, запроектированной между двумя 12-этажными домами более ранней постройки. Никаких помех жильцам прилегающих домов устройство свайных фундаментов не причинило.

Очень сложная задача решалась в проекте надстройки выставочного павильона Архинфо на 2-й Брестской ул. в Москве. Существующий

ший выставочный павильон постройки 1970 г. представляет собой высокое двухэтажное здание с подвалом. Фундаменты под колонны здания – железобетонные плиты размером 4×4 м, заглубленные на 0,4 м ниже пола подвала и опирающиеся на пески средней плотности и рыхлые.

Проектом предусматривается надстроить здание на 6 этажей, причем нагрузка от новых этажей передается на наружные металлические колонны, устраиваемые вплотную к существующим стенам. Колонны опираются на монолитный железобетонный ленточный ростверк, нагрузка на каждую колонну – 1,8...2,0 тыс. тс. Авторам была поручена задача фундировать колонны, не повреждая их и не нарушая режима работы выставочного павильона. В результате технико-экономического сравнения вариантов было принято решение по устройству фундаментов из вдавливаемых свай. Вместо усиления оснований существующих фундаментов в этом варианте предполагается устройство геотехнического экрана.

Различные типы разделительных экранов и стен в грунте хорошо известны и широко используются в строительной практике. Обычно используют забивку или вибропогружение металлического шпунта, труб, прокатных профилей или выполняют траншейную стену в грунте. В последние годы стало привычным использование завинчиваемых металлических свай и секущихся железобетонных свай. В ряде случаев использование известных методов приводит к повреждению и разрушению защищаемых зданий [3]. Слабые грунты склонны к динамической неустойчивости (уплотнению, разжижению и разупрочнению), плотные и среднеплотные пески – к дилатантному разуплотнению при бурении в них скважин.

Сваевдавливающая техника и технология позволяют устраивать геотехнические экраны и стены в грунте без ощутимых воздействий на существующие объекты.

В Москве на ул. Шарикоподшипниковской в 2002 г. по проекту Моспромпроекта в торец к существующему 7-этажному кирпичному дому был пристроен 14-этажный крупнопанельный жилой дом. Существующий дом построен в 1950 г. на бутовых ленточных

фундаментах. Основание – пески среднеплотные и рыхлые. Состояние дома, определенное по методике Москомархитектуры, оценивалось как неудовлетворительное. Никакие работы рядом с домом до усиления основания и надземных конструкций не проводились.

Проектируемый дом фундировался на ленточных фундаментах из сборных железобетонных подушек, давление под лентой, примыкающей к существующему дому, превышало 3 кгс/см². Расстояние между наружными краями фундаментов существующего и вновь строящегося домов равнялось 20 см.

Расчеты показали, что средняя осадка нового дома составит 12 см, а осадка прилегающей стены существующего дома – 8 см. С одной стороны, такая осадка недопустима. С другой стороны, ни один из известных методов усиления не гарантировал от сверхнормативных осадок эксплуатируемого дома. В сложившейся ситуации естественным представлялся метод устройства защитного геотехнического экрана вдоль торца существующего дома в месте его примыкания к новостройке.

Вдавливание экрана было выполнено установкой СВУ-НИИОСП, сопротивление вдавливанию в слое песка не превышало 20 тс и доходило до 50 тс в слое моренных суглинков. Работа была выполнена в течение трех дней. Осадки старого дома при вдавливании составили 1,0 мм, после окончания строительства – 3,0 мм, при этом средняя осадка нового дома – 80 мм, осадка торцевой стены – 76 мм. Никаких изменений состояния старого дома проводимым мониторингом не зафиксировано. Сравнение проектного варианта с другими решениями показало, что он в 3 раза дешевле способа усиления основания торцевой части старого дома буроинъекционными сваями, а срок выполнения работ – во много раз меньше, чем при любом известном способе.

Экраны из вдавливаемых элементов подразделяются на совершенные, несовершенные и подвесные.

Совершенный экран характеризуется полным перекрытием геологического разреза от дневной поверхности до расчетного слоя грунта (водопора или условно-несжимаемого грунта) с заглублением в последний на определенную глубину. Совершенный экран мо-

жет выполнять роль противофильтрационной завесы (ПФЗ), разделительной противодеформационной стены (ПДС) и т. п.

Несовершенный, или погружной, экран перекрывает только часть разреза с особыми свойствами (повышенной водопроницаемостью, сжимаемостью и т. п.)

Подвесной экран располагают на границе защищаемого и потенциально нестабильного массивов грунта и подвешивают к несущей конструкции, обеспечивающей его безосадочность.

Особенность вдавленных разделительных стен состоит в возможности наклонного расположения элементов. Это удобно в стесненных условиях, а также выгодно при оптимальном проектировании ограждения котлованов.

Вдавливание металлических и деревянных элементов ограждения котлованов оказалось наиболее экономичным и гибким способом. Например, расход металла на крепление котлованов металлопрокатом, вдавливаемым установкой СВУ-НИИОСП, составляет 40% от его расхода при использовании бурозавинчиваемых свай. Вдавливание позволяет использовать такой строительный материал, как пилолес, и его производные: брус, кант и др.

Использование накладок из металлического листа усиливает профиль в зоне действия максимального изгибающего момента и позволяет снизить опорное давление на грунт.

Вибровдавливающий режим работы установки наиболее эффективен при погружении свай при слоистом напластовании песчаных и глинистых грунтов.

Импульсная добивка с помощью оттянутого троса полиспада [2] позволяет получать мощное кратковременное воздействие на сваю на фоне статического вдавливающего усилия 70...80 тс. Этим достигается повышенная (в 2...3 раза) несущая способность свай.

По мнению разработчиков, описанная техника и технология максимально приемлемы для условий строительства в Санкт-Петербурге.

Список литературы

1. *Свайные фундаменты и заглубленные сооружения при реконструкции действующих предприятий* / Е. М. Перлей и др. Л.: Стройиздат 1989. 177 с.
2. *Джантимиров Х. А., Литвин О. В.* Технология вдавливания свай с помощью установки СВУ-В-3 // ОФМГ. 2002. №6.
3. *Улицкий В. М., Шашкин А. Г.* Геотехническое сопровождение реконструкции городов. М.: АСВ, 1999. 325 с.
4. *White D. J., et al.* Press-in piling: Ground vibration and noise during pile installation. Proc of Int Deep Found Congress. Orlando, USA. ASCE Special Publication 116. P. 363–371, 2002.