

# ГЕОТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Окончание. Начало в №4, 2011 г.

## ВДАВЛИВАЕМЫЕ КОРОТКИЕ СВАИ (СВАИ «МЕГА»)

Для исключения опасных для старых зданий на слабых грунтах динамических воздействий иногда используется погружение свай вдавливанием. Учитывая стесненность существующих помещений, часто используют многосекционные сваи. Уфимским НИИПромстроем разработаны нормативные документы, регламентирующие технологические особенности использования таких свай.

При использовании свай вдавливания необходимо создание надежных упоров. Несущую способность сваи можно регулировать в процессе вдавливания многосекционных элементов. Последние могут быть изготовлены из железобетонных труб в виде секций со специальными стыками, позволяющими быстро выполнять соединение, или в виде коротких металлических труб (рис. 1).

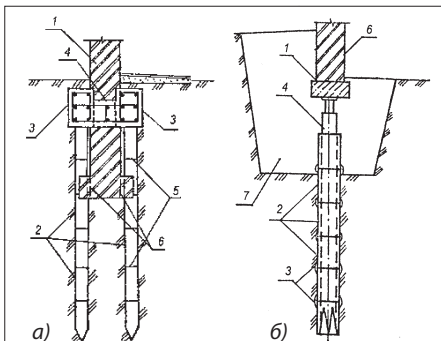


Рис. 1. Усиление фундаментов с использованием вдавливаемых многосекционных свай:  
а) передача нагрузки от стены на составные железобетонные сваи, погружаемые вдавливанием;  
б) вдавливание коротких металлических труб отдельными звеньями

Такие сваи за рубежом получили название — сваи «Мега».

Они могут быть круглого и квадратного сечения, масса элемента — до 100 кг, длина — до 100 см. Сваи изготавливаются из железобетонных трубчатых элементов, что позволяет легко их перемещать и перекачивать по площадке.

Последовательность работ по вдавливанию свай «Мега» следующая. Нижний первый элемент с заостренным наконечником (в слабых грунтах без заострения) погружается домкратом. Упором служит распределительная железобетонная бал-

ка или сам усиливаемый фундамент. Нарастивание сборных стыкованных элементов производят до тех пор, пока острые сваи не достигнет плотных грунтов, что обеспечит необходимую несущую способность системы в целом.

Головной элемент устанавливают последним. При этом площадь его поперечного сечения больше площади сечения сваи.

После погружения сваи до проектной отметки под нагрузкой, превышающей расчетную в 1,5–2 раза, ее заклинивают специальными стойками. Стойки устанавливают между распределительной балкой и оголовком сваи, а полученное отверстие заполняют бетоном.

Недостатком метода усиления оснований и фундаментов вдавливаемыми сваями является большой объем ручных земляных работ. При этом есть опасность, что при вскрытии шурфом или траншеей перегруженного фундамента до его подошвы, особенно в условиях слабых грунтов при высоком уровне подземных вод, может произойти его дополнительная существенная осадка. Кроме этого, вдавливание свай может привести к перемятию и расструктурированию слабого глинистого грунта, что также повлечет за собой дополнительные деформации основания.

## МАНЖЕТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Положительно зарекомендовала себя в условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга манжетная технология, применяемая, вместе с тем, еще довольно редко.

Сущность ее заключается в том, что в погруженные в грунт трубы через заданные интервалы по глубине производится регулируемая подача закрепляющего раствора, как правило, цементного или цементно-песчаного (рис. 2).

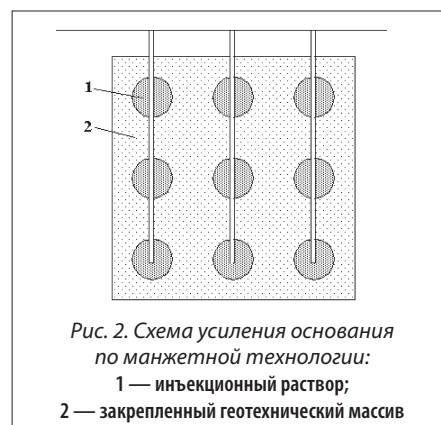


Рис. 2. Схема усиления основания по манжетной технологии:  
1 — инъекционный раствор;  
2 — закрепленный геотехнический массив

Такая технология может применяться для уплотнения толщи сильно сжимаемых глинистых грунтов или отдельных слабых прослоек под фундаментом, а также для регулирования осадок фундаментов существующих зданий при производстве около них работ нулевого цикла.

В пробуренную скважину опускается полимерная труба или металлическая труба с внутренним диаметром 40–50 мм и с закрытым нижним концом. В трубе имеется несколько ярусов крестообразно просверленных отверстий диаметром порядка 10 мм. После инъецирования под давлением нескольких ярусов скважины образуется столбовобразная зона уплотненного грунта, а после многоярусного инъецирования группы скважин, расположенных по сетке (2х2 м — 3х3 м) может быть создан геотехнический массив.

Для повышения несущей способности основания металлические трубы иногда могут оставаться в грунте, в этом случае они служат дополнительным элементом армирования.

## СТРУЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В последнее время набирает популярность метод усиления основания под фундаментами существующих здания — струйная технология (jet grouting). Она не вызывает динамических воздействий и может применяться для работ в стесненных условиях, так как не требует громоздкого оборудования и имеет высокую производительность. При этом, поскольку этот способ упрочнения грунтов основан на их гидравлическом разрушении и перемешивании грунта с цементным раствором, диапазон использования этого метода для укрепления дисперсных грунтов практически не ограничен. Причем это касается грунто-

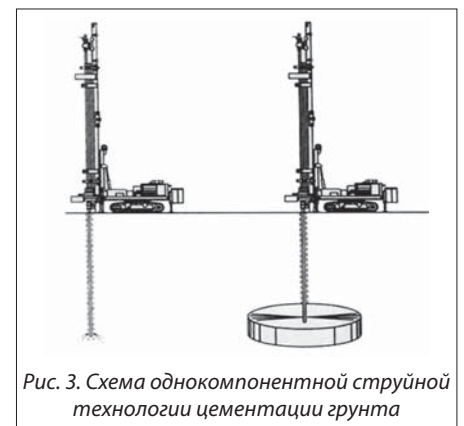


Рис. 3. Схема однокомпонентной струйной технологии цементации грунта

вых условий как выше, так и ниже уровня подземных вод.

Технологическая последовательность работ по однокомпонентной струйной технологии заключается в следующем:

- производят бурение скважины, в которую погружается иньектор со специальным калиброванным соплом;
- под давлением до 100 МПа через иньектор подается иньекционный раствор;
- осуществляют подъем иньектора с одновременным его вращением для формирования грунтоцементного массива нужного диаметра (рис. 3).

Основными преимуществами струйной технологии в условиях слабых грунтов могут быть названы следующие:

- передача давления от массивных зданий на более прочные грунты;
- возможность ведения работ в любых неблагоприятных грунтовых и стесненных условиях;
- экологическая чистота всех технологических операций;
- исключение из работы деревянных свай со сгнившими головами;
- исключение нарушений в работе коммуникаций, идущих вдоль здания с наружной стороны;
- стабилизация осадок фундаментов от увеличения нагрузок при реконструкции зданий.

Вместе с тем, следует отметить, что однокомпонентная струйная технология является наиболее затратной по расходу цемента по сравнению с двух- и трехкомпонентными



Фото 1. Работа в подвальном помещении по усилению фундамента методом струйной технологии

ми технологиями. При усилении фундаментов зданий для иньекции цементных растворов могут применяться малогабаритные установки на гусеничном ходу типа SC-1 фирмы Keller (ФРГ). Габариты установки позволяют ей перемещаться через проем шириной 0,8 м и работать в подвальном помещении при высоте 2,8 м (фото 1).

При строительстве гостиницы «Ренессанс» (ул. Почтамтская, 4) потребовалось заглубить балки нового ростверка на 0,5 м глубже подошвы эксплуатируемых жилых зданий, окружающих площадку строительства с трех сторон.

По проекту ЗАО «Петер-ГИБ» потребовалось закрепить грунт локально в 30 ме-

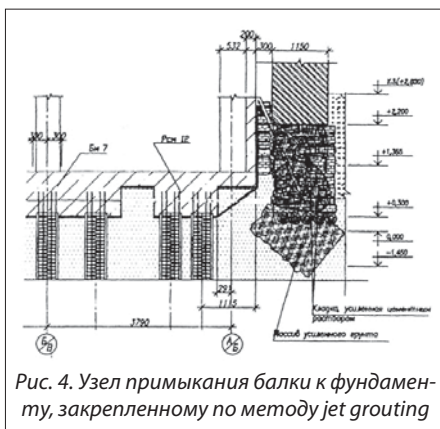


Рис. 4. Узел примыкания балки к фундаменту, закрепленному по методу jet grouting

стах и обеспечить безопасную откопку траншеи для бетонирования балок ростверка. Эта работа была выполнена ЗАО «Геострой» из котлована, дно которого было на 1 м выше подошвы соседних зданий. Это позволило выполнить буровые сваи диаметром 620 мм и длиной 24 м и откопать траншею для безопасного бетонирования балок ростверка (рис. 4).

Аналогичная технология закрепления несущего слоя фундаментов межевых стен соседних зданий была использована при возведении жилого дома (Большая Морская ул., 4 — наб. р. Мойки, 49). В несущем слое грунтов основания фундаментов старого здания содержался мелкий, пылеватый и водонасыщенный песок. Интенсивность нагнетения растворов при закреплении грунта составила 100–20 л/мин. при давлении до 20 МПа. При этом применялись иньекционные цементные растворы с водоцементным отношением В/Ц = 0,5–0,6 с силикатными и глинистыми добавками.

Пробное шурфование показало, что средняя прочность закрепленного массива составляет в среднем 7,5 МПа. При этом дополнительные осадки соседних зданий близки к нулю.

На рис. 5 представлена схема работ по закреплению фундаментов старого здания методом jet grouting.



Рис. 5. Схема работ по закреплению фундамента старого здания методом jet grouting:  
1 — точка начала бурения; 2 — нижняя точка бурения, начало иньекции; 3 — точка окончания иньекции; 4 — ось цементационной скважины; 5 — закрепленный массив грунта



Фото 2. Закрепление основания методом струйной технологии под бутовым фундаментом здания постройки середины XIX в. (Васильевский остров)

На фото 2 показан результат закрепления контактного слоя основания (супесь) под подошвой бутовых фундаментов одного из жилых зданий при откопке опытного шурфа.

Вместе с тем следует отметить, что струйная технология имеет и ряд недостатков, основными из которых являются:

- опасность локальных деформаций в процессе временного размыва грунтового массива под фундаментом до набора прочности;
- высокая стоимость и материалоемкость из-за больших давлений иньекционного раствора при закреплении грунта;
- повышенная опасность при работе с высоким давлением.

В заключение раздела отметим, что в сложных случаях реконструкции, как пра-

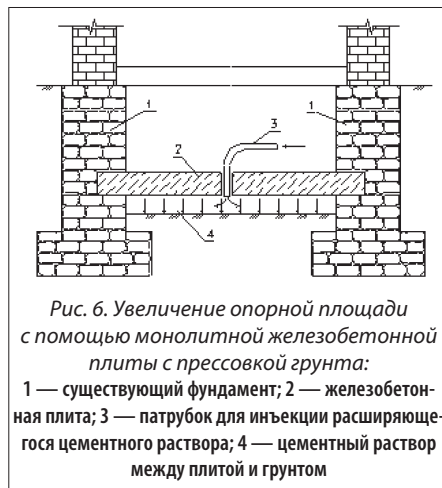


Рис. 6. Увеличение опорной площади с помощью монолитной железобетонной плиты с прессовкой грунта:  
1 — существующий фундамент; 2 — железобетонная плита; 3 — патрубков для иньекции расширяющегося цементного раствора; 4 — цементный раствор между плитой и грунтом

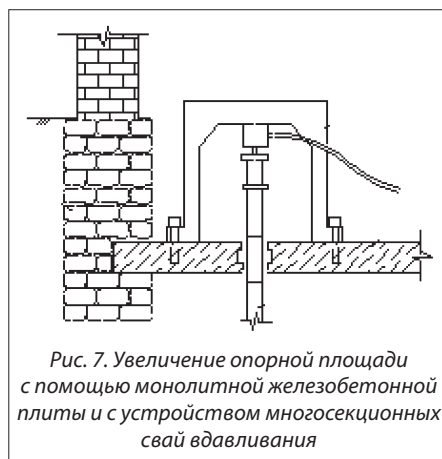


Рис. 7. Увеличение опорной площади с помощью монолитной железобетонной плиты и с устройством многосекционных свай вдавливания

вило, используют несколько технологических приемов. Так, например, традиционные технологии, связанные с уширением подошвы фундаментов, могут выполняться в комплексе с инъекционными или иными технологиями.

### УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ

На уровне подвала устраивают железобетонную плиту, закрепленную в теле фундамента. Для того чтобы плита надежно включалась в работу, под нее инъецируют цементный раствор для прессовки верхних слоев грунта и включения плиты в работу при осадках здания (рис. 6).

Такой способ усиления был успешно ис-

пользован на ряде жилых и производственных зданий, в основании которых грунты не обеспечивали восприятия нагрузок от существующих фундаментов. Данный комплексный метод позволяет уменьшить осадки фундаментов и предотвратить развитие опасных их неравномерностей. Если несущей способности такой плиты недостаточно, в ней можно оставить отверстия и через них вдавить стыкованные многосекционные сваи «Мега», предварительно подготовив упорную конструкцию (рис. 7).

**Р. А. МАНГУШЕВ, д. т. н., профессор, зав. кафедрой Геотехники Санкт-Петербургского ГАСУ**

### Литература

1. Коновалов П. А. «Основания и фундаменты реконструируемых зданий». 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ВНИИТПИ, 2000 г.
2. Мангушев Р. А., Осокин А. И. «Гетехника Санкт-Петербурга». — СПб, Москва: Изд-во «АСВ», 2010 г.
3. Полицук А. И. «Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий». // «Нортхэмптон-Томск», 2004 г.
4. Ржаницын Б. А. «Химическое закрепление грунтов в строительстве». — М.: Стройиздат, 1986 г.
5. Справочник проектировщика «Основания и фундаменты, подземные сооружения». — М.: Стройиздат, 1985 г.

## НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

6 июля 2011 г. в г. Санкт-Петербурге при поддержке Комитета по освоению подземного пространства НОСТРОЙ и Секции по проектированию объектов подземного пространства НОП в сотрудничестве с ООО «ПромЭнергоРесурс», ООО «ТРЕЙД ИНЖИНИРИНГ» прошел семинар «Гидроизоляционные материалы, используемые при строительстве подземных сооружений, и технологии их применения».

Семинар, который состоялся в офисе СРО НП «Объединение подземных строителей» по адресу ул. Фучика, 4, стал одним из этапов подготовки к проведению летом 2012 года в Санкт-Петербурге меж-

дународного форума «Комплексное освоение подземного пространства мегаполисов - как одно из важнейших направлений государственного управления развитием территорий». Вопросы, связанные с освоением подземного пространства, особенно актуальны в условиях возрастающего сегодня дефицита земли в черте городов и истощения резерва ресурсов на поверхности. Но отсутствие современных материалов во многом тормозит развитие подземного строительства. Об этом, а также об актуальности развития технологий гидроизоляции сказал, обращаясь к участникам семинара, генеральный директор СРО НП «Объединение подземных строителей» (г. Санкт-Петербург) С. Н. Алпатов. Большой интерес вызва-

ли практически все доклады. Среди них: о возможностях инъекционной гидроизоляции в области обеспечения качества и долговечности бетонных и железобетонных подземных сооружений; о способах герметизации рабочих и деформационных швов подземных бетонных строительных конструкций; об эффективности гидроизоляционной системы с вакуумным контролем качества на основе ПВХ мембран на объекте «Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений»; о практике применения гидроизоляционных материалов на строительстве транспортно-тоннелей и подземных сооружений; об опыте использования технологии композитных полимерных покрытий.

**Андрей РИККИНЕН**



## НОВОСТИ

### ПРЕСС-ТУР «ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ. КЗС, Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ».

22 июня 2011 г. корпорация «ТемпСтройСистема» и ООО «Гидроизоляционные системы» провели для журналистов специализированных строительных изданий пресс-тур «Технологии вакуумной гидроизоляции. КЗС, г. Санкт-Петербург».

Проведение пресс-тура было приурочено к завершающему этапу выполнения гидроизоляционных работ на Комплексе защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений. Начиная с августа 2006 года, к непосредственному производству работ на объекте приступила дочерняя компания корпорации — ООО «Гидроизоляционные системы». В течение этого времени работы по устройству гидроизоляции автодорожного тоннеля велись в непрерывном режиме. Проект был разработан совместно с ОАО «Трансмост» и выполнен на основе вакуумной техно-

логии компании «Флаг» (Италия) с применением тоннельных геомембран. Общая площадь гидроизоляции составила более 148 000 квадратных метров.

Пресс-тур прошел в рамках юбилейной программы, посвященной XX-летию корпорации «ТемпСтройСистема», а успешное завершение гидроизоляционных работ на проекте КЗС стало, пожалуй, одним из лучших подарков.

Мероприятие было открыто пресс-конференцией, посвященной вопросам применения технологии гидроизоляции с вакуумным контролем качества на автодорожном тоннеле, расположенном под судопропускным сооружением С1. После окончания официальной части мероприятия журналистам показали само судопропускное сооружение С-1 — судоходный канал, а затем провели экскурсию через автотоннель, чтобы можно было убедиться в надежности примененной технологии гидроизоляции.