

## ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНА ПОДЗЕМНОГО ПАРКИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ

П.А. Малинин, ведущий инженер-геотехник  
ЗАО «ИнжПроектСтрой»

*Технология струйной цементации грунтов (jet-grouting) успешно применяется в различных областях подземного строительства [1-3]. В настоящей статье рассмотрен опыт устройства ограждения котлована по технологии струйной цементации грунтов в условиях плотной городской застройки.*

### **Введение.**

Устройство ограждения котлована в городских условиях всегда являлось трудной задачей. Как правило, применение забивного шпунта Ларсен является недопустимым из-за негативного воздействия ударных нагрузок на фундаменты близко расположенных зданий. Устройство ограждения котлована из труб большого диаметра сопровождается проблемами при бурении шнеком в техногенных грунтах, в которых встречается строительный мусор и остатки старых фундаментов. Использование буронабивных свай в качестве ограждения котлована значительно увеличивает стоимость строящегося объекта.

Альтернативным вариантом является применение технологии струйной цементации грунтов. Основным преимуществом технологии является возможность производства работ без ударных нагрузок на близко расположенные здания. Кроме того, устройство ограждения котлована из грунтобетонных свай по технологии струйной цементации грунтов позволяет выполнить работы с высокой производительностью, в сжатые сроки, что в современных условиях является особенно важным для инвестора с точки зрения эффективности затраченных финансовых ресурсов.

Устройство свай выполняется в два этапа – бурение лидерной скважины диаметром 112 мм и нагнетание цементного раствора под высоким давлением через сопла монитора, расположенного на конце буровой колонны, с одновременным ее вращением и подъемом. Диаметр грунтобетонных свай в зависимости от геологических условий составляет от 600 мм до 800 мм.

### **1. Ограждение котлована.**

В качестве примера приведем результаты выполненной летом 2005 г. работы по ограждению котлована при строительстве подземного паркинга под жилым семиэтажным домом по Спасоналивковскому переулку в Москве (район Большой Якиманки).

Площадка строительства, окруженная жилыми многоэтажными домами, находится в плотно застроенной части Москвы. Глубина котлована составляет 5,0 м. Геологические условия площадки следующие. С поверхности земли

залегают насыпные грунты мощностью 3,0-4,0 м, содержащие строительный мусор и части старого фундамента. Ниже на всю глубину устройства свай залегают песчаные грунты средней плотности. Уровень грунтовых вод находится на глубине 11,5 м.

Проект устройства ограждения котлована разработан НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. Первоначально проектом предполагалось выполнить ограждение котлована в виде шпунта из металлических труб  $\varnothing 325 \times 9$  мм с шагом 1,0 м с дополнительным устройством распорок и раскосов, установленных с шагом 5,0 м.

Разработанный проект не вполне устроил заказчика, так как бурение скважин большого диаметра требовала предварительного удаления остатков кирпичных и железобетонных фундаментов, а установка распорок существенно ограничивала дальнейшие работы в котловане. Заказчик принял новое решение, основанное на использовании технологии струйной цементации, с помощью которой оказалось возможным устранить возникшие проблемы.



Фото 1. Устройство грунтоцементных свай для ограждения котлована.

По новому переработанному проекту ограждающая конструкция состояла из грунтоцементных свай диаметром 700 мм, армированных металлической трубой  $\varnothing 159 \times 5$  мм. В углах котлована шаг свай составил 1,0 м, при этом раскосы были оставлены, т.к. в этих частях котлована они не мешали производству работ. В центральной части котлована с целью повышения жесткости бортов котлована до уровня, позволяющего отказаться от распорок, сваи были расположены в два ряда с шагом 0,5 м. По верху ограждения на глубине 1,0 м проектом было предусмотрено установить обвязочную балку, воспринимающую нагрузку от каждой армирующей трубы через узел специальной

конструкции. Расчеты параметров ограждающей конструкции были выполнены с помощью специальной программы по расчету грунтоцементных свай

Производство работ по струйной цементации производилось итальянским оборудованием: буровой установкой IPC Drill 830 BB (фото 1), высоконапорным насосом Tesniwell TW 400 и миксерной станцией Cuoghi LL 500 A. Армирование грунтоцементных свай производилось опусканием трубы в тело сваи сразу же после ее устройства (фото 2).



Фото 2. Армирование грунтоцементной сваи металлической трубой.

По проекту строящийся дом должен примыкать к консольной части одного из соседних высотных домов. Кроме того, что граница котлована проходила на расстоянии всего 2 м от здания, часть ограждения необходимо было выполнить под консолью этого здания (фото 3). В связи с ограниченностью высотного габарита на этом участке работы выполняли переносной буровой установкой СБГ-ПМ2 «Стерх». В этом случае армирование сваи производили отрезками трубы по 2,5 м, которые соединяли между собой сваркой.



Фото 3. Производство работ в стесненных условиях под консолью соседнего здания.

Средняя производительность работ на объекте составила 5 свай в смену.

Из-за ограниченных сроков строительства генподрядная организация приступила к разработке грунта сразу после выполнения грунтобетонных свай, не дожидаясь установки обвязочной балки и раскосов в углах котлована. И хотя надзорные службы заказчика немедленно остановили работу, часть котлована все же была откопана и, тем самым, оказалось возможным оценить качество и надежность ограждения из грунтобетонных колонн.

Не смотря на то, что возраст некоторых свай составил всего неделю, ограждение котлована даже без установки обвязочной балки и раскосов не сдвинулось ни на сантиметр (фото 4)!



Фото 4. Ограждение котлована из грунтоцементных свай без установки распорной системы.

## 2. Устройство фундамента для башенного крана.

Окрыленный вскрытыми сваями и полученными прочностными характеристиками, а самое главное, возможностью устройства свай без удаления старых фундаментов, заказчик предложил нашему предприятию выполнить на этом же объекте дополнительные работы – устройство свайных фундаментов для башенного крана Potain-646. Расчетная нагрузка на опору крана составляла 47,7 тс. Несущая способность куста из четырех грунтобетонных свай длиной 7,0 м, выполненных под каждую опору, в соответствии с выполненными расчетами составила 61,2 тс.

Монтаж башенного крана и его безаварийная последующая работа доказала правильность проектного решения.



Фото 5. Общий вид ограждения котлована из грунтоцементных свай.

### Вывод.

Результаты выполненных работ доказали преимущества технологии при работе в стесненных условиях. Применение технологии струйной цементации позволило успешно и в кратчайший срок закончить работу и в дальнейшем улучшить условия для производства бетонных работ в открытом котловане без ограничивающей пространство распорной системы (фото 5).

Контактные телефоны: (342) 219-61-03, 219-63-61

Официальный сайт в Интернете: [www.jet-grouting.ru](http://www.jet-grouting.ru)

**Литература.**

1. Малинин А.Г. Представляем новое предприятие – ЗАО "ИнжПроектСтрой" // Метро и тоннели. 2003. №2. С.34-35
2. Малинин А.Г., Малинин П.А. Ограждение котлованов с помощью технологии струйной цементации грунта. // Метро и тоннели. 2004. №2. С. 33-35
3. Малинин А.Г. Строительство глубоких котлованов с помощью технологии струйной цементации грунтов // МетроИнвест. 2004. №2. С. 12-14