

## **Устройство фундаментов и котлованов в условиях стесненности действующих заводских цехов**

А.Г. Малинин, П.А. Малинин, Е.В. Глебов  
ЗАО «ИнжПроектСтрой»

В силу исторических и географических особенностей в Пермском крае особое развитие получили металлургия и машиностроение, направленные, прежде всего, на удовлетворение потребностей военно-промышленного комплекса.

Современные условия рынка диктуют жесткие требования к качеству и объему выпускаемой продукции. Это обстоятельство вынуждает модернизировать существующие производственные мощности и совершенствовать применяемые технологии. С экономической точки зрения целесообразнее использовать пространство существующих цехов и выполнять реконструкцию мощностей с минимальными остановками основного производства. Возникающие при этом геотехнические трудности, как правило, сводятся к компенсации дефицита несущей способности существующих фундаментов или устройству новых, а также к устройству глубоких котлованов в особо стесненных условиях цехов, где в силу очевидных условий невозможно устройство естественных откосов.

Компанией «ИнжПроектСтрой» решен ряд сложных геотехнических задач связанных с реконструкцией существующих производств. Для решения поставленных задач были применены современные геотехнологии.

Одним из характерных объектов, выполненных компанией «ИнжПроектСтрой», внутри действующего цеха является устройство новых свайных фундаментов из буровых свай «АТЛАНТ» для переносимой колонны адьюстажа на территории ОАО «Чусовской металлургический завод».

В геологическом отношении площадка имеет спокойный характер и на глубине 5,0 м от дневной поверхности залегают гравийно-галечниковые грунты, способные воспринять нагрузку от вновь возводимой фундаментной конструкции.

Расчет буровых свай «АТЛАНТ» был выполнен по немецкому стандарту. Методика реализована в программе GeoPile. В общем случае методика расчета применима для всех типов грунтов. Следует отметить, что указанная методика учитывает особенности предложенной технологии устройства буровых свай «АТЛАНТ» – бурение скважины на цементном растворе и опрессовку скважины густым цементным раствором. Это приводит к модификации окружающего грунта и к повышению его расчетных характеристик. Немецкие нормы проектирования учитывают опрессовку свай цементным раствором и повышение расчетного сопротивления грунта вне зависимости от глубины свай. Данный факт

подтверждается многочисленными натурными экспериментами и внесен в европейский стандарт.

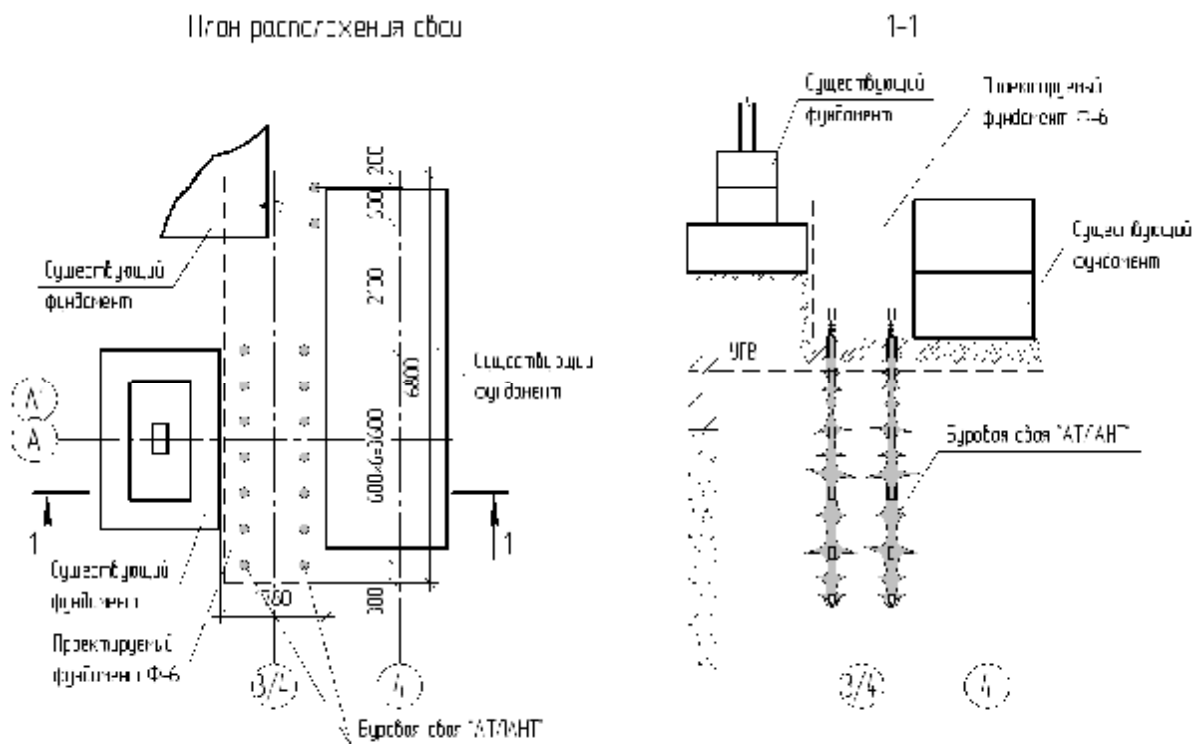


Рис.1 План и разрез буровых свай «АТЛАНТ»

Расстановка свай на стадии проектирования (рис.1) была выполнена с учетом заданной схемы загрузки и при условии многократного превышения изгибной жесткости ростверка над жесткостью свай. Расчет в программе GeoPile показал, что для обеспечения достаточной несущей способности сваи необходимо выполнить длиной 5,0 м. Отметка рабочей поверхности при устройстве свай составила - 3,4 м.

Сущность технологии устройства свай «АТЛАНТ» заключается в использовании специальных полых буровых штанг, которые по окончании бурения остаются в скважине в качестве центрально расположенного армирующего элемента. В качестве бурового раствора используется цементный раствор. Соответственно высокотехнологичность «АТЛАНТА» заключается в совмещении операций бурения, цементации и армирования тела сваи.

Устройство буровых свай «АТЛАНТ» ведется за один технологический процесс при прямом ходе бурения. Параллельно с бурением скважины подается буровая жидкость – цементный раствор с  $V/C=0,7$ . В процессе бурения под цементным раствором происходит неравномерный размыв стенок скважины и инъекция цементного раствора в окружающий массив грунта. В результате чего формируется первый (внешний) контур тела сваи, состоящий из грунта с небольшим содержанием цемента, увеличивающего сцепление тела сваи с массивом грунта.

По достижению проектной отметки поступательное движение буровой коронки вниз прекращается, сохраняется лишь вращательная составляющая. Одновременно с вращением ведется опрессовка скважины – подача чистого цементного раствора с  $V/C=0,4$  через сопла буровой коронки. В процессе опрессовки происходит вымещение бурового шлама и пульпы из скважины и нагнетание чистого цементного раствора в грунт. В результате формируется второй (внутренний) контур тела сваи – цементный камень с небольшим содержанием частиц грунта. Поры и трещины грунтового массива, окружающего тело сваи заполняются цементом, свая "распускает корни", повышая сцепление тела сваи с грунтом.

Дополнительная опрессовка, выполняемая под давлением до 10 атм, позволяет получить сваи с повышенной удельной несущей способностью.

Согласно вышеизложенной технологии устройства буровых свай изменение инженерно-геологических условий происходит только в области вокруг сваи. Диаметр свай «АТЛАНТ» составляет 150 - 300 мм. Физико-механические характеристики грунта в зоне влияния улучшаются, поскольку идет проникновение цементного раствора в грунтовой массив. Устройство буровых свай по технологии «АТЛАНТ» не препятствуют движению грунтовых вод.

Как видно из плана расположения свай и характерного разреза, площадка строительства ограничена существующими фундаментами. Габаритные размеры составили 1,7 x 6,8 м, но даже в столь стесненных условиях работы по устройству свай были выполнены в соответствии с проектной документацией и с отклонениями, не превышающими допустимые.

Другим характерным объектом, выполненным компанией «ИнжПроектСтрой» в объеме промышленного здания является устройство ограждения котлована при реконструкции и техническом перевооружении одного из цехов на территории Пермского Завода «Машиностроитель».

Основной особенностью данного объекта являлось его расположение на берегу р. Кама и, как следствие, высокий уровень -3,0 м и напор грунтовых вод. Предварительная экскавация грунта из небольшого приямка без ограждения показала, что с существующим водопритоком не справляются два насоса общей производительностью 40 м<sup>3</sup>/ч.

Геологическое строение площадки представлено насыпными грунтами и металлургическим шлаком до глубины 5,5 м и текучепластичными заторфованными глинами с примесью органики.

Проектная глубина котлована составила 4,5 м. Весь объем выемки выполнялся в массиве сильно дренирующего насыпного грунта, что наложило повышенные требования на качество противофильтрационных свойств ограждения.

Конструкция ограждения была запроектирована по консольной схеме из секущихся грунтоцементных колонн, армированных металлической

трубой. Для отсечения потока грунтовых вод низ колонн ограждения был защемлен в слабофильтрующие глинистые грунты. Расчет общей устойчивости ограждения выполнен по методу предельного состояния грунта в программе GeoWall. Схематичное расположение колонн ограждения в плане и характерный разрез представлены на рисунке 2. Грунтоцементные колонны устраивали по технологии струйной цементации грунта Jet1.

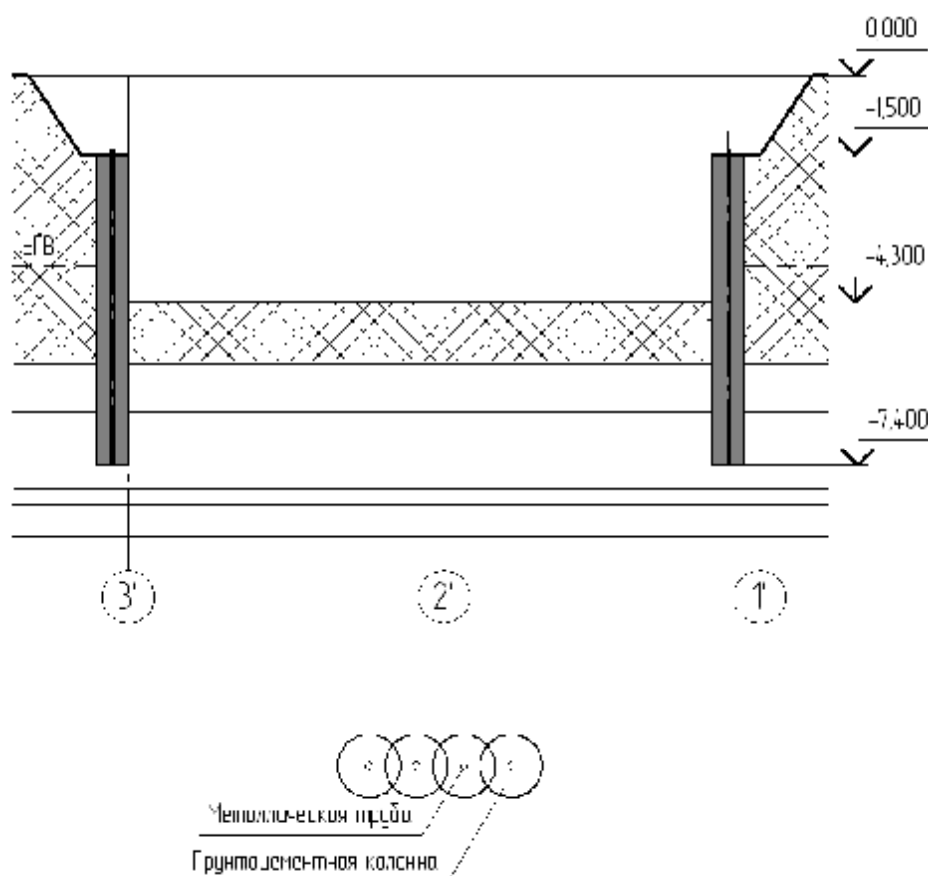


Рис.2 Схематичное расположение колонн ограждения котлована и характерный разрез

Подробное описание технологии струйной цементации грунта приведено в монографии /1/.

После выполнения грунтоцементного ограждения котлован был успешно разработан. Противофильтрационные свойства ограждения обеспечили надежную защиту выемки от поступления грунтовой воды и позволили приступить к ведению бетонных работ без дополнительных затрат на водоотведение.

Вышеописанные объекты однозначно доказывают возможность современных технологий решать любые сложные задачи геотехники внутри действующего промышленного цеха.

#### Список литературы:

Малинин А.Г. Струйная цементация грунтов, Пермь, 2007 г