

***JET-GROUTING TECHNOLOGY APPLICATION ON THE
CONSTRUCTION OF MANY-STORIED GARAGE WITH
MOTOR-CAR-SHOP AT 66, MYTNAYA STREET IN
MOSCOW
(RUSSIAN VERSION PDF)***

***Kirill Bykov- leading engineer,
Yurkevich Engineering Bureau Ltd.,
Moscow, Russian Federation***



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «JET-GROUTING» НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНОГО ГАРАЖА ПО УЛ. МЫТНОЙ, ВЛ. 66 В МОСКВЕ



**К. Быков - ведущий инженер,
ООО «Инженерное бюро Юркевича»
Москва, Россия**

УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Строительство многоэтажного гаража ведется на территории, ограниченной улицами Мытная, Самаринская, 2-я Самаринская и Серпуховский Вал, и предусматривает возведение как надземных, так и подземного двухсветного этажа.



Рис. 1. Конструкции погребенных под землей фундаментов вызвали бы определенные трудности при забуривании стальных труб диаметром 325 мм.

Геологический разрез на участке строительства представлен толщей четвертичных песчаных отложений мощностью до 20 м под 0,6-2,0 м слоем насыпных грунтов, включающих пески с обломками кирпича и строительным мусором. Кроме того, в процессе строительства выявилось наличие погребенных подвалов, бутовых и кирпичных фундаментов, брошенных коммуникаций, колодцев (рис. 1).

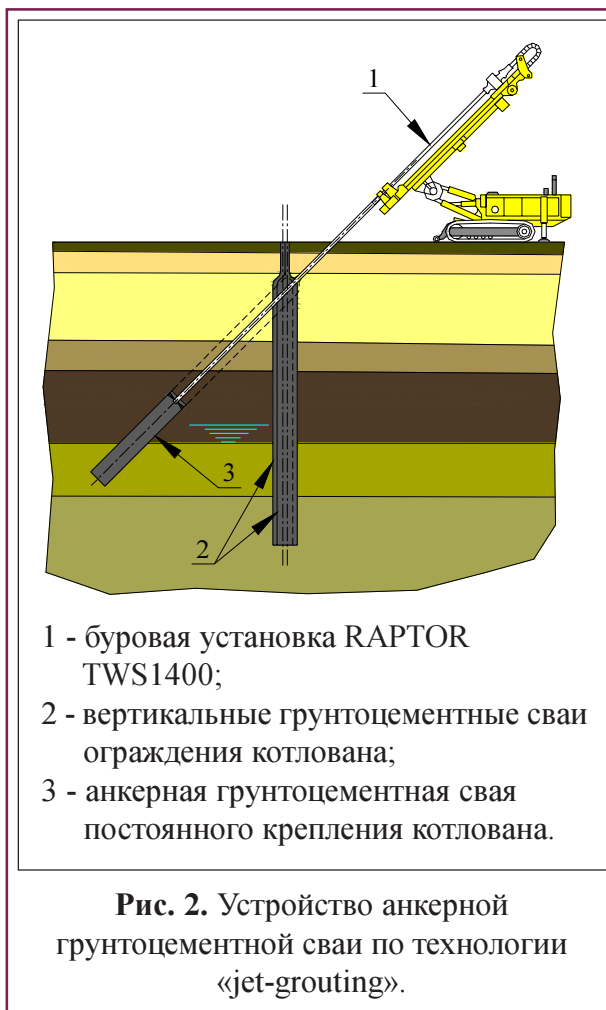
Участок строительства относится к безопасному в карстово-суффозионном отношении и благоприятен для струйной цементации грунтов, поскольку при закреплении песков достигается высокая прочность грунтоцемента.

Гидрогеологические условия участка строительства характеризуются наличием грунтовых вод, вскрытых при проведении геоизысканий на отметке на 0,2 м превышающей дно котлована.

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ОГРАЖДЕНИЕ КОТЛОВАНА И ЕГО КРЕПИ

Для возведения подземной части гаража первоначальным проектом предусматривалось традиционное и широко применяемое в России решение: ограждение котлована из забуриваемых с шагом 700 мм стальных труб диаметром 325 x 8 мм с затяжкой из досок. Разработка грунта в котловане намечалась с оставлением пристенных пригрузочных берм и их доработкой под защитой подкосной крепи, упираемой в возводимую в центральной части котлована фундаментную плиту.

Однако, учитывая благоприятные геологические условия, вероятность наличия под землей погребенных фундаментов, а так же в целях снижения стоимости и срока выполнения



работ, нами была предложена конструкция ограждения и постоянного крепления котлована из грунтоцементных свай, выполняемых по технологии «jet-grouting».

Данная технология предусматривает использование высокоскоростного напора струи жидкого цементного раствора (однокомпонентная технология) для локального разрушения и перемешивания грунта с целью увеличения его прочности, повышения сопротивления сдвигу и снижения деформативности (рис. 2).

Сопоставляя стоимость, трудоемкость и продолжительность работ по возведению ог-

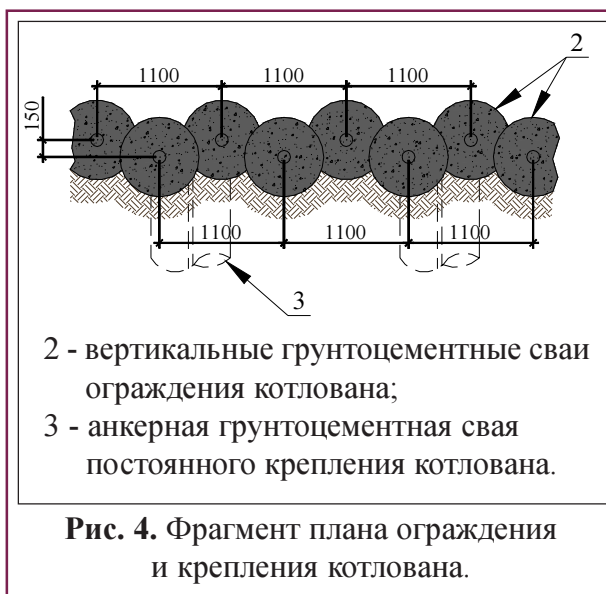


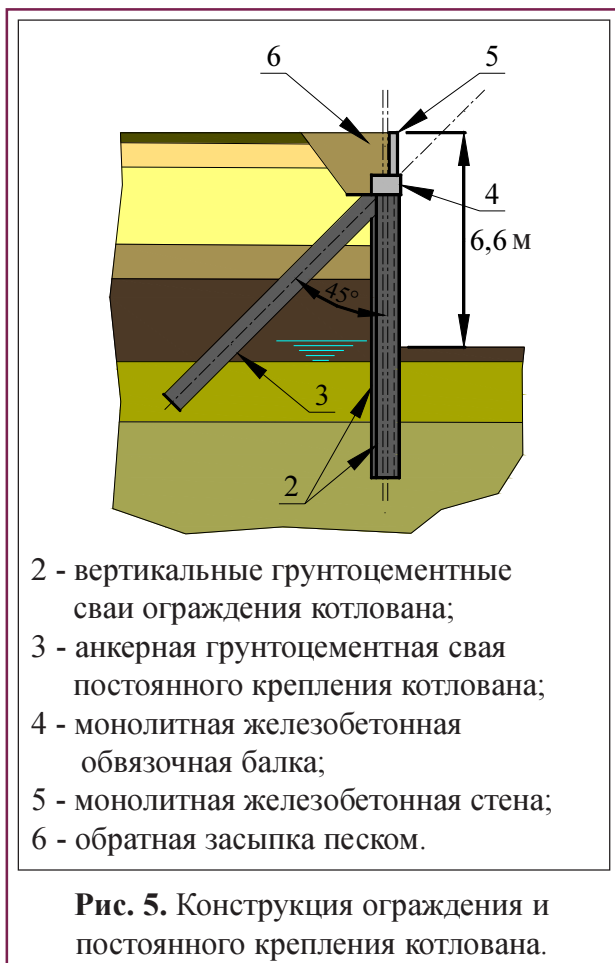
раждения котлована из забуриваемых стальных труб с деревянной затяжкой и временной металлической подкосной крепью с ограждением и постоянным креплением котлована из вертикальных и анкерных грунтоцементных свай, заказчик – ЗАО «ИРИТО», остановился на нашем предложении.

Котлован глубиной 6,6 м имел в плане размеры 74,6 x 30,6 м (рис. 3).

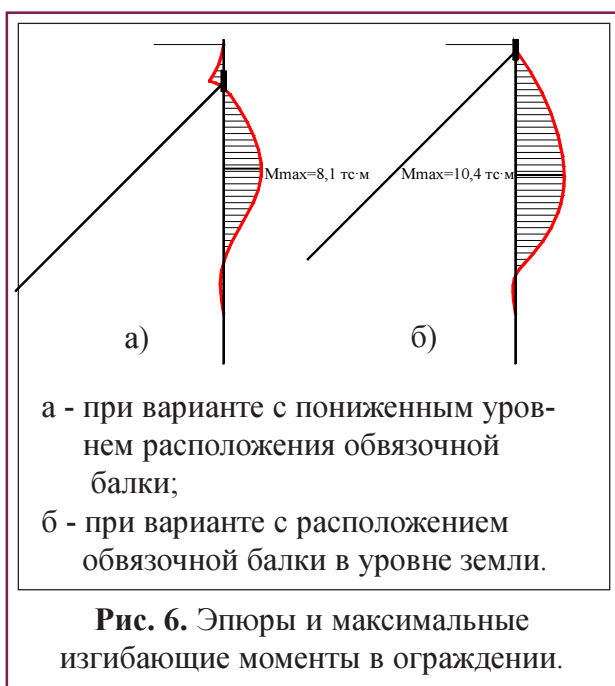
Вначале нами рассматривалась конструкция ограждения из одного ряда секущихся грунтоцементных свай диаметром 800 мм, расположенных с шагом 650 мм. Но, в связи с отсутствием у выбранного подрядчика опыта устройства свай такого диаметра, конструкция ограждения была пересмотрена (рис. 4).

Грунтоцементные сваи ограждения котлована диаметром 700 мм длиной 9,1 м были приняты вертикальными в два ряда и в шахматном порядке с межосевым расстоянием между рядами 150 мм и расстоянием между сваями в каждом ряду – 1100 мм. Такая схема расположения грунтоцементных секущихся свай обеспечила повышенную жесткость и устойчивость ограждения котлована без увеличения количества свай при переходе на меньший их диаметр. Уменьшение при этом





представлялось возможным. Вместо этого было предложено выполнить над обвязочной балкой железобетонную стену до существующего уровня земли с засыпкой пазухи песком (рис. 5). Хотя такое решение и вызвало у нас опасение, что дополнительное давление грунта засыпки увеличит усилия в ограждении, расчеты показали обратное (рис. 6). Оказалось, что наоборот такая схема с пониженным уровнем расположения анкерных свай позволит снизить усилия в ограждении.



величины взаимного пересечения соседних свай не вызвало опасений, ввиду отсутствия угрозы выпуска грунта в котлован при экскавации из-за возможных отклонений свай от вертикали, так как уровень грунтовых вод практически совпадал с его дном.

Грунтоцементные анкерные сваи постоянного крепления котлована диаметром 700 мм длиной 8,7 м и 9,6 м были приняты с шагом 2200 мм наклонными под углом 45° и 30° к вертикали соответственно.

Грунтоцементные сваи ограждения и постоянного крепления планировалось объединить по верху монолитной железобетонной обвязочной балкой сечением 900 x 600 (h) мм, верх которой практически совпадал бы с уровнем земли. Однако, в связи с возникшими при согласовании проекта трудностями, связанными с приближением наклонных анкерных свай к существующим коммуникациям, возникла необходимость понизить отметку верха свай и, соответственно, обвязочной балки на 1,3 м. Понизить при этом отметку стройплощадки без дополнительных мероприятий по укреплению огораживающего её забора не

Учитывая совместную работу подобных конструкций с окружающим грунтовым массивом, их эффективное проектирование без использования численных методов геомеханики невозможно.

Армирование грунтоцементных свай ограждения и крепления котлована было принято по результатам геомеханических и статических расчетов из учета минимальной расчетной прочности грунтоцемента для цементруемых песков на одноосное сжатие $R_{сж} = 10$ МПа:

- для вертикальных свай - стальными трубами диаметром 114 x 8 мм,
- для наклонных свай - стержневой арматурой диаметром 40 мм класса А-III.

Несмотря на то, что по опыту применения струйной цементации в аналогичных условиях

при усилении фундаментов существующих зданий во время реконструкции музея А.С. Пушкина по Пречистенке в Москве прочность грунтоцемента была выше 16 МПа, с учетом зимних условий производства цементационных работ на данном объекте расчетная прочность была принята 10 МПа.

В ходе контроля качества работ производились шурфовка (рис. 1), отбор и испытание контрольных образцов в возрасте 14 и 28 суток, показавшие, что фактическая прочность грунтоцемента в возрасте 28 суток составляет 22-25 МПа. Уже на основании испытаний образцов в возрасте 14 суток было принято решение о снижении расхода цемента с 220 до 200 кг на погонный метр сваи.

С целью дальнейшего снижения затрат на строительство, заказчик обратился к нам с предложением использовать стену из грунтоцементных свай не только в качестве ограждающей, но и частично несущей, включив ее в совместную работу с конструкциями нулевого цикла. В результате нам было поручено проектирование не только ограждения и крепления котлована, но и всех несущих конструкций нулевого цикла и его гидроизоляции.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ КОТЛОВАНА

Работы по сооружению ограждения и постоянного крепления котлована выполнялись ЗАО «Инжпроектстрой».

Первоначально планировалось выполнение вертикальных и наклонных свай с отметки ниже существующего уровня земли, для чего предусматривалась срезка грунта с планировкой стройплощадки. Но, принимая во внимание промерзание грунта зимой, подрядчик был

вынужден вести работы с существующего нерегулярного уровня земли, что усложнило геодезические разбивочные работы.

Устройство грунтоцементных свай выполнялось с использованием следующего оборудования:

- буровая установка RAPTOR TWS1400 с высотой мачты 17 м;
- растворонасос TW351 с давлением подачи цементного раствора 450-500 атм.;
- миксерная станция производительностью 10 м³/ч.

При возведении ограждения и постоянного крепления вертикальные и наклонные анкерные грунтоцементные сваи выполнялись в три очереди:

- сначала последовательно сваи дальнего от центра котлована ряда свай (рис. 7);
- после схватывания цементного раствора свай первой очереди выполнялись последовательно сваи второй очереди во внутреннем ряду;
- после схватывания цементного раствора свай второй очереди выполнялись последовательно анкерные сваи третьей очереди (рис. 8).



Рис. 7. Выполнение вертикальных свай ограждения котлована.



Рис. 8. Выполнение анкерных свай постоянного крепления котлована.

Средняя производительность работ составляла 16 свай в сутки, и была связана с перерывами в поставке цемента на стройплощадку. Максимальная производительность составляла до 24 свай в сутки. Это позволило выполнить общий объем работ (250 свай) с учетом подготовительных работ всего за 1 месяц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До этого ограждение и крепление подобной конструкции было запроектировано и успешно возведено на строительстве проходного коммуникационного канала, построенного вдоль Большого Москворецкого моста. Однако в том случае стена из грунтоцементных свай ограждала котлован глубиной до 6 метров лишь с одной стороны. С противоположной стороны ограждением служила траншейная стена подземной части возводимого многофункционального комплекса «Царев сад». На данном же объекте ограждение и постоянное крепление были выполнены по всему периметру котлована впервые в России.

Опыт выполнения ограждения из грунтоцементных свай на строительстве многоэтажного гаража по ул. Мытной, вл. 66 в Москве еще раз подчеркнул ряд преимуществ данной конструкции над традиционными, основными из которых являются:

Опыт выполнения ограждения из грунтоцементных свай на строительстве многоэтажного гаража по ул. Мытной, вл. 66 в Москве еще раз подчеркнул ряд преимуществ данной конструкции над традиционными, основными из которых являются:

- уменьшение стоимости и срока строительных работ;
- исключение динамического воздействия на фундаменты близ расположенных жилых многоэтажных зданий;
- возможность устройства ограждения котлована в сильно стесненных условиях;
- низкий уровень шума при работе техники, что позволило вести работы вблизи жилых домов в любое время суток;
- исключение временной металлической подкосной крепи, что позволило сэкономить металл и возводить конструкции нулевого цикла в нестесненных условиях (рис. 9).

Следует отметить, что вопреки бытующему мнению, применение данной технологии возможно не только в песчаных, но, с учетом некоторых особенностей и при грамотном проектировании, и в пылевато-глинистых грунтах.

В настоящее время ООО «Инженерное бюро Юркевича» рассматривает возможность применения ограждения и постоянного крепления такой конструкции на строительстве ряда жилых домов с подземными автостоянками в Москве.

Таким образом, благодаря постепенному искоренению принципа «лучше привычный дискомфорт, чем непривычный комфорт», технология «jet-grouting» в последние годы успешно внедряется на российском рынке строительства подземных сооружений.



Рис. 9. Отсутствие подкосной крепи упрощает производство СМР в котловане.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич П., Чеканов П. Использование технологии «jet-grouting» на строительстве Многофункционального комплекса «Царев сад» в Москве. Подземное пространство мира. 2001. № 5-6. – С. 9-25.
2. Климович К. Технология «jet-grouting»: основные принципы и возможности// Подземное пространство мира. 1997. № 5. – С. 20-24.
3. Малинин А.Г. Новое предприятие ЗАО «ИНЖПРОЕКТСТРОЙ»// Метро и тоннели. 2003. № 2. – С. 34-35.

