

УДК 624.134.4

И.Л. ГЛАДКОВ, А.А. ЖЕМЧУГОВ, Д.А. МАЛИНИН, инженеры,
СК «ИнжПроектСтрой» (Пермь)

Технология струйной цементации грунтов в условиях плотной городской застройки

Приведен опыт устройства ограждения котлована и противодиффузионной завесы по технологии струйной цементации грунтов. Приведены результаты численных расчетов и геотехнического мониторинга. Рассмотрены вопросы, связанные с технологическими осадками окружающей застройки.

Ключевые слова: струйная цементация, грунтоцементная колонна, геотехнический мониторинг, грунтовые анкеры.

Описание участка строительства

Участок, отведенный под строительство общественного жилого комплекса, расположен в условиях плотной городской застройки центральной части Перми. Площадка строительства вплотную прилегает к старинному двухэтажному дому, а также к одноэтажным дворовым постройкам. В непосредственной близости расположено четырехэтажное административное здание. Вдоль всего периметра котлована проложено большое количество инженерных сетей (рис. 1).

В геологическом строении площадки принимают участие следующие инженерно-геологические элементы: ИГЭ-1 –

насыпные грунты, представленные преимущественно суглинистым грунтом текучепластичной консистенции; ИГЭ-2 – суглинки текучепластичные и текучие ($E = 2$ МПа; $c = 3$ кПа; $\varphi = 10^\circ$); ИГЭ-3 – суглинки мягкопластичные ($E = 10$ МПа; $c = 8$ кПа; $\varphi = 13^\circ$). Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием порово-грунтовых вод, вскрытых на глубине 2 м от поверхности. Водовмещающими грунтами являются суглинки и насыпные грунты.

Техническое решение и геотехнические расчеты

Проектное решение предусматривает устройство одноуровневой подземной парковки на всей площади участка

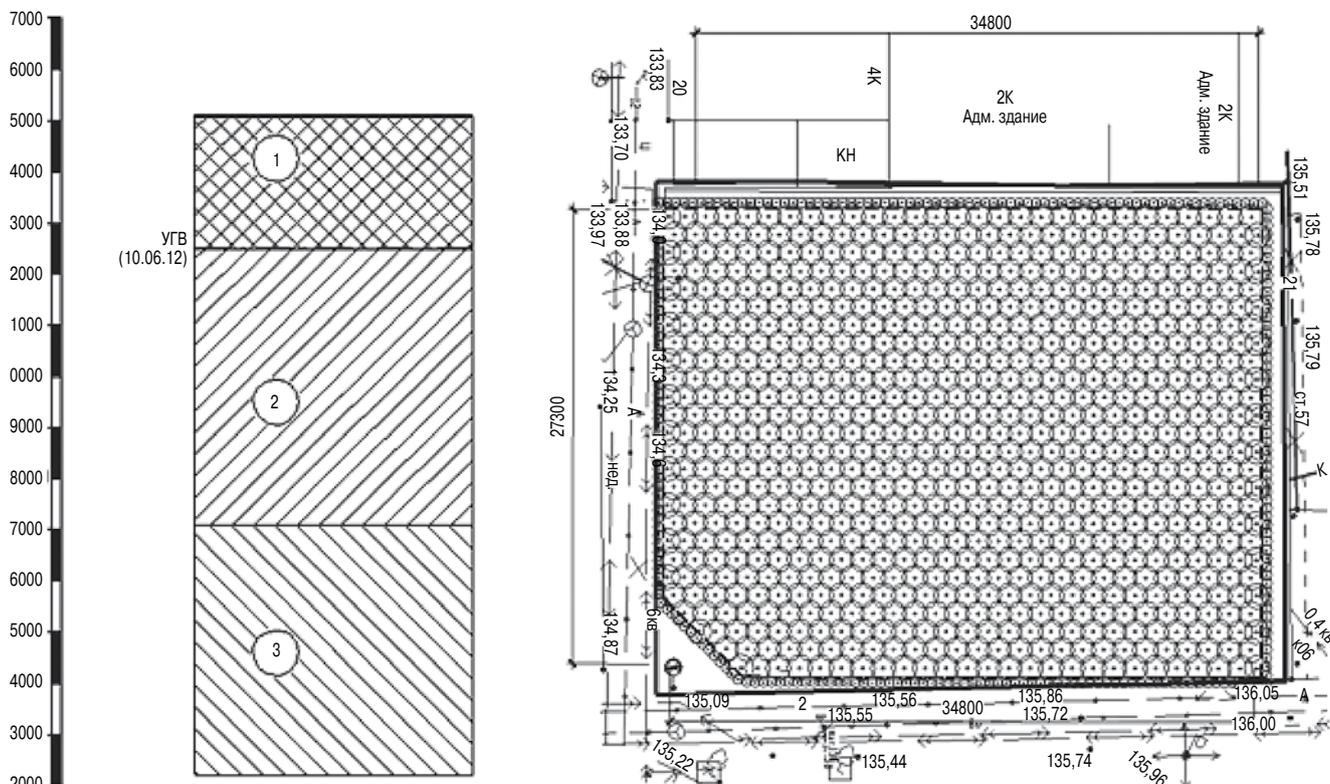


Рис. 1. Схема устройства ограждения котлована

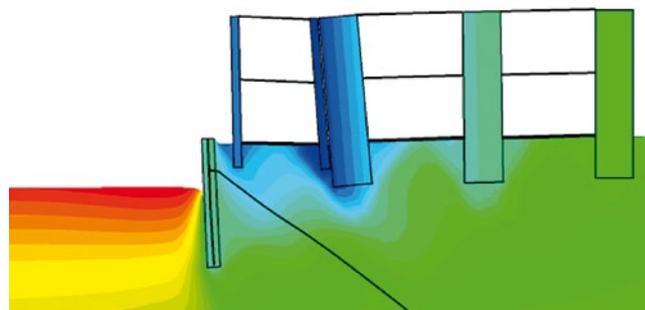
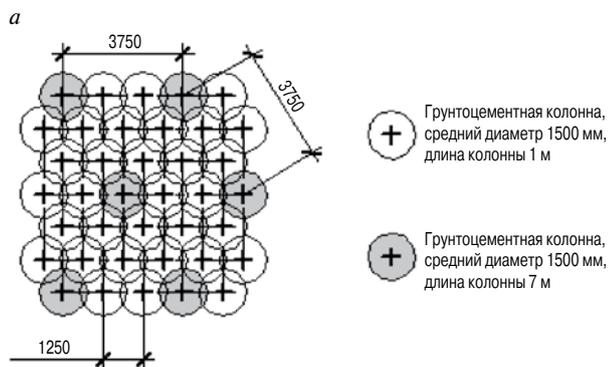


Рис. 2. Вертикальные перемещения

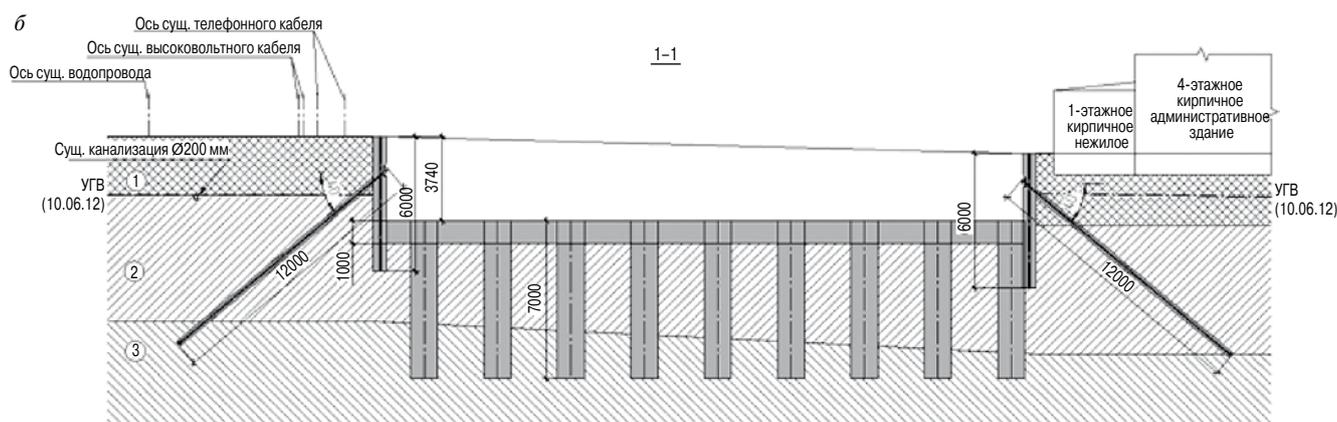


Рис. 3. Схема ПФЗ (а) и устройства ограждения котлована (б)

строительства. Глубина котлована составляет 3,5–5 м. Фундамент здания – монолитная железобетонная плита толщиной 600 мм.

Применение технологии струйной цементации грунтов позволило решить целый ряд задач, связанных с устройством подземной части здания, таких как устройство ограждения котлована, предотвращение поступления грунтовых вод в котлован, а также снижение осадок фундамента строящегося здания [1].

Основными проблемами при проектировании котлована на данной площадке являлись наличие очень слабых текучих суглинков в основании проектируемого здания и высокий уровень грунтовых вод.

Проектное решение ограждения котлована состояло в устройстве стены из пересекающихся грунтоцементных колонн диаметром 600 мм с шагом 500 мм. Глубина ограждения изменялась в пределах от 6 до 8 м. Колонны армировали металлическими трубами. Вертикальное ограждение выполняло функцию временной подпорной стены, а также предотвращало приток грунтовых вод из бортов котлована. Для увеличения устойчивости ограждения и снижения горизонтальных перемещений предусмотрено устройство грунтовых анкеров «Атлант» [2, 3] диаметром 57 мм, длиной 12 м. Шаг анкеров на различных участках составлял от 1,5 до 3 м. Анкеры были объединены металлическим обвязочным поясом.

Результаты расчетов, направленных на оценку влияния устройства котлована на окружающую застройку, показали необходимость дополнительных мероприятий по укреплению здания, находящегося на расстоянии менее 1 м от борта котлована. Расчетные значения осадок фундамен-

тов зданий, расположенных рядом с котлованом, составляли более 16 см. Основными причинами являлись существенные горизонтальные перемещения ограждения и значительные деформации текучего грунта в котловане (рис. 2). Расчеты были выполнены в программном комплексе ALTERRA.

Стоит отметить, что увеличение длины ограждения не снижало дополнительных осадок фундаментов существенным образом.

Для снижения осадок до безопасных значений принято решение выполнить горизонтальную противодиффузионную завесу (ПФЗ) в днище котлована, которая бы выполняла несколько задач. На момент откопки котлована ПФЗ является нижним распорным элементом, который минимизирует горизонтальные смещения заделки и соответственно стены в целом, а также снизит деформации («выпор») дна котлована. При устройстве монолитной фундаментной плиты ПФЗ предотвратит поступление грунтовых вод в котлован, а также будет являться жестким основанием для работы землеройной техники.

На данном объекте принято решение выполнить ПФЗ толщиной 1–2,5 м. Кроме того, в теле ПФЗ часть колонн выполняли длиной 7 м. Данные колонны выполняли функцию анкерных свай для предотвращения всплытия ПФЗ и одновременно являлись укреплением грунтов основания фундаментной плиты будущего здания (рис. 3).

Проверочные расчеты показали снижение дополнительной осадки фундаментов окружающей застройки до приемлемых значений. Кроме того, такая схема устройства ПФЗ в основании фундаментной плиты будущего здания позволила снизить расчетные осадки с 23 см до 6,5 см [4].

Выполнение работ и геотехнический мониторинг

После устройства ограждения котлована из вертикальных колонн выполнен контроль качества взаимного пересечения колонн. Для этого было предусмотрено армирование колонны трубой диаметром 89 мм, низ которой был заглушен пробкой.

После устройства ограждения в каждую пару труб соседних колонн опущены приемник и передатчик ультразвукового сигнала СНУМ. По результатам прохождения сигнала (степени его затухания) определены зоны расположения дефектов (отсутствие пересечения колонн, включение строительного мусора и т. д.). На этих участках были устроены колонны-дублиеры.

Кроме того, в процессе выполнения работ производился геотехнический мониторинг за состоянием окружающей



Рис. 4. График осадки репера, расположенного на внешней стене здания

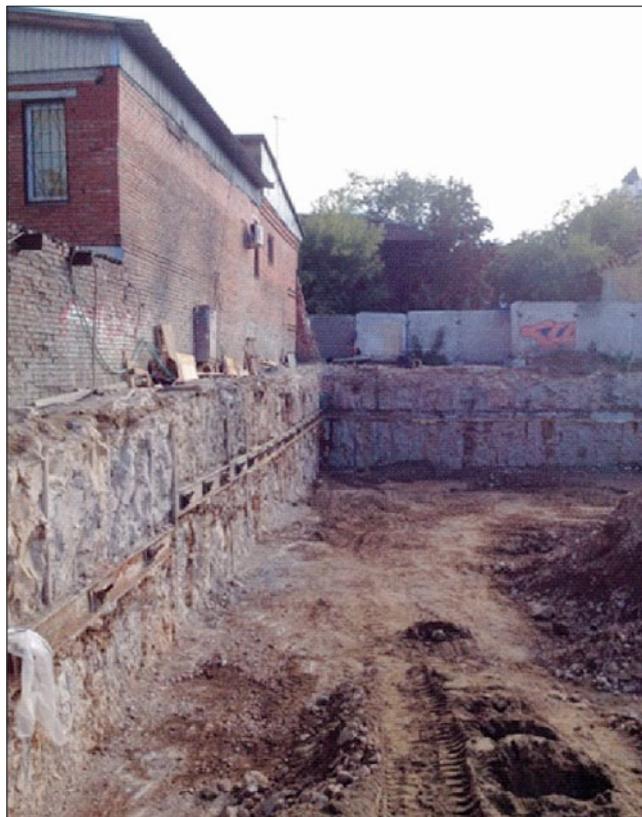


Рис. 5. Выполненное ограждение котлована

Реклама



АНКЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Винтовые анкера АТЛАНТ






(495) 226-18-37
(342) 219-61-56

info@anker-system.ru
www.anker-system.ru



Рис. 6. Устройство подземной части здания

застройки. Результаты геотехнического мониторинга приведены на рис. 4.

Мониторинг выполняли с целью определения технологических осадок фундаментов в процессе производства работ и определения фактической осадки здания после откопки котлована.

В ходе производства работ наблюдались как осадки, так и подъем здания.

После окончания разработки грунта в котловане установившаяся осадка здания, примыкающего к борту котлована, не превысила 5 мм.

В настоящее время ведется устройство фундаментной плиты и подземной автостоянки (рис. 5, 6).

Выводы

Технология струйной цементации грунтов позволила комплексно решить задачу устройства подземной части здания в сложных условиях плотной городской застройки.

Выполненные геотехнические расчеты позволили подобрать оптимальную конструкцию ограждения котлована, что позволило избежать аварийных осадок зданий, расположенных в непосредственной близости от котлована.

Список литературы

1. *Малинин А.Г.* Струйная цементация грунтов. М.: Стройиздат, 2010. 226 с.
2. *Малинин А.Г., Малинин Д.А.* Анкерные сваи «Атлант» // *Жилищное строительство*. 2010. № 5. С. 60–62.
3. *Малинин Д.А.* Несущая способность винтовых анкеров «Атлант» // *Жилищное строительство*. 2012. № 9. С. 46–49.
4. *Малинин А.Г., Гладков И.Л., Жемчугов А.А., Салмин И.А.* Экспериментальные исследования деформативности грунтового основания, укрепленного грунтоцементными колоннами // *Жилищное строительство*. 2012. № 9. С. 29–31.

21–24 января 2014 | Красноярск

ВЕДУЩИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНОГО ВОСТОКА



XXII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТРОИТЕЛЬСТВО АРХИТЕКТУРА

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ, ОТДЕЛКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

В 2013 году выставка собрала 352 экспонентов из 8 стран, 22 регионов России и 20076 посетителей, среди которых специалисты 1956 предприятий России и зарубежья.

В ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЕ:

- Архитектурно-строительный форум Сибири
- Сибирский фестиваль архитектуры
- Конкурс архитектурных проектов «Ордер воплощения»

Организатор – ВК «Красноярская ярмарка»

Официальная поддержка:



г. Красноярск, ул. Авиаторов, 19, МВДЦ «Сибирь»
тел.: (391) 22-88-405, 22-88-611 (круглосуточно)
build@krasfair.ru
www.krasfair.ru

0+