Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский центр «Строительство»

ФГУП «НИЦ «Строительство»

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНОГО ИЛИ НАКЛОННОГО ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО БАРЬЕРА МЕТОДОМ КОМПЕНСАЦИОННОГО НАГНЕТАНИЯ

СТО 36554501-007-2006

Москва
2006

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и задачи разработки, а также использования стандартов организаций в РФ установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила разработки и оформления — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»

Сведения о стандарте:

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН лабораторией «Освоение подземного пространства городов» НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиалом ФГУП «НИЦ «Строительство» и группой специалистов (директор НИИОСП им. Н.М. Герсеванова д-р техн. наук, проф. Петрухин В.П., канд. техн. наук, ведущий научн. сотр. Шулятьев О.А., ведущий инж. Мозгачева О.А.)

2 РЕКОМЕНДОВАН К ПРИНЯТИЮ секцией подземных сооружений, специальных видов работ и технологий НИИОСП им. Н.М. Герсеванова

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом и.о. генерального директора ФГУП «НИЦ «Строительство» от 3 ноября 2006 г. № 174

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения ФГУП «НИЦ «Строительство».

Применение настоящего стандарта следует осуществлять на базе договора с НИИОСП им. Н.М. Герсеванова — филиалом ФГУП «НИЦ «Строительство», что определено положениями ГОСТ Р 1.4—2004

© ФГУП «НИЦ «Строительство», 2006

Содержание

Введение IV

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 3

3 Расчет и проектирование геотехнического барьера 4

4 Производство работ по устройству геотехнического барьера 6

5 Контроль качества в процессе производства работ 9

6 Мониторинг в процессе выполнения работ по устройству геотехнического барьера 10

7 Техника безопасности при производстве работ по устройству геотехнического барьера 12

Приложение 1 Методика определения коэффициента переуплотнения грунта (OCR) 14

Приложение 2 Примерный перечень оборудования, применяемого при устройстве геотехнического барьера 15

Приложение 3 Акт разбивки осей инъекторов геотехнического барьера 16

Приложение 4 Акт освидетельствования и приемки инъекционных скважин геотехнического барьера 17

Приложение 5 Журнал установки инъекторов 18

Приложение 6 Буровой журнал 19

Приложение 7 Журнал инъектирования скважины 20

Приложение 8 Список рекомендуемой литературы 21

Введение

Строительство зданий на площадках с плотной городской застройкой во многих случаях приводит к деформациям, а иногда и разрушению близрасположенных зданий и сооружений. В связи с этим возникает необходимость проведения специальных защитных мероприятий для снижения негативного влияния нового строительства на существующую застройку. Одним из таких защитных мероприятий является устройство геотехнического барьера в вертикальной или наклонной плоскости методом компенсационного нагнетания. Барьер устраивается на пути распространения волны изменения напряженно-деформированного состояния грунта, вызванного новым строительством. Применение геотехнического барьера наиболее эффективно для защиты существующих зданий от влияния устройства котлованов и проходки тоннелей.

Данный стандарт разработан на основе опыта НИИОСП им. Н.М.Герсеванова по проектированию и устройству геотехнических барьеров в различных условиях нового строительства и освоения подземного пространства. В стандарте учтен также мировой опыт проведения работ по компенсационному нагнетанию.

Рассматриваемый способ устройства геотехнического барьера защищен патентом РФ № 2245428 (патентодержатель — НИИОСП) и Законом РФ № 5351-1 от 9 июля 1993 г. «Об авторском праве». Для использования данного стандарта другой организацией следует заключить договор с НИИОСП им. Н.М.Герсеванова на разработку проекта производства работ, в котором должны быть учтены особенности инженерно-геологических условий конкретной стройплощадки, специфика технологического оборудования организации и параметры существующих и возводимых строительных объектов.

За технологию устройства геотехнического барьера по методу компенсационного нагнетания в 2005 г. НИИОСП им. Н.М.Герсеванова был удостоен Диплома Правительства г. Москвы, в соответствии с которым институт «имеет преимущество перед участниками тендеров в области подземного строительства, проводимых по поручению Правительства Москвы».

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНОГО ИЛИ НАКЛОННОГО ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО БАРЬЕРА МЕТОДОМ КОМПЕСАЦИОННОГО НАГНЕТАНИЯ

Design and application of the Vertical geotechnical barrier erected by compensation grouting

Дата введения 2006-11-15

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на проектирование и устройство вертикального или наклонного геотехнического барьера по методу компенсационного нагнетания (далее — геотехнический барьер) для защиты зданий и сооружений существующей застройки при строительстве вблизи них новых объектов.

1.2 Действие стандарта не распространяется на проектирование и устройство геотехнического барьера в районах с вечномерзлыми и структурно-неустойчивыми грунтами, а также на аварийные ситуации. В последнем случае инъекция должна выполняться по специально разработанному проекту.

1.3. Геотехнический барьер, устраиваемый в среде, обладающей агрессивностью по отношению к цементу, следует проектировать с учетом дополнительных требований к защите строительных конструкций от коррозии.

1.4 Геотехнический барьер устраивают путем закачивания в грунт цементного раствора методом многоразовой инъекции через ряд вертикальных или наклонных инъекторов по манжетной технологии, устанавливаемых на пути распространения волны изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) грунта.

1.5 Отличительной особенностью манжетной технологии является то, что инъекционный раствор закачивается в грунт через инъекторы, конструкция которых позволяет обрабатывать грунт по высоте многократно, в любой последовательности.

1.6 До начала строительных работ первоначально производится заполнительная цементация через инъекторы (подготовка грунта), при которой заполняются все имеющиеся полости, трещины, зоны пониженной плотности в грунте (в части грунтового массива, определенного проектом). Происходит уплотнение и армирование грунта линзами цементного раствора, и создается более жесткая структура, способная реагировать на дальнейшее нагнетание инъекционного раствора.

1.7 В процессе возведения подземного сооружения ведут наблюдения за напряженно-деформированным состоянием грунта, при изменении которого производят дополнительную закачку цементного раствора методом многоразовой инъекции (компенсационное нагнетание) до восстановления исходного НДС.

1.8 Целесообразность применения геотехнического барьера должна определяться конкретными условиями строительной площадки на основе технико-экономического сравнения вариантов других известных защитных мероприятий: буроинъекционных свай, разделительной стенки, цементации грунта основания здания и др.

1.9 Вертикальный геотехнический барьер следует устанавливать:

- между фундаментом существующего здания и котлованом возводимого подземного сооружения в условиях плотной городской застройки (рис.1.1);
- между фундаментами существующего и вновь возводимого зданий для снижения их взаимного влияния (рис. 1.2);

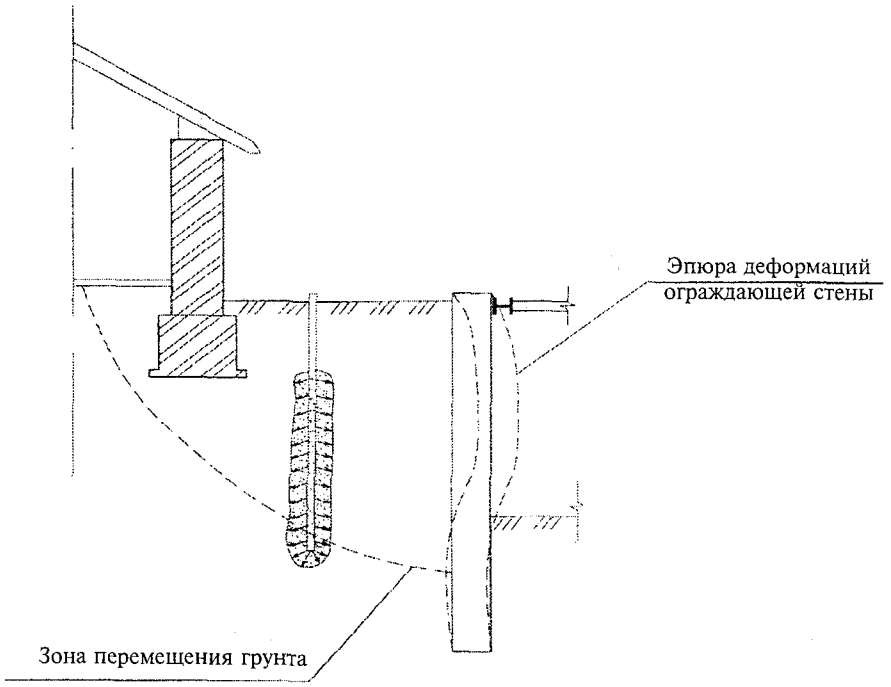


Рисунок 1.1 — **Защита фундамента здания при устройстве котлована**

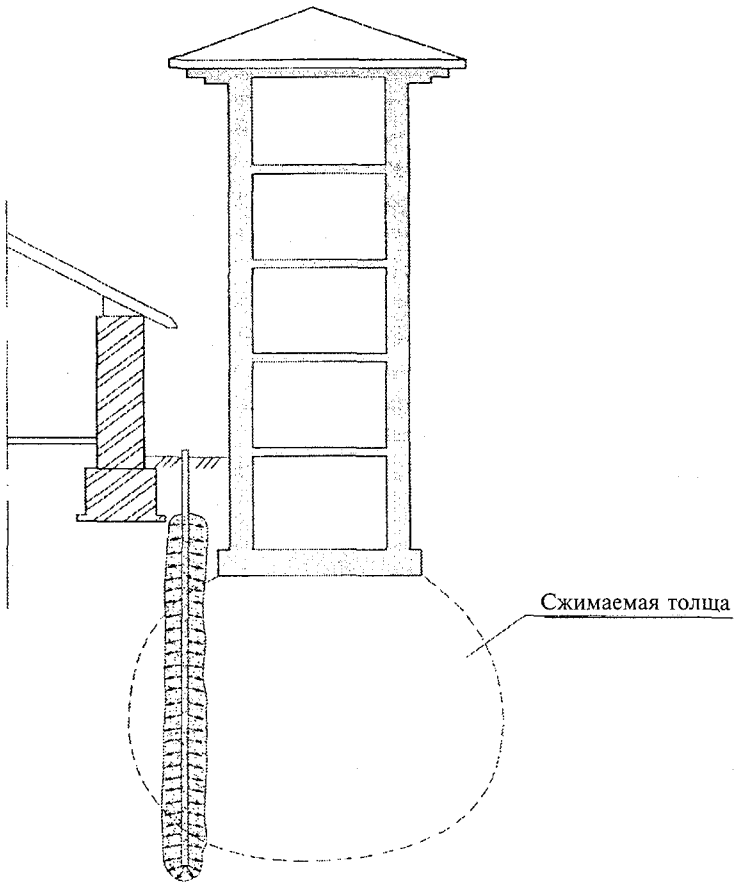


Рисунок 1.2 — **Защита фундаментов существующего здания для снижения взаимного влияния фундаментов**

- между фундаментом существующего здания и строящимся тоннелем подземной проходки (рис. 1.3).

Работы по проектированию и устройству геотехнического барьера могут выполнять организации, сертифицированные уполномоченными органами на данные виды работ.

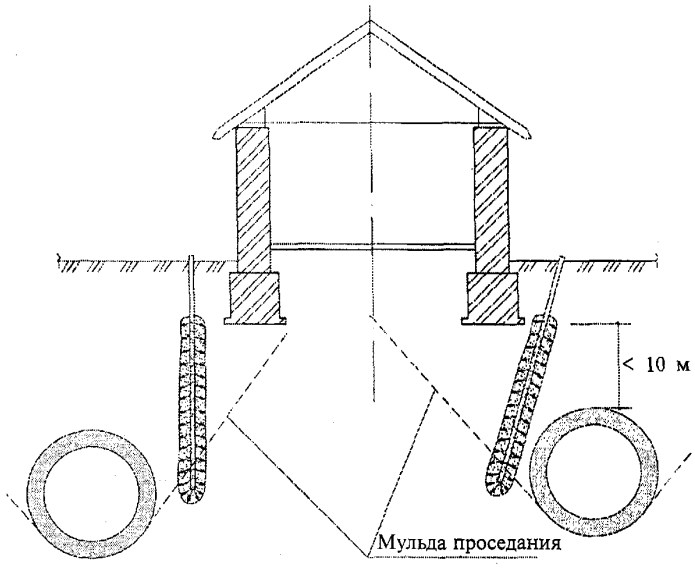


***Рисунок 1.3* — Защита фундамента здания при проходке тоннеля**

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:
СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений.

СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты.

СНиП 12-01-2004 Организация строительства.

СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.

СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

ГОСТ 10178—85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.

МГСН 2.07-97 Основания, фундаменты и подземные сооружения.

Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов. К СНиП 3.02.01-87.

Инструкция по инженерно-геологическим и инженерно-экологическим изысканиям в г. Москве.

3. Расчет и проектирование геотехнического барьера

3.1 Инженерно-геологические изыскания для устройства геотехнического барьера должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий площадки строительства и получение материалов для расчета и проектирования геотехнического барьера.

3.2 Проведению изысканий должны предшествовать:

анализ архивных материалов по инженерно-геологическим изысканиям, а также проектной и исполнительной документации о конструктивных особенностях существующего (защищаемого) здания, его фундаментах и грунтах основания;

визуальная оценка состояния верхних конструкций здания, в том числе фиксация имеющихся дефектов в основных несущих конструкциях — трещин, сколов, коррозии арматуры и бетона, разрушения материала конструкций и др.;

число инженерно-геологических выработок, размещение их в плане и глубина изысканий должны назначаться в соответствии с особенностями инженерно-геологических изысканий для подземных и заглубленных сооружений согласно СП 11-105 и «Инструкции по инженерно-геологическим и инженерно-экологическим изысканиям в г. Москве».

3.3 Программа инженерно-геологических изысканий для устройства геотехнического барьера должна быть увязана с общей программой изысканий строящегося или реконструируемого объекта.

3.4 В процессе инженерно-геологических изысканий, помимо стандартных исследований физико-механических свойств, для некоторых видов грунтов рекомендуется определять коэффициент переуплотнения грунтов OCR (приложение 1).

3.5 Расчетная схема системы «фундамент существующего здания — геотехнический барьер — объект нового строительства» должна выбираться с учетом наиболее существенных факторов, определяющих напряженное состояние и деформации основания и конструкций сооружений.

3.6 Расчет геотехнического барьера производится для определения зоны его расположения в плане, по высоте, углу наклона, а также необходимого объема закачиваемого раствора на различных стадиях выполнения работ (заполнительная цементация, компенсационное нагнетание).

3.7 При расчете следует учитывать пространственную работу конструкций строящегося объекта, а также геометрическую и физическую нелинейность, анизотропность, пластические и реологические свойства, начальное НДС грунта.

3.8 В расчетах необходимо учесть стадийность выполнения геотехнического барьера и нового строительства путем решения пошаговой задачи.

3.9 При расчете ограждающей конструкции котлована, вблизи которого планируется выполнить геотехнический барьер, следует учесть дополнительное давление инъектирования на конструкцию ограждения.

3.10 Расчет изменения НДС грунта основания в процессе производства геотехнических работ проводится в два этапа. На первом этапе определяется начальное НДС грунта. В случае, если грунт был переуплотнен от ранее действовавшей исторической нагрузки (ледника), рекомендуется учесть это путем введения в расчет коэффициента переуплотнения грунта OCR. После этого определяется зона распространения волны изменения напряженно-деформированного состояния грунта при выполнении предполагаемых работ (устройство ограждения, откопка котлована, проходка тоннеля, строительство нового здания рядом с существующим и т.д.) и определяются прогнозные значения перемещений фундаментов существующего здания без выполнения каких-либо защитных мероприятий. В случае, если вертикальные или горизонтальные перемещения фундаментов, их крен или неравномерность осадок превышают предельно допустимые значения, производится расчет системы с учетом геотехнического барьера (второй этап).

3.11 Расчет изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива рекомендуется выполнять путем математического моделирования численными методами с использованием нелинейной механики сплошной среды (например, с помощью программы PLAXIS, версия 8).

3.12 Геотехнический барьер в расчете системы «фундамент существующего здания — геотехнический барьер — объект нового строительства» по программе PLAXIS может быть описан

следующим образом: на стадии заполнительной цементации — в виде зоны заданной глубины с шириной около 0,5 м с измененными (улучшенными за счет линз цементного камня) свойствами грунта; на стадии компенсационного нагнетания — с помощью объемного расширения грунта (опция объемного расширения имеется в версии 8 программы PLAXIS и предназначена для моделирования процессов цементации).

3.13 В расчетах по программе PLAXIS инъектирование цементного раствора на стадии компенсационного нагнетания задается с помощью опции объемной деформации в грунтовых кластерах. Величина объемного расширения (в процентах) назначается в зависимости от вида грунта, глубины зоны инъекции и давления нагнетания. Из опыта устройства геотехнического барьера величина объемного расширения может быть принята в пределах 2—10 % в зависимости от числа циклов нагнетания.

3.14 Задача проектирования — подобрать геотехнический барьер с требуемыми по расчету параметрами (геометрические размеры барьера, свойства материала геотехнического барьера, величина объемного расширения грунта). Для обеспечения этого в проекте выбирается длина инъекторов, их шаг, давление нагнетания, объем и состав раствора.

3.15 Длину геотехнического барьера следует подбирать, исходя из условия перекрытия им зоны изменения НДС грунта:

для защиты существующего здания от устройства ограждающей конструкции и откопки котлована — в зависимости от глубины котлована и длины ограждающей конструкции, а также от их расстояния до существующего здания;

для защиты существующего здания от нового строительства — от величины сжимаемой толщи и расстояния между зданием и новым строительством;

для защиты существующего здания от проходки тоннеля — от диаметра и глубины заложения тоннеля и расположения его относительно фундаментов здания.

3.16 В общем случае расстояние между инъекторами при нагнетании должно выбираться на стадии проектирования так, чтобы происходило перекрытие зон образования полостей разрыва (цементных линз) и уплотнения грунта.

3.17 При проектировании растояние между инъекторами с учетом надежного перекрытия цементных линз между собой должно приниматься в пределах 0,5 — 1,0 м.

3.18 Давление нагнетания на первой стадии выполнения работ (заполнительная цементация) должно превышать давление гидравлического разрыва грунта. Ориентировочно давление нагнетания рекомендуется определять по следующей эмпирической формуле:

$$P = \frac{(\sigma_{zg} + \sigma_{zp})\mu}{(1-\mu)} + C, \qquad (3.1)$$

где σ_{zg} — вертикальное напряжение от веса вышележащего грунта, кПа;

σ_{zp} — вертикальное дополнительное напряжение на рассматриваемой глубине от внешней нагрузки, кПа;

μ — коэффициент Пуассона;

C — сцепление грунта, кПа.

3.19 Давление на второй стадии (компенсационное нагнетание) зависит от числа циклов нагнетания и может достигать 4 МПа. При увеличении числа циклов давление нагнетания возрастает.

3.20 Рабочий проект геотехнического барьера, кроме указанных выше требований, должен включать также элементы организации строительства и проекта производства работ.

3.21 В проекте должны быть установлены:

зона инъекции в плане и по высоте;

расстояние между точками инъектирования в плане;

давление нагнетания;

расход твердеющего раствора;

состав раствора;

применяемое оборудование;

методы и количественные параметры контроля качества.

3.22 При разработке вопросов организации строительства и производства работ по устройству геотехнического барьера следует руководствоваться Инструкцией по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.

3.23 В состав рабочего проекта по устройству геотехнического барьера входят:

стройгенплан с расположением контуров объекта нового строительства и существующих подземных коммуникаций;

схема расположения инъекторов;

разрезы по точкам инъектирования, включающие в себя данные инженерно-геологических изысканий;

технологические схемы с описанием последовательности и методов производства работ;

потребность в механизмах и материалах по этапам;

указания по технике безопасности, охране труда и охране окружающей среды.

3.24 В рабочем проекте следует указать участок проведения опытных работ. Объем опытных работ определяется проектом в зависимости от общих объемов выполнения геотехнического барьера, однородности и свойств грунта, сложности инженерно-геологических условий.

3.25 Для качественного выполнения работ по устройству геотехнического барьера наряду с рабочим проектом целесообразно разрабатывать технологический регламент, включающий в себя детальные указания по привязке и вынесению скважин, подготовительным и опытным работам, по подбору состава инъектирования для заполнительной цементации и для стадии компенсационного нагнетания и др.

3.26 При производстве работ в зимний период следует разрабатывать специальный регламент, учитывающий климатическую зону района производства работ.

4 Производство работ по устройству геотехнического барьера

4.1 Устройство геотехнического барьера следует начинать с подготовительных работ, во время которых открывается ордер на ведение работ, завозится необходимое оборудование, материалы, а также решается вопрос водо- и энергоснабжения.

4.2 Привязку точек инъектирования в плане следует производить в соответствии с проектом. Инструментальное вынесение точек инъекции в натуру и определение высотного положения устьев инъекторов должны производиться для каждой пятой скважины.

4.3 Отклонения точек инъектирования от проектного положения должны быть не более 10 см в плане, а по высоте (отметка устья инъектора) — не более 5 см. Максимальные отклонения инъекторов от вертикали не должны превышать 1° от заданного угла оси инъектора. Большие значения отклонений согласовываются с авторами проекта. Разбивка точек инъектирования оформляется актом.

4.4 Точкам инъектирования геотехнического барьера следует присваивать номера по системе нумерации, предусмотренной рабочим проектом, независимо от времени погружения инъектора и закачивания инъекционного раствора.

4.5 Производство работ по устройству геотехнического барьера должно начинаться с опытного участка, местоположение которого определяется проектом.

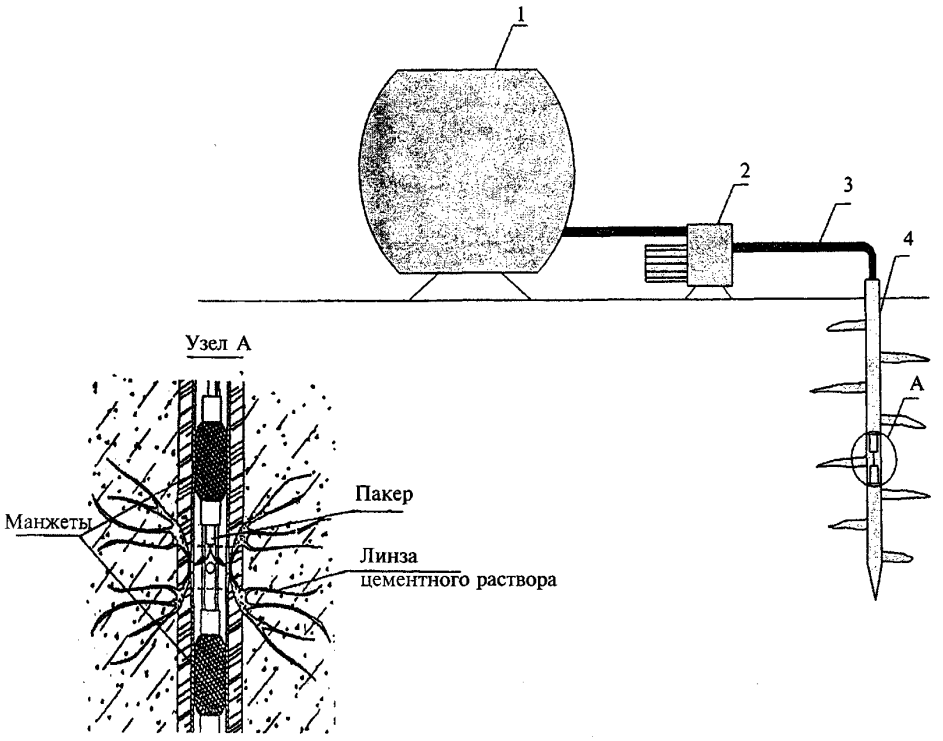
4.6 На опытном участке следует отработать способ погружения инъекторов, подобрать состав инъекционного раствора, его температуру (в зимнее время), определить оптимальное расстояние между инъекторами, объем закачиваемого раствора в каждую точку инъектора, необходимое давление и др. После выполнения работ на опытном участке выполняется контрольная откопка шурфов, по которым определяется достаточность выполнения геотехнического барьера и осуществляется контроль качества работ. Число контрольных шурфов определяется проектом.

4.7 После выполнения первого этапа работ по устройству геотехнического барьера (заполнительная цементация) на опытном участке производится откопка шурфов для определения конфигурации и размеров барьера с отбором образцов грунта для лабораторных исследований. По результатам откопки, при необходимости, вносят корректировки в проект, после чего можно начинать работы по устройству собственно геотехнического барьера. Места расположения шурфов определяются авторами проекта.

4.8 До начала работ по устройству геотехнического барьера необходимо уточнить и строго учитывать расположение подземных коммуникаций (водопровод, канализация, кабельная сеть, газопровод и др.). Разбивку осей следует проводить в присутствии представителя эксплуатирующей организации.

4.9 Изменения проекта или отклонения от него допускаются в процессе производства работ только с согласия проектной организации, разработавшей проект устройства геотехнического барьера, и оформляются письмом, записью в журнале авторского надзора или на чертежах проекта.

4.10 Инъектирование раствора в грунт должно производиться в соответствии с технологической схемой (рис. 4.1), которая детально разрабатывается в рабочем проекте. Для производства работ следует использовать оборудование, аналогичное перечисленному в приложении 2.



1 — емкость с раствором; *2* — насос; *3* — шланг высокого давления; *4* — инъектор

***Рисунок 4.1* — Технологическая схема выполнения работ по устройству геотехнического барьера**

4.11 Погружение инъекторов следует производить путем задавливания статической нагрузкой или забивкой. При необходимости допускается погружение инъекторов в ранее пробуренные скважины, предварительно заполненные тампонажным глинисто-цементным раствором. Диаметр скважины не должен превышать диаметр инъектора более чем на 15 мм.

4.12 Способ погружения инъекторов зависит от грунтовых условий, глубины и наклона скважин, категории состояния защищаемого здания и т.д., но не должен влиять на техническое состояние существующих зданий. Способ погружения должен быть согласован с проектной организацией, разработавшей проект геотехнического барьера.

4.13 В том случае, если погружение инъекторов производится в пробуренную скважину, их бурение следует производить с обсадкой скважины трубами или под бентонитовым раствором.

4.14 Инъекцию цементного раствора следует проводить в порядке, оговоренном проектом. Цементацию рекомендуется производить в две очереди, первоначально обрабатывая все инъекторы нечетного, затем четного рядов.

4.15 Нагнетание инъекционного раствора производят через тампон (пакер), который передвигается внутри инъектора (рис. 4.2).

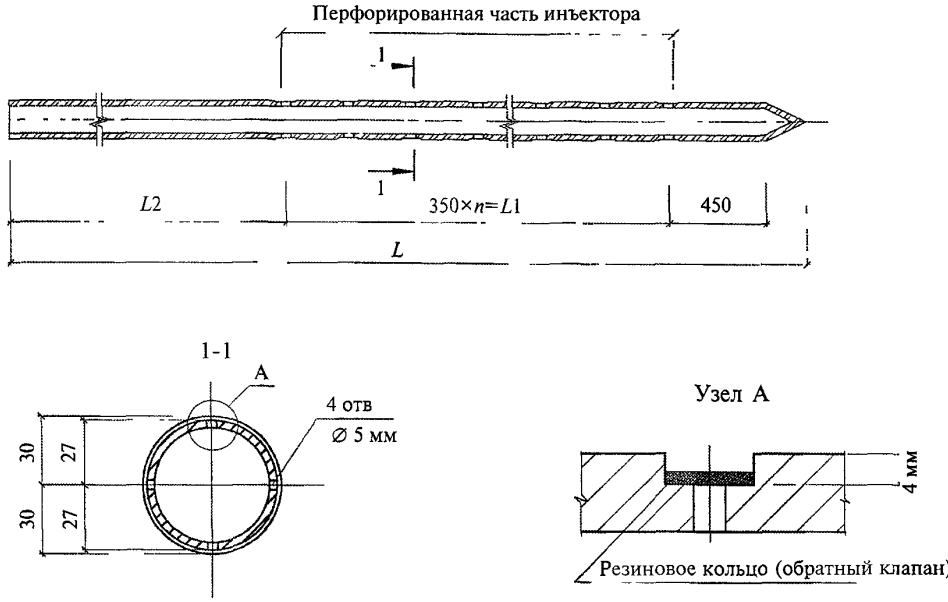


***Рисунок 4.2* — Конструкция инъектора**

4.16 Инъектор представляет собой трубу с отверстиями (рис. 4.2), расположенными с шагом по высоте 0,3 м (перфорированная часть). На боковой поверхности трубы проточены круговые канавки, в каждой из которых просверлено по четыре отверстия диаметром 5—7 мм. Отверстия закрыты резиновыми кольцами, выполняющими роль обратного клапана.

4.17 Пакер представляет собой трубу с отверстиями, просверленными с тем же шагом, что и в инъекторе, и двумя манжетами, препятствующими прохождению инъекционного раствора. При длине пакера 0,5 м единовременно инъектируется зона 0,3 м, далее пакер передвигается вниз на 0,3 м и инъектируется следующая зона.

4.18 В качестве инъекционного раствора может использоваться цементный раствор с добавками и заполнителями. Водоцементное отношение (В/Ц) рекомендуется применять в пределах 0,81—2. Состав раствора уточняется по результатам работ на опытном участке.

4.19 В качестве добавки может применяться бентонит (до 10 % массы цемента) для получения минимального водоотделения и жидкое стекло (3 % массы цемента) для повышения пластичности раствора и сокращения сроков схватывания. Возможно также применение суперпластификатора С-3 в количестве 1 % массы цемента.

4.20 В качестве заполнителя, сокращающего количество применяемого цемента, в инъекционном растворе может быть использована зола-уноса, являющаяся отходом производства тепловых электростанций при сухом золоудалении. Размер добавки золы-уноса в растворе определяется на основе лабораторных исследований.

4.21 Для приготовления инъекционного раствора следует применять портландцемент по ГОСТ 10178.

4.22 Нагнетание инъекционного раствора в инъектор производится порциями (обычно по 30—50 л) при каждом положении пакера (сверху вниз).

4.23 Давление нагнетания на первом этапе (заполнительная цементация) составляет 0,3—0,5 МПа, на втором и последующих этапах (стадия компенсационного нагнетания) оно может достигать 4—5 МПа. Сразу после инъекции раствора скважина промывается, пакер передвигается в обратном направлении (снизу вверх) с интервалом, кратным расстоянию по высоте между отверстиями инъектора. При каждом положении пакера в скважину закачивается 5 л воды.

4.24 В процессе строительства при изменении НДС грунта должна производиться дополнительная закачка цементного раствора до его восстановления (компенсационное нагнетание).

4.25 При устройстве геотехнического барьера для защиты существующих зданий от влияния котлованов первоначально выполняется заполнительная цементация. В случае поэтапной откопки котлована (для выполнения крепления ограждающей конструкции распорками, подкосами, анкерами) компенсационное нагнетание следует выполнять на каждом этапе.

4.26 При устройстве геотехнического барьера при проходке тоннелей до начала работ следует выполнить заполнительную цементацию. После устройства выработки (продавливания трубы, проходки микротоннеля и т.п.) выполняется первый цикл компенсационного нагнетания. Второй цикл компенсационного нагнетания выполняется не ранее 7—10 дней после выполнения первого цикла.

4.27 При устройстве геотехнического барьера для уменьшения влияния строящегося здания на существующее здание до начала строительства выполняется заполнительная цементация. Первый цикл компенсационного нагнетания выполняется после приложения 1/3 нагрузки от строящегося здания, второй цикл — после приложения следующей трети нагрузок, третий цикл — после окончания возведения здания.

4.28 Число циклов нагнетания следует определять с учетом результатов мониторинга (см. раздел 6).

5 Контроль качества в процессе производства работ

5.1 После выполнения каждой операции (внедрение инъекторов, заполнительная цементация, все циклы компенсационного нагнетания) составляются акты сдачи-приемки работ. Рекомендуемые формы журнала производства и актов сдачи-приемки работ приведены в приложениях 3—7.

5.2 Техническая документации при проведении работ по устройству геотехнического барьера состоит из акта освидетельствования и приемки инъекционных скважин (см. приложение 4), к которому прикладываются:

- акт разбивки инъекторов геотехнического барьера;
- буровой журнал (при необходимости);
- журнал установки инъекторов;
- журнал инъектирования;
- сертификат на цемент;
- сертификаты на добавки и заполнители.

Акт освидетельствования и приемки инъекционных скважин подписывают представители строительной организации, авторского надзора и технического контроля заказчика.

5.3 Операционный контроль, выполняемый в процессе производства работ, должен включать в себя:

контроль разбивки оси инъекторов геотехнического барьера;

контроль положения инъектора при погружении (угол наклона, глубина погружения);

контроль параметров инъекторов (диаметр, общая длина, длина перфорированной части, наличие резиновых колец и т.д.);

входной контроль качества исходных материалов;

контроль состава приготовленного инъекционного раствора (не реже двух раз в рабочую смену);

контроль соответствия методов погружения инъекторов и производства инъекционных работ проекту.

5.4 При выполнении буровых работ необходимо проверять соответствие грунтовых условий результатам инженерно-геологических изысканий.

5.5 Контроль выполнения геотехнического барьера определяется возможностью сохранения начального изменения НДС грунта при производстве строительных работ, которое фиксируется по результатам мониторинга. При необходимости производится дополнительная инъекция цементного раствора. Объем и точки инъектирования определяются проектом.

5.6 Основным параметром, определяющим качество выполнения геотехнического барьера, является состояние конструкций защищаемых зданий и деформации (или их отсутствие) грунтового основания.

5.7 Для контроля горизонтальных перемещений грунтового массива в процессе выработки следует устанавливать инклинометрические скважины, которые устанавливаются между геотех-

ническим барьером и фундаментами здания с одной стороны и подземной выработкой — с другой. Скважины устанавливаются через каждые 6—10 м длины геотехнического барьера.

5.8 Для контроля за вертикальными перемещениями фундаментов зданий следует проводить инженерно-геодезические измерения.

5.9 Для контроля за вертикальными и горизонтальными перемещениями поверхности грунта рекомендуется устанавливать поверхностные грунтовые реперы.

5.10 Измерения плановых перемещений грунтового массива и инженерно-геодезические измерения осадок фундаментов следует проводить периодически в зависимости от скорости выполнения геотехнических работ и состояния защищаемых зданий и сооружений (в том числе существующих подземных коммуникаций).

5.11 Нулевой цикл измерений следует проводить до устройства геотехнического барьера (внедрения инъекторов в грунт и выполнения цикла заполнительной инъекции). Второй цикл измерений следует проводить после выполнения цикла заполнительной инъекции. Третий и последующие циклы измерений проводят после каждого цикла компенсационного нагнетания.

5.12 Цикл измерений следует выполнять по истечении трех суток после цикла инъекции цементного раствора.

5.13 Расположение инклинометрических скважин, поверхностных грунтовых реперов и геодезических марок в цокольной части зданий следует указывать в проекте геотехнического барьера. Общая программа мониторинга геотехнического барьера является неотъемлемой частью проекта геотехнического барьера.

5.14 В контроль качества выполнения геотехнического барьера рекомендуется включить проведение динамического зондирования (до и после устройства геотехнического барьера), бурение скважин до и после инъектирования с отбором образцов грунта и определением физико-механических свойств грунта до и после устройства геотехнического барьера, а также откопку шурфов. Вид испытания, а также число точек зондирования, скважин и шурфов назначает проектная организация.

5.15 Для определения процентного содержания цементных включений по отношению к общему объему грунта бурятся скважины и отбираются образцы грунта. При откопке шурфов следует отобрать пробы для определения плотности грунта, зарисовать линзы цементного раствора в стенках шурфа, а также определить общее количество включений инъектируемого раствора в общей массе грунта. По результатам расчетов объема цементных включений принимается решение об окончании или продолжении работ по инъектированию.

6 Мониторинг в процессе выполнения работ по устройству геотехнического барьера

6.1 В процессе производства работ по устройству геотехнического барьера в совокупности с другими строительными работами (устройство ограждающей конструкции, откопка котлована, проходка тоннеля и др.) следует выполнять мониторинг, включающий следующие работы:

мониторинг возможных перемещений ограждающей конструкции (при устройстве котлована);

мониторинг состояния и перемещений основных несущих конструкций существующего здания или сооружения;

мониторинг грунтового массива;

мониторинг подземных коммуникаций;

мониторинг уровня подземных вод.

6.2 Программа геотехнического мониторинга в процессе устройства геотехнического барьера должна быть увязана с общей программой мониторинга строящегося или реконструируемого объекта.

6.3 Результаты измерений, полученные в процессе мониторинга, следует сравнивать расчетными значениями, полученными в результате численного моделирования. В случае, если полученные при проведении мониторинга значения осадок или плановых перемещений марок отличаются от прогнозных более чем на 50 %, принимается решение о необходимости проведения дополнительного цикла компенсационного нагнетания.

6.4 При получении осадок фундаментов защищаемых зданий, превышающих расчетные значения, следует в кратчайшие сроки выполнить дополнительный цикл компенсационного нагнетания.

6.5 Мониторинг грунтового массива в процессе устройства геотехнического барьера заключается в определении возможных вертикальных и плановых перемещений грунта. Вертикальные перемещения грунтового массива следует определять с помощью поверхностных грунтовых реперов и глубинных магнитных марок для определения послойных деформаций массива грунта. Плановые перемещения грунта рекомендуется определять с помощью инклинометров. Примерная схема расположения марок и наблюдательных скважин при устройстве геотехнического барьера для защиты окружающих зданий при устройстве котлована приведена на рис. 6.1.

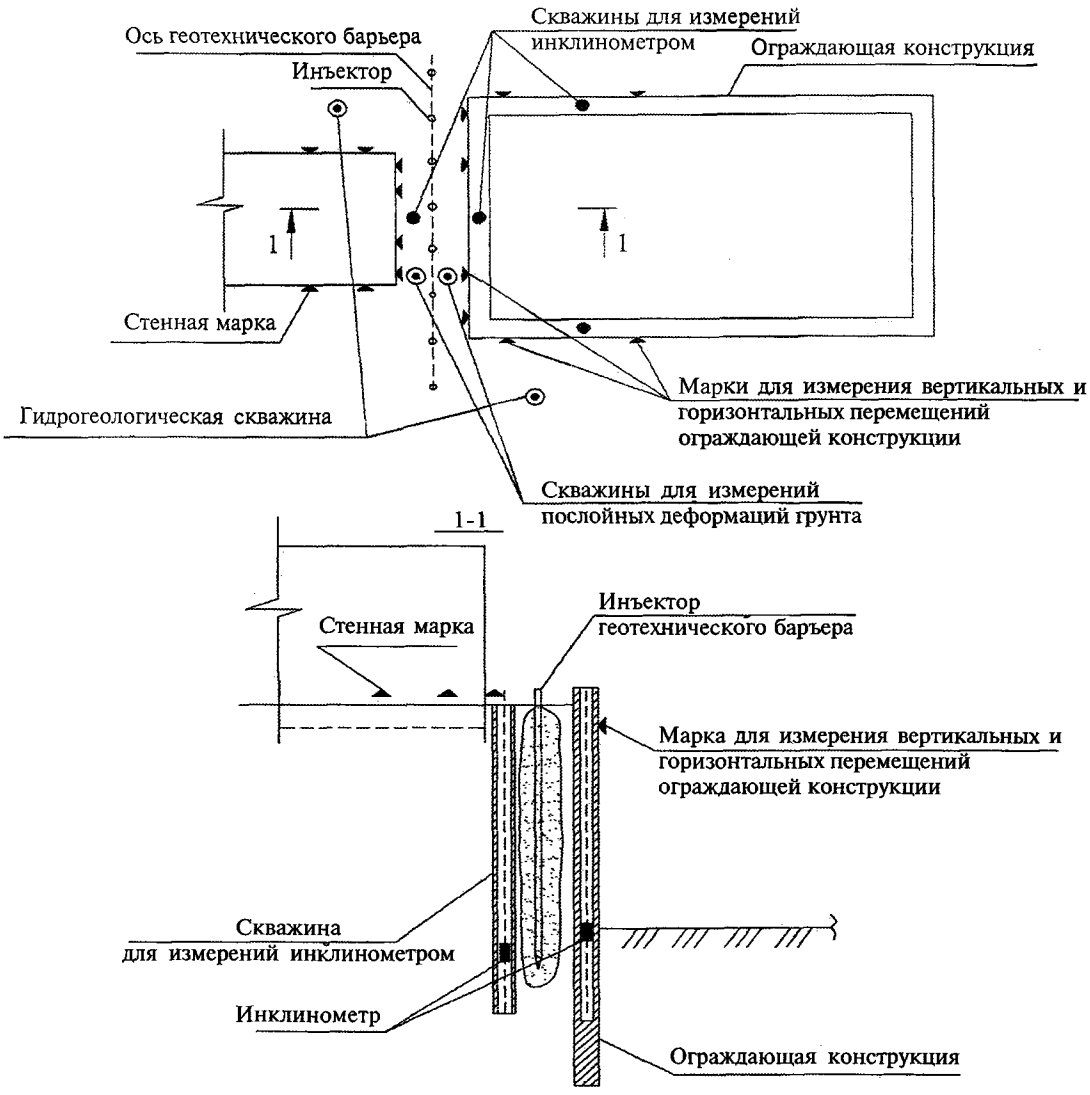


Рисунок 6.1 — Примерная схема расположения марок и скважин при проведении мониторинга (в случае устройства котлована)

6.6 Мониторинг состояния основных несущих конструкций существующих зданий заключается в периодическом визуальном обследовании конструкций и в определении осадок фундаментов (нивелирование) с помощью стенных марок. Класс нивелирования назначается в зависимости от категории состояния существующих зданий, но не ниже второго. Для геодезических наблюдений за перемещениями несущих конструкций существующего здания или сооружения при устройстве геотехнического барьера рекомендуется применять автоматическую оптическую систему «Циклоп» или другую аналогичную систему.

6.7 При устройстве котлованов мониторинг перемещений ограждающей конструкции заключается в определении с помощью тахеометра плановых перемещений ограждающей конструкции по маркам, установленным на разной высоте, или с помощью инклинометров. Инженерно-геодезические измерения проводятся вторым классом.

6.8 Мониторинг подземных коммуникаций заключается в визуальном обследовании состояния колодцев и поверхности грунта вдоль трасс водонесущих коммуникаций, а также в определении осадок и плановых перемещений обечаек колодцев водонесущих коммуникаций.

6.9 Мониторинг гидрогеологических условий площадки заключается в периодическом измерении уровня подземных вод и сопоставлении его с прогнозными значениями.

7 Техника безопасности при производстве работ по устройству геотехнического барьера

7.1 При производстве работ по устройству геотехнического барьера должны строго соблюдаться правила техники безопасности при строительных и горных работах, а также при работах на паровых, компрессорных, гидравлических и электрических установках согласно СНиП 12-03 и СНиП 12-04.

7.2 К техническому руководству инъекционными работами допускаются лица с дипломами специальных учебных заведений, дающими право технического руководства.

7.3 Все рабочие и служащие, занятые на инъекционных и ремонтных работах, в обязательном порядке проходят предварительное обучение технике безопасности. Перед началом работ все рабочие должны получить вводный инструктаж по технике безопасности от инженера, а на рабочем месте — от мастера или производителя работ. Повторный инструктаж по технике безопасности проводится не реже одного раза в три месяца.

7.4 Все лица, прошедшие предварительное обучение по технике безопасности и получившие вводный инструктаж от инженера, мастера или производителя работ, обязаны уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения (огнетушители, песок, вода и т.п.).

7.5 Все рабочие и служащие, а также лица технического надзора в зависимости от характера выполняемой работы должны быть снабжены индивидуальными средствами защиты: непромокаемой одеждой и обувью, предохранительными поясами и касками, рукавицами, респираторами, перчатками. Лица, не умеющие пользоваться индивидуальными средствами защиты, а также не имеющие последних, к работе не допускаются.

7.6 Место производства работ (буровая площадка, растворный узел, леса, подмости и т.п.) должно быть очищено от мусора, освобождено от посторонних предметов, достаточно освещено как днем, так и в темное время суток, иметь удобные подъездные или пешие подходы. Растворный узел должен иметь надежную визуальную или телефонную связь с местом работы.

7.7 Места складирования бурового инструмента, цемента, резиновых рукавов, труб, химреагентов и других материалов должны быть оборудованы в соответствии с правилами их безопасного хранения.

7.8 Перед началом работы ответственный за данный участок работы (прораб, мастер) обязан удостовериться в обеспеченности рабочих мест вентиляцией, средствами пожаротушения, а также в исправности предохранительных устройств кабельной сети, ограждений, сигнализации, средств связи и аппаратуры. Прораб или мастер обязан немедленно принять меры по устранению всех неполадок, замеченных до начала работ или во время работы. Если немедленное устранение неполадок невозможно, мастер или прораб обязан прекратить работы, вывести рабочих в безопасное место, сообщить об этом своему непосредственному начальнику и впредь до устранения неполадок никого на опасное место не допускать.

7.9 Придя на рабочее место, рабочий должен до начала работы удостовериться в безопасном состоянии своего рабочего места, наличии в исправности предохранительных устройств, обеспеченности рабочих мест вентиляцией, а также проверить исправность инструментов, меха-

низмов и приспособлений, необходимых для работы. Обнаружив недостатки, которые он сам не может устранить, рабочий, не приступая к работе, обязан сообщить о них лицам технического надзора.

7.10 Применяемое для работы оборудование, машины и механизмы, а также подмости, леса, настилы, стремянки, лестницы и другие приспособления должны быть исправны, отвечать требованиям общестроительных правил и по своей конструкции не иметь недостатков, препятствующих безопасному производству работ.

7.11 Передвижные машины (буровые станки, насосы) должны устанавливаться так, чтобы при эксплуатации исключалась возможность их непроизвольного смещения.

7.12 В нерабочее время все машины и механизмы должны быть приведены в состояние, исключающее возможность случайного пуска их в ход: пусковые приспособления должны быть отключены.

7.13 При внезапном прекращении подачи электроэнергии персонал, обслуживающий механизмы, обязан немедленно выключить электродвигатели, приводящие в движение механизмы.

7.14 Запрещается оставлять без присмотра машины и механизмы во время их работы.

7.15 Все открытые движущиеся части машин, механизмов и установок должны быть снабжены ограждениями, исключающими опасность травмирования людей этими частями и попадания в них посторонних предметов.

7.16 При чистке и ремонте машин и механизмов они должны быть предварительно остановлены, а также должны быть приняты меры против самостоятельного перемещения их движущихся частей.

7.17 Транспортирование труб, цемента, буров и другого оборудования должно производиться так, чтобы исключалась возможность их прикосновения к электрическим проводам и кабелям.

7.18 Электродвигатели и пусковая аппаратура на буровых станках и цементных установках должны быть защищены от попадания на них воды и раствора.

Приложение 1

Методика определения коэффициента переуплотнения грунта (OCR)

В случае если ранее грунт был переуплотнен, например ледником, необходимо, наряду с другими параметрами, задавать в расчете коэффициент переуплотнения грунта OCR, который определяется как отношение давления σ_{cz}, под которым грунт был ранее уплотнен, к давлению, действующему в настоящее время на грунт σ_{zi}. Определение σ_{cz} в первом приближении может производиться по результатам компрессионных испытаний пасты грунта (кривой первичной консолидации рис.1) следующим образом.

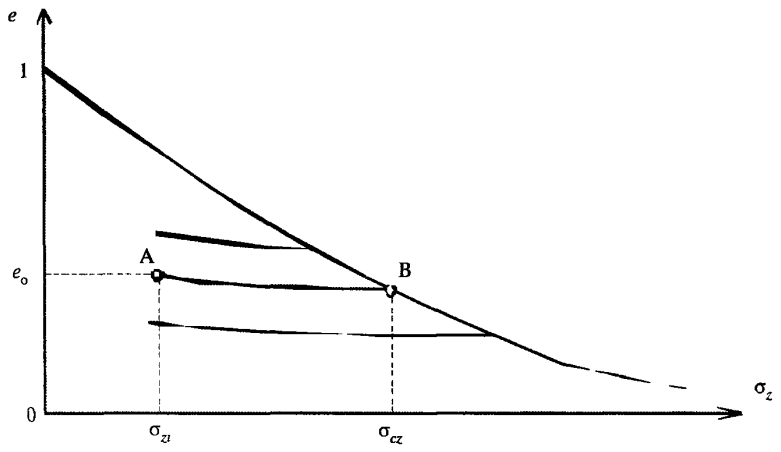


Рисунок 1 — **Результаты компрессионных испытаний пасты грунта и определение по ним ранее действующего давления на образец грунта σ_{cz}**

1 Первоначально определяются начальный коэффициент пористости естественного грунта e_o и эффективное напряжение на глубине z_i (в месте отбора образца грунта) $\sigma_{zi}=\gamma_i * z_i$, где γ_i — удельный вес вышерасположенного грунта, в том числе с учетом взвешивающего действия воды, если место отбора образца находится ниже уровня подземных вод.

2 Из грунта нарушенной структуры, отобранного с глубины z_i, приготавливается паста мягкопластичной консистенции.

3 Паста грунта уплотняется как в процессе стандартных компрессионных испытаний.

4 После того, как грунт уплотнится до коэффициента пористости больше коэффициента пористости естественного грунта e_o, производится разгрузка на каждой ступени нагружения (декомпрессия). Разгрузка во всех случаях производится до σ_{zi}.

5 Определяется положение точки А на рис.1 с координатами e_o, σ_{zi}, соответствующими естественному состоянию грунта.

6 От точки А проводится линия декомпрессии параллельно линиям декомпрессии грунта до пересечения с компрессионной кривой (точка В). Координата точки В по оси σ_z соответствует максимальному давлению σ_{cz}, которым грунт был когда-то уплотнен. Кривая нагрузки — разгрузки образца 1—В—А повторяет историю уплотнения (образования) грунта.

7 По полученным значениям определяется коэффициент OCR по следующей формуле:

$$OCR = \frac{\sigma_{cz}}{\sigma_{zi}}.$$

Приложение 2

Примерный перечень оборудования, применяемого при устройстве геотехнического барьера

1. Электрический отбойный молоток фирмы Makita.
2. Растворомешалка РМ 350.
3. Насос НБ 3/160.
4. Буровой станок типа СБГ.
5. Шланги высокого давления РВД-160.

Приложение 3

Наименование организации_____

Наименование строительного объекта _____

А К Т
разбивки осей инъекторов геотехнического барьера

«_____»_____200__ г.

Мы, нижеподписавшиеся_____
(от строительной организации)

_____
(от авторского надзора)

_____
(от технического контроля Заказчика)

установили, что разбивка осей инъекторов выполнена в соответствии с проектом и дополнительными указаниями проектной организации.

Приложение к акту:

Схема разбивки осей инъекторов
(подпись инженера-геодезиста)_____

Представитель строительной организации_____

Представитель авторского надзора_____

Представитель технического контроля Заказчика_____

Приложение 4

Наименование организации

_____

Наименование строительного объекта _____

А К Т

освидетельствования и приемки инъекционных скважин геотехнического барьера

«_____»_____200__ г.

Мы, нижеподписавшиеся_____

(от строительной организации)

_____

(от авторского надзора)

_____

(от технического контроля Заказчика)

установили, что инъекционные скважины №_____ выполнены в соответствии с проектом и дополнительными указаниями проектной организации.

Приложения к акту:

1. Акт разбивки инъекторов геотехнического барьера.
2. Журнал установки инъекторов.
3. Буровой журнал.
4. Журнал инъекции.
5. Сертификат на бентонит.
6. Сертификат на цемент.

Представитель строительной организации_____

Представитель авторского надзора_____

Представитель технического контроля Заказчика_____

Приложение 5

Журнал установки инъекторов

Наименование строительной организации_____

_____

Объект_____

_____

(с №_____по №_____)

Начало_____ Окончание_____

№ п.п.	Дата погружения	Вид погружения	Тип оборудования	Диаметр инъектора, мм	Абс. отм. верха инъектора, м	Длина инъектора, м	Исполнитель	Примечание

Приложение 6

Буровой журнал

Наименование строительной организации_____

_____

Объект_____

_____

Начало_____ Окончание_____

Тип бурового оборудования_____

Абсолютная отметка поверхности земли_____

Абсолютная отметка уровня подземных вод_____

№ п.п	№ скважины по проекту	Дата	Абс. отм. устья скважин, м		Абс. отм. низа скважин, м		Глубина погружения инъекторов, м	Диаметр бурения, мм	Исполнитель	Примечание
			проектная	фактическая	проектная	фактическая				

Приложение 7

Журнал инъектирования скважины

Наименование строительной организации_____

_____

Объект_____

_____

Исполнитель_____

№ п.п.	Отметка отверстия	Заполнительная цементация				Компенсационное нагнетание											
						Первый цикл				Второй цикл				Третий цикл			
		Дата	Количество раствора, л	В/Ц	Давление, МПа	Дата	Количество раствора, л	В/Ц	Давление, МПа	Дата	Количество раствора, л	В/Ц	Давление, МПа	Дата	Количество раствора, л	В/Ц	Давление, МПа

Приложение 8

Список рекомендуемой литературы

1. Mair R.J., Harris D.I., Love J.P., Blakey D. and Kettle C. Compensation grouting to limit settlements during tunnelling at Waterloo Station. Proceeding Tunnelling. 1994. 4, London, Institution of Mining and Metallurgy, Chapman and Hall, pp. 279—300.

2. Au, S.K. «Fundamental study of compensation grouting in clay». PhD thesis, 2001.University of Cambridge, U.K.

3. Mair R., Harris D. «Innovative engineering to control Big Ben's tilt». Earth, air and water. Cambridge University.

4. Kummerer. C., Schweiger H. F., Otterbein R., Watt A. Numerical modeling of the effects of compensation grouting, fundamental investigations and case study. Institute for soil Mechanics and foundation engineering Graz.

5. Romero V.S., Hansmire W. H. New methods or building protection from settlement due to Underground Transit construction. 2003. Jacobs Associates San Francisco.

6. Busland J. A tale of two towers: Big Ben and Pisa. FREng FRS.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГУП «НИЦ СТРОИТЕЛЬСТВО»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНОГО ИЛИ НАКЛОННОГО ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО БАРЬЕРА МЕТОДОМ КОМПЕНСАЦИОННОГО НАГНЕТАНИЯ

СТО 36554501-007-2006

Оригинал-макет подготовлен в ФГУП «НИЦ «Строительство» Отделом технического нормирования, внешних связей и издательской деятельности

Ответственная за выпуск *Л.Ф. Калинина*

Формат 60×84 $^{1}/_{8}$.

Тираж 100 экз. Заказ № 2500.

Отпечатано в ФГУП ЦПП

gost.e-ecolog.ru