

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПАРАД»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ЗАО «Парад»
Радюкевич П.И.

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИНЪЕКЦИОННОМУ ЗАКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ВЯЖУЩЕГО ЦЕМЕНТНОГО СВЕРХТОНКОГО ПОМОЛА
«ПАРАД Ц 650»**

Правила проектирования и производства работ

РАЗРАБОТАНО

Главный специалист по разработке
новой продукции ЗАО «Парад»

Львович В.И..

A handwritten signature in blue ink is located in the lower right quadrant, overlapping the text of the 'РАЗРАБОТАНО' section.

Настоящие «Рекомендации по инъекционному закреплению грунтов с применением вяжущего цементного сверхтонкого помола «Парад Ц 650» «Правила производства работ» разработаны ЗАО «Парад».

Рекомендации содержат описание области применения, рекомендации по приготовлению инъекционных составов, определению параметров проектного решения, контролю правильности параметров закрепления, описание последовательности и параметров инъекции, рекомендации по проведению инъекционных работ по закреплению грунтов с применением вяжущего цементного сверхтонкого помола «Парад Ц 650».

Применение Рекомендаций позволит правильно оценить возможности по закреплению грунтов с применением вяжущего цементного сверхтонкого помола «Парад Ц 650», повысить качество как проектных, так и производственных работ по инъекционному закреплению грунтов.

1 Введение

1.1 Настоящие Рекомендации устанавливают правила производства работ по инъекционному закреплению песчаных грунтов с применением вяжущего цементного сверхтонкого помола «Парад Ц 650» (далее - вяжущее Ц 650).

1.2 Вяжущее Ц 650 следует применять для закрепления песчаных грунтов с коэффициентом фильтрации (Кф) от 1,0 м/сут и более. По экономическим причинам применение ограничивается в песках с максимальным $K_f = 80$ м/сут.

1.3 Инъекционное закрепление песчаных грунтов с применением вяжущего Ц 650 следует производить в соответствии с проектной документацией, ПОС, ППР и требованиями настоящих Рекомендаций.

1.4 Инъекционное закрепление песчаных грунтов производится их пропиткой водным раствором на основе вяжущее Ц 650.

Для исключения возникновения разрывов грунта давление инъекции ограничивается 0,5 МПа. Расчетная прочность закрепления составляет от 0,4 до 1,5 МПа.

1.5 Вяжущее Ц 650 является минеральным гидравлическим вяжущим с особым тонким, постоянным и плавно изменяющимся гранулометрическим, а также определенным и стабильным химико-минералогическим составом.

Вяжущее Ц 650 изготовлено на основе портландцемента и модифицирующих добавок путем его дополнительного измельчения до тонины помола 11000 см² /г, благодаря чему обеспечивается хорошая проникающая способность в тонкие трещины, поры, пустоты в грунте, и таким образом происходит уплотнение и связывание

слабой грунтовой массы и образуется водонепроницаемый укрепленный массив, обеспечивая высокую гидроизоляцию скальным породам или почвенным массивам.

1.6 Вяжущее Ц 650, используемое для инъекционных растворов, должно удовлетворять требованиям ТУ ВУ 100926738.026-2017 «Вяжущее цементное для приготовления безусадочных строительных растворов и бетонов. Технические условия». Качественные характеристики вяжущего Ц 650 представлены в приложении А.

1.8 Допускается применение вяжущего Ц 650 для укрепления фильтрующих каменных конструкций.

2 Область применения

2.1 Закрепление песчаных грунтов цементацией с использованием вяжущего Ц 650 с образованием грунтоцементных массивов может применяться для:

- усиления оснований вновь строящихся и существующих зданий и сооружений;

- устройства фундаментов и других заглубленных конструкций разного назначения из закрепленных грунтов;

- увеличения несущей способности свай и других опор большого диаметра путем создания под ними подушек из закрепленного грунта;

- создания противofильтрационных завес в качестве мероприятий по гидроизоляции подземных сооружений и конструкций.

2.2 Допускается применение вяжущего Ц 650 для укрепления трещиноватых скальных грунтов и фильтрующих бетонов.

3 Характеристика вяжущего Ц 650

3.1 Вяжущее Ц 650 создано на основе портландцемента и модифицирующих добавок путем его дополнительного измельчения до тонины помола (в зависимости от вида дисперсности) $11000 \text{ см}^2/\text{г}$, при этом производитель гарантирует в его составе (в зависимости от вида дисперсности) размер частиц менее 6,0 микрон, менее 9 микрон и менее 10 микрон 95% частиц по массе, средний диаметр 50 % частиц по массе (в зависимости от вида дисперсности) колеблется в интервале 2,5...5 микрон.

3.3 Характеристики вяжущего Ц 650 приведены в Приложении А.

4 Проектирование инъекционного закрепления песчаных грунтов растворами вяжущего Ц 650

4.1 Общие положения

4.1.1 Инъекционное закрепление песчаных грунтов и материалов с применением вяжущего Ц 650 следует производить в соответствии с проектно-сметной документацией (далее по тексту – ПСД), проектом производства работ (далее по тексту – ППР) и техническими нормативными правовыми актами (далее по тексту – ТНПА) на их выполнение, а также с соблюдением требований технического регламента ТР 2009/013/ВУ*, охраны труда, противопожарной безопасности, производственной санитарии и настоящих Рекомендаций.

4.1.2 Инъекционное закрепление песчаных грунтов растворами вяжущего Ц 650 представляет собой искусственное, целенаправленное преобразование строительных свойств грунтов обработкой их в естественном залегании различными реагентами. Инъекционное закрепление песчаных грунтов с применением вяжущего Ц 650 осуществляется путем их пропитки водной суспензией на основе особо тонкого молотого цемента с модифицирующими добавками и является эффективным, экологически безопасным методом усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений.

4.1.3 Параметры закрепленного вяжущим Ц 650 грунта (объем и прочность) задаются в проектном решении.

Выбранные значения проверяются в лаборатории на образцах натурального грунта нарушенной структуры с целью подтверждения выбранных параметров или их корректировки.

Скорректированные значения выбранных параметров опробуются на опытном участке в натуральных грунтовых условиях с обязательным вскрытием закрепленных грунтовых массивов для оценки сплошности закрепления и прочности закрепленного грунта.

По результатам опробования на опытном участке производится окончательное уточнение параметров проектного решения.

4.2 Подбор рецептуры инъекционной суспензии

4.2.1 Вяжущее Ц 650 в виде водного раствора применяются для инъекционного закрепления грунтов и строительных конструкций.

4.2.2 Подбор рецептуры вяжущего 650 должен включать в себя следующие этапы:

- выбор марки вяжущего Ц 650 по дисперсности и жизнеспособности;
- определение водоцементного отношения (В/Ц), способной пропитывать исследуемые пески;

4.2.3 Водоцементное отношение должно назначаться в зависимости от проницаемости грунта и требуемой прочности закрепленного песка.

4.3 Приготовление вяжущего Ц 650

4.3.1 При приготовлении инъекционного раствора с применением вяжущего Ц 650 необходимо добиваться максимальной дисперсии микроцемента в воде затворения.

4.3.2 Подача компонентов и приготовление раствора должны осуществляться в следующей последовательности:

- залив воды в смеситель в полном объеме;
- подача вяжущего Ц 650 в полном объеме;
- перемешивание в течение 3 мин.

4.3.3 В ходе инъекционных работ для поддержания однородности, приготовленный инъекционный раствор должен постоянно активироваться на скорости 100-200 об/мин или барбатироваться воздухом.

4.3.4 Качество раствора считается удовлетворительным для проведения инъекционных работ, если вязкость соответствует времени истечения 1 л из воронки Марша 28 с при В/Ц = 5, 30 с при В/Ц = 4 и 36 с при В/Ц = 3.

Проверка качества инъекционного раствора является проверкой соблюдения технологии приготовления.

4.4 Расчетный объем инъекционной суспензии

4.4.1 Объем раствора вяжущего Ц 650, необходимый для пропитки и закрепления песков в расчетном заданном объеме, рассчитывается с учетом объема порового пространства закрепляемого грунта, а также с учетом потерь раствора в процессе инъекции и вычисляется по формуле:

$$V_{расч.} = V_{гр} k_1 k_2 k_3, (M^3) \quad (1)$$

где: $V_{гр}$ – расчетный объем закрепленного грунта (M^3);

k_1 - коэффициент потерь за счет капиллярного отсоса воды из раствора в грунт;

k_2 - коэффициент потерь из-за фильтрационного оттока воды из раствора под давлением потока;

k_3 - коэффициент потерь из-за неравномерного распространения раствора за счет неодинаковой пористости грунта в зоне инъекции в соответствии с таблицей 5,5;

n – пористость песка (д.е.).

4.4.2 Объем закрепляемого грунта ($V_{гр.}$) при инъекции вяжущим Ц 650 в грунт принимается равным объему цилиндра сечением, равным расчетному диаметру распространения раствора (D_m) (м) и высоты, определяемой между смежными горизонтами нагнетания - манжетами инъектора, и рассчитывается по формуле:

$$V_{закр.} = D_m/4 \times h_m, (м^3) \quad (2)$$

4.4.3 Коэффициент потерь объема инъекционного раствора вяжущего Ц 650 за счет капиллярного отсоса воды из суспензии в грунт (k_1), а также максимальный диаметр распространения инъекционного раствора в грунте рекомендуется принимать по таблице 4.4.3.

Таблица 4.4.3

Категория влажности песчаного грунта	Значение k_1
Водонасыщенный	1
Влажный	1,1
Маловлажный	1,2

4.4.4 Коэффициент потерь объема инъекционного раствора вяжущего Ц 650 за счет гравитационного и фильтрационного оттока суспензии (k_2) определяется по таблице 4.4.4.

Таблица 4.4.4

Категория плотности залегания песчаного грунта	Вид песчаного грунта	Значение k_2	Рекомендуемый максимальный диаметр распространения инъекционного раствора (диаметр массива), м
Плотный	Средней крупности	1,05	1
	Крупный	1,1	1,3
Средней плотности	Средней крупности	1,1	1,1
	Крупный	1,15	1,4
Рыхлый	Средней крупности	1,15	1,2
	Крупный	1,2	1,8

4.4.5 Коэффициент потерь из-за неравномерного распространения инъекционного раствора за счет неодинаковой пористости грунта в зоне инъекции (k_3) определяется по таблице 4.4.5.

Таблица 4.4.5

Проектная задача	Значение k_3
Закрепление грунта под ленточными фундаментами	1,0
Закрепление грунта вокруг свай	1,05
Закрепление грунта при устройстве стен подвалов в существующих зданиях	1,1
Закрепление грунта под штучными фундаментами	1,15
Закрепление грунта при устройстве противофильтрационных завес и экранов, стен в грунте	1,4

4.4.6 Для закрепления грунтов инъекторы в скважине располагаются в шахматном порядке. Расстояние между инъекторами (L) определяют формулой:

$$L = k_m \times D, (м) \quad (3)$$

где D – принятый диаметр распространения раствора при закреплении грунта, м;

k_m – коэффициент выравнивания массива, значение которого принимается в зависимости от назначения инъекционного закрепления и вида конструкции фундамента в соответствии с таблицей 4.4.6.

Таблица 4.4.6

Проектная задача	Значение k_m
Закрепление грунта под ленточными фундаментами	0,9
Закрепление грунта вокруг свай	0,8
Закрепление грунта при устройстве стен подвалов в существующих зданиях	0,7
Закрепление грунта под штучными фундаментами	0,6
Закрепление грунта при устройстве противофильтрационных завес и экранов, стен в грунте	0,6

5 Последовательность и параметры инъекции

5.1 Инъекция цементным вяжущим Ц 650 должна осуществляться в режиме пропитки, с полным заполнением порового пространства, без разрывов и с сохранением природной структуры грунта.

5.2 Максимальное давление подачи инъекционного состава не должно превышать 0,5 МПа.

5.3 При инъекции в водонасыщенные грунты максимальное давление должно увеличиваться на величину статического давления водяного столба на глубине инъекции.

5.4 Давление регулируется интенсивностью расхода вяжущего Ц 650. Рекомендуемый интервал давления инъекции 0,1-0,45 МПа (без учета давления водяного столба).

Регулировка интенсивности расхода вяжущего Ц 650 рекомендуется в интервале 0-15 л/мин.

5.5 Подача раствора должна осуществляться плавно без колебаний интенсивности подачи.

Для данной цели рекомендуется применение двухплунжерных инъекционных насосов непрерывной плавной подачи инъекционного состава с регулировкой интенсивности от 0 до 15 л/мин.

5.6 Давление нагнетания раствора следует контролировать и учитывать глубину нагнетания, т. е. с учетом веса столба жидкости.

Для контроля интенсивности расхода и давления нагнетания раствора следует использовать электронные следящие устройства постоянного действия, с сохранением результатов измерений в памяти устройства.

5.7 Нагнетание раствора через каждую зону нагнетания надлежит производить до «отказа». За «отказ» следует принимать:

- поглощение скважиной (зоной) расчетного количества инъекционного раствора при давлении нагнетания, не превышающем проектное;

- снижение расхода инъекционного раствора до 0,1-1,0 л/мин на иньектор (зону) с одновременным повышением давления нагнетания выше проектного, если величина расхода при «отказе» особо не оговорена в проекте;

- интенсивность инъекции (не превышая максимальное давление инъекции) не позволяет выработать проектный объем суспензии в 1 зону в течение времени годности раствора.

5.8 При достижении «отказа» инъекция прекращается и оставшийся объем раствора добавляется к объему инъекции следующей зоны (зон) или соседнего иньектора.

5.9 В случае разрыва грунта (падение давления до значений близких к нулю или выход раствора на поверхность) следует прекратить инъекцию на 10 мин и возобновить ее с минимальной интенсивностью. Если разрывы грунта продолжаются – зафиксировать отказ инъекции.

5.10 Для недопущения появления осадка в растворе вяжущего Ц 650 при В/Ц >1,0 инъекционный раствор должен постоянно перемешиваться активатором на скорости 100-300 об/мин.

5.11 Шланги и оборудование после использования инъекционного раствора вяжущего Ц 650 должны промываться холодной водой.

6 Контроль правильности параметров закрепления.

6.1 Для проверки правильности заложенных в проект параметров закрепления на первоначальном этапе работ по закреплению, на определенном ограниченной величины участке или на опытном участке объекта строительства, или в условиях, близких к условиям объекта, должно производиться вскрытие закрепленного на этом участке массива скважинами и шурфами с обследованием его конфигурации и размеров, сплошности и однородности закрепления и с отбором закрепленных образцов для лабораторных испытаний.

На отобранных образцах определяют прочностные (при необходимости деформационные характеристики, водостойкость и коэффициент фильтрации) закрепленных грунтов.

6.2 Количество инъекционных скважин на опытном участке должно составлять не менее 1 % от количества запроектированных по объекту инъекционных скважин. Количество образцов закрепленного грунта, отобранных из каждой скважины на опытном участке, должно быть не менее 3-х из каждого напластованиях разнородных грунтов.

6.3 Оценка соответствия качества закрепления проектным требованиям в целом по объекту, а, следовательно, и правильности заданных проектом параметров закрепления, производится по результатам визуального обследования, отбора проб в шурфах, а также бурения контрольных скважин.

Количество контрольных скважин ориентировочно должно составлять 3-5 % общего количества инъекционных скважин, а число шурфов назначается примерно из расчета один шурф на 0,3 – 0,5 тыс. м³ закрепленного грунта, но не менее двух шурфов на объект.

6.4 К вскрытию закрепленного массива скважинами и шурфами следует приступать не ранее, чем через 2 недели после окончания закрепления.

6.5 Если в результате контрольного закрепления обнаруживается недопустимое несоответствие качества закрепления проектным требованиям, то авторский надзор должен внести в проект закрепления соответствующие коррективы, после чего производятся повторные контрольные закрепления до устранения несоответствия.

7 Производство инъекционных работ по закреплению грунтов

7.1 Общие положения

В данном разделе представлены рекомендации по организации и качественному производству инъекционных работ с применением вяжущего Ц 650. При этом рассматриваются особенности оборудования, оснастки, технологических приемов, контроля качества работ и условий обращения вяжущим Ц 650.

Рекомендации по технологическим аспектам инъекционных работ предназначены для разработки технологических регламентов и проектов производства работ.

Указания конструкции инжекторов, манжетных труб и обтюраторов, варианты схем установки инжекторов при производстве работ, технологические и конструктивные схемы применения вяжущего Ц 650 в соответствии с приложениями В-Е.

7.2 Смесительное оборудование

7.2.1 Вследствие универсальности решаемых задач (от небольших объемов закачки в стесненных условиях до больших объемов закачки в промышленных масштабах при работе в открытом поле) выбор оборудования для приготовления инъекционных растворов требуемого объема замеса очень широк.

Замес вяжущего Ц 650 осуществляется:

- в коллоидном миксере (турбинный активатор) с числом оборотов от 400 об/мин.;

- в скоростном смесителе с лопаточным активатором с числом оборотов вала не менее 2800 об/мин;

- при небольших объемах, с применением в качестве привода скоростной электродрели (более 2800 об/мин) с активатором, аналогичным активатору для малярных красок.

7.2.2 Для замеса суспензии объемом до 50 л рекомендуется применять смеситель.

7.2.3 Для замеса объемом более 50 л рекомендуется применять наиболее распространенный смеситель РМ с активатором турбинного многолопаточного типа (объем смесителя 350 л, 500 л, 750 л).

7.3 Насосное оборудование

7.3.1 В качестве инъекционного насоса рекомендуется использовать двух-плунжерный насос с постоянной подачей. Регулировка интенсивности подачи насоса должна осуществляться от 0 до 10-15 л/мин.

7.3.2 Для хорошо инжецируемых грунтов возможно использовать буровой трехплунжерный насос НБ-3, НБ-4. Диаметр плунжеров должен быть не более 45 мм. Для инъекции трещин в конструкциях может применяться ручной насос.

7.3.3 Рекомендуется на выходе насоса устанавливать регулируемый перепускной клапан.

7.3.4 Регулировка клапана на 0,5 МПа позволит избежать возможных разрывов грунта при применении насосов НБ-3, НБ-4 и других насосов с нерегулируемой интенсивностью подачи.

7.3.5 Применение сжатого воздуха и воздушных ресиверов (мощностью 0,5 МПа) для инъекции возможно при условии допуска данного оборудования к эксплуатации на строительной площадке органами технического надзора.

7.3.6 Шланги и соединения должны быть рассчитаны на давление до 3,0 МПа.

7.4 Инъекторы и технология инжецирования

7.4.1 Закрепление грунтов производится по технологии с применением буровых скважин, оборудованными манжетными колоннами.

7.4.2 При решении всех проектных задач, кроме закрепления грунта при устройстве горизонтальных противofильтрационных завес, разгружающих экранов и целиков, инъекция должна осуществляться через 1 створ с последующей инъекцией пропущенных.

7.4.3 При закреплении грунта для горизонтальных противofильтрационных завес, разгружающих экранов и целиков инъекция должна осуществляться от центра к периметру массива равномерно во все стороны в смежные инъекторы без пропуска.

7.4.4 При закреплении грунта целиков из тоннелей (горизонтальное расположение инъекторов) инъекция должна осуществляться по рядам снизу вверх и от центра в стороны в смежные инъекторы без пропуска инъекторов.

7.4.5 Для крупных песков рекомендуется горизонтальная схема инъекции. Инъекция должна осуществляться последовательно во все установленные инъекторы по одному горизонту нагнетания (зоне) в каждый инъектор, начиная с нижнего. Затем инъекция должна производиться в следующую вышележащую зону в каждый

инъектор. Перерыв между инъекциями соседних зон в одном инъекторе должен быть не менее 6 ч. Таким образом, инъекция должна осуществляться послойно снизу вверх до достижения верхних отметок закрепляемого массива грунта.

7.4.6 Для мелких песков рекомендуется вертикальная схема. Инъекция должна осуществляться последовательно во все зоны каждого инъектора снизу вверх.

7.4.7 Смешанная схема рекомендуется для песков средней крупности. Инъекция должна осуществляться последовательно в нижние зоны каждого инъектора. Затем инъекция повторяется в оставшиеся зоны по вертикальной схеме в каждый инъектор.

7.4.8 При точечной схеме инъекция должна осуществляться из одной точки (из единственной манжеты инъектора или из нескольких одновременно). Такая схема применяется для устройства горизонтальных противодиффузионных завес и плитных целиков толщиной до 2 м.

7.4.9 Диаметр инъекционных скважин и диаметр манжетных труб задается проектом.

7.4.10 Бурение инъекционных скважин в неустойчивых или увлажненных грунтах, а также при глубине скважин более 3 м следует осуществлять с буровым раствором. Буровой раствор является одновременно обойменным раствором и должен иметь состав: цемент/бентонит/вода в пропорции 1,0/0,2/0,8. Выдержка раствора не менее 24 часов.

7.4.11 При начале инъекции в период менее 12 ч после установки инъектора в качестве обойменного раствора может применяться тощий цементно-песчаный раствор.

7.4.12 В зоне манжетной части инъектора скважина должна заполняться обойменным раствором. В зоне глухой части инъектора скважина должна заполняться цементно-песчаным раствором.

7.4.13 При погружении инъектора в скважину, заполненную обойменным раствором, а также при подаче обойменного раствора в скважину, инъектор должен заполняться водой.

7.4.14 Установленный инъектор должен закрываться заглушкой и маркироваться.

7.5 Контрольно-измерительное оборудование

7.5.1 При инъекции вяжущего Ц 650 должны фиксироваться в постоянном режиме следующие параметры:

- давление инъекции;
- интенсивность расхода суспензии.

7.5.2 Для этой цели наиболее эффективным являются электронные следящие устройства с индуктивными датчиками. Данные устройства выводят на экран монитора и записывают на запоминающее устройство параметры инъекции.

7.5.3 Смесители должны быть оборудованы мерными линейками или счетчиками воды.

7.5.4 Рекомендуется иметь на строительной площадке воронку Марша, тарированные емкости, весы, формы для изготовления образцов.

7.6 Контроль качества при производстве инъекционных работ

7.6.1 Для обеспечения необходимого качества закрепления грунтов производство работ должно сопровождаться комплексом соответствующих контрольных мероприятий с обязательным ведением исполнительной документации по этим мероприятиям.

7.6.2 При производстве работ по инъекционному закреплению грунтов вяжущим Ц 650, состав контролируемых показателей, предельные отклонения, объем и методы контроля должны соответствовать табл. 7.6.

Таблица 7.6

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1 Проверка качества вяжущего Ц 650	Качество вяжущего Ц 650 должно соответствовать требованиям ТУ ВУ 100926738.026-2017.	Контроль осуществляется для каждой поступающей на стройплощадку партии материала регистрационным методом (по сертификатам, накладным, паспортам и т.п.). После длительного (более 6 мес.) срока хранения или при хранении в ненадлежащих условиях следует определять гранулометрический состав. Для одного определения гранулометрического состава требуется 10 г сухого материала. Изготовление образцов путем замеса проб инжецируемого грунта с приготовленным раствором вяжущего Ц 650.

		Замес осуществляется в пропорции объемов: 1 объем грунта, 1/3 объема раствора. Приготовленным раствором заполняются формы размером: 40x40x200 мм. Образцы после схватывания хранить под водой. Контроль процесса твердения вести в течение 28 сут.
Проверка правильности проектных (расчетных) параметров и технических условий на производство работ путем контрольного закрепления	Качество закрепленного в результате контрольного закрепления грунтового массива (сплошность и однородность закрепления, форма и размеры массива, прочностные и деформационные характеристики закрепленных грунтов, при необходимости водонепроницаемость) должно соответствовать требованиям проекта. Предельные отклонения измеряемых величин не более 10 %	Измерительный и визуальный, по указаниям проекта. Объем контрольного закрепления и номенклатура контролируемых показателей устанавливаются проектом в зависимости от значимости объекта и объема работ по закреплению.
3 Показатели качества закрепленного массива (сплошность и однородность закрепления, форма и размер закрепленного массива).	По указанию проекта. Отклонение от проекта не менее 3 %.	При отсутствии указаний количество контрольных скважин ориентировочно должно составлять 3-5 % от общего количества инъекционных скважин, а число шурфов назначается примерно из расчета один шурф на 0,3-0,5 тыс. м ³ закрепленного грунта, но не менее двух шурфов на объект. При отборе, упаковке и хранении образцов закрепленных грунтов из шурфов и скважин следует руководствоваться ГОСТ 12071-84.
4 Характеристики инъекционного раствора и их соответствие проектным параметрам (плотность раствора, вязкость раствора, седиментация раствора, температура и	Отклонение фактического значения плотности раствора от проектного значения допускается в пределах $\pm 0,01$ г/см ³ . Отклонение фактического времени истекания 1 л раствора из воронки	Измерительный, по указаниям проекта. Приготовленный инъекционный раствор налить в тарированную емкость и поместить в прохладное, защищенное от солнечных лучей место. Место хранения

<p>т.д., установленные проектом.</p>	<p>Марша от нормативного в пределах ± 2 с. Допустимое превышение фактической седиментации раствора за 60 мин. от нормативного не более чем на 5 %.</p>	<p>образцов раствора не должно подвергаться вибрации. Оценка качества раствора производится по показателю седиментации.</p>
<p>5 Давление и расход инъекционного раствора, а также другие технологические параметры, установленные проектом и проверенные контрольным закреплением</p>	<p>Допускается превышение фактического давления над максимально допустимым на 0,05 МПа. Допускается резкое падение давления инъекции до значений близких к нулю при продолжительности низкого значения давления не более 2 мин. Отклонение фактического объема раствора при инъекции в 1 зону от проектного значения ($V_{\text{раств.}}$) допускается в пределах ± 10 л.</p>	<p>Измерительный, периодический (ежесменно) с регистрацией в журнале по форме, Приложения В. Контроль параметров инъекции должен осуществляться по данным следящего устройства постоянного действия (электронные приборы, самописцы) и (или) по журналу инъекционных работ, в которых фиксируются инъектор и зона инъекции, продолжительность и давления инъекции, интенсивность расхода и расход инъекционного раствора. При контроле давления инъекции следует фиксировать превышения максимального давления и резкие падения давления до значений близких к нулю.</p>
<p>6 Показатели качества закрепленного грунтового массива (сплошность и однородность закрепления, форма и размеры закрепленного массива, прочностные, деформационные характеристики грунтов и другие показатели, предусмотренные проектом).</p>	<p>Должны соответствовать проекту.</p>	<p>Измерительный, по указаниям проекта. При отсутствии указаний количество ориентировочно должно составлять 3-5 % от общего количества инъекционных скважин, а число шурфов назначается примерно из расчета один шурф на 0,3-0,5 тыс. м³ закрепленного грунта, но не менее двух шурфов на объект, кроме того, статическое или динамическое зондирование и обследование закрепленных массивов геофизическими методами. При инъекционном закреплении грунтов-оснований или фундаментов действующих сооружений – проведение инструментальных</p>

			наблюдений за осадками фундаментов и другими деформациями до, во время и после закрепления по ГОСТ 24846-2012.
7 Допустимые линейные отклонения при разбивке мест размещения инъекторов или инъекционных скважин в плане	По указанию проекта. При отсутствии такового – не более 3 % измеряемого расстояния между точками разбивки.		То же, не реже чем через каждые 10 точек разбивки.
8 Допустимые линейные отклонения инъекторов и инъекционных скважин от проектного направления: - при глубине погружения инъектора до 5 м - при большей глубине	1 % глубины 0,5 % глубины		Измерения кривизны скважин через каждые 5 м
9 Температура инъекционного раствора при нагнетании	Должна быть не ниже 5 °С		Измерительный, периодический (ежесменно)

Приложение А

(обязательное)

Основные характеристики цементного вяжущего Ц 650

Наименование показателя	Значение показателя
1 Внешний вид	Сыпучий порошок светло-серого цвета
2 Тонкость помола: удельная поверхность, см ² /г, не менее	11000
3 Содержание хлор-ионов, %, не более	0,1
4 Предел прочности на сжатие*, МПа, не менее, в возрасте: 1 сут 28 сут	30 50
5 Сроки схватывания*, мин начало конец	20-40 100-150
6 Растекаемость раствора вяжущего**, мм, не менее	270
* Определяют при водоцементном соотношении 0,5. ** Определяют при водоцементном соотношении 1,0.	

Тонкость помола (кривая отсева)

< 22 микрон	100 %
< 15 микрон	99 %
< 10 микрон	95%
< 5 микрон	72 %
< 2 микрон	12 %

Приложение Б

(обязательное)

Методика лабораторных испытаний грунта на проницаемость

Образец натурального грунта в высушенном состоянии взвешивается, помещается в инъекционную колонку $D = 50$ мм, $H = 500$ мм с торцевым сетчатым фильтром.

Устраивается капиллярный подсос грунта при его уплотнении во влажном состоянии. Определяется коэффициент фильтрации. Рассчитывают плотность и объем пор в образце грунта.

Замес инъекционного раствора осуществляется в скоростном смесителе при $n = 3000$ об/мин в течение 3 мин. Объем приготавливаемого замеса должен превышать объем пор в инъекционной колонке в 3,5 раза и учитывать объем трубок и полостей.

Насосом осуществляется подача раствора в колонку с ориентировочным расходом 120 мл/мин.

По манометру контролируется давление, которое не должно превышать 0,5 МПа.

Фиксируется объем раствора, вошедший в инъекционную колонку. При объеме вошедшего раствора равном тройному объему пор грунта в инъекционной колонке подачу раствора прекращают.

После инъекции колонка снимается и помещается в водную среду. Время твердения образца 28 дней.

Затвердевший грунтобетонный массив извлекается из колонки и нарезается на цилиндры высотой 100 мм, что соответствует стандартным образцам для испытаний. Далее образцы испытывают по ГОСТ 10180-2012 с определением прочности.

Приложение В

(обязательное)

Форма инъекционного журнала

Наименование объекта _____

Дата _____

Производитель работ _____

Рецептура замеса:

марка вяжущего Ц 650 и количество _____

количество воды _____

объем выхода инъекционного раствора _____

№ инъектора	№ зоны инъекции	Объем инъек- ции проект- ный, л	Объем инъекции фактиче- ский, л	Макси- мальное давление инъекции, бар	Макси- мальный расход, л/мин	Время инъекции, мин	Примечание*

* В графе фиксируются факты отказа инъекции