ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТАЦИИ В ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ТУННЕЛЯХ

ВСН 34 23.056-90

Минэнерго СССР

Издание официальное

Министерство энергетики и электрификации СССР

Москва 1991

gost.e-ecolog.ru

УДК 624.196.8

РАЗРАБОТАНЫ институтом "Гидроспецпроект" Минэнерго СССР (канд. техн.наук Малышев Л.И. - руководитель темы, Пониматкин П.У. - ответственный исполнитель) и ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева Минэнерго СССР (канд. техн.наук Пак А.П. - руководитель темы, Фурсов Л.Ф. - ответственный исполнитель) с участием ВПСМО "Союзгидроспецстрой" Минэнерго СССР (Селиванов Н.Г., канд.техн.наук Живодеров В.Н.).

ВНЕСЕНЫ ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева и институтом "Гидроспецпроект".

ПОДГОТОВЛЕНЫ к утверждению ВПСМО "Союзгидроспецстрой" (исполнитель Дмитриев Н.В.) и Главтехстроем (исполнитель Воробьев И.Н.) Минэнерго СССР.

С введением в действие ВСН 34 23.056-90 /Минэнерго СССР "Проектирование цементации в гидротехнических туннелях" утрачивают силу "Указания по проектированию цементации в гидротехнических туннелях" ВСН 03-74 /Минэнерго СССР.

Согласованы с Госстроем СССР. Письмо № АЧ-1922-7 от 21.09.90.

Редактор - Н.П. Ранцева
Технический редактор - И.П. Тарасова
Корректор - Л.А. Журавлева

Подписано в печать 19.03.91
Формат 60x84 1/16 Печать офсетная
Усл.печ.л. 3,02 Усл.кр.-отт. 2,81 Уч.-изд.л. 3,12
Тираж 2000 экз. Заказ № 200 Цена 62 коп.

Центр научно-технической информации по энергетике и электрификации Минэнерго СССР, 129041 Москва, проспект Мира, д. 68, тел. 237-62-65

Типография Информэнерго, 129041 Москва, 1-й Переяславский пер., д. 5

© ИНФОРМЭНЕРГО, 1991

Группа Ж02

Министерство энергетики и электрификации СССР (Минэнерго СССР) ОКСТУ 0021	Ведомственные строительные нормы Проектирование цементации в гидротехнических туннелях	ВСН 34 23. 056-90/Минэнерго СССР Взамен ВСН 03-74/ Минэнерго СССР

Настоящие нормы распространяются на проектирование цементации в гидротехнических туннелях, а также в других подземных сооружениях (машинных залах, помещениях затворов и т.д.), входящих в состав гидроэлектростанций, мелиоративных систем, систем водоснабжения; требования настоящих норм должны соблюдаться также при составлении проектов производства работ.

Нормы устанавливают требования к следующим видам цементации:

заполнительной цементации, предусматривающей заполнение пустот за обделкой;

укрепительной цементации, предусматривающей улучшение прочностных, деформативных и противофильтрационных свойств скальных грунтов, окружающих подземное сооружение.

Основные термины и определения, принятые в настоящих нормах, приведены в справочном прил.I.

Внесены Всесоюзным ордена Трудового Красного знамени научно-исследовательским институтом гидротехники им.Б.Е.Веденеева, специализированным проектно-изыскательским и экспериментально-конструкторским институтом "Гидроспецпроект"	Утверждены приказом Минэнерго СССР от 29 ноября 1990 г. № 171а	Срок введения в действие I апреля 1991г.

Издание официальное

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. При проектировании цементации в гидротехнических туннелях должны выполняться требования СНиП I.02.0I-85, СНиП 2.06.09-84, СНиП 3.0I.0I-85, СНиП IУ-2-84, а также настоящих ВСН.

I.2. Цементацию в подземных гидротехнических сооружениях следует проектировать на основании и с учетом:

результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, содержащих данные о физико-механических и фильтрационных характеристиках отдельных участков массива грунта по трассе сооружения, уровнях и химическом составе грунтовых вод, области их питания, данные о трещиноватости, механическом и химическом составе заполнителя трещин;

опыта и результатов цементационных работ в аналогичных инженерно-геологических условиях;

данных о параметрах сооружения (размеры, тип обделки, напор и т.д.),

опытных цементационных работ и их эффективности, проведенных по трассе туннеля на предварительных стадиях проектирования (для туннелей I и II классов);

технико-экономического сравнения вариантов проектных решений и принятого оптимального варианта, обеспечивающего рациональное использование прочностных, деформативных и фильтрационных свойств грунтов укрепленных цементацией и материала обделки сооружения при наименьших приведенных затратах.

I.3. Заполнительная цементация за обделку должна предусматриваться во всех случаях за исключением:

сооружений с обделками из набрызгбетона или монолитно-прессованного бетона;

наклонных (с углом наклона оси сооружения к горизонту более 30 град)и вертикальных водоводов с обделкой из литого бетона при отсутствии сплошной затяжки временной срочной крепи;

туннелей, проходимых в плывунных и водонасыщенных песчаных грунтах.

Первичное нагнетание не следует производить при сооружении сборных обделок, обжатых в грунт.

I.4. Пустоты за обделкой глубиной до 0,5 м должны заполняться нагнетанием цементационного (цементно-песчаного) раствора. Пустоты более 0,5 м должны заполняться бетонной смесью, как правило, в процессе бетонирования обделки. Допускается ликвидация больших пустот методом раздельного бетонирования или путем забутовки с последующим нагнетанием цементно-песчаного раствора.

I.5. При наличии за обделкой туннеля больших протяженных пустот (например, карстовых) степень их заполнения должна быть обоснована в проекте; при этом мощность слоя материала заполнения над обделкой должна быть не менее одного радиуса туннеля.

I.6. Укрепительную цементацию скальных и полускальных грунтов допускается осуществлять, как правило, при следующих условиях:

раскрытие трещин в грунтах более 0,I мм;

удельное водопоглощение грунтов до их цементации более 0,0I л/(мин·м^2);

действительная скорость грунтовых вод менее 3000 м/сут;

химический состав грунтовых вод не нарушает процесса схватывания и твердения цемента;

грунты имеют положительную температуру.

I.7. Цементационные работы должны выполняться, как правило, до устройства гидроизоляции и дренажа в туннеле или должны быть предусмотрены мероприятия, учитывающие возможность восстановления дренажа в случае выхода из строя.

I.8. Заполнительная и укрепительная цементация, как правило, выполняются непосредственно из подземного сооружения; при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается выполнение цементации через скважины, буримые из существующих, рядом расположенных выработок или из выработок специально проходимые для этой цели.

I.9. В случае обнаружения дефектов в бетоне обделки (раковины, трещины) они должны быть ликвидированы до начала нагнетания раствора. В сборных обделках швы должны быть герметично зачеканены.

2. ЗАПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ

2.I. Общим требованием к заполнительной цементации является необходимость заполнения зазоров и пустот между обделкой сооружения и грунтом, между слоями многослойных обделок (например, между обделкой и временной крепью, сооружаемой в процессе проходки туннеля) с целью обеспечения совместной работы обделки и грунта, недопущения осадок подземных и надземных сооружений и просадок поверхности грунта.

2.2. Заполнительная цементация выполняется в две очереди (в два этапа): сначала выполняется первичное нагнетание стабильных растворов через скважины (отверстия) рядов первой очереди, затем контрольное (повторное) нагнетание через скважины рядов второй очереди, расположенных между рядами скважин первой очереди с целью ликвидации оставшихся пустот и усадочных трещин в затвердевшем растворе первичного нагнетания.

В сборных обделках повторное нагнетание может производиться в скважины, разбуренные через отверстия для первичного нагнетания.

2.3. В многослойных бетонных обделках, как правило, должно предусматриваться последовательное проведение заполнительной цементации за каждый слой обделки, сначала должна проводиться цементация за наружный слой, а затем - сооружение внутреннего слоя и проведение цементации за него.

При специальном обосновании допускается проведение заполнительной цементации за каждый слой после возведения всех слоев обделки; цементация в этом случае сначала проводится за внутренний слой, затем - за наружный.

2.4. Материал заполнительной цементации для первичного нагнетания за сводовую часть сооружения должен отвечать следующим требованиям:

а) марка материала по прочности на сжатие для напорных туннелей должна быть не менее удвоенной величины расчетного внутреннего давления (в МПа) воды в туннеле и не менее В2,5;

б) марка материала по прочности на сжатие для безнапорных сооружений должна быть не менее В1;

в) модуль упругости материала для напорных туннелей с несущей обделкой и внутренним расчетным давлением воды в туннеле свыше I МПа должен быть, как правило, равен величине модуля деформации грунтов, принятой в расчете обделки.

г) раствор, закачиваемый за сборную обделку должен схватываться до начала передвижки проходческого комплекса.

Влияние модуля упругости и мощности слоя материала заполнительной цементации на величину приведенного коэффициента упругого отпора грунта определяется согласно указаниям рекомендуемого прил.2 настоящих норм.

2.5. В проектах необходимо предусматривать выполнение первичного нагнетания непосредственно за сооружением обделки при достижении

бетоном 75 % проектной прочности. Для монолитных обделок отставание по длине сооружения допускается не более 60 м.

Первичное нагнетание раствора за сборную обделку должно производиться за каждое последнее уложенное кольцо в следующей последовательности:

при щитовой проходке в нижней части кольца нагнетание производится после установки блоков кольца до горизонтального диаметра, а в верхней части сечения - на предыдущем кольце;

при сооружении туннеля без щита: в нижней части кольца заполнение раствором производится после установки блоков кольца до горизонтального диаметра, а в верхней части - после монтажа всего кольца.

В устойчивых грунтах с коэффициентом крепости по Протодьяконову выше I,5 нагнетание допускается проводить до уровня горизонтального диаметра последнего собираемого кольца, а на всю высоту кольца - с отставанием не более трех колец.

2.6. При проходке туннелей в вечномерзлых или искусственно замороженных грунтах заполнительную цементацию, как правило, необходимо проводить методом термоса или растворами с противоморозными добавками, состав которых назначается согласно разд.2 ВСН 36-86 /Минэнерго СССР "Возведение обделок подземных гидротехнических сооружений в вечномерзлых скальных грунтах".

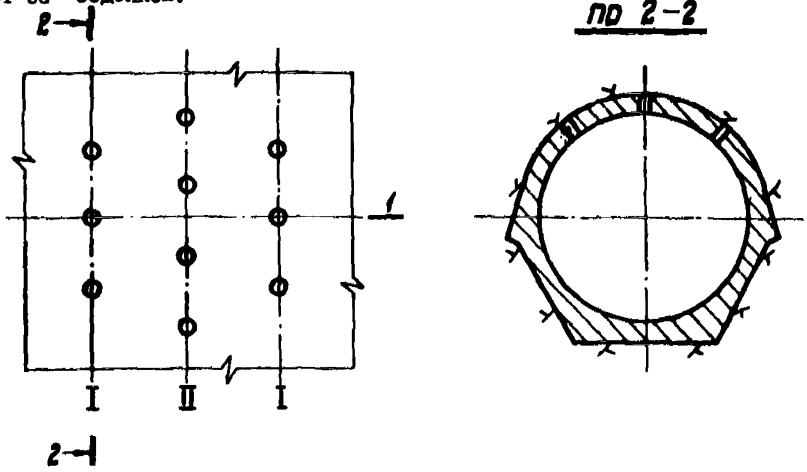
При наличии льда в пустотах в проекте следует предусмотреть его оттайку горячим воздухом, паром или другими способами.

2.7. Для нагнетания раствора за монолитные обделки необходимо предусматривать бурение скважин. В целях облегчения бурения в железобетонных обделках следует, как правило, устанавливать металлические трубы с внутренним диаметром не менее 40 мм, концы которых с косым срезом должны доводиться до грунта или затяжки временной арочной крепи туннеля. В сборных обделках необходимо предусматривать отверстия, через которые производится первичное нагнетание и бурение скважин для контрольного нагнетания.

При нагнетании за последний слой многослойной обделки, а также в однослойных обделках каждая скважина рядов второй очереди должна пройти все слои обделки, крепь туннеля и забурена в скальный грунт на I5 - 20 см.

По длине сооружения скважины и отверстия в обделке следует располагать рядами в плоскостях поперечного сечения, как правило, с расположением скважин в шахматном порядке (черт. I).

2.8. Скважины в монолитных обделках необходимо располагать, как правило, в сводовой части обделки сооружения; скважины ниже горизонтальной оси сечения назначаются при наличии больших забученных пустот за обделкой.



Черт. I. Схема расположения цементационных скважин при заполнительной цементации за монолитную обделку: 1 - ось свода;
I - ряды скважин первой очереди (для первичного нагнетания);
II - ряды скважин второй очереди (для контрольного нагнетания)

При использовании сборных обделок нагнетание растворов следует выполнять по всему периметру.

2.9. Расстояние между рядами скважин первой и второй очереди по длине сооружения с монолитной обделкой должно быть в пределах 2,5 - 4 м; со сборной обделкой - шаг определяется размерами элементов обделки.

2.10. Количество скважин в сводовой части сооружения в рядах первой и второй очереди должно быть не менее, шт.:

при ширине сооружения до 5 м - 2 и 3, от 5 до 9,5 м - 3 и 4, свыше 9,5 - 4 и 5.

2.11. При назначении шага между рядами скважин и количества скважин в рядах необходимо учитывать положение строительных швов, сетку скважин для укрепительной цементации и дренажа, расстояние между рамами металлической и железобетонной врочной крепи и ребрами жесткости стальной оболочки.

Скважины заполнительной цементации, как правило, совмещаются со скважинами укрепительной цементации или дренажа. Скважины не должны проходить через строительные швы.

Сетку скважин допускается сгущать в местах больших переборов и вывалов грунта, у порталов туннеля.

Нагнетание раствора

2.12. Неплотности в торце сборной обделки со стороны забоя между ее внешней поверхностью и оболочкой щита или грунтом должны быть уплотнены во избежание выхода нагнетаемого раствора. Первичное нагнетание должно производиться снизу вверх по кольцу во все отверстия в спинках блоков или тюбингов по обе стороны вертикальной оси обделки туннеля. Нагнетание производится до полного заполнения пустот до уровня отверстий, расположенных выше. Затем тампон переставляется в следующие к своду отверстия вплоть до замковой части свода.

2.13. Перед нагнетанием раствора в монолитных обделках разбуриваются все скважины рядов первой очереди на участке длиной до 30 - 60 м.

Нагнетание в данном ряду ведется сначала в одну из нижних боковых скважин до отказа или до появления раствора в вышерасположенной скважине. После этого производится нагнетание раствора во вторую боковую (расположенную симметрично предыдущей) скважину. Допускается производить нагнетание в обе скважины одновременно двумя насосами. В данном ряду последней нагнетается замковая скважина.

Скважины других рядов, из которых появляется раствор, заглушаются пробками. После окончания нагнетания скважин данного ряда приступают к нагнетанию в скважины следующего ряда.

Нагнетание за обделку стволов следует производить снизу вверх.

2.14. Отверстия, в которые произведено нагнетание, следует закрывать пробками, извлечение которых необходимо выполнять после схватывания раствора.

2.15. Первичное нагнетание (в скважины рядов первой очереди) должно производиться стабильными цементационными (цементно-песчаными) растворами, состав которых должен обеспечивать требования п. 2.4, раздела 6 и прил. 7.

2.16. Контрольное нагнетание (в скважины рядов второй очереди) производится не раньше, чем через 5 - 7 суток после окончания нагнетания в скважины рядов первой очереди.

Порядок нагнетания аналогичен нагнетанию скважин рядов первой очереди в монолитных обделках (п.2.13).

Одновременно с бурением и нагнетанием в скважины рядов второй очереди необходимо разбурить и повторно провести нагнетание в замковые скважины первой очереди в местах с большими вывалами и переборами грунта.

2.17. Контрольное нагнетание должно начинаться цементными растворами с водоцементным (В/Ц) отношением равным двум. Состав раствора должен меняться в тех случаях, когда расход нагнетания превышает 60 л/мин.

Изменение состава раствора производится после нагнетания 300 - 800 л раствора данного состава по следующей шкале: В/Ц=0,8; 0,6; 0,5 при необходимости с последующим переходом к нагнетанию цементно-песчаного раствора.

В случаях обнаружения при бурении скважины пустоты за обделкой допускается нагнетание этой скважины начинать с цементно-песчаного раствора.

Нагнетание раствора производится до отказа.

2.18. За отказ следует принимать снижение расхода раствора до: 5 л/мин - при первичном нагнетании; 2 л/мин - при контрольном нагнетании.

3. УКРЕПИТЕЛЬНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ

3.1. Укрепительную цементацию скальных грунтов вокруг обделок подземных сооружений следует предусматривать с целью улучшения деформативных и противофильтрационных свойств грунтов при технической возможности ее осуществления и экономической эффективности.

3.2. При проектировании необходимо учитывать положительное влияние укрепительной цементации на обделку сооружения вследствие:

увеличения модуля деформации грунтов;

уменьшения проницаемости грунта и утечек из туннеля или притока воды в безнапорное сооружение;

уменьшения деформативной и фильтрационной неоднородности и анизотропии грунтов;

увеличения устойчивости грунтов против химической и механической суффозии;

создания предварительного напряжения в обделке и грунте;

ослабления воздействия на обделку агрессивных грунтовых вод.

Основные параметры укрепительной цементации

3.3. Глубина и водопроницаемость зоны укрепительной цементации должны быть определены на основании технико-экономических расчетов путем сравнения затрат на укрепительную цементацию при равной ее глубине с экономией, получаемой от облегчения (удешевления) обделки, уменьшения выломки скального грунта, сокращения утечек (из напорного сооружения) или притока (в безнапорное сооружение) в результате повышения удельного отпора и уменьшения проницаемости грунта.

Оптимальная глубина укрепительной цементации должна быть такая, при которой суммарные приведенные затраты на возведение сооружения вместе с укрепительной цементацией минимальны.

При расчете параметров обделки туннеля по формулам прил.I и 2 к СНиП 2.06.09-84 в них вместо коэффициента удельного отпора грунта K_0 подставляется приведенный коэффициент удельного отпора, определяемый согласно рекомендуемому прил.2 с учетом укрепительного эффекта цементации.

Расчет фильтрационного расхода воды из напорного туннеля производится в соответствии с указаниями прил.3 учитывающего противофильтрационный эффект цементации.

3.4. В напорных туннелях ГЭС с нетрещиностойкими выравнивающими бетонными обделками глубина и водопроницаемость укрепительной противофильтрационной цементации рассчитывается в соответствии с рекомендуемым прил.4.

3.5. В туннеле с трещиностойкой обделкой, в том числе сталежелезобетонной, а также с нетрещиностойкой обделкой в случае, если обделка воспринимает более 80 % разности внутреннего и наружного напора воды, глубина укрепительной цементации не должна быть более 0,7 диаметра или ширины выработки.

Если целью укрепительной цементации является улучшение упругих свойств нарушенной зоны (зоны разуплотнения) грунта, возникшей вследствие проходки туннеля, глубина укрепительной цементации не должна быть более:

глубины разуплотнения, если она не превышает диаметра выработки;

0,8 - I диаметра выработки, если глубина зоны разуплотнения превышает диаметр выработки.

Величина нарушенной зоны определяется согласно указаниям рекомендуемого прил.5.

3.6. Для обеспечения фильтрационной прочности зоны укрепительной цементации в туннелях с нетрещиностойкими обделками должно выполняться условие

$$J \leq \frac{J_{cr}}{\gamma_n},$$

где J – средний градиент напора в зоне укрепительной цементации;

γ_n – коэффициент надежности по степени ответственности сооружения, принимаемый равным I,25; I,2; I,I5; I,I0 соответственно для туннелей I,П, Ш и IУ классов;

J_{cr} – критический средний градиент напора в зоне укрепительной цементации, определяемый согласно указаниям разд.4 СНиП 2.02.02-85.

3.7. Длина скважин цементации при их радиальном расположении должна быть равна глубине укрепительной цементации увеличенной на толщину обделки и средневзвешенную величину переборов.

3.8. Расстояние между рядами скважин по длине сооружения, количество скважин в ряду, направление скважин, контрольные значения водопроницаемости и упругих характеристик зацементированных грунтов, давление нагнетания, поглощение цемента необходимо назначать в проекте исходя из конкретных гидрогеологических условий, физико-механических свойств грунтов, степени трещиноватости и водопроницаемости, направления трещин и напластования, вида и плотности заполнителя трещин с учетом опыта и результатов цементации в аналогичных геологических условиях.

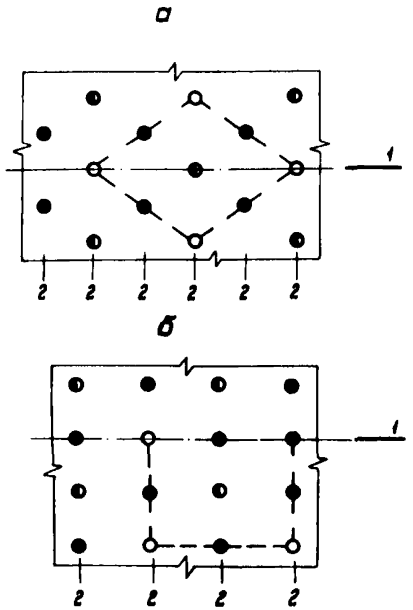
Если гидрогеологические условия по длине сооружения различны, его необходимо разделить на участки с относительно однородными характеристиками. Для каждого участка должен быть решен вопрос о необходимости укрепительной цементации и назначены ее параметры.

Параметры укрепительной цементации необходимо уточнять после проведения опытных и опытно-производственных работ по укрепительной цементации.

3.9. Расстояние между рядами скважин по длине сооружения при отсутствии аналогов и опытных работ на ранних стадиях проектирования следует принимать в следующих пределах (черт. 2):

2...3 м – при шахматном расположении устий скважин в соседних рядах (вдоль оси сооружения);

2,5...4 м – при рядовом расположении устий скважин в соседних рядах.



Черт. 2. Схема расположения скважин укрепительной цементации на внутренней поверхности обделки туннеля:

а - шахматное расположение скважин; б - рядовое расположение скважин; I - ось свода; 2 - ряды скважин; o - скважины I очереди; o - скважины 2 очереди; • - скважины 3 очереди

Расстояние в указанных пределах назначается тем больше, чем выше трещиноватость и коэффициент крепости грунтов и выше проектное давление цементации.

3.IO. Число скважин в ряду определяется из следующих условий:

при шахматном расположении скважин в соседних рядах (вдоль оси сооружения), число скважин принимается таким, чтобы расстояние между соседними скважинами в ряду (измеряемое на глубине 0,6 - 0,7 длины скважины) было равно двум расстояниям между рядами;

при рядовом расположении скважин в соседних рядах (вдоль оси туннеля) число скважин принимается таким, чтобы расстояние между соседними скважинами в ряду (измеряемое на глубине 0,6 - 0,7 длины скважины) было равно расстоянию между рядами.

В целях соблюдения очередности выполнения цементации число скважин в ряду необходимо назначать четное.

3.11. Укрепительная цементация выполняется, как правило, по всему периметру туннеля, за исключением тех случаев, когда укрепительная цементация производится,в основном,в целях уменьшения резкой упругой неоднородности и анизотропии грунтов по периметру туннеля.

3.12. Направление скважин принимается, как правило, радиальное. Допускается направление скважин ориентировать с учетом простирания и падения пластов грунтов и основных водопроводящих трещин.

3.13. В монолитных железобетонных и сталежелезобетонных обделках необходимо устанавливать металлические трубы с внутренним диаметром 40 - 80 мм (в зависимости от глубины бурения и типа бурового оборудования). Трубы устанавливаются в местах расположения рабочих скважин, а также дополнительно между рядами или между скважинами в ряду в количестве 10 - 15 % от числа рабочих скважин (для возможности бурения контрольных и дополнительных скважин). Допустимое отклонение направлений оси трубы от проектного направления бурения скважины не должно быть более 2 град. Отклонение положения трубы от проектного не должно быть более 0,1 м.

3.14. Укрепительная цементация должна выполняться после окончания работ по заполнительной цементации, заделки и цементации горизонтальных строительных швов (в случае возведения монолитной обделки свода, затем стен и лотка). Расстояние от цементируемой скважины до границы зоны выполненной заполнительной цементации не должно быть менее 6 - 8 м.

В напорных туннелях цементация, как правило, выполняется при полностью замкнутой обделке.

3.15. При составлении проекта производства работ и подробных технологических указаний по укрепительной цементации допускается учитывать требования ВСН 34-83 /Минэнерго СССР "Цементация скальных оснований гидротехнических сооружений", если они не противоречат требованиям настоящих норм.

Последовательность цементации скважин

3.16. Бурение и цементация скважин должны производиться способом последовательного сближения скважин - по очередям. Как правило, цементация выполняется в три очереди (черт. 2).

3.17. Если между скважинами первой очереди появляется гидравлическая связь, не вызванная гидравлическим разрывом грунтов, расстояние между скважинами первой очереди должно увеличиваться.

3.18. Число очередей скважин, предусмотренных проектом, должно уточняться в процессе производства работ после завершения цементации двух очередей скважин на основании анализа результатов цементации проводимой проектной организацией по исполнительной документации.

Если проведенный анализ показывает соответствие свойств зацементированных грунтов на каком-либо участке туннеля проектным требованиям, то производятся контрольные работы в соответствии с разд.II.

Если результаты анализа исполнительной документации или данных контрольных работ показывают на недостаточность выполненных работ, назначаются к выполнению часть или все скважины следующей очереди.

3.19. Дополнительные цементационные скважины после цементации скважин данной очереди должны назначаться в том случае, если среди процементированных скважин будут установлены:

зоны с поглощением цемента, превышающим в 10 раз средние поглощения для данной очереди скважин;

зоны, в которые нагнетание раствора не было доведено до отказа;

скважины, которые не могли быть пробурены до проектной глубины по производственным причинам.

Дополнительные скважины должны быть пробурены на расстоянии до 0,5 м от проектной скважины и процементированы по обычной технологии данной очереди скважин.

На участках туннеля со сталежелезобетонной или железобетонной (с густым армированием) обделкой допускается повторная разбурка скважины с неполноценной цементацией на глубину, превышающей проектную на 0,7 - 1 м, и повторная ее цементация.

Способ обработки скважин

3.20. Скважины длиной более 7 - 8 м следует цементировать отдельными последовательно расположенными зонами, имеющими длину, как правило, 5 м.

3.21. Групповая цементация скважин допускается при наличии следующих условий:

длина скважин менее 7 м;

скважины не являются скважинами первой очереди;

ожидаемые средние поглощения цемента менее 40 кг на 1 м длины зоны.

3.22. Бурение и цементация скважин должны выполняться способом нисходящих зон (от устья скважины к забою).

3.23. При цементации грунтов нисходящими зонами бурение и цементация очередной зоны производятся, как правило, после цементации:

всех скважин предыдущих очередей в данном и соседних рядах;

предыдущих зон всех скважин данной очереди данного ряда.

При наличии грунтовых вод с напором на уровне устья скважины более 20 м очистка скважины от цементного камня и бурение следующей зоны допускается после перерыва, необходимого для схватывания цемента в процементированной зоне.

3.24. Всем проектным скважинам до начала их бурения следует присваивать номера по системе нумерации, указывающей положение скважин по оси сооружения и в поперечном сечении (в ряду), независимо от времени бурения и цементации.

Гидравлическое опробование грунтов и установка тампона

3.25. После окончания бурения и перед началом цементации скважине должна быть интенсивно промыта водой до полного осветления изливающей воды или водовоздушной смеси. После окончания промывки должен быть произведен контрольный замер глубины скважины. Замеренная глубина не должна отличаться от проектной более чем на 0,2 м.

3.26. При цементации первой зоны установка тампона должна производиться в бетоне обделки у контакта обделки с грунтом.

В скважинах третьей очереди, пробуренных через плоские участки бетонных обделок (стены и лоток некруговых туннелей) в целях увеличения давления цементации, тампон допускается устанавливать в грунте на глубине 0,2 - 0,6 м.

При цементации последующих зон тампон устанавливается:

в устье скважины, если обделка круговая и армирована;

в грунте на глубине не менее 0,2-I м в случае неармированной круговой обделки или армированной плоской обделки (стены и лоток некруговых туннелей);

в кровле второй зоны - в случае неармированной плоской обделки.

3.27. При наличии грунтовых вод с напором на уровне устья скважины более 20 м рекомендуется устанавливать тампон с обратным клапаном; тампон снимается после схватывания раствора.

3.28. После установки тампона перед нагнетанием раствора следует произвести нагнетание воды в скважину с целью проверки герметичности цементационной системы и гидравлического опробования грунтов.

3.29. Гидравлическое опробование должно проводиться при наибольших величинах давления и расхода воды, но не превышающих значений, определяемых для нагнетания раствора согласно п. 3.32 настоящих норм.

Давление нагнетания после его стабилизации должно поддерживаться неизменным в течение 10-15 мин, за это время необходимо произвести 2-3 замера расхода воды.

3.30. Удельное водопоглощение грунтов определяется по формуле:

$$q = Q/H \cdot \ell, \qquad \text{л/(мин} \cdot \text{м}^2\text{)}$$

где Q - расход воды, поглощаемой зоной, л/мин;

ℓ - длина опробуемой зоны, м;

H - напор нагнетаемой воды в зоне, м.

Нагнетание раствора

3.31. Нагнетание раствора в зону скважин следует начинать непосредственно после гидравлического опробования без перерыва в нагнетании.

3.32. За весь период нагнетания раствора в зону давление и расход раствора должны быть наибольшими, но не превышающими допустимые значения давления отказа и расхода, установленные проектом (разд.7) и откорректированные проектной организацией согласно требованиям п. 3.33.

3.33. Корректировка допустимых значений давления и расхода раствора, установленных проектом, должна производиться по результатам анализа изменений давления и расхода раствора при цементации зон. При обнаружении гидравлических разрывов грунта или деформации обделки давление следует снизить до значений, исключающих указанные явления.

3.34. Нагнетание раствора должно продолжаться непрерывно до наступления отказа или до введения 2000 кг твердого материала на 1 м длины зоны, после чего устраивается перерыв в нагнетании на 1-2 сутки. Повторное нагнетание раствора в зону, в которой не получен отказ, должно производиться после разбурки цементного камня и определения удельного водопоглощения.

3.35. За отказ в поглощении раствора следует принимать снижение расхода раствора до 2-5 л/мин при давлении отказа.

3.36. Начальный состав нагнетаемого цементного раствора должен быть В/Ц=10.

3.37. Состав нагнетаемого раствора не должен меняться, если при непрерывном нагнетании расход раствора при постоянном давлении уменьшается или давление раствора при постоянном его расходе возрастает.

3.38. Раствор должен сгущаться в тех случаях, когда при нагнетании раствора с максимально достигнутым расходом давление не повышается или при достижении давления отказа расход раствора не уменьшается.

Сгущение раствора должно производиться на одну ступень по шкале составов растворов, приведенных в прил.7, через каждые 15 мин или быстрее, если в зону введено 1000-1500 л раствора данного состава.

4. ЛИКВИДАЦИОННЫЙ ТАМПОНАЖ СКВАЖИН И ОТВЕРСТИЙ

4.1. После завершения заполнительной и укрепительной цементации стволы скважин и отверстия в обделке должны быть плотно затампонированы стабильным цементационным раствором.

4.2. Тампонаж нисходящих скважин следует выполнять путем заливки или нагнетания раствора в скважину через трубу, опущенную до забоя и постепенно поднимаемую по мере заполнения ствола раствором.

При наличии грунтовых вод с напором над устьем скважины, скважина после заливки раствора должна быть закрыта пробкой или закрытым тампоном на одни сутки.

4.3. Тампонаж восстающих скважин следует выполнять путем нагнетания в скважину раствора через тампон с обратным клапаном с опрессовкой при проектном давлении в течение 3-5 мин.

Воздух и вода, находящиеся в подводящих шлангах (от насоса до тампона), должны быть вытеснены раствором через кран у тампона.

Тампон сохраняется в скважине до схватывания раствора.

После снятия тампона и пробок устья скважины и отверстия зачеканиваются, как правило, расширяющимся быстросхватывающим цементом.

5. МАТЕРИАЛЫ И ДОБАВКИ ДЛЯ РАСТВОРОВ

5.1. Для заполнительной и укрепительной цементации следует применять портландцемент марки 300 и выше по ГОСТ 10178-85.

При надлежащем технико-экономическом обосновании допускается применение пластифицированного, сульфатостойкого, быстротвердеющего портландцементов, глиноземистого и гипсоглиноземистого цементов.

Применение для укрепительной цементации шлакопортландцемента, пуццоланового портландцемента, глиноземистого, расширяющегося и гидрофобного цементов допускается только после проведения лабораторных испытаний, устанавливающих схватывание осадка цемента из цементного раствора в конкретных условиях строительства. Цемент, осадок которого из цементного раствора с водоцементным отношением В/Ц=I при температуре I0 °С имеет срок начала схватывания свыше 48 ч, считается непригодным для укрепительной цементации.

Использование для заполнительной цементации пуццолановых портландцементов и шлакопортландцементов допускается в тех случаях, когда к бетону обделки не предъявляются требования по морозостойкости.

В условиях агрессивных вод выбор вида цемента и золы-уноса должны производиться в соответствии со СНиП 2.03.II-85 применительно к группе условий:

коэффициент фильтрации грунтов менее 0,I м/сут.

марка бетона по водонепроницаемости принимается равной:

W4 - для заполнительной цементации за нетрещиностойкие обделки,

W8 - для заполнительной цементации за трещиностойкие обделки и для укрепительной цементации.

5.2. При транспортировке, приемке, складировании и хранении цемента должны соблюдаться технические правила ТП I0I-8т.

5.3. Вода для приготовления растворов должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732-79. Температура воды при приготовлении раствора не должна превышать 45 °С.

5.4. Песок для заполнительной цементации во избежание расслаивания раствора должен применяться мелкий или очень мелкий с модулем крупности по ГОСТ 8736-85 менее двух с максимальным размером зерен менее 3 мм. Содержание песка в растворе не должно быть более 250 % от массы цемента в напорных туннелях и 300 % - в безнапорных туннелях.

5.5. Песок, применяемый в количестве до 200 % от массы цемента при укрепительной цементации грунтов с большими поглощениями материала (500-I000 кг/м), должен быть очень мелким с максимальным размером зерен не более 0,5-I мм.

5.6. Зола-унос (ГОСТ 25818-83) с размером зерен менее 0,I5 мм используется в количестве до I50 % от массы цемента при заполнительной цементации и укрепительной цементации водопроницаемых и сильноводопроницаемых грунтов.

5.7. Суглинки и пылеватые глины применяются в количестве до 150 % от массы цемента для заполнительной цементации безнапорных туннелей и противофильтрационной укрепительной цементации крупнотрещиноватых и закарстованных скальных и полускальных грунтов.

5.8. Для регулирования свойств растворов в их состав вводятся добавки:

для уменьшения расслаиваемости и повышения однородности раствора, увеличения проникаемости в трещины при цементации мелкотрещиноватых, пористых и мелкокавернозных грунтов - глинопорошок (бентонитовая глина);

для увеличения проникаемости раствора в поры и трещины грунта - пластифицирующие добавки: сульфитно-дрожжевая брежка, черный сульфитный щелок и др.;

для ускорения схватывания и загустевания раствора - жидкое стекло, хлористый кальций, сульфат натрия, алюминат натрия и др.

Допустимое количество добавок приведены в справочном прил.6.

Количество добавки в растворе устанавливается лабораторными исследованиями.

6. РАСТВОРЫ И ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЕ

6.1. Выбор составов растворов для заполнительной и укрепительной цементации производится в соответствии с требованиями пп. 2.4, 3.36-3.38, разд.5 и прил.7 настоящих норм.

6.2. Дозирование материалов должно производиться с точностью до 3 %.

6.3. При приготовлении растворов на месте выполнения работ по нагнетанию компоненты для растворов должны транспортироваться в упаковке (многослойных мешках, барабанах и др.), в закрытых контейнерах, в вагонах с разделительными стенками исключающими смешение материалов и попадания в них воды, грунта и других инородных предметов.

6.4. В случае приготовления раствора на центральном узле и перекачки на большие расстояния раствор должен подвергаться дополнительному перемешиванию на месте работ с последующим нагнетанием в скважины.

6.5. Проверку составов растворов следует производить выборочно ареометром. При заполнительной цементации необходимо периодически отбирать пробы цементно-песчаного раствора для определения прочности на сжатие.

6.6. Для улучшения свойств растворов в проекте могут быть предусмотрены следующие методы:

предварительный сухой домол или сепарация цемента (для укрепительной цементации);

механическое диспергирование цемента в растворе при помощи диспергаторов;

химическая обработка раствора поверхностно-активными добавками.

Способы обработки цемента и раствора, типы диспергаторов должны быть указаны в проекте.

6.7. Приготовленный раствор должен непрерывно перемешиваться или находиться в движении до момента поступления в скважину.

6.8. Раствор должен быть использован до момента начала схватывания. Цементный раствор без добавок ускорителя схватывания должен быть использован в течение не более четырех часов с момента его приготовления.

7. ДАВЛЕНИЕ И РАСХОД НАГНЕТАНИЯ РАСТВОРА

7.1. Давление нагнетания при заполнительной и укрепительной цементации назначается с учетом конструкции обделки, инженерно-геологических характеристик грунтов, глубины заложения сооружения и очередности цементации скважин.

7.2. Давление нагнетания раствора при заполнительной цементации должно быть не более, МПа:

при цементации скважин рядов первой очереди (первичное нагнетание):

0,2 - для сборных обделок,

0,3-0,4 - для монолитных обделок;

при цементации скважин рядов второй очереди (контрольное нагнетание):

0,5-1,0 - для металлических обделок (оболочек),

0,3-0,4 - для сборных железобетонных обделок (уточняется расчетом),

0,5-0,6 - для монолитных бетонных обделок,

0,8-1,5 - для монолитных железобетонных обделок.

Давление нагнетания не должно превышать такие величины давления, определяемой по формуле п.7.3.

7.3. Наибольшее давление нагнетания раствора в скважинах последней очереди при укрепительной цементации в напорных туннелях,

как правило, должно приниматься в 2-3 раза выше внутреннего давления воды в туннеле, но оно не должно превышать давления $P_{доп}$ гидравлического разрыва вмещающих сооружение грунтов, величина которого определяется по формуле:

$$P_{доп} = 0{,}01 \cdot \rho \cdot z + P_0;\ МПа,$$

где ρ – средневзвешенная плотность грунтов, залегающих выше туннеля, т/м^3,

z – кратчайшее расстояние от кровли цементируемой зоны до дневной поверхности грунта, м;

P_0 – коэффициент, принимаемый равным 0; 0-0,3; 0,3-1,0; 1-2 и 2-3 МПа для грунтов цементируемой зоны с модулем деформации соответственно: менее 1000, от 1000 до 2000, от 2000 до 5000, от 5000 до 10000 и свыше 10000 МПа. При слабой трещиноватости должны применяться большие значения P_0, при очень сильной трещиноватости – меньшие значения P_0.

Классификация грунтов по степени трещиноватости производится согласно прил.1 СНиП 2.02.02-85.

Давление цементации скважин первой очереди должно быть в 2-4 раза ниже наибольшего давления цементации скважин последней очереди.

7.4. Наибольшие допустимые расходы раствора при укрепительной цементации должны быть равными 25-50; 50-100 и выше 100 л/мин при цементации грунтов с модулем деформации соответственно: менее 1000; от 1000 до 5000 и выше 5000 МПа. Большие значения расхода принимаются для очень сильнотрещиноватых грунтов.

7.5. Наибольшие давление и расход нагнетания должны быть уточнены по результатам опытно-производственной и производственной цементации в натурных условиях.

8. ОПЫТНЫЕ И ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАБОТЫ

8.1. С целью определения эффективности укрепительной цементации по улучшению деформативных и противофильтрационных свойств грунтов для туннелей I и II классов при большом объеме укрепительной цементации (более 500 м туннеля) следует проводить опытные цементационные работы в натуре на характерных инженерно-геологических участках с проверкой упругих и фильтрационных характеристик зацементи-

рованных и незацементированных грунтов методом напорных выработок, нагнетания воды в скважины, с помощью установки центрального нагружения (УЦН) и цилиндрических гидравлических штампов (ЦГШ), а также штампов в сочетании с геофизическими методами.

Для туннелей I и II классов с небольшими объемами цементационных работ, а также туннелей III и IУ классов проверку эффективности укрепительной цементации допускается предусматривать геофизическими методами. Допускается также использовать значения эффективности цементации по аналогам.

8.2. При производстве опытных работ уточняются также глубина укрепительной цементации, шаг между рядами и направление скважин, наибольшие давление и расход нагнетания растворов.

8.3. Если в период изысканий и в начальной стадии проектирования не были выполнены опытные цементационные работы, в проекте производства работ необходимо предусмотреть опытно-производственную цементацию грунтов, которая должна быть проведена в начальной стадии цементационных работ в туннеле.

При сложных и разнообразных геологических условиях опытно-производственная цементация назначается на каждом участке, отличающемся геологическими условиями.

8.4. Опытно-производственная цементация должна производиться с целью уточнения оптимальной технологии производства работ и ожидаемых результатов укрепительной цементации.

Результаты опытно-производственной цементации должны быть рассмотрены проектной организацией и на их основе внесены необходимые уточнения в первоначальный проект.

8.5. В том случае, если проектом предусмотрен контроль укрепительной цементации туннеля геофизическими методами, на опытно-производственном участке должно быть выполнено сплошное или выборочное геофизическое опробование грунтов до начала цементационных работ.

8.6. Для проведения опытно-производственной цементации должен быть выделен участок туннеля длиной равной не менее 4-6 расстояний между рядами скважин.

9. ЦЕМЕНТАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

9.I. Для бурения скважин и нагнетания растворов должны, как правило, применяться передвижные инвентарные рамы или тележки, оборудованные растворонасосами, растворомешалками и, при необходимости, приспособлениями для подъема контейнеров или вагонов с материалами.

9.2. Растворомешалки должны обеспечивать тщательное перемешивание раствора заданного проектом состава. Каждый насос должен быть укомплектован двумя растворомешалками.

9.3. Для нагнетания раствора следует использовать поршневые или плунжерные растворонасосы, обеспечивающие заданные проектом давление и расход. Для заполнительной цементации скважин рядов первой очереди допускается использование пневморастворонагнетателей.

Рекомендуется использовать насосы с регулируемым приводом.

При использовании насосов с нерегулируемым приводом растворопроводы должны оборудоваться регуляторами, обеспечивающими плавное изменение подачи раствора.

9.4. Растворопроводы из труб или напорных рукавов должны иметь внутренний диаметр I8–38 мм для укрепительной цементации и 25–50 мм для заполнительной цементации.

Растворопровод должен иметь пробковый кран для сброса воздуха и воды, установленный у тампона.

9.5. Измерительная аппаратура, включающая манометры, водомеры, весы, термометры, ареометры, мерные рейки, часы-секундомеры и т.п. должны обладать требуемой точностью, систематически проверяться.

Измерение расхода нагнетаемого раствора при укрепительной цементации должно производиться не реже одного раза в пять минут.

I0. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

I0.I. Работы по цементации, относящиеся к разряду скрытых, т.е. недоступных непосредственному осмотру и обмеру, необходимо сопровождать ведением первичной технической документации, в которой следует отражать ход и условия проведения операций.

I0.2. Первичными документами цементационных работ следует считать журналы заполнительной и укрепительной цементации (прил.8 и 9) и акт испытания контрольной скважины (прил.I0).

10.3. На основании первичной документации строительной организацией должна составляться исполнительная документация: план-развертка внутренней поверхности обделки сооружения с нанесением на него скважин и отверстий с основными данными по результатам цементации:

номер скважины или отверстия;

удельное водопоглощение (для укрепительной цементации);

поглощение раствора, цемента и песка в скважину (для заполнительной цементации); цемента и добавок на I м зоны (для укрепительной цементации);

давление цементации;

состав раствора закачиваемого в момент отказа (для укрепительной цементации).

Указывается так же общий и удельный (на I $м^2$ поверхности обделки) расход материалов по участку (забою).

В состав исполнительной документации включаются так же отчеты о результатах геофизического опробования грунтов, если они предусмотрены проектом.

II. КОНТРОЛЬ РАБОТ

II.I. Контроль качества выполненных цементационных работ должен осуществляться в виде:

входного контроля рабочей документации (проверке ее комплектности и достаточности содержащейся в ней технической информации для выполнения работ) и материалов для цементации, состоящего в проверке внешним осмотром соответствия их требованиям стандартов или других нормативных документов и рабочей документации, наличия и содержания паспортов и сертификатов; в проверке соблюдения требований разгрузки и хранения материалов и, при необходимости, в их испытании в лаборатории;

операционного контроля за технологией выполнения работ, за соответствием выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам, правилам и стандартам, объектным техническим условиям и настоящим нормам; в операционный контроль включаются отбор и испытание контрольных образцов раствора (при заполнительной цементации), а также контрольные работы по определению результатов выполненной цементации и оценке ее достаточности после завершения проектного объема работ или какого-либо этапа (очередности) работ; контрольные работы выполняются в соответствии с п. II.3 - II.I4;

приемочного контроля с составлением акта освидетельствования скрытых работ (прил.II), выполняемых в соответствии п. II.I5-II.I6.

II.2. Для обеспечения достоверности, точности и своевременности операционного контроля рекомендуется применять автоматизированные системы сбора и обработки информации о процессе цементации.

Контрольные работы при заполнительной цементации

II.3. Контрольные работы, выполняемые после завершения заполнительной цементации участка сооружения, заключаются в анализе результатов по исполнительной документации и испытании контрольных скважин.

II.4. Количество контрольных скважин должно быть предусмотрено в пределах 5-I0 % от числа рабочих скважин всех очередей. Скважины должны быть забурены в скальный грунт на I0-I5 см.

В напорных туннелях I и П класса в местах с большими пустотами (более 40 см) за обделкой часть контрольных скважин допускается бурить с отбором керна из материала цементации с последующим его испытанием на прочность на сжатие и, при необходимости, на деформативность.

II.5. Нагнетание в контрольные скважины должно проводиться цементным раствором состава I:0:2 (В/Ц=2) при давлении на 25-30 % меньше давления контрольного нагнетания.

II.6. Заполнительная цементация на участке туннеля должна быть признана достаточной, если каждая контрольная скважина поглощает менее I0 л раствора за пять минут.

II.7. При неудовлетворительных результатах испытания контрольных скважин на участке туннеля должна проводиться цементация дополнительных контрольных скважин с последующим их испытанием.

Контрольные работы при укрепительной цементации

II.8. В проекте должны быть установлены следующие способы контрольных работ для укрепительной цементации:

определение водопроницаемости (удельного водопоглощения) зацементированных грунтов путем гидравлического опробования контрольных скважин во всех случаях;

определение деформативных свойств грунтов геофизическими методами (например, методом ультразвукового каротажа) - в туннелях I и П классов при больших объемах цементации и соответствующем технико-

экономическом обосновании, при этом в проекте должно быть предусмотрено проведение опытных работ на объекте в целях определения экспериментальной зависимости скорости упругих волн от деформативных характеристик грунтов; допускается использование такой зависимости по аналогам.

Использование геофизического метода контроля степени деформативной неоднородности и анизотропии грунтов допускается без предварительного определения зависимости скорости упругих волн от деформативных характеристик грунтов.

II.9. Контрольные работы должны проводиться после выполнения:

двух очередей скважин, если анализ исполнительной документации, проведенной согласно п. 3.I8, показывает соответствие свойств зацементированных грунтов проектным требованиям;

всех очередей и дополнительных скважин в соответствии с п. 3.I9.

II.I0. В проектной документации должен быть определен объем контрольных работ, геофизических измерений и ресурсы для их выполнения. Как правило число контрольных скважин для гидравлического опробования должно составить 5-I0 % от числа выполненных рабочих скважин и оно должно быть уточнено по результатам анализа исполнительной документации.

II.II. Если контрольные скважины назначаются после выполнения двух очередей скважин, их следует совмещать с рабочими скважинами следующей очереди.

II.I2. Гидравлическое опробование и цементация контрольных скважин производятся при давлении на 25-30 % меньше давления отказа предусмотренного для рабочих скважин последней очереди.

II.I3. В том случае, если после выполнения всех очередей скважин водопроницаемость (а так же деформативность - если ее контроль предусмотрен проектом) окажется выше величины, заданной в проекте, проектная организация должна провести анализ исполнительной документации выполненных цементационных и контрольных работ, на основании которых должна быть установлена практически достижимая величина водопроницаемости (деформативности) зацементированных грунтов в данных геологических условиях участка туннеля; в результате анализа проектные требования к водопроницаемости (деформативности) должны быть подтверждены или откорректированы.

II.I4. Цементационные работы на участке туннеля следует считать достаточными, если удельные водопоглощения контрольных скважин (а так

же модуль деформации грунтов - если его контроль предусмотрен в проекте) по своей средней величине и допускаемым отклонениям от средней величины соответствуют требованиям проекта или достижимым значениям для грунтов рассматриваемого участка.

Приемочный контроль

II.I5. Контроль качества законченных цементационных работ на участке туннеля производится комиссией в составе строительно-монтажной организации, заказчика и проектной организации.

II.I6. Организация, выполняющая цементационные работы, должна представить комиссии:

исполнительный чертеж по законченному участку туннеля;

первичную документацию (журналы цементации или ленты автоматической записи параметров процесса цементации);

результаты определения характеристик цемента, раствора (для заполнительной цементации), копии паспортов использованных материалов;

документацию по контрольным работам;

заключение проектной организации о результатах работ по укрепительной цементации.

По результатам рассмотрения представленной документации комиссия составляет акт освидетельствования скрытых работ согласно прил.II.

I2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

I2.I. Проектная документация должна составляться с учетом требований правил техники безопасности и охраны труда, изложенных в СНиП III-4-80 и в следующих правилах:

Правила безопасности при строительстве подземных гидротехнических сооружений, утвержденные Госгортехнадзором СССР и Минэнерго СССР;

Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные Госэнергонадзором СССР;

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденные Госгортехнадзором СССР;

Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ, утвержденные Главным управлением пожарной охраны МВД СССР;

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденные Госгортехнадзором СССР.

12.2. При составлении проектов производства цементационных работ и при производстве этих работ необходимо учитывать и соблюдать правила техники безопасности, изложенные в действующих Инструкциях по охране труда по видам работ, разработанных согласно Положению о разработке инструкций по охране труда, утвержденному Госкомтрудом СССР, ВЦСПС и согласованному с Госстроем СССР.

12.3. При работе с химическими добавками необходимо учитывать требования правил безопасности, изложенные в "Руководстве по применению бетонов с противоморозными добавками" НИИЖБ Госстроя СССР.

Приложение I
Справочное

Термины и определения, применяемые в настоящих ВСН

Термин	Определение
I	2
Цементация грунтов	Комплекс технологических приемов, используемых при введении в грунты цементационных растворов для заполнения пустот
Цементационный раствор	Смесь цемента и воды с инертными и химическими добавками
Цементный раствор	Цементно-водная суспензия
Хладостойкий раствор	Смесь цемента и воды с инертными и противоморозными добавками
Противоморозные добавки	Химические добавки, обеспечивающие сохранение жидкой фазы раствора и твердение цементного камня в условиях отрицательной температуры
Нисходящая скважина	Забой ниже устья
Восстающая скважина	Забой выше устья
Способ последовательного сближения скважин	Цементация скважин с последовательным уменьшением расстояний между ними
Очередь скважин	Группа скважин, цементируемая по какому-либо одному этапу цементационных работ, характеризующемуся одинаковым расстоянием между скважинами
Зона скважины	Интервал скважины вдоль ее оси, изолированный от остальных частей скважины
Зональная цементация	Цементация грунта вдоль скважины отдельными зонами
Суммарная цементация	Одновременная цементация грунта по всей длине скважины без разделения на зоны
Групповая цементация	Одновременная цементация группы скважин одной очереди с использованием одного растворонасоса

I	2
Маточный раствор	Предварительно приготовленный раствор густой консистенции
Цементация нисходящими зонами	Способ зональной цементации с чередующимися последовательным бурением и нагнетанием раствора по зонам от устья скважины к забою
Цементация восходящими зонами	Способ зональной цементации с бурением скважины на проектную глубину и последовательным нагнетанием раствора по зонам от забоя к устью скважин
Тампон	Приспособление для изоляции зоны скважины и нагнетания раствора
Нестабильный раствор	Цементационный раствор, разделяющийся на жидкую и твердую фазы при малых скоростях движения или в состоянии покоя
Стабильный раствор	Цементационный раствор, сохраняющий однородность в состоянии покоя или нерасслаивающийся в течение времени цементации
Цементационная система	Комплекс механизмов, растворопроводов, приспособлений, участвующий в транспортировке раствора к скважине
Растворопровод	Трубы или рукава, по которым раствор транспортируется от насоса к скважине
Нажимной способ нагнетания раствора	Способ, при котором весь нагнетаемый насосом раствор (за исключением технологических потерь) поступает в грунт, а изменение расхода раствора производится путем изменения подачи насоса
Полунажимной способ нагнетания раствора	Способ, при котором часть раствора нагнетаемого насосом, тотчас после выхода из насоса возвращается в расходную емкость, не поступая в грунт
Циркуляционный способ нагнетания раствора	Способ, при котором нагнетаемый насосом раствор циркулирует от насоса к цементируемой скважине и обратно; часть раствора поступает в грунт, другая часть возвращается от скважины в расходную емкость
Гидравлический разрыв	Деформация грунта под действием нагнетаемого в скважину раствора (воды), связанная с образованием искусственной трещины.

Продолжение прил.I

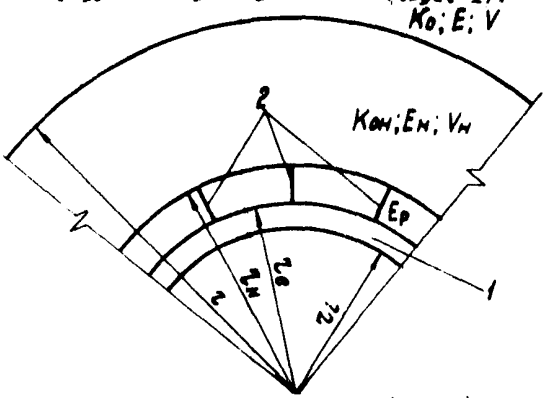
I	2
	В процессе нагнетания раствора (воды) разрыв обычно проявляется в виде резкого увеличения расхода раствора (воды) и, как правило, падения давления
Отказ	Снижение расхода поглощаемого грунтом раствора до минимально допустимой величины при заданном давлении (давлении отказа)
Ложный отказ	Образование непроницаемых пробок в пустотах около стенок скважины или в самой скважине, в результате которых пустоты в массиве грунта остаются недостаточно процементированными
Опрессовка зоны	Поддержание давления в зоне в течение некоторого времени после достижения отказа
Ликвидационный тампонаж скважины	Заполнение полости скважины твердеющим раствором после цементации

Приложение 2

Рекомендуемое

Расчет приведенного (эффективного) коэффициента удельного отпора грунта

I. Обделка туннеля, как правило, окружена несколькими кольцевыми зонами с разными упругими характеристиками (черт. I):



Черт. I. Расчетная схема расположения зон (колец) вокруг обделки туннеля:
I - обделка; 2 - трещины в материале заполнительной цементации

зона (кольцо) из материала заполнительной цементации или бетона, которыми заполнены переборы грунта (большей частью в сводовой части туннеля); внутренний радиус r_e этой зоны совпадает с внешним радиусом обделки; в этой зоне при воздействии внутреннего давления воды, как правило, возникают радиальные трещины;

зона (кольцо) грунта, разуплотненного и ослабленного вследствие перераспределения и концентрации напряжений, а также взрывных работ, с ухудшенными упругими характеристиками или зона укрепительной цементации с улучшенными упругими характеристиками; внутренний радиус этой зоны $r_н$;

зона грунта в естественном не нарушенном состоянии с внутренним радиусом r.

Расчет обделки в многослойной среде на внутреннее давление воды допускается проводить как в однородной однослойной среде с подста-

новкой в расчетные формулы приведенного (эффективного) коэффициента удельного отпора грунта (или приведенного модуля деформации), который определяется из условия равенства перемещений внешнего контура обделки туннеля в многослойной среде и однородной однослойной среде.

2. Приведенный (эффективный) коэффициент удельного отпора трехслойного грунта K_{0z3} (черт.I) рассчитывается по формулам:

$$K_0 = E/(1+\nu);\ K_{0H} = E_H/(1+\nu_H);\ m = r/r_H;$$

$$\beta_1 = K_{0H}/K_0 = \frac{E_H(1+\nu)}{E(1+\nu_H)};$$

$$D = \frac{K_{0z2} - K_0}{K_{0H} - K_0} = \frac{[\beta_1/(1-2\nu_H)+1](m^2-1)}{\beta_1 - 1 + m^2[\beta_1/(1-2\nu_H)+1]}; \qquad (I)$$

$$K_{0z2} = K_0\left[1 + D(\beta_1 - 1)\right]; \qquad (2)$$

$$K_{0z3} = \frac{K_{0z2}}{(K_{0z2}/E_p)\cdot \ell n(r_H/r_c)+1}, \qquad (3)$$

где K_0, E, ν - соответственно коэффициент удельного отпора ($Н/см^3$), модуль деформации (МПа) и коэффициент Пуассона зоны грунта в ненарушаемом естественном состоянии;

$K_{0H}; K_H; \nu_H$ - соответственно коэффициент удельного отпора, модуль деформации и коэффициент Пуассона грунта, разуплотненного проходкой, или зоны укрепительной цементации;

E_p - модуль упругости материала заполнительной цементации;

K_{0z2} - приведенный (эффективный) коэффициент удельного отпора двухслойной среды (бесконечного кольца ненарушенных грунтов и кольца разуплотненных или зацементированных грунтов);

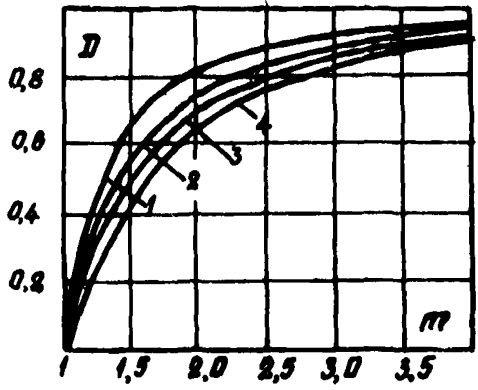
K_{0z3} - приведенный (эффективный) коэффициент удельного отпора трехслойной среды;

β_1 - коэффициент изменения упругих характеристик грунта в результате разуплотнения грунта вокруг выработки ($0,3 < \beta_1 \leq I$) или же в результате укрепительной цементации ($0,3 < \beta_1 \leq 3$);

D - степень изменения упругих свойств двухслойной среды, показывающая относительное изменение при-

веденного коэффициента удельного отпора двухслойной среды в долях от максимально возможного изменения коэффициента удельного отпора.

Для облегчения расчетов на черт.2 даны графики зависимости величины D от m и β_1 при $\nu_н = 0{,}25$.



Черт. 2. График зависимости величины D от m и β_1 при $\nu_н = 0{,}25$:

I - $\beta_1 = 0{,}5$; 2 - $\beta_1 = 1$; 3 - $\beta_1 = 2$; 4 - $\beta_1 = 100$

Анализ формулы (I) и графиков показывает, что величина D зависит в основном от относительной мощности m зоны разуплотнения (или зоны укрепительной цементации), в меньшей степени зависит от β_1 и в малой степени от $\nu_н$

Величина коэффициента изменения упругих характеристик грунтов β_1 должна определяться на основании опытных, опытно-производственных работ или по аналогам (на предварительной стадии проектирования).

Приложение 3
Рекомендуемое

Фильтрационные расчеты туннеля с укрепительной цементацией

I. Основные обозначения:

r_i; r_c – соответственно внутренний и наружный радиусы обделки, м;

$r_н$; r – средние наружные радиусы соответственно зоны из материала заполнительной цементации и зоны укрепительной цементации, м;

r_f – радиус области фильтрации, м;

$$r_f = 2H_в \geq r;$$

H_i; $H_в$ – напор воды в туннеле и напор грунтовых (подземных) вод, м;

p_i – внутренее давление воды в туннеле, МПа;

ΔH – напор воды, воспринимаемый зоной укрепительной цементации, м;

$K_б$; $K_ц$; K – коэффициент фильтрации соответственно бетонного массива обделки, зоны укрепительной цементации и грунтов находящихся в естественном состоянии, см/с;

$K_{отз}$ – приведенный коэффициент удельного отпора грунта (приложение 2), Н/см^3;

a_{crc} – ширина раскрытия трещин в обделке и зоне заполнительной цементации, мм;

n_{crc} – количество трещин в обделке;

μ – коэффициент армирования обделки;

d_1 – диаметр арматуры обделки, см;

ℓ – длина туннеля (или его участка), м;

2. Абсолютная величина фильтрационного расхода воды из туннеля (или его участка) Q_{abs}, л/с, определяется по формуле:

$$Q_{ab.} = \frac{20 \cdot \pi \cdot K_ц (H_i - H_e) \cdot \ell}{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3}, \qquad (I)$$

где $$\phi_1 = \frac{1}{\frac{K_{стс} \cdot n_{стс}}{200 \cdot \pi \cdot K_ц (r_н - r_i)} + \frac{K_б}{K_ц \cdot \ln(r_н / r_i)}};$$

$$\phi_2 = \ln(r/r_н); \quad \phi_3 = \frac{K_ц}{K} \cdot \ln(r_j / r);$$

$K_{стс} = a^3_{стс}$

$n_{стс} = 6{,}28 \cdot r_e$ – для бетонных нетрещиностойких обделок;

$n_{стс} = 5026 \cdot r_e M/d_1$ – для железобетонных нетрещиностойких обделок.

Для бетонных нетрещиностойких обделок величина $a_{стс}$ определяется по формуле:

$$a_{стс} = 1000 \cdot C_{стс} \cdot P_i / K_{отз},$$

где $$C_{стс} = 0{,}28 + 625 \cdot P_i / K_{отз} \leq 1.$$

Для железобетонных нетрещиностойких обделок величина $a_{стс}$ находится согласно указаниям приложения 2 СНиП 2.06.09-84.

В нетрещиностойких обделках величина коэффициента фильтрации бетона $K_б$, как правило, принимается равной нулю.

3. Абсолютная величина фильтрационного расхода воды из туннеля не должна быть больше величины, определяемой на основании технико-экономических расчетов. Для предварительных расчетов Q_{abs} допускается ограничивать величиной:

$$Q_{abs} = 10^{-4} \cdot 2\pi \cdot r_e \cdot \ell (H_i - H_e) \cdot Q_{adm},$$

где Q_{adm} принимается согласно прил.3 СНиП 2.06.09-84:

Q_{adm} =I л/с на I000 м^2 поверхности туннеля на каждые I0 м разности напоров – при разности внутреннего и наружного напора I00 м и менее:

Q_{adm} = =0,3+0,5 л/с на I000 м^2 поверхности туннеля на каждые I0 м разности напоров – при разности внутреннего и наружного напоров выше I00 м.

4. Напор, воспринимаемый зоной укрепительной цементации определяется по формуле:

$$\Delta H_0 = \frac{(H_i - H_e) \cdot \phi_2}{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3}, \text{ м}.$$

5. Напор ΔH_0, м, воспринимаемый обделкой и зоной заполнительной цементации определяется по формуле:

$$\Delta H_0 = \frac{(H_i - H_e)\, \phi_1}{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3}.$$

6. Величина коэффициента фильтрации $К_ц$, см/с, зоны укрепительной цементации должна определяться по следующей зависимости

$$К_ц=0,0015q_{кс},$$

где $q_{кс}$ - среднеарифметическое значение удельного водопоглощения контрольных скважин в зоне укрепительной цементации, л/(мин·м^2).

7. Величина $q_{кс}$ на ранних стадиях проектирования назначается исходя из инженерно-геологических условий с учетом аналогов, затем уточняется на основании опытных и опытно-производственных работ.

8. Фильтрационные расчеты рекомендуется вести по специальной методике, учитывающей образование трещин в грунте в зоне укрепительной цементации в случае, если величина $1,5\cdot(H_i-H_p)$ больше расстояния от оси туннеля до дневной поверхности грунта.

Приложение 4

Рекомендуемое

Расчет наивыгоднейшей глубины укрепительной цементации в напорном туннеле ГЭС с нетрещиностойкой бетонной обделкой

I. В случаях, когда основным назначением укрепительной цементации является уменьшение фильтрационного расхода из туннеля с бетонной обделкой, величину наивыгоднейшей глубины укрепительной цементации d, м, допускается определять по нижеследующим формулам исходя из минимума приведенных затрат (согласно требованиям СН 423-7I):

$$d = (z/z_н - 1)\cdot z_н, \qquad (I)$$

где величина $(z/z_н) \geq 1$ определяется из решения уравнения:

$$(z/z_н)\cdot(\sqrt{1-n}\cdot \ell g(z/z_н) + \frac{n}{\sqrt{1-n}}\cdot \ell g d + A) = Б; \qquad (2)$$

$$A = \frac{273 K_ц (z_н - z_i)}{\sqrt{1-n}\cdot K_{счс}\cdot n_{счс}};$$

$$Б = \frac{12,73}{z_н}\sqrt{\frac{z\cdot H\cdot P_2\cdot K_ц (H_i - H_e)}{(E+p)\cdot P_1}};$$

$$n = K_ц/K;\quad d = (z_ф/z_н) \geq z/z_н;$$

P_1 – стоимость укрепительной цементации единицы объема грунта, руб/м^3, с учетом зависимости стоимости от степени уменьшения коэффициента фильтрации зацементированных грунтов;

P_2 – стоимость одного кВт·ч электроэнергии (берется по заменяемой тепловой электростанции), руб./кВт·ч;

$P=0,03$ – коэффициент, показывающий, какую часть стоимости зоны укрепительной цементации составляют ежегодные эксплуатационные издержки;

$\eta=0,86-0,92$ – КПД гидроагрегатного блока;

E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, согласно СН 423-7I для районов Крайнего Севера и приравненных к ним районов $E=0,08$, для остальных районов $E=0,I2$;

H – напор гидроэлектростанции, м.

Остальные обозначения те же, что в прил.3 к настоящим нормам.

2. Для определения величины K_{023} (по прил.2) и K_{czc} (по прил.3) предварительно необходимо задать величину $(z/z_н)=2$; после определения $(z/z_н)$ по формуле (2) настоящего приложения значения K_{0z3} и K_{czc} должны уточняться по формулам прил.2 и 3, затем расчет величины $z/z_н$ повторяется с уточненными значениями K_{0z3} и K_{czc}.

3. В случаях, когда выполняется условие:

$$\frac{A\sqrt{1-n}}{n\ell_g\alpha + 0{,}05(1-n)} \leq 0{,}05$$

в формуле (2) величину A можно приравнять к нулю; при этом наивыгоднейшая глубина укрепительной цементации определяется по графикам на чертеже.

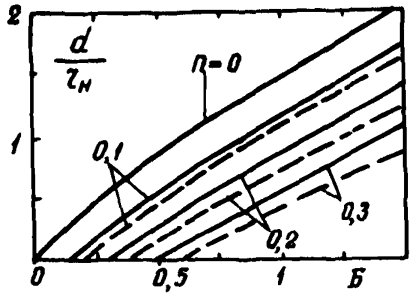


График зависимости $d/z_н$ от параметров $б$, n и α при A=0. Сплошными линиями показаны зависимости при α =20, пунктирными – при α =40

4. По найденному значению d необходимо проверить выполнение требований п. 3.6 к градиенту напора в зоне укрепительной цементации.

Если требования п. 3.6 не выполняются, то глубина укрепительной цементации должна быть уточнена.

Приложение 5

Рекомендуемое

Расчет глубины нарушенной зоны (зоны разуплотнения) скальных грунтов вокруг выработки

1. Глубина нарушенной зоны грунтов h_1, м, возникающая вследствии проходки туннеля устанавливается по данным натурных наблюдений и аналогам, а при их отсутствии на ранних стадиях проектирования - по формулам п. 2 и 3 настоящего приложения.

2. В грунтах с коэффициентом крепости по Протодьяконову $f < 4$ величина h_1, определяется по формуле:

$$h_1 = \frac{b + 2h\,tg(45 - \varphi/2)}{2f};$$

h - высота выработки, м;

b - пролет выработки, м;

φ - кажущийся угол внутреннего трения $(\varphi = arctg f)$.

3. Глубина нарушенной зоны в грунтах с $f \geq 4$ определяется по формуле:

$$h_1 = K_a \cdot b,$$

где K_a - коэффициент, принимаемый по таблице

Коэффициент крепости грунта f	Коэффициент K_a при грунтах		
	очень слаботрещиноватых	слаботрещиноватых	средне- и сильнотрещиноватых
4	0,2	0,25	0,3
от 5 до 8	0,1	0,2	0,25
10 и более	0,05	0,1	0,15

Приложение 6

Справочное

Допустимое количество добавок

I. Наибольшее количество добавок для регулирования свойств растворов следует определять в соответствии со следующей таблицей.

Наименование добавки	Наибольшее допустимое количество добавки, % к массе цемента	Стандарт
Жидкое стекло натриевое (плотность I,38 г/см^3)	3	ГОСТ I3078-8I
Хлористый кальций	5	ГОСТ 450-77
Сульфитно-дрожжевая бражка	0,3	-
Глинопорошок (бентонитовая глина)	5	ОСТ 39-202-86
Черный сульфатный щелок	0,8	-
Сульфат натрия	I,5	ГОСТ 6318-77
Алюминат натрия	I	ТУ 48-5-52-76

2. Добавки применяются в виде водных растворов и суспензий.

Приложение 7

Справочное

СОСТАВЫ РАСТВОРОВ

Растворы для заполнительной цементации

1. Составы растворов для заполнительной цементации выражаются соотношением основных компонентов раствора по массе: цемент: песок: вода (Ц:П:В).

Например, состав цементно-песчаного раствора: 1:2:1,2 обозначает, что в растворе на одну часть цемента приходится две части песка и 1,2 части воды.

Если используются добавки, они, как правило, должны выражаться в процентах от массы цемента.

2. Состав цементно-песчаного (суглинистого) раствора подбирается в лаборатории с учетом требования п. 2.4, разд.5, а также следующих:

раствор не должен расслаиваться при перемачке и заполнении пустот за обделкой;

подвижность раствора (определяемая по расплыву конуса АзНИИ) должна быть в пределах 10-14 см.

На начальных стадиях проектирования состав цементно-песчаного раствора для первичного нагнетания назначается следующего состава: 1:2:1,2 - для напорных туннелей и 1:3:1,7 - для безнапорных туннелей.

3. Расчет компонентов для приготовления одного кубического метра многокомпонентного раствора, подобранного в лаборатории, производится по формулам:

$$\rho_р = \frac{Ц + П + С + В}{Ц/\rho_ц + П/\rho_п + С/\rho_с + В},$$

$$n = \frac{\rho_р}{Ц + П + С + В};\quad Q_ц = n \cdot Ц;\ Q_п = n \cdot П;\ Q_с = n \cdot С;\ Q_в = n \cdot В,$$

где Ц, П, С и В - части соответственно цемента, песка, суглинка (или, например, золы-уноса) и воды по массе в заданном составе раствора: Ц:П:С:В.

$\rho_р$ - плотность раствора, т/м^3;

$\rho_ц; \rho_п; \rho_с$ - плотность частиц (истинная плотность) соответственно цемента, песка и суглинка, т/м^3;

$Q_ц; Q_п; Q_с; Q_в$ - необходимое количество соответственно цемента, песка, суглинка и воды для приготовления 1 м^3 раствора, т/м^3.

Например, для раствора: Ц:П:С:В = I:I,5:I:I,5
с $\rho_ц$ =3,I; $\rho_п = \rho_с$ =2,7; находятся:

$\rho_р$ =I,8I9; n =0,3638; $Q_ц$ =0,3638; $Q_п$ =0,5458;
$Q_с$ =0,3638; $Q_в$ =0,5458, т/м^3.

Цементные растворы для укрепительной цементации

4. Составы растворов выражаются водоцементным отношением (В/Ц), представляющим число литров воды в растворе, приходящемся на I кг цемента.

5. При цементации, как правило, необходимо пользоваться нижеследующей шкалой составов растворов:

В/Ц I0; 5; 3; 2; I,5; I; 0,8; 0,6; 0,5.

6. При больших поглощениях раствора цементация грунтов растворами с В/Ц менее 0,6 - 0,5 производится, как правило, с использованием инертных добавок согласно разд.5.

7. Определение количества компонентов цементного раствора при плотности частиц (истинной плотности) цемента 3,05 - 3,I5 т/м^3 и плотности воды I т/м^3 производится по следующей таблице:

В/Ц раствора	I0	5	3	2	I,5	I	0,8	0,6	0,5
Плотность раствора, т/м^3	I,066	I,I27	I,204	I,292	I,372	I,5I2	I,603	I,734	I,824
Количество цемента, т, на Iм^3 воды	0,I00	0,200	0,333	0,500	0,667	I,000	I,250	I,667	2,000
Количество цемента, т, в I м^3 раствора	0,097	0,I88	0,30I	0,430	0,549	0,756	0,89I	I,084	I,2I6
Объем раствора, м^3 на I м^3 воды	I,032	I,065	I,I08	I,I6I	I,2I5	I,322	I,403	I,538	I,645

8. При плотности частиц цемента, отличающейся от $\rho_ц$ =3,05-3,I5 т/м^3, данные таблицы могут быть уточнены по формулам:

для плотности раствора

$$\rho_р = \frac{1 + (В/Ц)}{1/\rho_ц + (В/Ц)}\ ;\ т/м^3,$$

для количества цемента в I м^3 раствора

$$Q_ц = \frac{1}{1/\rho_ц + (В/Ц)}\ ;\ т,$$

для объема раствора на I м^3 воды

$$V_р = 1 + \frac{1}{\rho_ц \cdot (В/Ц)}\ ;\ м^3.$$

9. В случае приготовления рабочих растворов состава В/Ц из маточного раствора состава (В/Ц) м, количество воды $V_в$, м^3, добавляемое к I м^3 маточного цементного раствора, следует определять по формуле:

$$V_в = \frac{(1/\rho_ц + В/Ц)}{(1 - 1/\rho_ц)} \cdot \left[\frac{1 + (В/Ц)_м}{1/\rho_ц + (В/Ц)_м} - \frac{1 + (В/Ц)}{1/\rho_ц + (В/Ц)} \right].$$

Приложение 8

Обязательное

Строительство _____ Сооружение _____

Участок _____ Вид нагнетания _____

Тип насоса _____

Журнал заполнительной цементации

Дата, смена, бригада	Установка тампона		Сорт и марка цемента	Состав раствора	Количество			Давление, МПа	Подпись цементатора и начальника смены	Примечание
	№ пикета или кольца	№ скважины, отверстия или блока			раствора, $м^3$	цемента, т	песка, т			

Начальник участка (Ф.И.О.,подпись)

Приложение 9
Обязательное

Строительство _____
Сооружение _____ Участок _____

Журнал укрепительной цементации

Скважина № _____, зона от _____ до _____м, мощность зоны _____м
Расположение (пикет) _____
Дата _____, смена _____
Ф.И.О. цементатора (оператора) _____
Растворовод: длина _____ м, диаметр _____мм
Тампон на глубине _____м
Способ нагнетания раствора _____
Вид добавки _____
Удельное водопоглощение _____л/(мин·м^2)
Расход на зону, кг: цемента _____, добавок _____
Расход на I м зоны, кг/м: цемента_____, добавок _____
На сброс, кг: цемента _____, добавок _____

За достоверность и тщательность произведенных в журнале записей несет ответственность цементатор (оператор) как за документацию скрытых работ. В журнале не допускаются подтирки.
Ошибочно сделанная запись перечеркивается одной чертой и рядом делается запись, соответствующая действительности. Лицо, сделавшее исправление, ставит свою подпись.

Цементатор (оператор) _____
(подпись)

Начальник смены _____
(Ф.И.О., подпись)

Начальник участка _____
(Ф.И.О.,подпись)

Обратная сторона журнала укрепительной цементации

Раствор (вода)						Время				Давление, МПа		
состав	цемент, кг	добавка, кг	выход, л	остаток, л	поглощено, л	часы	мин	интервал, мин	расход, л/мин	у насоса	в зоне	Примечание

Цементатор (оператор) _____
(подпись)

Приложение 10

Обязательное

АКТ

опробования контрольных скважин № _____

выполненных _____

(наименование сооружения)

" " _____ 19___ г

Комиссия в составе:

представителя строительно-монтажной организации _____

_____

(фамилия, инициалы, должность)

представителя технического надзора заказчика _____

_____

(фамилия, инициалы, должность)

представителя проектной организации _____

_____

(фамилия, инициалы, должность)

провела опробование контрольных скважин № _____

для проверки результатов и достаточности выполненных работ

по _____ цементации

(заполнительной, укрепительной)

Местоположение скважин _____

(забой, пикет)

Результаты испытаний

Номер контрольной скважины	Номера соседних рабочих скважин	Номер зоны/мощность, м	Давление, МПа	Укрепительная цементация		Заполнительная цементация. Расход раствора состава 1:0:2, л/мин
				удельное водопоглощение л/(мин·м^2)	поглощение цемента, кг/м	

Заключение по результатам испытаний _____

_____

Представитель технического
надзора заказчика _____
(подпись)

Представитель проектной организации _____
(подпись)

Представитель строительно-
монтажной организации _____
(подпись)

Приложение II
Обязательное

А К Т

освидетельствования скрытых работ

_____
(наименование работ)

выполненных в _____
(наименование и место расположения объекта)

_____

" " _____ 19__ г.

Комиссия в составе:

представителя строительно-монтажной организации _____

_____
(фамилия, инициалы, должность)

представителя технического надзора заказчика _____

_____
(фамилия, инициалы, должность)

представителя проектной организации /если она осуществляет авторский надзор в соответствии с требованиями п. I.5 СНиП I.06.05-85/

_____
(фамилия, инициалы, должность)

ознакомилась с исполнительной документацией цементационных работ, выполненных _____
(наименование строительно-монтажной организации)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

I. К освидетельствованию предъявлены следующие цементационные работы _____
(наименование цементационных работ)

2. Работы выполнены по проектно-сметной документации _____

_____
(наименование проектной организации, № чертежей и дата их

_____
составления)

3. Данные по участку цементационных работ: длина _____ м.

площадь _____ м^2, зацементировано _____
штук скважин общей длиной _____ м, поглощено всего
_____ т, цемента _____ т, песка
(инертных добавок) _____ т

4. Результаты опробования контрольных скважин _____
_____

5. При выполнении работ отсутствуют (или допущены) отклонения от проектно-сметной документации _____
_____
(при наличии отклонений указывается, кем согласованы, № чертежей и дата согласования)

6. Начало работ _____
(дата)
окончание работ _____
(дата)

Решение комиссии

Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией, стандартами, строительными нормами и правилами и отвечают требованиям их приемки.

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству (монтажу) _____
_____
(наименование работ и конструкций)

Представитель технического
надзора заказчика _____
(подпись)
Представитель проектной
организации _____
(подпись)
Представитель строительно-монтажной
организации _____
(подпись)

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения 2
2. Заполнительная цементация 3
Нагнетание раствора 7
3. Укрепительная цементация 8
Основные параметры укрепительной цементации 9
Последовательность цементации скважин I2
Способ обработки скважин I3
Гидравлическое опробование грунтов и установка тампона I4
Нагнетание раствора I5
4. Ликвидационный тампонаж скважин и отверстий I6
5. Материалы и добавки для растворов I6
6. Растворы и их приготовление I8
7. Давление и расход нагнетания раствора I9
8. Опытные и опытно-производственные работы 20
9. Цементационное оборудование и контрольно-измерительная аппаратура 22
I0. Техническая документация 22
II. Контроль работ 23
Контрольные работы при заполнительной цементации..... 24
Контрольные работы при укрепительной цементации 24
Приемочный контроль 26
I2. Техника безопасности 26

Приложения: I. Справочное. Термины и определения, применяемые в настоящих ВСН..... 28
2. Рекомендуемое. Расчет приведенного (эффективного) коэффициента удельного отпора грунта..... 3I
3. Рекомендуемое. Фильтрационные расчеты туннеля с укрепительной цементацией..... 34
4. Рекомендуемое. Расчет наивыгоднейшей глубины укрепительной цементации в напорном туннеле ГЭС с нетрещиностойкой бетонной обделкой 37
5. Рекомендуемое. Расчет глубины нарушенной зоны (зоны разуплотнения) скальных грунтов вокруг выработки..... 39

6. Справочное. Допустимое количество добавок.. 40
7. Справочное. Составы растворов 41
8. Обязательное. Журнал заполнительной цементации 44
9. Обязательное. Журнал укрепительной цементации 45
10. Обязательное. Акт опробования контрольных скважин 47
11. Обязательное. Акт освидетельствования скрытых работ 49

gost.e-ecolog.ru