

Ведомственные строительные нормы
Инструкция по цементации трещин, возникающих в бетоне
гидротехнических сооружений

ВСН 14-78

Взамен ВСН 05-63

Содержание

- [1. Общие положения](#)
- [2. Наблюдения, опытные и проектные работы](#)
- [3. Производство цементационных работ](#)
- [4. Контроль качества цементации трещин в бетоне](#)
- [5. Приложение](#)

Министерство энергетики и электрификации СССР

Минэнерго СССР

:-----:-----:-----:			
: Внесена	: Утверждена	: Срок	: :
: Всесоюзным научно-исследовательским	: протоколом N 15 совместного	: введения	: :
: институтом гидротехники	: совещания Главниипроекта и	: в действие	: :
: им. Б.Е. Веденеева и	: Главтехуправления	: IV квартал	: :
: институтом "Гидроспецпроект"	: Минэнерго СССР	: 1978 г.	: :
:	: от 28 марта 1978 г.	:	: :
:-----:-----:-----:			

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В настоящей Инструкции изложены основные мероприятия и требования по цементации трещин, возникающих в бетоне гидротехнических сооружений.

1.2. Мероприятия по цементации бетонной кладки, содержащей трещины, должны обеспечивать монолитность, водонепроницаемость, устойчивость и долговечность ремонтируемых сооружений.

1.3. Работы по укреплению и уплотнению бетона, имеющего трещины, должны проводиться по проекту, составленному на основании тщательно проведенного обследования объекта и согласованному с организациями, выполняющими ремонтные работы и эксплуатирующими сооружение.

1.4. Инструкция не распространяется на цементацию строительных швов столбчатой разрезки в гравитационных и арочных плотинах, на ремонт кавернозного бетона и цементацию трещин бетона при отрицательных температурах.

1.5. Для обеспечения высокого качества ремонтных работ при цементации трещин в инъекционные растворы следует вводить поверхностно-активные добавки (СДВ, СНВ и другие), использовать активированные (цементно-коллоидные) растворы или домолотые и сепарированные цементы.

2. НАБЛЮДЕНИЯ, ОПЫТНЫЕ И ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ

2.1. Натурные наблюдения и исследования состояния строящихся и эксплуатируемых гидротехнических сооружений ведутся в соответствии с "Указаниями по организации натурных наблюдений и исследований на строящихся гидротехнических сооружениях" ВСН 01-74, "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей" изд. 13. М.: Энергия 1977, "Временным положением о надзоре за безопасностью гидротехнических сооружений электростанций" М.: 1973 и "Руководством по наблюдениям за гидротехническими сооружениями электростанций". М.-Л.: 1955.

2.2. На чертежах-развертках бетонной поверхности, где отмечаются расположение трещин и других дефектов бетона, показываются места установки маяков и щелемеров.

2.3. Участки с дефектным бетоном (трещиноватость и пористость), качество строительных швов, интенсивное выщелачивание и др. выявляются наблюдениями за фильтрацией воды через бетон.

2.4. При увеличении расхода фильтрации наблюдения учащаются, и организация, ведущая наблюдения, должна довести до сведения вышестоящих инстанций о развитии процесса фильтрации.

2.5. В частях сооружения, где оценка водопроницаемости бетона по количеству фильтрующей воды невозможна, применяется гидравлическое опробование специально пробуренных скважин в бетоне исследовательских скважин.

2.6. Исследовательские скважины для определения водопроницаемости трещиноватого бетона должны закладываться таким образом, чтобы они давали возможность оконтурить участок бетона, подлежащий цементации.

2.7. Расстояние между исследовательскими скважинами определяется в зависимости от степени дефектности бетона, но в среднем принимается не более 1,5 м. Глубина скважины назначается достаточной для испытания всей дефектной толщи бетона.

2.8. Исследовательские скважины как рабочие цементационные. Если исследованиями установлено, что цементацию бетона выполнять не следует, скважины ликвидируются.

2.9. Исследовательские скважины, находящиеся в бетоне без сильного водопритока, могут быть осмотрены перископом РВП-451 или буроскопом (согласно приложениям 1-3 "Рекомендаций по оценке качества бетона гидротехнических сооружений по кернам", ВСН 008-67).

2.10. По данным проекта или натурным исследованиям определяются расчетные напряжения в бетоне, значение допускаемого напряжения при максимальном гидротехническом напоре, а также значения принятых коэффициентов запаса.

2.11. Водопроницаемость бетона определяется величиной удельного водопоглощения (q), вычисленного по формуле:

$$q = Q / H \cdot l, \quad \text{л/мин.м}^2, \quad (1)$$

где Q - расход воды, поглощаемой скважиной (зоной), л/мин; l - длина опробованной скважины (зоны), м; H - действующий напор воды в скважине (зоне), м, который определяется с учетом давления, создаваемого насосом у устья скважины, и дополнительного напора по следующей формуле:

$$H = 10 P_m + z, \quad \text{м}, \quad (2)$$

где P_m - давление, кгс/см², на манометре, установленном у устья скважины, пересчитываемое на высоту столба воды, м, путем умножения на 10; z - дополнительный напор воды в скважине, м.

Дополнительный напор (z) представляет собой:

при расположении опробуемой зоны в сухом бетоне - разность отметок между серединой опробуемой зоны и устьем скважины;

при расположении опробуемой зоны в обводненной скважине - разность отметок между уровнем воды в скважине и устьем скважины.

2.12. Опробование исследовательских скважин глубиной более 5-7 м следует производить по отдельным зонам. Протяженность зон должна приниматься от 2 до 5 м, а в случае большой трещиноватости бетона она уменьшается до 1 м.

2.13. Перед началом работ по ремонту бетонных сооружений проводятся опытные на отведенных участках.

2.14. Места расположения, количество опытных участков устанавливаются проектной организацией на основании материалов наблюдений за состоянием сооружения, обследования его.

2.15. Места расположения опытных участков для цементации бетонной кладки выбираются в наиболее характерных местах, подлежащих ремонту.

2.16. Опытными работами устанавливается усредненное расстояние между скважинами в зависимости от очередности цементации. Отрабатываются величины предельного и допускаемого давления при нагнетании, составы тампонажных растворов, приготовленных на цементах различных видов и марок, поступающих на данный объект, и технология цементационных работ.

2.17. Цементация трещиноватого бетона производится удельных водопоглощениях свыше 0,01-0,02 л/м².

Проект цементации трещин в бетоне должен быть составлен на основании результатов обследования с учетом условий и особенностей статической работы сооружения, главными из которых являются:

величина напора, действующего на часть сооружения, подлежащего цементации;

величина расчетных напряжений в бетоне (сжимающих или растягивающих);

расчетные коэффициенты запаса;

степень подверженности бетона атмосферным влияниям или воздействию переменных уровней воды;

температура бетона и сооружения.

В проекте должны быть учтены данные, полученные при проведении опытных работ на сооружении, а также опыт работ на аналогичном объекте.

2.18. Цементацию трещин в бетоне рекомендуется проводить при положительной температуре бетона в период максимального раскрытия трещин.

2.19. Количество трещин, подлежащих цементации, должно быть установлено на основании обследований.

2.20. Очередность цементации трещин должна соответствовать степени их опасности:

а) трещины вертикальные, продольные и поперечные, особенно сквозные (рис. 1, трещины 1), цементации этих трещин при столбчатой разрезке плотины на блоки должна производиться после цементации смежных строительных швов, ограничивающих поврежденные блоки;

б) глубокие вертикальные и горизонтальные трещины, несквозные со стороны напорной грани (рис. 1, трещины 2 и 3);

в) остальные трещины, выходящие на грань верхнего бьефа и имеющие протяженность свыше 1-1,5 м с раскрытием более 0,1-0,15 м;

г) трещины в своде или стенках галереи;

д) трещины, выходящие на низовую грань (рис. 1, трещины 4).

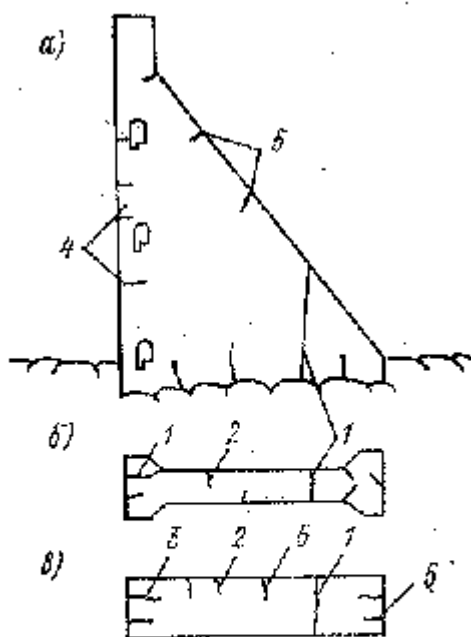


Рис. 1. Схема трещин в бетонной плетине

а — отдельные секции; б — план секции; в — план секции; 1 — трещины вертикальные, продольные, поперечные сквозные; 2-3 — трещины глубокие вертикальные и горизонтальные насквозь со стороны напорной грани; 4-5 — трещины, выходящие на низовую грань.

Трещины, указанные в пп. а, б, в, должны цементироваться до проектного наполнения водохранилища. Трещины, указанные в пп. г, д, могут цементироваться при частичном наполнении водохранилища.

Примечание: при наличии на определенном (ограниченном) участке трещин большого и малого раскрытия в первую очередь цементируются трещины с большим раскрытием.

2.21. В проекте устанавливаются основные размеры бетонной поверхности, подлежащей цементации. Должны указываться: протяженность таких участков по фронту сооружения, расположение в плане, а также расположение ближайших строительных, температурно-усадочных и деформационных швов, дренажей, гидроизоляции и т. д.

2.22. На основании результатов обследования качества бетонных, опытных работ и положения обнаруженных трещин в проекте назначаются расположение скважин, количество рядов скважин, их глубина и разбивка на зоны цементации в зависимости от степени нарушенности бетона трещинами, типа конструкции, величины воспринимаемого ею напора, а также от предъявляемых требований к плотности бетона (норм допустимого удельного водопоглощения после цементации).

2.23. Взаимное расположение скважин, их направление и глубина назначаются в проекте и корректируются в процессе выполнения работ с таким расчетом, чтобы в результате цементации достигалась степень водонепроницаемости, достаточная для прекращения и предотвращения фильтрации воды через бетон.

2.24. Цементационные скважины следует задавать с определенным наклоном к плоскости трещин (ориентировочно 30-45°).

2.25. В сооружениях, имеющих дренаж в бетоне или по подошве основания, цементационные скважины должны задаваться с таким расчетом, чтобы в процессе инъекции была исключена возможность забивки дренажа цементом, или должны предусматриваться мероприятия по восстановлению дренажа.

2.26. В проекте цементации бетона должны содержаться краткие указания по производству работ, а также должен быть составлен календарный график работ.

Проект составляется в соответствии с требованиями, установленными инструкцией по составу и содержанию проектов.

Проект производства работ должен содержать обоснования выбора бурового, насосного и энергосилового оборудования, его количества, потребность рабочей силы, необходимых материалов, электроэнергии, сжатого воздуха и т. д.

3. ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТАЦИОННЫХ РАБОТ

Бурение и промывка скважин для цементации

3.1. Бурение в бетоне неглубоких скважин выполняется перфораторами.

3.2. Бурение скважин глубиной свыше 7-8 м производится станками колонкового или пневмоударного бурения с минимальным диаметром скважин (105 мм).

3.3. При колонковом бурении следует использовать коронки из твердых сплавов. Дробовые коронки – не применять.

3.4. При бурении скважин в железобетонных конструкциях количество перерезанной арматуры должно соответствовать проектному.

3.5. Бурение в бетоне должно выполняться с промывкой водой или продувкой воздухом.

Скважины должны быть освобождены от бурового шлама путем тщательной промывки водой.

После промывки скважин определяется удельное водопоглощение их по зонам (3-5м) или на полную глубину скважины (при неглубоких скважинах до 7м).

Оборудование и приспособления для цементации

3.6. Цементация трещин в бетонных и железобетонных конструкциях должна производиться гидростатическим методом или с применением насосов, обеспечивающих проектные давления, производительность и непрерывность процесса при нагнетании. Пневматические устройства, баллоны со сжатым воздухом и т. д. применять не разрешается.

3.7. Применяемое для цементации трещин оборудование должно состоять из дозирочных устройств; насосов; нагнетателей; трубопроводов; измерительной и регулировочной аппаратуры.

Дозировочные устройства должны отмеривать материалы с точностью до 2 %.

3.8. Дозирование жидких компонентов цементационного раствора (вода, ПАВ) осуществляется объемным способом, а цемента – весовым или объемным.

3.9. Растворосмесители для приготовления цементационного раствора должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать однородность состава раствора, допускать возможность измерения объема израсходованного раствора за пятиминутный промежуток времени.

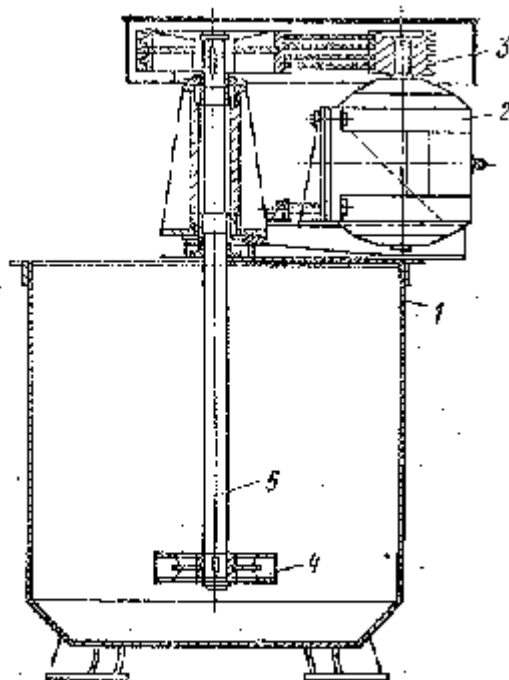


Рис. 2. Растворосмеситель РМ
1—корпус смесителя; 2—электродвигатель; 3—шпинь; 4—турбина; 5—вал.

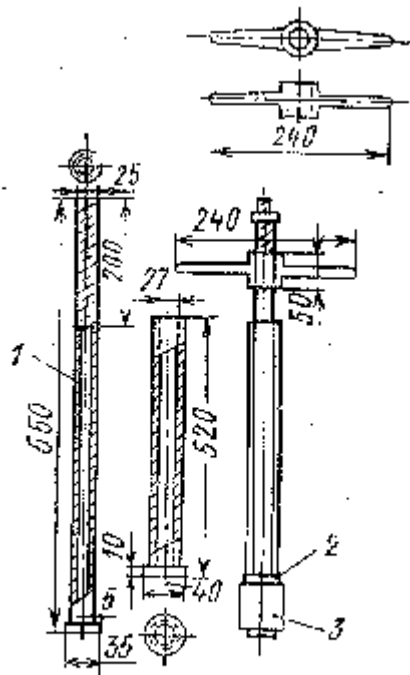


Рис. 3. Тампон-нагнетатель
1—инжектор; 2—запечник; 3—резиновый уплотнитель.

3.10. Смесительные устройства (не менее двух) механического действия должны обеспечивать непрерывное перемешивание раствора.

Полезная емкость растворосмесительных установок подбирается исходя из предполагаемого поглощения раствора (с учетом 20-30 % запаса).

Следует применять растворосмесители со скоростью вращения ротора не менее 500-700 об/мин.

3.11. Для приготовления цементных растворов необходимо применять растворосмесители типа РМ. Турбулентные смесители типа РМ изготавливаются емкостью 300, 500, 700 л. Скорость вращения ротора - 500 - 700 об/мин (рис. 2).

Цементно-коллоидные растворы могут приготавливаться в активаторах типа С-868 и СБ-81.

3.12. Растворонасосы для нагнетания цементационного раствора должны удовлетворять следующим основным требованиям: устойчиво и длительно работать по перекачке жидких и густых растворов, обеспечивать определенное давление нагнетания и необходимую производительность.

3.13. Насосы поршневого или диафрагмового типа должны обеспечивать подачу цементационного раствора при расходе до 100 л/мин при давлении 100-150 кгс/см². Рекомендуется применять специальные цементационные насосы, а также насосы типа ЗИФ 100/30, разрешается применять ручные насосы с производительностью от 50 л/мин и выше, а также грязевые потоки типа 9 и 11 ГР и др.

3.14. Тампон-нагнетатель - нестандартное оборудование, и промышленностью серийно не выпускается. Образец тампона представлен на рис. 3.

3.15. На верх тампона обязательно устанавливается предохранитель для манометра (рис. 4).

При групповой цементации необходимо пользоваться развилкой и безболтовой соединительной муфтой.

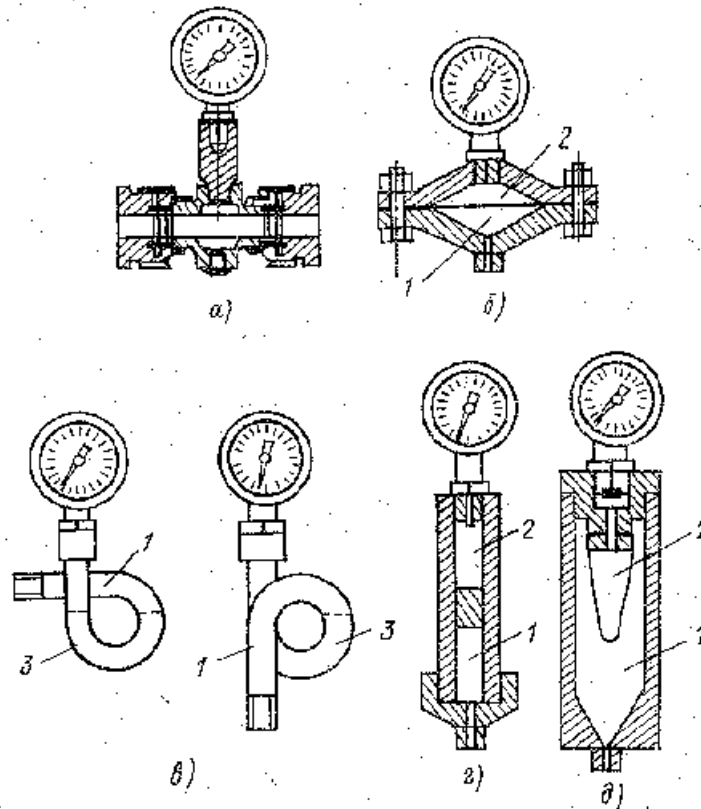


Рис. 4. Предохранители для манометров
 а — пробочный; б — диафрагменный; в — трубчатый; г — поршневой; д — камерный; 1 — раствор; 2 — тормозная жидкость; 3 — масло.

3.16. Оборудование для цементации необходимо монтировать на тележке, площадке или автомашине полностью. Оборудование, смонтированное на площадке, должно быть транспортабельным и мобильным.

3.17. При цементационной установке оборудуются закрытые склады цемента и заполнителей. К цементационной установке должна быть обеспечена подача воды и электроэнергии.

Материалы

3.18 Цемент, применяемый для цементации трещин в бетонных и железобетонных сооружениях, должен иметь марку не ниже 400 (ГОСТ 10178-62 *).

При выборе рода цемента для производства цементации бетонных и железобетонных конструкций необходимо руководствоваться следующими указаниями.

а) для цементации конструкций, изготовленных на портландцементе или пуццолановом портландцементе, применяется только портландцемент; пуццолановый портландцемент может быть использован в исключительных случаях и только для изделий, изготовленных на этом цементе, вместо обычного портландцемента может применяться гидрофобный или пластифицированный портландцемент той же марки;

б) для цементации конструкций, изготовленных на сульфатостойком портландцементе, следует применять только сульфатостойкий портландцемент;

в) для цементации конструкций, изготовленных на глиноземистом цементе, следует применять только глиноземистый цемент; в глиноземистый цемент не разрешается вводить добавки электролитов и ускорителей схватывания;

г) если вода оказывает выщелачивающее действие на бетон, то следует применять пуццолановый цемент или шлакопортландцемент, даже если бетон уложен с использованием портландцемента.

3.19. Приемка цемента, его хранение и испытание должны производиться в соответствии с ГОСТ 10178-62*, ГОСТ 310-60. Выгружать цемент на склад и хранить его следует отдельно по виду и по маркам.

3.20. При поставке цемента на склад ведется запись в книге прибытия, и впредь до получения данных о его испытании цемент расходованию не подлежит.

3.21. Полученный цемент должен иметь паспорт, в котором указаны:

а) название завода-изготовителя,

б) название цемента и марки,

в) вид и количество добавок,

г) номер партии,

г) год, месяц и дата отправки цемента.

3.22. При поставке цемента навалом в вагонах пробу отбирают из каждого вагона в разных местах; при поставке цемента автомобильным транспортом - по 1 кг от каждых 25 т цемента, в мешках - по 1 кг из одного мешка (на каждые 300-500 мешков).

3.23. Для уменьшения расхода цемента, улучшения свойств цементационных растворов (текучести, однородности, нерасслаиваемости) необходимо в них вводить пластифицирующие добавки: сульфитно-спиртовую барду (ССБ), сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ), отвечающую требованиям ОСТ 81-79-74, ТУ 81-04-225--73, и черный сульфатный щелок.

Соотношение количества вводимой добавки (СДБ) и водоцементного отношения цементационного раствора приведено в табл. 1.

Таблица 1.

В/Ц	Количество СДБ в % к массе цемента (в пересчете на сухое вещество)
0,6-1,0	0,35-0,40
1,0-2,0	0,40-0,60
3,0-10,0	0,50-0,60

3.24. При необходимости уменьшения сроков схватывания цементационных растворов следует вводить в растворы ускорители твердения: нитрат натрия NaNO_2 (ГОСТ 19906-74), хлорида кальция CaCl_2 (ГОСТ 450-70) и др. Содержание в растворах ускорителей твердения зависит от температуры бетона и воздуха. В среднем рекомендуется их вводить в количестве от 3 до 5 % (к массе цемента).

Оптимальное содержание указанных добавок в цементационных растворах следует проверять лабораторным способом.

3.25. При приготовлении водных растворов добавок следует руководствоваться главой 5 и приложением 10 "Руководства по применению химических добавок к бетону". М.: Стройиздат, 1975.

3.26. Вода должна удовлетворять требованиям СНиП III В. 1-70 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ".

Вода, пригодная для питья, может использоваться без предварительного исследования.

3.27. При больших поглощениях цемента, обусловленных значительным раскрытием трещин, может использоваться песок с крупностью фракций не более 0.5 мм.

Песок не должен содержать вредных примесей или содержать их минимальное количество (не более 0,5% слюды, 1% серных и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 , 5% глины).

Технология цементационных работ

3.28. Нагнетание раствора сначала должно производиться в скважины первой очереди, задаваемые обычно на расстоянии 3-6 м в зависимости от конфигурации и раскрытия трещин в бетоне.

Затем цементируются скважины второй очереди. Если в результате проведенных работ не удастся достигнуть требуемого по проекту снижения водонепроницаемости бетона (проверяется гидравлическим опробованием промежуточных скважин между скважинами второй очереди), то цементируются скважины третьей очереди, и, в случае необходимости, четвертой очереди.

Однако сближения скважин менее 0,75 м нецелесообразно. В этих случаях следует назначать второй, а иногда и третий ряд скважин.

3.29. При цементации отдельных трещин нагнетание раствора должно вестись с таким расчетом, чтобы сначала заполнялись нижние части трещин, а затем верхние.

Если при выполнении цементационных работ между скважинами установилась гидравлическая связь, то такие скважины допускается цементировать совместно. Но в дальнейшем следует располагать скважины на расстояниях, исключающих гидравлическую связь между одновременно обрабатываемыми скважинами.

3.30. При выходе из соседних трещин отжимаемой воды или жидкого раствора с В/Ц большим, чем В/Ц нагнетаемого раствора, меры по заделке выходов не применяются. При выходе из трещин раствора той же консистенции, что и нагнетаемый

раствор, давление нагнетания снижается, а консистенция раствора сгущается. Предварительная заделка трещин цементным тестом или смолой производится только для очень крупных трещин с таким расчетом, чтобы часть трещин осталась открытой для обеспечения движения раствора.

3.31. Для цементации применяются составы растворов с водоцементными отношениями от 0,6 до 8,0 по весу (при очень тонких трещинах до 10,0). Составы растворов должны назначаться на основании опытных работ.

3.32. Исходя из величины удельных водопоглощений, установленных в трещиноватом бетоне до цементации, составы растворов назначаются ориентировочно, как это указано в табл. 2.

Таблица 2.

Удельное водопоглощение бетона до цементации л/мин.м ²	В/Ц (исходное)
Менее 0,1	8-10
" 0,1-0,5	6-5
" 0,5-1,0	5-2
" 1,0-5,0	2-1
Более 5,0	1-0,6

В процессе инъекции в зависимости от хода поглощения составы нагнетаемых растворов уточняются.

Примечание. Данные таблицы не относятся к цементации крупных трещин.

3.33. Для цементации крупных трещин необходимо применять растворы с мелким песком. Составы растворов (цемент: песок) назначаются в зависимости от ширины открытия трещин от 1:0,5 до 1:1.

3.34. Цементация чисто цементными растворами должна начинаться с нагнетания жидких смесей для того, чтобы достичь заполнения тонких трещин. Затем растворы сгущаются, и увеличивается давление нагнетания.

Если давление поднимается уже при нагнетании жидких растворов, то следует продолжить нагнетание, доведя давление до предельного, и увеличить скорость нагнетания.

Цементация заканчивается нагнетанием жидкого раствора под предельным расчетным давлением.

3.35. При малых раскрытиях трещин проникновение обычных цементационных растворов сопряжено со значительными трудностями. В таких случаях целесообразно использовать тонкодисперсные цементно-коллоидные растворы, приготовленные в скоростных смесителях турбулентного типа, или перед приготовлением растворов домальвать в шаровых вибромельницах или сепарировать цементы. Кроме того, следует вводить в цементационные растворы поверхностно-активные добавки ПАВ (СДБ и др.). Использование ПАВ дает возможность производить цементацию трещин с меньшими раскрытиями.

3.36. Цементация скважин производится до полного отказа в поглощении, за который принимается расход раствора не более 1 л за 10 м нагнетания.

3.37. Опрессовка скважины после отказа в поглощении раствора производится в течение 10 мин при предельном давлении нагнетания.

Допустимым давлением считается давление, при котором раскрытие трещин вблизи нагнетаемой скважины не превышает 0,5 мм. Более жесткие условия должны быть обоснованы в проекте. Необходимо обратить особое внимание на недопустимость цементации под низкими давлениями. Как правило, цементация трещин должна производиться при давлении 8-10 кгс/см².

3.38. При выполнении цементационных работ ведется журнал цементации по форме 2. (приложение 2).

3.39. При ремонте бетонных сооружений необходимо строго соблюдать правила по технике безопасности, которые изложены в "Памятке по технике безопасности для цементатора", М.: Стройиздат, 1966.

4. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТАЦИИ ТРЕЩИН В БЕТОНЕ

4.1. При сдаче - приемке работ оценка результатов цементации бетона должна производиться на основании визуального осмотра фильтрующихся поверхностей, а



- Примечания. 1. Заводятся на определенный участок или сооружение.
 2. Дополнительно на обратной стороне делаются зарисовки трещин.
 3. Заполняется в процессе обследования в различные сроки техником, инженером и начальником цеха (сооружения).

Приложение 1

Обложка журнала

форма 1

Наименование организации, проводящей цементационные работы

Объект работ

Журнал цементации

Скв.

Журнал N

Всего журналов по цементации скв. N шт.

Расположение

Отм. устья скв. м

Отм. забоя скв. м

Конечная глубина скв. м

Количество зон шт.

Диаметр скв. мм

Начат

Окончен

Прораб цементации ()

Техник участка ()

Проверил

Начальник технического отдела ()

Левая сторона разворота обложки
журнала или вкладыша

Общие данные	Марка цемен та	В:Ц	Состав			Выход вора, л	Остаток в баке, л	Поглощение		
			Вода л	Цемент кг	Добавка кг			раст- вора, л	цемент кг	добавок кг

Дата

Смена

Ф.И.О. мастера

Скв. N

Зона N

от м

до м

Мощность зоны, м

Длина шлангов, м

Превыш.манометра над устьем скв. м

Правая сторона разворота обложки
журнала или вкладыша

