

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ

---

---

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ЦЕМЕНТАЦИИ ТРЕЩИН, ВОЗНИКАЮЩИХ  
В БЕТОНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ

ВСН-05-63

ГПКЭиЭ СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭНЕРГИЯ“

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ  
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

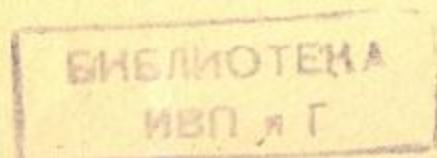
ГЛАВТЕХСТРОЙПРОЕКТ

---

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ЦЕМЕНТАЦИИ ТРЕЩИН, ВОЗНИКАЮЩИХ  
В БЕТОНЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ВСН-05-63  
ГПКЭиЭ СССР

*Составлены во Всесоюзном  
научно-исследовательском институте  
гидротехники им. Б. Е. Веденеева  
и утверждены  
Техническим управлением по строительству  
электростанций и сетей ГПКЭиЭ СССР*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»  
МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

**ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЦЕМЕНТАЦИИ ТРЕЩИН, ВОЗНИКАЮЩИХ В БЕТОНЕ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

Технический редактор *Е. Н. Боравская*

---

М-42155. 20-ХІ-64 г. Печ. л. 1. Зак. 402. Тираж 750. Цена 5 коп.

---

Типография Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники  
имени Б. Е. Веденеева. Ленинград, К-64, Гжатская, 21.

## Введение

Настоящие Технические указания составлены во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники имени Б. Е. Веденеева Лабораторией цементации оснований и гидросооружений в соответствии с поручением Главэнергопроекта Государственного производственного комитета по энергетике и электрификации СССР.

При составлении ТУ использован имеющийся опыт цементации бетонных кладок в гидротехническом строительстве и существующие нормативные документы, в частности ТУ, разработанные трестом «Гидроспецстрой» (при восстановлении ДнепроГЭС имени В. И. Ленина), а также на других объектах.

Технические указания были рассмотрены комиссией Ученого совета ВНИИГ с привлечением ЛО Гидропроекта и НИИОПС Госстроя СССР (протокол от 22 марта 1963 г.). В настоящую редакцию Технических указаний внесены исправления и дополнения согласно представленным рецензиям и решению комиссии Ученого совета ВНИИГ.

Автор Технических указаний — руководитель Лаборатории цементации оснований и гидросооружений *А. Н. Адамович*.

---

Государственный производственный комитет по энергетике и электрификации СССР	Ведомственные строительные нормы	
	Технические указания по цементации трещин, возни- кающих в бетоне гидротехнических сооружений	ВСН-05-63 ГПКЭиЭ СССР

### Общие положения

1. Мероприятия по цементации бетонной кладки, содержащей трещины, должны обеспечивать придание монолитности, водонепроницаемости, устойчивости и долговечности ремонтируемым сооружениям.

2. Работы по укреплению и уплотнению бетона, содержащего трещины, должны проводиться по проекту, составленному на основе тщательно проведенного обследования объекта.

3. Настоящие Технические указания не распространяются на цементацию строительных швов, выполняемую в высоких бетонных гравитационных плотинах, возводимых при столбчатой разрезке на блоки, и на цементацию бетонных арочных плотин, выполняемую в процессе их возведения при помощи заложеной в бетон специальной аппаратуры. Цементация трещин в зимнее время должна проводиться по специальным Техническим условиям.

### Область применения способа цементации для укрепления и уплотнения трещиноватого бетона

4. Возможность применения способа цементации для повышения монолитности и водонепроницаемости бетонных и железобетонных элементов гидротехнических сооружений зависит от:

- размера трещин в бетоне;
- скорости фильтрации воды, проникающей в поврежденные части бетона;
- химического состава фильтрующей воды;
- температуры бетона.

5. Современная практика цементации показала, что при применении цементов, удовлетворяющих по тонкости помола требованиям ГОСТ 970-61, при правильном назначении консистенции нагнетаемых растворов и режима давлений может быть достигнута удовлетворительная цементация трещин шириною примерно 0,15 мм.

Внесены Всесоюзным научно-исследователь- ским институтом гидротехники имени Б. Е. Веденеева	Утверждены Техническим управлением по строительству электростанций и сетей ГПКЭиЭ СССР	Срок введения декабрь 1964 г.
--	---	----------------------------------

**Примечание.** При диспергации цемента посредством виброизмельчения или перемешивания растворов в высокоскоростных смесителях может быть достигнута удовлетворительная цементация более тонких трещин (около 0,1 мм).

6. Схватывание и твердение цементационного раствора, нагнетаемого в трещины бетона, возможно в том случае, если этот бетон не подвергается фильтрации, опасной в отношении вымывания цементных частиц из несхватившегося раствора. Опасными в отношении вымывания цементных частиц из несхватившегося раствора в настоящее время приняты действительные скорости фильтрации порядка 0,7 см/сек (600 м/сут).

7. Долговечность цементации определяется стойкостью примененного вида цемента против агрессивного действия фильтрующей через бетон воды. Развитие процессов коррозии цементного камня, вызванной агрессивными водами, протекает во времени различно, в зависимости от степени минерализации воды, плотности цементного камня в трещинах бетона, градиента фильтрационного напора, расхода фильтрации и пр. Определение признаков и норм агрессивности воды и выбор соответствующего рода цемента должны производиться согласно требованиям СН-243-63 [Л 1]. Дополнительные указания о выборе цементов содержатся в п. 39. Вода, применяемая для приготовления цементационных растворов, должна удовлетворять требованиям ГОСТ 4797-56.

### **Обследование состояния трещиноватого бетона в сооружениях**

8. В случаях, когда имеющиеся данные о состоянии и условиях работы поврежденного трещинами сооружения или его части не дают достаточного обоснования для разработки проекта восстановительных мероприятий, следует предпринять детальное обследование качества бетона и размеров повреждений.

**Примечание.** При обследованиях рекомендуется пользоваться «Руководством по наблюдениям за гидротехническими сооружениями электростанций» [Л. 2].

9. Необходимо установить состав и марку уложенного бетона, тип и марку примененного цемента, для железобетона — размер и расположение арматуры. Фактическую прочность бетона разрешается определять дисковым прибором ДПГ-4 [Л. 3].

10. По данным проекта рекомендуется установить расчетные напряжения в бетоне, величину допускаемых напряжений, а также значения принятых коэффициентов запаса.

По проектам или натурным данным следует установить величину гидростатического напора, действующего на поврежденный элемент сооружения.

11. Расположение и размеры трещин в бетоне следует устанавливать на основе детального осмотра и соответствующего измерения. При этом особо тщательно должна определяться величина

раскрытия трещин. Для обследования качества бетона проводится бурение специальных исследовательских скважин, нагнетание или налив в них воды (при наличии положительных температур бетона и воздуха), освидетельствование получаемых кернов и их испытание, а также анализы проб фильтрующей воды. Цементацию трещин в бетоне рекомендуется проводить в теплое время года (при среднесуточных температурах не ниже  $+5^{\circ}$ ).

12. Исследовательские скважины для определения водопроницаемости трещиноватого бетона должны закладываться таким образом, чтобы они давали возможность оконтурить участок бетона, подлежащий цементации. Расстояние между исследовательскими скважинами определяется в зависимости от степени дефектности бетона. Глубина скважин назначается достаточной для испытания всей толщи бетона в обследуемой части сооружения. Диаметр исследовательских скважин может составлять 51—76 мм, если назначение большего диаметра не вызывается условиями получения кернов для испытания свойств бетона.

В гравитационных бетонных плотинах, возводимых без расширенных (полых) швов, целесообразно бурение наклонных исследовательских скважин из обычных продольных галерей (потерн). В плотинах с полыми швами такие скважины могут задаваться из указанных швов.

13. Водопроницаемость бетона должна оцениваться величиной удельного водопоглощения, вычисляемого по уравнению

$$\omega = \frac{Q}{Hl}, \text{ л/мин,}$$

где  $Q$  — расход нагнетаемой воды, л/мин;

$H$  — напор (м вод. ст), выраженный суммой манометрического давления и высотой столба воды от устья скважины до кровли инъецируемой зоны;

$l$  — длина опробуемого интервала скважины, м.

14. При глубине исследовательских скважин более 6—7 м их опробование следует производить по отдельным зонам. Протяженность зон может приниматься 4—5 м, а в случае значительной трещиноватости бетона она должна уменьшаться.

15. При подтверждении исследовательскими скважинами необходимости проведения цементации эти скважины используются в качестве рабочих инъекционных скважин, в противном случае они заделываются согласно указаниям п. 50.

#### Указания по составлению проекта цементации трещин в бетоне

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

а) величина напора, действующего на часть сооружения, подлежащую цементации;

б) величина расчетных напряжений в бетоне (сжимающих или растягивающих);

в) расчетные коэффициенты запаса;

г) степень подверженности бетона атмосферным агентам или воздействию переменных уровней воды;

д) температура бетона в сооружении.

17. Цементация должна назначаться для бетона напорных частей сооружений, если водопоглощение при испытании исследовательских скважин составляет 0,01 л/мин и более.

18. Для омоноличивания бетонной кладки должны быть зацементированы трещины, образовавшиеся в результате температурных или усадочных деформаций бетона.

19. Цементация трещин, обнаруженных при возведении сооружения, должна выполняться до поднятия напора верхнего бьефа.

20. Цементация трещин должна производиться при достижении бетоном положительных температур, обуславливающих таяние ледяных пленок, образование которых было возможно в зимний период.

21. Количество трещин, подлежащих цементации, должно быть установлено на основании натуральных обследований и документальных данных.

22. Очередность цементации трещин должна соответствовать степени их опасности:

а) трещины вертикальные, продольные и поперечные, особенно сквозные (рис. 1, трещины 1 и 2); цементация этих трещин при столбчатой разрезке плотины на блоки должна производиться после цементации смежных продольных швов, ограничивающих поврежденные блоки;

б) глубокие вертикальные и горизонтальные трещины, несквозные со стороны напорной грани (рис. 1, трещины 3 и 4);

в) остальные трещины, выходящие на напорную грань и имеющие протяженность свыше 1,0—1,5 м и раскрытие более 0,1—0,15 мм;

г) трещины в своде или стенках потерны;

д) прочие трещины (рис. 1, трещина 5).

Трещины, указанные в пп. а, б, в, г, должны цементироваться до подъема напора верхнего бьефа. Трещины, указанные в п. д, могут цементироваться при частично поднятом напоре.

23. В проекте должны быть установлены основные размеры бетонной кладки, подлежащей цементации. При этом должны указываться: протяженность таких участков по фронту сооружения, их высота, плановое очертание, а также расположение ближайших строительных и температурно-усадочных швов, дренажей, гидроизоляции и т. п.



24. На основании результатов обследования качества бетона и положения обнаруженных в нем трещин назначаются расстояния между скважинами, количество рядов скважин, их глубина и разбивка на зоны цементации в зависимости от степени нарушения бетона трещинами, типа конструкции, величины воспринимаемого ею напора, а также от предъявляемых требований к достижению плотности бетона (нормы допустимого удельного водопоглощения после цементации).

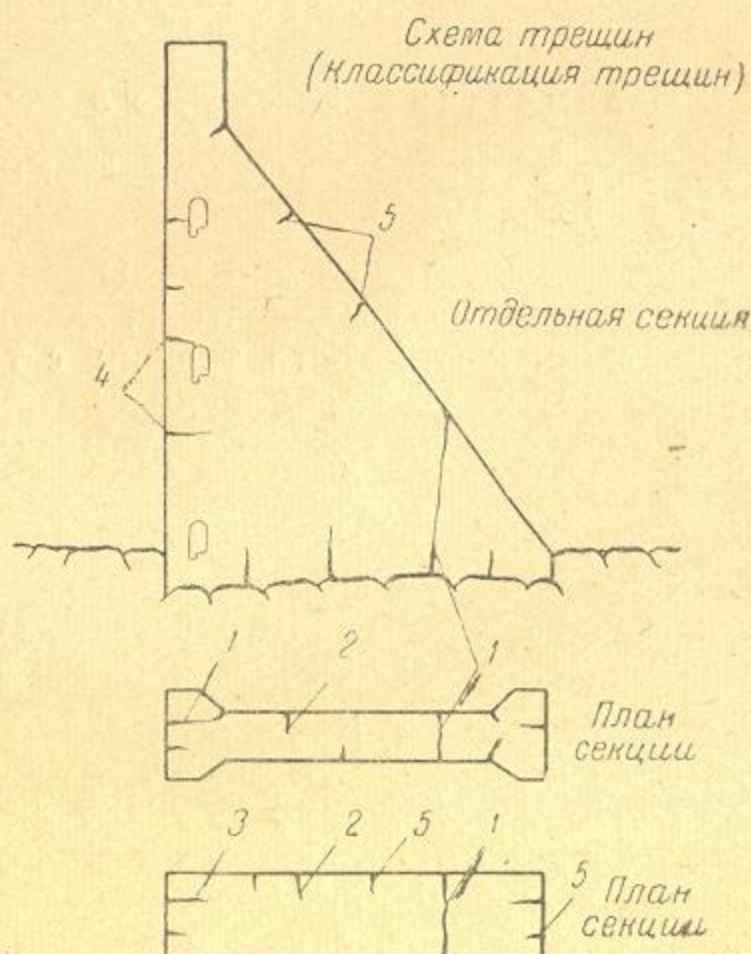


Рис. 1.

Определение расстояний между скважинами следует производить на основе предварительных опытных работ, для чего выбирается участок бетона, где производится бурение и инъекция 10—12 опытных скважин.

Особо следует учитывать при проектировании расположения скважин наличие сосредоточенной фильтрации и крупных трещин в бетоне. Эти скважины должны специально группироваться на участках, где установлена усиленная фильтрация и обнаружены большие трещины.

25. Направление, взаимное расположение скважин и их глубина должны назначаться в проекте с таким расчетом, чтобы в результате цементации трещин достигалась монолитность бетонной кладки и ее водонепроницаемость.

26. Следует иметь в виду, что для железобетонных конструкций, работающих в условиях чистого растяжения или растяжения при изгибе, как, например, напорные трубопроводы, уравнильные башни и т. п., цементация даже незначительных трещин, связана с необходимостью вывода этих конструкций из рабочего состояния, т. е. с приостановкой эксплуатации сооружений, так как напорная инъекция в зонах действия растягивающих напряжений весьма опасна и не должна допускаться.

По этим причинам не должна допускаться инъекция в растянутой зоне железобетонных конструкций в условиях их эксплуатации.

*Примечание.* Изложенные в этом параграфе указания не распространяются на случаи, когда действующие напряжения в растянутой зоне составляют менее 20% от допускаемого напряжения.

27. Скважины, предназначенные для инъекции в трещины, выходящие на наружную поверхность бетона, должны задаваться с наклоном оси скважин к плоскости трещин с таким расчетом, чтобы пересечь трещины на расстоянии не ближе, чем 0,6—0,7 м от поверхности бетона в бетонных конструкциях и 0,4—0,5 м — в железобетонных.

28. В сооружениях, снабженных системой дренажа в бетоне или плоского дренажа по подошве основания, цементационные скважины должны задаваться с таким расчетом, чтобы в процессе инъекции была исключена возможность забивки дренажа цементом. Для этой цели скважины должны буриться не ближе 1—1,5 м от дренажных устройств.

Кроме того, для предотвращения забивки дренажа рекомендуется в процессе инъекции производить промывку дренажа.

29. В проекте цементации бетона должны содержаться краткие указания по производству работ, а также должен быть составлен календарный план работ. Проект составляется в соответствии с требованиями, установленными инструкцией по составу и содержанию проектов противofильтрационных завес [Л. 4].

Проект производства работ должен содержать указания о выборе бурового, насосного и энергосилового оборудования, его количества, потребной рабочей силы, необходимых материалов, электроэнергии, сжатого воздуха и т. п.

### **Указания по производству цементационных работ**

#### *Бурение и промывка скважин для цементации*

30. Бурение в бетоне неглубоких скважин (до 2—3 м) диаметром 42—50 мм производится легкими перфораторами типа РПМ-17, ОМ-506.

Бурение скважин глубиной 3—7 м диаметром до 60 мм производится тяжелыми перфораторами типа ТП-4, КЦМ-4 и др.

Бурение скважин в бетоне глубиной свыше 7—8 м производится станками вращательного бурения. Диаметры скважин рекомендуется назначать в пределах 51—65 мм в зависимости от глубины. Бурение следует производить коронками из твердых сплавов. Бурение с применением дробовых коронок не допускается.

При производстве бурения в железобетонных конструкциях не должно быть допущено перерезывания или разрыва рабочей арматуры.

31. Пробуренные скважины должны быть освобождены от бурового шлама путем тщательной промывки водой. Промывка скважин начинается без давления и производится затем с постепенным его поднятием по мере удаления бурового шлама. Глубокие скважины рекомендуется промывать с применением обратной циркуляции (шлам поднимается по полой штанге), чтобы по характеру возвратной воды можно было бы судить о качестве промывки. Длительность промывки должна быть не менее 30 минут.

32. При необходимости детального освидетельствования размеров и состояния внутренних трещин в бетоне, пересеченных скважиной, следует пользоваться специальными перископами или механическими трещиноискателями [Л. 5]. Кроме того, должны быть тщательно освидетельствованы полученные керны бетона.

33. После промывки скважин производится опробование их водой по зонам протяженностью 4—5 м или на полную глубину скважин (в коротких скважинах) для определения удельного водопоглощения, как указывалось выше.

На удельное водопоглощение должно испытываться не менее 30% общего количества скважин.

### *Цементация*

34. Цементация трещин в бетонных и железобетонных гидротехнических сооружениях должна производиться гидравлическим методом с применением насосов, обеспечивающих нужные давления, расходы раствора и непрерывность процесса. Пневматические устройства (цемент-пушка и т. п.) применять не рекомендуется.

35. Применяемое для цементации трещин оборудование должно состоять из:

- а) дозирочных устройств;
- б) смесительных механизмов;
- в) насосов;
- г) нагнетателей, уплотнителей, домкратов;
- д) трубопроводов (наземных);
- е) электродвигателей и др.;
- ж) измерительной и регулировочной аппаратуры.

Дозировочные устройства должны отмеривать материалы с точностью до 2%.

Смесительные механизмы, состоящие из двух или трех растворомешалок механического действия емкостью 200—300 л, должны обеспечивать непрерывное перемешивание раствора.

Насосы поршневого или диафрагмового типа должны обеспечивать подачу требуемых количеств раствора при заданном дав-

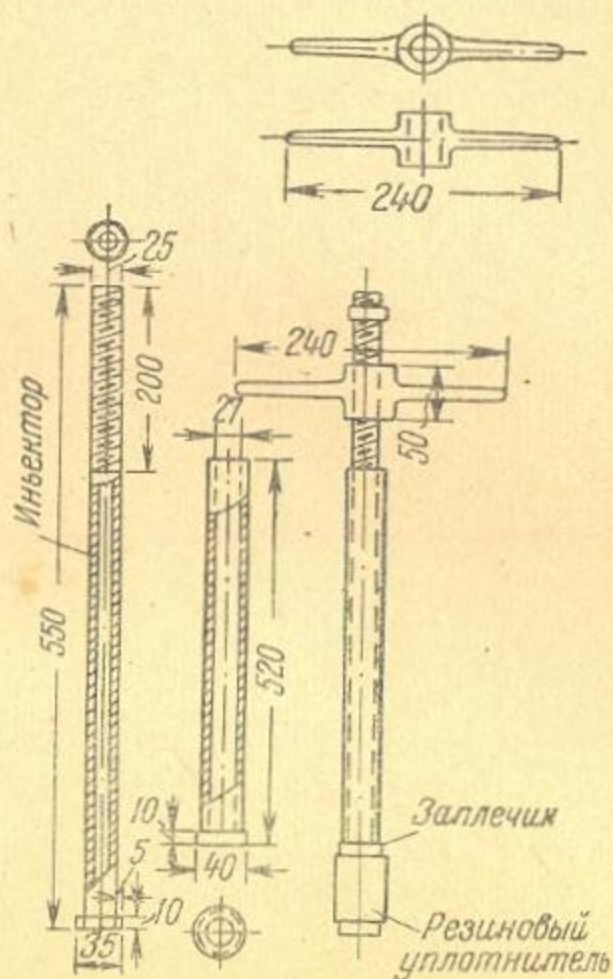


Рис. 2.

лении. Могут применяться растворонасосы типов С-251, С-263, С-317, а также типа Е, ЗИФ 200/40, 100/30, грязевые насосы ГР-11 и др.

Оборудование цементационных скважин включает нагнетатель, состоящий из иньектора и уплотнителя (рис. 2). Резиновые кольца уплотнителя, расположенные на конце трубы нагнетателя, разжимаются при помощи домкрата, находящегося наверху нагнетателя, и предотвращают выход раствора из скважины при ее цементации.

36. При цементации отдельных крупных трещин, положение которых достоверно установлено, нагнетание раствора должно вестись с таким расчетом, чтобы сначала заполнялись нижние части трещин, а затем верхние. Благодаря этому достигается отжатие воздуха и воды из трещин в бетоне и тем самым значительно улучшается качество цементации. Если при выполнении цементации

между скважинами устанавливается взаимная гидравлическая связь, допускается вести одновременно групповую цементацию в нескольких скважинах: в 2—5 скважинах перфораторного бурения или в 2—3 скважинах колонкового бурения, при условии, что насосное оборудование обеспечивает требуемые расходы раствора.

37. Для предотвращения выхода на поверхность бетона воды, нагнетаемой в скважины для промывки трещин в бетоне, а также для недопущения прорывов цементационного раствора, должно быть предварительно выполнено тщательное оштукатуривание или шпаклевка трещин, выходящих на поверхность бетона. К моменту начала работ по цементации трещин раствор, примененный для их оштукатуривания, должен приобрести необходимую прочность и связь с бетоном.

38. Нагнетание раствора сначала должно производиться в скважины первой очереди, задаваемые обычно на расстоянии 3—6 м в зависимости от раскрытия трещин в бетоне и их конфигурации. Затем цементируются скважины второй очереди, расположенные между скважинами первой очереди. Если в результате их цементации не удастся достигнуть требуемого по проекту снижения водопроницаемости бетона (что проверяется опробованием промежуточных скважин между скважинами второй очереди), то цементируются скважины третьей очереди и в случае необходимости четвертой очереди. Однако сближение скважин менее 0,75 м нецелесообразно. В этих случаях следует назначать второй (а иногда и третий) ряд скважин. Описанный порядок цементации носит название метода сближения скважин. Он с успехом применялся при ремонте бетонных сооружений на ряде объектов.

39. Цемент, применяемый для цементации трещин в бетонных и железобетонных сооружениях, должен быть не ниже марки 500.

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

а) для цементации конструкций, изготовленных на портланд-цементе, шлакопортланд-цементе или пуццолановом портланд-цементе, следует применять портланд-цемент или за отсутствием такового шлакопортланд-цемент, пуццолановый портланд-цемент может быть допущен в виде исключения и только для бетона, изготовленного на этом цементе;

Примечание. Вместо обычного портланд-цемента может применяться гидрофобный портланд-цемент той же марки.

б) для цементации конструкций, изготовленных на сульфатостойком портланд-цементе, следует применять сульфатостойкий портланд-цемент;

в) для цементации конструкций, изготовленных на глиноземистом цементе, следует применять глиноземистый цемент.

40. Для цементации применяются составы растворов с водоцементными отношениями от 0,6 до 8,0 по весу (а при очень мелких трещинах — до 10,0) в зависимости от размеров трещин в бетоне. Состав раствора должен изменяться в процессе нагнетания, как указывается в п. 41. Составы растворов должны назначаться на основании опытных работ.

В качестве сугубо ориентировочных начальные составы растворов можно намечать, исходя из величин удельных водопоглощений, установленных в трещиноватом бетоне до цементации, как это указано в таблице. В процессе инъекции составы нагнетаемых растворов должны регулироваться в зависимости от хода поглощения.

Удельное водопоглощение трещиноватого бетона до цементации, л/мин	В/Ц (по весу)
Меньше 0,1	8—10
0,1—0,5	6—5
0,5—1,0	5—2
1,0—5,0	2—1
Больше 5,0	1—0,6

Примечание. Данные таблицы не относятся к цементации крупных трещин.

Для цементации крупных трещин (размером более 10 мм) следует применять растворы с содержанием мелкого промытого песка. Составы таких растворов могут назначаться в зависимости от ширины раскрытия трещин от 1:0,5 до 1:1 (цемент:песок по весу).

41. Цементация чисто цементными растворами (без песка) должна начинаться с нагнетания жидких смесей, с тем чтобы достичь заполнения тонких трещин. Затем постепенно следует переходить к более густым смесям, увеличивая одновременно и давление нагнетания. Если давление поднимается уже при нагнетании жидких растворов, то следует продолжать нагнетание, доводя давление до предельного и увеличивая скорость нагнетания.

Цементация должна заканчиваться новым нагнетанием жидкого раствора под предельным расчетным давлением. Цементация скважины считается законченной, если достигнут отказ в поглощении или удельный расход конечного (жидкого) раствора не более 0,005 л/мин, отнесенный к 1 м напора и 1 м длины цементируемого интервала скважины.

42. Опрессовка скважины под предельным давлением производится в течение не менее 30 минут.

43. В целях облегчения проникновения цементных частиц в мелкие трещины или поры рекомендуется вводить в растворы пластифицирующую добавку — сульфитно-спиртовую барду (ссб), удовлетворяющую требованиям ГОСТ 8518-57. Раствор этой до-

добавки вводится в воду затворения в точно отмеренном количестве и затем перемешивается с цементом.

Для растворов с В/Ц от 0,6 до 2,0 следует применять 0,2% ссб (в расчете на сухое вещество добавки по отношению к весу цемента); для растворов с В/Ц от 2,0 до 10,0 следует применять 0,4% ссб к весу цемента. Оптимальные концентрации ссб следует проверять лабораторным путем.

При применении ссб необходим тщательный контроль за ее дозированием и введением в раствор, так как превышение указанных рецептур не должно допускаться.

44. При малых раскрытиях трещин проникновение в них обычных цементационных растворов встречает значительные трудности.

В таких случаях целесообразно применение тонкодисперсных цементных растворов коллоидного типа, прошедших обработку в высокоскоростных смесителях или в вибромельницах. Цементные растворы, обработанные таким образом, приобретают полезные свойства. Они лучше проникают в трещины, отличаются большей стабильностью (нерасслаиваемостью) и обеспечивают вследствие диспергации частиц получение цементного камня более высокой прочности по сравнению с обычными растворами при тех же В/Ц. Прочность сцепления таких растворов со стенками трещин также повышается.

45. Предельно допустимая величина давления, при котором может производиться цементация различных частей сооружения, зависит от прочности цементируемого бетона, условий его работы в сооружении, величины воспринимаемого гидростатического напора, а также от наличия и степени опасности трещин или каверн в бетоне. В связи с этим предварительное назначение предельно допустимой величины давления цементации может быть сделано лишь приближенно и должно обязательно проверяться путем производства пробных нагнетаний на месте работ. При этом необходимо обращать особое внимание на недопустимость таких давлений, которые представляют опасность в отношении возможности раскрытия имеющихся трещин в бетоне и образования новых.

#### **Контроль результатов цементации трещин в бетоне и ликвидация скважин**

46. При сдаче—приемке работ оценка результатов цементации бетона должна производиться на основании обследования бетона посредством бурения и опробования водой контрольных скважин, а также путем замеров фильтрации, если она имеется.

47. Обследованию подлежат также керны контрольных скважин в отношении заполнения трещин цементным камнем.

48. Цементация считается выполненной правильно, если все заданные контрольные скважины покажут удельное водопоглощение менее требуемой по проекту нормы. О результатах опробования контрольных скважин должен составляться акт.

49. Число контрольных скважин должно составлять не менее 5% от числа рабочих инъекционных скважин. Они назначаются с учетом сложности выполненных работ.

50. По мере окончания работ все рабочие и контрольные скважины должны быть ликвидированы заливкой их стволов густым цементно-песчаным раствором состава 1:3 (цемент:песок по весу) через опущенную в скважину трубу или шланг.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию. Признаки и нормы агрессивности воды-среды для железобетонных и бетонных конструкций, СН-243-63, Госстрой СССР, 1963.
2. Руководство по наблюдениям за гидротехническими сооружениями электростанций, Госэнергоиздат, 1955.
3. Инструкция по испытанию бетона в сооружениях дисковым прибором ДПГ-4, Госэнергоиздат, 1958.
4. Инструкция по составу и содержанию проектов противофильтрационных завес, МЭС Н 12-51, Госэнергоиздат, 1951.
5. А. Н. Адамович, Д. В. Колтунов, Цементация оснований гидросооружений, Госэнергоиздат, 1953.
6. Технические указания по укреплению цементацией и силикатизацией бетонной кладки гидротехнических сооружений, находящихся в эксплуатации, а также дефектного бетона сооружений, вводимых в эксплуатацию, МСЭС 46-58, Госэнергоиздат, 1959.
7. А. Н. Мещеряков, Восстановление разрушенного бетона методом цементации, «Гидротехническое строительство», № 3, 1947.
8. Н. А. Рождественский, Растворы для цементации трещиноватых скальных грунтов и дефектных бетонных и каменных конструкций, «Новая техника и передовой опыт в строительстве», № 3, 1956.
9. А. Н. Адамович, Цементация бетонных кладок, Труды 4-й Всесоюзной конференции по бетону и железобетону, Стройиздат, 1948.
10. Э. Э. Аллас, А. Н. Мещеряков, Цементация в гидротехническом строительстве, Госэнергоиздат, 1952.
11. А. Н. Адамович, Основные принципы и особенности цементации плотины ДнепроГЭС, Сб. «Восстановление ДнепроГЭС им. В. И. Ленина», Госэнергоиздат, 1947.
12. A. W. Simonds, Proc. Amer. Soc. Civil Eng., Power Division, VI, v. 82 № P03, 1956.
13. T. C. Creaghan, Journ. Amer. Concrete Inst., Proc. v. 37, VI, 1941.
14. А. Н. Адамович, Рациональные методы омоноличивания бетонной кладки высоких плотин посредством цементации строительных швов, Сопещение по строительству высоких бетонных плотин на скальном основании, ГПКЭиЭ СССР, 1964.