МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

УТВЕРЖДАЮ
Зам директора института
Г. Д. ХАСХАЧИХ
16 января 1984 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СПОСОБАМ ЗАЩИТЫ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ СУЛЬФАТНОЙ АГРЕССИИ

Одобрены Главным техническим управлением

Москва 1984

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации разработаны в развитие глав СНиП Ш-43-75 и СНиП П-28-73^{x} на основе экспериментальных исследований ЦНИИСа.

Рекомендации предназначены для использования при назначении мер защиты бетона в сульфатных агрессивных средах взамен трудоемкой оклеечной изоляции.

Рекомендации разработаны в лаборатории новых и полимерных строительных материалов ЦНИИСа кандидатами техн.наук Г.С.Рояком, И.В.Грановской и инж. Т.Л.Трактирниковой.

При составлении настоящих Рекомендаций учтены рекомендации по применению суперпластификатора, разработанные НИИЖБом.

В экспериментальных исследованиях принимали участие инженеры Т.В.Мамаева, М.С.Котомихина.

Зав.отделением строительных материалов,прочности и долговечности железобетонных конструкций Щербаков Е.Н.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Бетон, изготовленный в соответствии с настоящими Рекомендациями, может быть применен для железобетонных конструкций, в том числе преднапряженных (сваи, столбчатые опоры, водопропускные трубы, ростверки),эксплуатируемых в условиях сульфатной агрессии.

1.2. Вода-среда с содержанием сульфатных ионов не более 2000 мг/л по отношению к бетону, изготовленному в соответствии с настоящими Рекомендациями, считается неагрессивной и бетон конструкций не требует дополнительных мер защиты полимерными покрытиями.

Для других видов коррозии при определении степени агрессивности воды-среды следует руководствоваться главой СНиП II-28-73^{X}, табл. 3,а, 3,б.

1.3. Настоящие Рекомендации действительны только при использовании портландцемента для бетона мостов по ТУ-21-21-10-80 или портландцемента по ГОСТ 10178-76 при условии содержания трехкальциевого алюмината не более 8%.

При применении для изготовления железобетонных конструкций портландцементов и портландцементов с минеральными добавками по ГОСТ 10178-76, в том числе сульфатостойкого по ГОСТ 22266-76, степень агрессивности воды-среды, содержащей сульфатные ионы, по отношению к бетону, а также меры защиты бетона определяются в соответствии со СНиП П-28-73^{X}.

1.4. Бетон конструкций, изготовляемый по настоящим Рекомендациям, для эксплуатации в агрессивных сульфатных средах должен быть особо плотным по классификации СНиП II-28-73^{X} и иметь марку по водонепроницаемости не менее В-8.

1.5. Для обеспечения морозостойкости бетона в бетонную смесь следует вводить дополнительно кремнийорганическую газообразующую 50%-ную эмульсию ГКЖ-94, выпускаемую в промышленности под маркой КЭ-30-04, при обязательном выполнении требований п. 1.4.

1.6. Ускоренная проверка сульфатостойкости бетона может быть осуществлена в соответствии с разработанным методом (приложение 1).

2. МАТЕРИАЛЫ

2.1. В качестве вяжущего наряду с сульфатостойким портландцементом по ГОСТ 22266-76 следует применять портландцемент для бетона мостов по ТУ 21-21-10-80 или портландцемент по ГОСТ 10178-76 при содержании в клинкере C_3A в количестве не более 8%.

2.2. Заполнители должны отвечать требованиям СНиП Ш-43-75 и ГОСТ 4798-69. Заполнители не должны содержать карбонатные породы. Наибольшая крупность заполнителя для изготовления сульфатостойкого бетона должна составлять 20 мм.

2.3. В качест добавки, обеспечивающей достижение высокой плотности и повышающей сульфатостойкость, следует применять суперпластификатор С-3. Суперпластификатор С-3 представляет собой водный раствор 33-38%-ной концентрации синтетического продукта, полученного в результате реакции конденсации сульфокислот нафталина с формальдегидом с последующей нейтрализацией едким натром.

Суперпластификатор С-3 изготавливается в соответствии с ТУ 6-14-625-80 Минхимпрома СССР Разжижитель-С-3

2.4. Кремнийорганическая эмульсия ГКЖ-94 должна соответствовать требованиям ТУ 6-02-816-73 Эмульсия КЭ-30-04

3. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОНА

3.1. Для обеспечения сульфатостойкости бетона с суперпластификатором с использованием портландцемента, соответствующего требованиям ТУ 21-21-10-80 Портландцемент для бетона мостов , расход цемента должен

соответствовать требованиям СНиП Ш-43-75 и быть не менее 400 кг на 1 м^3 при В/Ц-отношении не более 0,4.

3.2. Суперпластификатор следует вводить в бетонную смесь в количестве от 0,5 до 0,8% от массы цемента в пересчете на сухое вещество. Исходный раствор суперпластификатора 33-38%-ной концентрации с целью обеспечения большей точности дозирования следует разбавить водой до 15%-ной концентрации. Воду, содержащуюся в добавке, необходимо учитывать при расчете состава бетона. Концентрация раствора суперпластификатора контролируется по плотности раствора. Плотность раствора суперпластификатора в зависимости от концентрации водного раствора приведена в приложении 2.

3.3. Количество раствора суперпластификатора (P_g) в кг на замес рассчитывается по формуле

$$P_g = \frac{P_ц \cdot б}{c},$$

где $P_ц$ – расход цемента на замес кг;

c – процентная концентрация раствора суперпластификатора;

$б$ – принятое процентное содержание от веса цемента суперпластификатора.

3.4. Пятидесятипроцентная кремнийорганическая эмульсия ГКЖ-94 (КЭ-30-04) вводится в бетонную смесь в количестве 350 г на 1 м^3 бетона независимо от расхода цемента.

При применении комплексной добавки С-3+ГКЖ-94 кремнийорганическую эмульсию предварительно следует развести частью воды затворения, после чего возможно совмещение двух добавок.

3.5. Дозирование эмульсии КЭ-30-04 допускается в воду затворения либо с частью воды затворения непосредственно в бетономешалку.

При введении эмульсии непосредственно в бетономешалку она должна быть разбавлена водой примерно 1:100. Воду, израсходованную на разбавление эмульсии, следует учитывать при приготовлении бетонной смеси.

Дозирование производится по массе или объему.

3.6. При подборе состава бетона с добавкой за основу принимается применявшийся ранее в производстве хорошо отработанный состав бетона, подобранный на конкретных материалах без добавки и удовлетворяющий требованиям проекта по подвижности, прочности и морозостойкости.

3.7. В подобранный исходный состав вводится добавка С-3 в количествах, указанных в п. 3.2 настоящих Рекомендаций. При этом вода затворения может быть уменьшена на 20-30% с обязательным уточнением расхода воды в пробных замесах. В случае необходимости применения комплексной добавки С-3+ГКЖ-94 вначале подбирается состав бетона с добавкой С-3, а затем в откорректированную бетонную смесь вводится кремнийорганическая составляющая ГКЖ-94. Добавка ГКЖ-94 не оказывает влияния на бетонную смесь и не требует дополнительной корректировки состава.

3.8. Бетонная смесь с добавкой С-3 должна быть испытана на удобоукладываемость, а образцы - на прочность, водонепроницаемость и водопоглощение. Водопоглощение образцов должно быть не более 4%, водонепроницаемость - не менее В8. Определение водопоглощения производится в соответствии с ГОСТ 12730.3-78 Методы определения водопоглощения .

3.9. При подборе состава бетона с добавкой С-3 в случае наблюдения признаков повышенного водоотделения или расслоения бетонной смеси следует постепенно повышать долю песка в смеси заполнителей, увеличивая на 0.1. При этом следует на новом пробном замесе убедиться в нерасслаиваемости смеси.

3.10. Приготовление бетонной смеси с добавками разрешается производить в гравитационных смесителях или смесителях принудительного действия.

3.11. Бетонную смесь следует уплотнять не позднее чем через 30 мин после ее приготовления, в противном случае может наблюдаться загустевание смеси с добавкой С-3

3.12. Бетонную смесь к месту укладки следует транспортировать в бункерах-раздатчиках или бадьях, обору-

дованных затворами, позволяющими регулировать скорость опорожнения тары и исключающими потерю цементного раствора.

3.13. Укладку и уплотнение бетонной смеси следует производить в соответствии с действующими нормативными документами по технологии изготовления данного вида конструкции.

3.14. Режим тепловлажностной обработки должен быть установлен при подборе состава бетона с учетом режима твердения исходного бетоне без добавки. При этом должн соблюдаться требования главы СНиП Ш-43-75 и п.3.15 настоящих Рекомендаций.

3. 5. При применении добавки С-3 в комплексе с ГКЖ-94 скорость подъема температуры не должна превышать 10^{0} в 1 ч, при продолжительности предварительной выдержки не менее 6

4. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Контроль производства бетонных работ (определение подвижности, температуры бетонной смеси, режимов уплотнения и прочности бетона) проводят обычными методами в соответствии с действующими нормативными документами и техническими правилами.

4.2. Для контроля расчета состава бетона проводят пробный замес с введением в смесь добавок. Из этой смеси формуются кубы не менее 6 штук для испытания на прочность после тепловлажностной обработки и в возрасте 28 суток нормального твердения.

4.3. Контроль плотности бетона производится по результатам определения водопоглощения образцов и их водопроницаемости.

4.4. При поступлении 50%-ной эмульсии КЭ-30-04 на завод ЖБК необходимо проверить ее стабильность. Если эмульсия не стабильна - применять ее нельзя. Пробы для проверки стабильности эмульсии следует отбирать из каждой упаковки.

4.5. Контроль стабильности проводят следующим образом. В мерный цилиндр наливают 1 $см^{3}$ эмульсии и 100 см

воды, которые тщательно перемешивают в течение 1 мин. Эмульсия должна хорошо разводиться водой до получения однородной жидкости молочного цвета. На протяжении 2-часового выстаивания при температуре 15-20°С не должно наблюдаться расслаивания эмульсии.

4.6. Концентрация суперпластификатора С-3 контролируется ареометром (приложение 1, таблица).

4.7. Водный раствор С-3 не изменяет своих свойств при нагревании до 40°С. При t около 20°С возможно выпадение осадка из раствора. Оставшийся раствор сохраняет свои пластифицирующие свойства. Выпавшая в осадок часть компонентов после ее растворения обладает низким пластифицирующим действием, поэтому рекомендуется путем подогрева и перемешивания раствора избегать выпадения осадка.

Поставка С-3 производится в таре: железнодорожные цистерны вместимостью 50 т, стальные бочки (ГОСТ 13950-76) вместимостью 100-200 л. Укупорка и маркировка должны производиться в соответствии с ГОСТ 6732-76.

Добавку хранят в закрытых стальных емкостях в утепляемых в зимнее время складских помещениях при температуре не менее 5°С.

Гарантийный срок хранения 6 месяцев. По истечении указанного срока продукт должен быть проверен на соответствие требованиям ТУ 6-14-625-80.

5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При производстве работ с применением добавок необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно требованиям СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

5.2. Помещения, где производят работы по приготовлению растворов суперпластификатора С-3, должны быть обеспечены вентиляцией.

5.3. Рабочие, занятые приготовлением раствора суперпластификатора, должны быть снабжены резиновыми перчатками, фартуками, сапогами.

5.4. Запрещается принимать пищу, где хранится или приготавливается раствор суперпластификатора.

5.5. К работам по приготовлению растворов суперпластификатора нельзя допускать рабочих, имеющих повреждения кожи.

5.6. В случае попадания добавок на кожу их нужно смыть теплой водой.

Приложение 1

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУЛЬФАТОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

1. Метод определения сульфатостойкости бетона предназначен для ускоренного определения коррозионной стойкости бетона в средах, характеризуемых сульфатной агрессивностью с концентрацией агрессивных ионов не более 2000 мг/л.

2. Метод основан на сравнении скорости поглощения агрессивных ионов SO_4^{2-} испытуемым бетоном и особо плотным бетоном повышенной сульфатостойкости, приготовленным из портландцемента по ТУ 21-21-10-80.

3. Для определения сульфатостойкости бетона на обычном портландцементе изготавливают образцы-кубики размерами 5х5х5 см, твердение кубиков должно проводиться по режиму, соответствующему режиму тепловой обработки для конкретных элементов конструкции.

4. Состав бетона подбирают таким образом, чтобы обеспечить марку по водонепроницаемости не менее В8.

5. На каждое испытание изготавливают по 6 образцов-близнецов из одного замеса.

6. Образцы помещают в эксикатор и заливают раствором сульфата натрия в количестве 5 л, приготовленного из расчета 2,8 г безводного сульфата натрия (Na_2SO_4) в 1 л дистиллированной воды.

7. Если на испытание ставят образцы разных составов бетона, раствор сульфата натрия следует заготовить сразу на весь объем работы.

8. После установки образцов в агрессивный раствор, в сроки, соответствующие 1,3,6,9 и 12 неделям, из каждого эксикатора отбирают пипеткой пробы агрессивного раствора для определения ионов SO_4^{2-} в количестве 100 мл.

9. Содержание ионов SO_4^{2-} определяют в каждой пробе и в исходном агрессивном растворе, приготовленном для испытания кубиков.

10. Для определения содержания в растворе сульфатных ионов в отобранную пробу исследуемого раствора в коли-

честве 100 мл добавляют 1 мл концентрированной HCl нагревают на плитке почти до кипения. В 25 мл 2,5%-ного раствора $BaCl$, нагретого до кипения, добавляют при помешивании исследуемый раствор и оставляют на теплой плитке на 3 ч, накрыв стакан с исследуемым раствором часовым стеклом, охладив раствор до комнатной температуры, его фильтруют через плотный фильтр (синяя лента). Осадок количественно переносят на фильтр и промывают теплой водой до исчезновения в промывных водах реакции на ион хлора (по азотнокислому серебру). Фильтр с осадком переносят в тигель, высушивают в сушильном шкафу и прокаливают при температуре 800-900°С до постоянной массы. Содержание сульфатных ионов SO_4^{2-} в растворе $Q^{\rho}_{SO_4}$, мг/л, рассчитывают по формуле (1)

$$Q^{\rho}_{SO_4} = P_{ос.} \times 41{,}15 . \qquad (1)$$

Расчет количества сульфатных ионов в пересчете на SO_3, поглощенных бетоном

Количество ионов SO_4, в г поглощенных бетоном $Q^{\delta}_{SO_4}$ рассчитывают по формуле (2)

$$Q^{\delta}_{SO_4} = \frac{(C - Q^{\rho}_{SO_4}) \cdot 5}{1000.} , \qquad (2)$$

где C – концентрация исходного агрессивного раствора сульфата натрия, мг/л, в который были помещены образцы бетона в пересчете на SO_4^{2-}, установленная в соответствии с п.10 данного приложения.

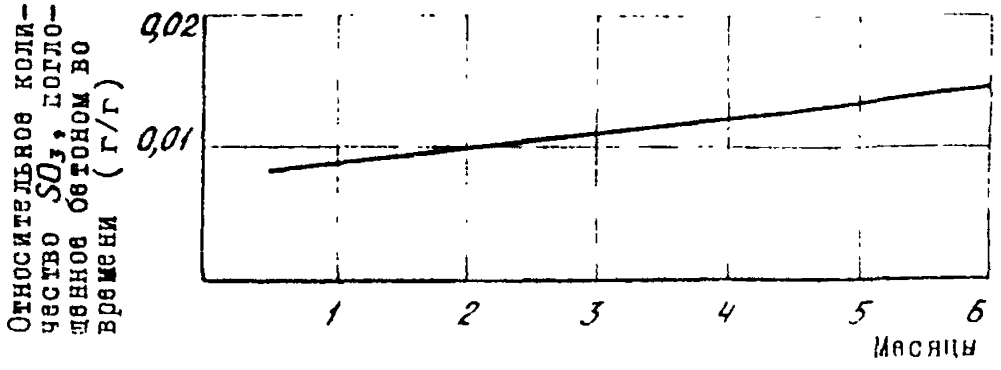
Относительное количество ионов SO_4^{2-} в пересчете на SO_3, поглощенное образцами, рассчитывают по формуле (3)

$$Q^{\delta}_{SO_3} = \frac{Q^{\delta}_{SO_4} \cdot 0{,}83}{\rho} , \qquad (3)$$

где $Q^{\delta}_{SO_3}$ – относительное количество агрессивных ионов, поглощенное бетоном, г/г;

ρ – масса цементного камня в объеме всех образцов одного состава, установленных на испытание, г.

11. После окончания всех испытаний строят кривую поглощения бетоном сульфатных ионов во времени и сравнивают с эталонной кривой, приведенной на рисунке.



Эталонная кривая поглощения цементным бетоном ионов SO_4^{2-} в пересчете на SO_3

Если кривая поглощения лежит ниже эталонной кривой, бетон считается сульфатостойким и его можно использовать для изготовления конструкций, работающих в сульфатных средах с концентрацией ионов SO_4^{2-} не более 2000мг/л.

Приложение 2

КОНЦЕНТРАЦИЯ И ПЛОТНОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3

Концентрация, %	Плотность, г/см^3
5	1,02
9	1,04
17	1,08
20	1,09
23	1,11
26	1,12
27	1,14
31	1,15
33	1,16
35	1,18
39	1,20
41	1,21
44	1,23

gost.e-ecolog.ru