Н И И Ж Б ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЕТОНОВ В УСЛОВИЯХ СУЛЬФАТНОЙ АГРЕССИИ

МОСКВА–1984

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Общие положения	4
2. Область применения	5
3. Требования к материалам	6
4. Назначение и подбор состава бетона	7
5. Приготовление бетонной смеси	9
6. Укладка бетонной смеси и уход за бетоном	9
7. Контроль качества бетонной смеси и бетона	I0
8. Техника безопасности	II
Приложение I. Требования к цементам повышенной сульфатостойкости	I2
Приложение 2. Краткая характеристика химических добавок	I3

Рекомендации по применению
бетонов в условиях сульфатной агрессии

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Т.А.Кириллова

Л - 64526 Подписано в печать I5.I2.83 г. Заказ № 52
Формат 60x84/I6 Усл.кр.-отт. 0,9 Тираж 500 экз. Цена I4 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.25

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЕТОНОВ В УСЛОВИЯХ СУЛЬФАТНОЙ АГРЕССИИ

Утверждены
директором НИИЖБ
2 сентября 1983 г.

Москва 1984

УДК 666.942.35:666.972.004.I4

Печатается по решению секции коррозии и спецбетонов НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 6 сентября I983 г.

Рекомендации по применению бетонов в условиях сульфатной агрессии. М.. НИИЖБ Госстроя СССР, I984, с. I4

Рекомендации содержат основные положения по применению бетонов для бетонных и железобетонных конструкций в условиях сульфатной агрессии жидкой среды в зависимости от проницаемости бетона и минералогического состава цементов.

В Рекомендациях изложены требования к подбору состава бетона, выбору добавок, обеспечивающих морозостойкость бетонов, методы приготовления бетона, а также правила транспортирования, укладки и последующего ухода за бетоном.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных и производственных организаций.

Табл.2.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона, I984

ПРЕДИСЛОВИЕ

Исследования процессов сульфатной коррозии бетона, проводимые в НИИЖБ на протяжении ряда десятилетий, позволили обосновать предельное количество алюмосодержащих компонентов в цементе и концентрации сульфатов в воде-среде, при которых цементный камень бетона достаточно сульфатостоек.

В Рекомендациях учтен опыт применения (при непосредственном участии НИИЖБ) портландцементов и шлакопортландцементов на стройках Урала, Ставропольского края, УССР, ТССР, МССР, БССР, АзССР и в других районах.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн.н а у к, проф. Ф.М.Иванов, канд.техн.наук М.И.Субботкин, инж. Г.В.Любарская) при участии д-ра техн.наук, проф. В.М.Москвина, канд. техн. н а у к Е.А.Гузеева.

При составлении Рекомендаций использованы материалы Южгипроцемента и НИИЦемента Минпромстройматериалов СССР, а также Ростовского ПромстройНИИпроекта, Днепропетровского филиала НИИСП Госстроя УССР и Челябинского политехнического института Минвуза СССР.

Все замечания и предложения по содержанию настоящих Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на применение бетонов на портландцементе, шлакопортландцементе (ГОСТ 10178-76*) и сульфатостойких цементах (ГОСТ 22266-76*) для бетонных и железобетонных конструкций в условиях сульфатной агрессивности жидкой среды.

I.2. Нормы сульфатной агрессивности жидкой среды по отношению к бетону железобетонных конструкций устанавливаются в зависимости от минералогического состава клинкера, применяемого для производства цементов, и проницаемости бетона (табл.I).

Таблица I

Вид цемента	Проницаемость бетона	Предельное допустимое содержание иона SO_4^{2-}, мг/л, в жидкой среде для конструкций, расположенных в	
		средне- и сильнофильтрующих грунтах с K_Φ более 0,I м/сут и открытом водоеме	слабофильтрующих грунтах с K_Φ менее 0,I м/сут
а) Портландцементы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178-76*	Пониженная	250	400
	Малая	400	500
	Особонизкая	500	600
б) Портландцементы с содержанием минералов в клинкера, %, не более: C_3S - 65, C_3A - 7, сумма C_3A и C_4AF - 22 и шлакопортландцементы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178-76*	Пониженная	I500	2000
	Малая	2000	2500
	Особонизкая	2500	3000
в) Сульфатостойкие цементы, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 22266-76*	Пониженная	3000	4000
	Малая	4000	5000
	Особонизкая	5000	6000

Примечания: I. В табл.I указано предельное допустимое содержание сульфатов, при котором для конструкций на данном цементе и при данной проницаемости бетона не требуется антикоррозионной защиты поверхности бетона.

2. При оценке воздействия жидкой среды на бетон массивных неармированных или малоармированных конст-

рукций (с содержанием арматуры до 0,5 %) величины допустимых показателей сульфатной агрессивности следует увеличить в 1,3 раза.

3. Для конструкций, подвергающихся действию воды при одностороннем гидростатическом напоре не более 10 м, предельное допустимое содержание сульфатов устанавливается как для конструкций, расположенных в сильно- и среднефильтрующих грунтах. В случае большего напора величины допустимого содержания сульфатов устанавливаются на основании специальных исследований.

I.3. При концентрации сульфатов в жидкой среде выше показателей, указанных в табл.I, необходимо определить степень агрессивного воздействия среды. Максимальное содержание сульфатов, характеризующее степень агрессивного воздействия среды для данного вида цемента и проницаемости бетона определяется путем умножения показателей (см.табл.I) на следующие коэффициенты:

слабоагрессивная 2;
среднеагрессивная 4;
сильноагрессивная .....20.

I.4. В зависимости от степени агрессивного воздействия среды назначается вид защитного покрытия поверхности бетона конструкций в соответствии с требованиями главы СНиП П-28-73* "Защита строительных конструкций от коррозии".

При концентрации сульфатов в жидкой среде выше пределов сильной степени агрессивного воздействия варианты антикоррозионной защиты назначаются по специальному проекту.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.I. Бетоны на портландцементах, сульфатостойком портландцементе и сульфатостойком портландцементе с минеральными добавками могут применяться при действии жидких сред, содержащих сульфаты, как в подземных конструкциях, так и в условиях попеременного увлажнения, высыхания и замораживания.

2.2. Бетоны на шлакопортландцементах, сульфатостойком шлакопортландцементе и пуццолановом портландцементе целесообразно применять в бетонных и железобетонных конструкциях подводных и подземных частей сооружений, находящихся в постоянном контакте с природными или промышленными водами, в конструкциях, не подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию и не имеющих испаряющей поверхности.

Наиболее целесообразно применять бетоны на таких цементах для фундаментов и других подземных конструкций и подводной части гидротехнических сооружений, особенно в массивных конструкциях.

2.3. Шлакопортландцемента марки 400, сульфатостойкий шлакопортландцемент марки 400 допустимо применять для бетонных и железобетонных конструкций, работающих в условиях воздействия сульфатных агрессивных вод в сочетании с попеременным воздействием положительных и отрицательных климатических температур (т.е. при попеременном замораживании и оттаивании, увлажнении и высыхании) при условии введения в бетон или в цемент при его изготовлении порообразующих пластифицирующих или комплексных добавок (см.разд.4 настоящих Рекомендаций).

3. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

3.1. Портландцементы и шлакопортландцементы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10178-76*.

3.2. Сульфатостойкие цементы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 22266-76* с дополнением № 194 от 30 июля 1982 г. (прил.1).

3.3. Заполнители для бетонов должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10268-80, а также требованиям главы СНиП П-28-73*.

Важным требованием к заполнителям для бетона и железобетона, предназначенных для возведения коррозионностойких сооружений, является чистота щебня и песка, а также крупность последнего.

Допустимое содержание отмучиваемых примесей в песке не должно превышать 1 % (по массе), а его модуль крупности должен быть не ниже 2.

Следует применять фракционированный щебень, полученный дроблением изверженных, невыветрившихся горных пород. Содержание в нем отмучиваемых частиц не должно превышать 0,5 % (по массе). Допускается применять плотные, прочные (предел прочности при сжатии не менее 60 МПа) осадочные породы, если они однородны и не содержат слабых прослоек.

3.4. Вода для приготовления бетонных смесей должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732-79.

3.5. Химические добавки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 24211-80.

4. НАЗНАЧЕНИЕ И ПОДБОР СОСТАВА БЕТОНА

4.I. Бетон, используемый для конструкций, работающих в зоне воздействия жидких сред, содержащих сульфаты, должен удовлетворять требованиям ГОСТ 4795-68 и табл.2.

Таблица 2

Проницаемость бетона	Показатели проницаемости бетона			
	водонепроницаемость	водопоглощение, % по массе, не более	В/Ц, не более	
			на портландцементе, сульфатостойком портландцементе, сульфатостойком портландцементе с минеральными добавками	на шлакопортландцементе, сульфатостойком шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе
Пониженная	В4	6	0,6	0,6
Малая	В6	5	0,55	0,5
Особонизкая	В8	4	0,45	0,4

Примечание. При выборе и уточнении составов бетона не следует превышать заданное значение В/Ц даже в том случае, если для принятых составов бетона их прочность превышает заданную марку по прочности.

4.2. Составы бетона должны быть запроектированы в заводской лаборатории путем предварительных расчетов (любым известным методом, применяемым для расчета состава гидротехнического бетона) с уточнением опытным путем на материалах, отвечающих приведенным выше требованиям, с обязательной проверкой и корректировкой в производственных условиях.

4.3. Подбор состава бетона с добавками следует производить в соответствии с "Руководством по применению химических добавок в бетоне" (М., I98I).

4.4. Проницаемость бетона следует принимать по табл.2, которая соответствует табл.5 главы СНиП П-28-73*.

4.5. Пуццолановые портландцементы отличаются от портландцемента и шлакопортландцемента более высокой водопотребностью (нормальная густота теста из пуццоланового портландцемента 28-32 %, из портландцемента 24-26 %), поэтому расход пуццоланового цемента на I $м^3$

бетона на 10–20 % больше, чем у равноподвижного состава бетона на портландцементе и шлакопортландцементе.

4.6. Для изготовления конструкций, подвергающихся насыщению водой или солевыми растворами в сочетании с попеременным воздействием положительных и отрицательных температур, следует применять бетон малой или низкой проницаемости (см.табл.2) при введении в его состав (или в цемент при его изготовлении) пластифицирующе-воздухововлекающих или микрогазообразующих добавок.

4.7. Рекомендуются следующие виды добавок (прил.1) и их количество, % массы цемента:

СДБ ..... 0,1–0,2 + СНВ..... 0,01
НЧК 0,05–0,01
СДБ ..... 0,1 + НЧК 0,1
СДБ ..... 0,3–0,5 (только для монолитных конструкций)

Кроме этих добавок, могут применяться и другие воздухововлекающие (или микрогазообразующие и пластифицирующие добавки), обеспечивающие необходимый эффект, что должно быть предварительно установлено подбором и испытанием бетонных смесей и затвердевшего бетона в соответствии с "Руководством по применению химических добавок в бетоне". Для обеспечения повышенной морозостойкости и особенно в условиях воздействия на бетон конструкций растворов солей, при наличии испаряющих поверхностей, целесообразно использовать кремний-органические соединения типа ГКЖ-10, ГКЖ-11 (пластифицирующе-воздухововлекающие) и 136-41 (микрогазообразующая добавка). Их дозировка в процентах массы цемента в пересчете на сухое вещество составляет 0,1–0,2 % (ГКЖ-10 и ГКЖ-11) и 0,03–0,08 % (136-41) и должна уточняться экспериментально в соответствии с "Руководством по применению химических добавок в бетоне".

4.8. Дозировка воздухововлекающих (или микрогазообразующих) добавок уточняется в производственных условиях на пробных замесах с таким расчетом, чтобы содержание воздуха в бетонной смеси составляло 4–6 % (40–60 л на 1 $м^3$ бетона). Определение объема воздуха или газа в бетонной смеси следует выполнять по методике, изложенной в прил.5 ГОСТ 10060-76.

4.9. При введении добавок подвижность бетонной смеси повышается, что позволяет при заданной подвижности бетонной смеси сократить В/Ц и компенсировать снижение прочности вследствие воздухововлечения при одновременном повышении морозостойкости и атмосферостойкости бетона.

5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

5.I. Приготовление бетонной смеси следует производить согласно указаниям главы СНиП Ш-I5-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные" и "Руководства по применению химических добавок в бетоне".

5.2. В районах сухого и жаркого климата должны выполняться требования "Рекомендаций по производству бетонных работ в условиях сухого и жаркого климата" (М., I972).

5.3. Для приготовления бетона с добавками в бетоносмеситель вместе с водой вводят необходимое количество добавки. Продолжительность перемешивания бетона с добавкой должна соответствовать требованиям главы СНиП Ш-I5-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные" и не превышать 3 мин.

5.4. Введение добавок осуществляется в виде водных растворов или эмульсий в воду затворения, или непосредственно в бетономешалку. Приготовление растворов или эмульсий добавок и их дозирование производится в соответствии с "Руководством по применению химических добавок в бетоне".

5.5. Каждая бетоносмесительная установка должна быть обеспечена емкостями и дозаторами для растворения и дозирования добавок.

6. УКЛАДКА БЕТОННОЙ СМЕСИ И УХОД ЗА БЕТОНОМ

6.I. Бетонная смесь, доставленная на стройплощадку, должна быть немедленно уложена в опалубку (не позднее 30 мин после ее приготовления).

6.2. Для обеспечения долговечности бетонных и железобетонных конструкций необходимо обеспечить качественное уплотнение бетонной смеси; условия твердения бетона в конструкции должны исключать его высушивание или замораживание до достижения бетоном 70%-ной проектной прочности. Необходимо соблюдать установленную толщину защитного слоя бетона в железобетонных конструкциях, для чего следует применять фиксаторы положения арматуры.

6.3. Выдерживание бетона в монолитных конструкциях и уход за ним должны осуществляться согласно требованиям главы СНиП Ш-I5-76. Бетоны на шлакопортландцементных, сульфатостойких шлакопортландцементах и пуццолановых портландцементах в начальные сроки твердения особенно чувствительны к понижению температуры твердения и испаре-

нию влаги. В этих условиях бетон на указанных видах цементов значительно медленнее набирает прочность, чем бетон на портландцементах.

Бетон на портландцементе, сульфатостойком портландцементе и сульфатостойком портландцементе с минеральными добавками должен предохраняться от высыхания не менее 7 сут, а бетон на шлакопорт - ландцементе, сульфатостойком шлакопортландцементе и пуццолановом портландцементе - не менее I4 сут.

6.4. Тепловую обработку железобетонных изделий с микрообразую - щими и воздухововлекающими добавками следует производить по мягкому режиму:

предварительно выдерживание до пропаривания - 2-4 ч;

скорость подъема температуры до 80-90 °С не более I0-I5 °С в час (более быстрый подъем предусмотрен для жестких смесей);

продолжительность изотермического прогрева при температуре 80-90 °С до приобретения бетоном не менее 70%-ной марочной или заданной отпускной прочности;

скорость охлаждения до температуры воздушной среды I5-20 °С в час.

6.5. Железобетонные изделия с добавками поверхностно-активных веществ следует прогревать по режиму, указанному в п.6.4 настоящих Рекомендаций, но с предварительным выдерживанием до пропаривания не менее 4 ч. При одновременном введении в состав бетона поверхностно-активных веществ и ускорителей твердения предварительное выдерживание может быть сокращено до 2 ч, что уточняется заводской лабораторией.

6.6. С целью обеспечения заданной прочности бетона режимы тепловой обработки (продолжительность предварительного выдерживания и изотермического прогрева) должны уточняться лабораторией экспери - ментально для каждой новой партии цемента и добавки.

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ И БЕТОНА

7.I. Определение подвижности, жесткости и объемной массы бетонной смеси следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ I0I8I.0-8I и I0I8I.I-8I.

7.2. Водопоглощение определяется высушиванием при I00-I05 °С до постоянной массы P_I пробы бетона (образец-куб с ребром 7,07 см или кусок неправильной формы массой 0,5-0,8 кг), предварительно насы - щенной водой (масса P_2) под вакуумом в течение 0,5 ч (остаточное

давление 5-7 мм), или при кипячении в воде в течение 2 ч. Полное водонасыщение , %, определяют по формуле

$$W = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100 .$$

7.3. Для определения прочности бетона с добавками или без добавок образцы-кубы с ребром 15 или 10 см выдерживают в нормально-влажных условиях или подвергают тепловой обработке по мягкому режиму (см. пп. 6.4, 6.5 настоящих Рекомендаций). Определение прочности бетона следует производить по методике ГОСТ 10180-78.

7.4. При предъявлении к бетону требований по морозостойкости и водонепроницаемости испытание бетона следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 10060-76.

8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. При изготовлении бетона и работе с добавками должны соблюдаться правила, изложенные в главе СНиП Ш-4.80. "Техника безопасности в строительстве" и в "Руководстве по применению химических добавок в бетоне".

Приложение I

ТРЕБОВАНИЯ К ЦЕМЕНТАМ ПОВЫШЕННОЙ СУЛЬФАТОСТОЙКОСТИ

Для сульфатостойких цементов, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 22266-76*, в зависимости от вида сульфатостойкого цемента в портландцементном клинкере, предназначенном для изготовления цементов, нормируется содержание минералов:

I) в клинкере для производства сульфатостойкого портландцемента должно быть, %, не более: C_3S - 50, C_3A - 5, сумма C_3A и C_4AF - - 22.

2) в клинкере для производства сульфатостойкого портландцемента с минеральными добавками должно быть, % , не более: C_3A - 5, сумма C_3A и C_4AF - 22, содержание C_3S не нормируется.

3) в клинкере для производства сульфатостойких шлакопортландцемента и пуццоланового портландцемента должно быть, %, не более : C_3A - 8, содержание C_3S , сумма C_3A и C_4AF не нормируются.

Содержание добавок в сульфатостойком портландцементе с минеральными добавками должно быть, %: активных минеральных добавок (кроме глиежа) не менее 5 и не более I0, гранулированного или электротермофосфорного шлака не менее I0 и не более 20.

Содержание Al_2O_3 в шлаках, предназначенных для изготовления сульфатостойкого портландцемента с минеральными добавками, должно быть не более 8 %.

Содержание Al_2O_3 в шлаках, предназначенных для изготовления сульфатостойкого шлакопортландцемента, должно быть не более I2 %.

При содержании в шлаке Al_2O_3 8-I0 % количество шлака в сульфатостойком шлакопортландцементе должно быть не менее 2I и не более 60 %, при содержании в шлаке Al_2O_3 свыше I0 до I2 % количество шлака в сульфатостойком шлакопортландцементе должно быть не менее 40 и не более 60 %.

Приложение 2

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК

I. СДБ - пластификатор, сульфитно-дрожжевая бражка, продукт переработки ССБ (сульфитно-спиртовой барды) изготовляется на целлюлозно-бумажных комбинатах в виде жидких (КБЖ) и твердых (КБТ) концентратов с содержанием сухих веществ соответственно не менее 50 и 76 %. Добавка должна отвечать требованиям ОСТ 81-79-74 Минлесбумдревпрома, КБЖ поставляется в железнодорожных цистернах, КБТ - бумажных мешках.

2. СНВ - воздухововлекающая добавка, смола нейтрализованная воздухововлекающая - является продуктом омыления каустической содой абиентиновой смолы, изготовляется в виде вязкого продукта и поставляется в деревянных бочках. Добавка должна соответствовать требованиям ТУ 81-05-7-74 Минлесбумдревпрома.

3. НЧК - пластифицирующе-воздухововлекающая добавка представляет собой нейтрализованный натриевый щелочью черный контакт, изготовляется на нефтехимических комбинатах и поставляется в железнодорожных цистернах. Добавка должна отвечать требованиям ТУ 38-101615-76 Миннефтехимпрома.

4. ГКЖ-10, ГКЖ-11 - пластифицирующе-воздухововлекающие добавки, водно-спиртовые растворы этил- (ГКЖ-10) и метилсиликата н а т р и я (ГКЖ-11) с содержанием основного вещества 30±5 %. Добавки должны отвечать требованиям ТУ 6-02-696-76 с изменением № I Минхимпрома.

5. 136-41 (бывшая ГКЖ-94) - микрогазообразующая, гидрофобизирующая добавка представляет собой полимер этилгидросилоксана, должна соответствовать ГОСТ 10834-76 Минхимпрома. Изготовляется на предприятиях химической промышленности и поставляется в герметизированной таре.

gost.e-ecolog.ru