

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЕТОНА
НА БАРИЙСОДЕРЖАЩЕМ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ
ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ,
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
В СРЕДАХ,
СОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФАТЫ

Госстрой СССР

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

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЕТОНА
НА БАРИЙСОДЕРЖАЩЕМ
ПОРТЛАНЦЕМЕНТЕ
ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ,
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
В СРЕДАХ,
СОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФАТЫ

Утверждены
директором НИИЖБ
27 июля 1981 г.

Москва 1981

УДК 666.972.7

Печатается по решению секции по коррозии, спецбетонам и физико-химическим исследованиям НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 16 июля 1981 г.

Рекомендации по применению бетона на барийсодержащем портландцементе для подземных конструкций, эксплуатируемых в средах, содержащих сульфаты. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1981, 10 с.

В Рекомендациях приведены основные положения по применению барийсодержащего портландцемента для подземных конструкций, эксплуатируемых в средах, содержащих сульфаты, ионы магния и различные соли. Рассмотрены требования к барийсодержащему портландцементу и бетону на его основе. Указаны допустимые пределы содержания сульфат-ионов, ионов магния и суммарного содержания солей в природных грунтовых водах или засоленных грунтах, в которых бетон на барийсодержащем портландцементе может эксплуатироваться без защиты его поверхности от коррозии. Даны рациональные области применения этого бетона.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций, заводских и строительных лабораторий.

Табл.2.

Ⓢ Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона Госстроя СССР, 1981

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для выполнения в XI пятилетке в соответствии с решениями XXVI съезда КПСС больших объемов промышленного и дорожного строительства в районах с засоленными грунтами и агрессивными грунтовыми водами требуется большое количество сульфатостойкого цемента.

В результате многолетних исследований, проведенных в НИИЦементе МПСМ СССР, разработан новый вид сульфатостойкого цемента - барийсодержащий портландцемент (БСПЦ). В НИИЖБ Госстроя СССР были проведены исследования коррозионной стойкости бетона на БСПЦ к воздействию сильноагрессивных сульфатных сред, которая оказалась в несколько раз выше коррозионной стойкости бетона на обычном сульфатостойком портландцементе.

Установлено, что для изготовления БСПЦ можно использовать природные баритовые руды, а также барийсодержащие отходы, в частности, отходы литопонного производства, которые в настоящее время выбрасываются в отвалы. Использование отходов литопонного производства экономично, так как расширяет сырьевую базу для выпуска эффективного цемента, и полезно с точки зрения охраны окружающей среды.

Для выпуска БСПЦ на цементном заводе не требуется ни значительных изменений технологии, ни дополнительного оборудования.

На основании лабораторных исследований коррозионной стойкости и результатов опытно-промышленного внедрения БСПЦ для изготовления бетонных и железобетонных конструкций рекомендованы наиболее рациональные области применения его в условиях воздействия природных грунтовых вод с повышенным содержанием сульфатов.

Рекомендации будут содействовать широкому внедрению в практику строительства бетонов на барийсодержащем портландцементе для подземных конструкций, применяемых при эксплуатации в сульфатных средах без защиты их от коррозии.

Рекомендации разработаны Центральной лабораторией коррозии НИИЖБ Госстроя СССР (канд. техн. наук Д.А.Саввина, инж. И.В.Божич, доктора техн. наук, профессора Ф.М.Иванов, В.М.Москвин) при участии НИИЦементов МПСМ СССР (д-р техн. наук, проф. И.В.Кравченко, инж. А.В.Шутова).

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

Дирекция НИИЖБ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации разработаны к главе СНиП П-28-73* "Защита строительных конструкций от коррозии" и содержат оценку степени агрессивности воды-среды по отношению к бетону на барийсодержащем портландцементе (БСПЦ), а также способы повышения коррозионной стойкости подземных конструкций из этого бетона, эксплуатируемых в сильноминерализованных грунтовых водах с повышенным содержанием иона SO_4^{2-} .

1.2. В Рекомендациях указаны рациональные области применения бетона на БСПЦ для подземных конструкций, эксплуатируемых, в основном, без дополнительных защитных мероприятий, а также дана характеристика видов цемента, требования к бетону и материалам для его приготовления.

1.3. Барийсодержащие портландцементы, приготовленные с применением баритовой руды или литопонных отходов, равноценны по строительно-техническим свойствам и сульфатостойкости.

1.4. Технология изготовления бетона на БСПЦ и конструкций из него не отличается от технологии, применяемой при использовании обычных портландцементов.

1.5. Применение БСПЦ не исключает необходимости выполнения требований по плотности бетона, допускаемой ширине раскрытия трещин и другим показателям, приведенным в главе СНиП П-28-73* и нормативных документах по технологии изготовления железобетонных конструкций.

1.6. Строительно-технические свойства и расчетные характеристики бетонов на БСПЦ не отличаются от соответствующих свойств и характеристик бетонов на сульфатостойком портландцементе, отвечающем требованиям ГОСТ 22266-76, за исключением указанных в данных Рекомендациях свойств по коррозионной стойкости.

2. ТРЕБОВАНИЯ К БАРИЙСОДЕРЖАЩЕМУ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

2.1. Барийсодержащий портландцемент является гидравлическим вяжущим и отличается от обычного портландцемента тем, что в составе его клинкера часть окиси кальция замещена окисью бария BaO ; это придает цементу повышенную коррозионную стойкость в растворах сульфатов. Содержание алуминатов в БСПЦ, так же как и в сульфатостойком портландцементе, рекомендуется ограничивать.

2.2. Для бетона подземных конструкций барийсодержащий портландцемент может выпускаться двух видов: высокосульфатостойкий и особосульфатостойкий.

Особосульфатостойкий БСПЦ отличается от высокосульфатостойкого БСПЦ более высокой стойкостью к действию сульфатных и сульфатно-магнезиальных сред, а также замедленной интенсивностью твердения бетона на этом цементе в начальные сроки. В возрасте 7 сут бетон на особосульфатостойком БСПЦ естественного твердения имеет не более 50% марочной прочности.

2.3. Высокосульфатостойкий барийсодержащий портландцемент содержит BaO от 4 до 6% массы портландцементного клинкера, трехкальциевого силиката (алита C_3S) - не более 45 %, трехкальциевого алюмината (C_3A) - не более 6 %; общее содержание алюминатных составляющих ($C_3A + C_4AF$) - не более 22 %.

2.4. Особосульфатостойкий барийсодержащий портландцемент содержит BaO не менее 9 %, C_3S - не более 10-15 %, C_3A и BA ($BaO \cdot Al_2O_3$) - в сумме не более 6 %; общее содержание алюминатных составляющих - не более 22 %.

При введении в состав портландцементного клинкера BaO свыше 9% количество C_3S в нем уменьшается до 10-15 %, вследствие чего активность цемента снижается.

2.5. По характеру изменения структурно-механических и реологических свойств БСПЦ с содержанием BaO 4-6 % близок к обычным цементам. Повышение содержания BaO снижает пластическую вязкость и модуль упругости на сдвиг при увеличении скорости сдвига, а также повышает коэффициент тиксотропии цементно-песчаного раствора, что приводит к снижению расслаиваемости бетонной смеси.

Характеристики обоих видов цемента представлены в табл. I.

Таблица I

Вид БСПЦ	Марка БСПЦ	Предел прочности, МПа, через 28 сут		Нормальная густота цементного теста, %	Сроки схватывания	Тонкость помола по ГОСТ 3584-73*
		на растяжение при изгибе	при сжатии			
Высокосульфатостойкий	400	5,5	40,0	22,0-25,5	Начало не ранее чем через 45 мин, конец не позднее чем через 12 ч	Через сито № 008 должно проходить не менее 90% массы пробы
	500	6,0	50,0			
Особосульфатостойкий	300	4,5	30,0	19,0-23,5		
	400	5,5	40,0			

2.6. Удельная поверхность барийсодержащего портландцемента должна составлять 2500–3000 см²/г. Более высокая удельная поверхность цемента может привести к снижению морозостойкости бетона.

2.7. Морозостойкость бетона на ВСПЦ с удельной поверхностью 2500–3000 см²/г близка по значению к морозостойкости бетона на обычном портландцементе (Ирз до 300).

Для получения бетона с более высокими марками по морозостойкости рекомендуется применять структурообразующие добавки, используемые в бетонах на обычных цементах – СНВ, СПД, СДО. Дозировку добавок следует уточнять в каждом конкретном случае на лабораторных замесах.

3. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ НА БАРИЙСОДЕРЖАЩЕМ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

3.1. Для бетонных и железобетонных конструкций (фундаменты зданий, мостовые опоры, буронабивные сваи, резервуары и т.д.), эксплуатируемых в средах с различным содержанием сульфатов, изготавливают бетон на ВСПЦ повышенной плотности (В6) и особоплотный (В8). Ориентировочной (косвенной) характеристикой плотности бетона может служить В/Ц бетонной смеси, которое должно иметь значения: не более 0,55 – при изготовлении бетона повышенной плотности и не более 0,45 – при изготовлении особоплотного бетона.

3.2. Подбор состава бетона повышенной плотности и особоплотного (в соответствии с требованиями главы СНиП II-28-73^М) на ВСПЦ производят обычными методами по нормативным документам. Рекомендуемый расход цемента 350–450 кг на 1 м³ бетона.

3.3. Высокая плотность бетона обеспечивается правильным подбором зернового состава заполнителей, назначением минимального В/Ц бетонной смеси и тщательным уплотнением ее.

В технико-экономических расчетах следует учитывать, что прочность бетона, состав которого подобран в соответствии с требованиями к его плотности, определяемой маркой по водонепроницаемости, как правило, получается выше проектной (М300, М400).

3.4. Характер нарастания прочности бетонов на ВСПЦ и на сульфатостойком портландцементе во времени идентичен. Однако прочность бетона на ВСПЦ в возрасте до 14 сут при нормально-влажном твердении на 15–20 % ниже прочности бетонов на сульфатостойком портландцементе в том же возрасте. В дальнейшем во влажной среде или воде интенсивный прирост прочности бетона происходит в течение 6 мес.

3.5. Тепловлажностная обработка бетона на ВСПЦ ускоряет его твердение. При тепловлажностной обработке время предварительной выдержки

бетона перед пропариванием должно быть не менее 3 ч, скорость подъема температуры не должна превышать $15^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ и максимальная температура изотермического прогрева должна составлять $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$.

3.6. Во избежание электрохимической коррозии арматуры не допускается применение химических добавок в виде хлористых солей электролитов в качестве ускорителей твердения бетона свай и других конструкций с небольшими размерами сечений.

3.7. Заполнители, применяемые при изготовлении бетона для конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, должны соответствовать требованиям главы СНиП П-28-73*.

3.8. Вода, применяемая для приготовления бетонной смеси, должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79.

3.9. Для контроля свойств бетонной смеси в процессе ее приготовления и укладки (с целью обеспечения стабильной плотности и прочности бетона) следует систематически производить испытания бетонной смеси по ГОСТ 10181.2-81.

4. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНОВ НА БАРИЙСОДЕРЖАЩЕМ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЕ

4.1. Высокосульфатостойкий и особосульфатостойкий БСПЦ, твердеющие в естественных условиях, и подвергающиеся тепловлажностной обработке, рекомендуется применять для бетонирования подземных и подводных бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатируемых при постоянной воздействию сильноагрессивных сульфатных и сульфатно-магнезиальных сред (в соответствии с главой СНиП П-28-73*).

4.2. Конструкции, которые эксплуатируются в условиях преобладающего воздействия сред, вызывающих коррозию I и II вида, не рекомендуется изготавливать из бетона на БСПЦ.

Стойкость бетона на БСПЦ с содержанием 4-6 % BaO к коррозии I вида, т.е. к вымыванию компонентов цементного камня бетона мягкой водой, практически такая же, как у бетона на сульфатостойком портландцементе.

С повышением содержания BaO в цементе стойкость бетона к коррозии I вида понижается, так как растворимость в воде BaO значительно выше растворимости CaO.

Стойкость бетона на БСПЦ к действию агрессивных сред, вызывающих коррозию II вида, такая же, как и стойкость бетона на обычных портландцементе.

4.3. Для конструкций, которые подвергаются в процессе эксплуатации воздействию сред с содержанием ионов SO_4^{2-} и Mg^{2+} , не превышаю-

ном значений, приведенных в табл.2, бетон на ВСПЦ допускается применять без защитных мероприятий.

При концентрации агрессивных веществ в жидкой среде более высокой, чем предусмотрено в этой таблице, защиту бетона следует выполнять в соответствии с требованиями главы СНиП П-28-73*.

Таблица 2

Показатели агрессивности жидкой среды	Максимально допустимое содержание компонентов в агрессивной жидкой среде для бетонов на					
	сульфатостойком портландцементе		высокосульфатостойком ВСПЦ		особосульфатостойком ВСПЦ	
	повышенной плотности	особоплотных	повышенной плотности	особоплотных	повышенной плотности	особоплотных
1. Содержание сульфатов ^к , г/л (в пересчете на ионы SO_4^{2-})	4	5	10	15	20	25
2. Содержание магниевых солей, г/л (в пересчете на ионы Mg^{2+})	2	3	3	4	3	5
3. Содержание хлоридов, карбонатов и других природных солей, г/л (при наличии испаряющих поверхностей)	20	30	50	80	100	120

* В засоленных грунтах содержание ионов SO_4^{2-} определяется из расчета количества водорастворимых сульфатов в % массы грунта. Содержание водорастворимых сульфатов в процентах равно содержанию сульфатов, приведенному в поз.1.

4.4. Для изготовления бетонных и железобетонных конструкций из бетона повышенной плотности или особоплотного, работающих без защиты их поверхности в условиях сульфатной или сульфатно-магниевой агрессии

при содержании в жидкой среде ионов SO_4^{2-} от 5 до 15 г/л рекомендуется применять высокосульфатостойкий БСПЦ, а при содержании свыше 15 до 25 г/л - особосульфатостойкий БСПЦ; для обоих БСПЦ содержание ионов Mg^{2+} должно быть не более 5 г/л. Допустимое содержание агрессивных ионов в жидкой среде в зависимости от вида и плотности бетона приведено в табл.2.

4.5. Бетон на БСПЦ для конструкций, находящихся в зонах переменного уровня воды или капиллярного подсоса грунтовых вод и подвергающихся действию минерализованных вод в сочетании с попеременным действием положительных и отрицательных температур, должен иметь марку по морозостойкости не менее $M_{рз} 300$ (обеспечивается применением воздухововлекающих добавок). В противном случае конструкции следует защищать в соответствии с требованиями главы СНиП П-28-73^{*}.

5. ПРОИЗВОДСТВО И ПРИЕМКА РАБОТ

При изготовлении конструкций из бетона на БСПЦ правила производства и приемки работ должны соответствовать требованиям, изложенным в главах СНиП Ш-15-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные" и СНиП Ш-16-80 "Бетонные и железобетонные конструкции сборные".

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Общие положения	4
2. Требования к барийсодержащему портландцементу	4
3. Требования к бетону на барийсодержащем портландцементе и материалам для его приготовления	6
4. Область применения бетонов на барийсодержащем портландце- менте	7
5. Производство и приемка работ	9

Рекомендации по применению бетона на барийсодержащем
портландцементе для подземных конструкций,
эксплуатируемых в средах, содержащих сульфаты

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6
Редактор Н.А.Романова

Л- 100798 Подписано в печать 3/ХП-81 г. Заказ № 1647

Формат 60x84/16 Печ.л.0,5 Т-500 экз.

Цена 8 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
Можайское шоссе, д.81