НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3 ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МОРОЗОСТОЙКИХ БЕТОНОВ ИЗ ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ И ЛИТЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

МОСКВА-1983

Госстрой СССР

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

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3 ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МОРОЗОСТОЙКИХ БЕТОНОВ ИЗ ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ И ЛИТЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Утверждены
директором НИИЖБ
I4 февраля I983 г.

Москва I983

УДК 666.972.164:666.972.53

Печатается по решению секции по коррозии, спецбетонам и физико-химическим методам исследований НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 21 сентября 1982 г.

Рекомендации по применению полифункциональных модификаторов на основе суперпластификатора С-3 при изготовлении морозостойких бетонов из высокоподвижных и литых бетонных смесей. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1983, 29 с.

Рекомендации содержат основные положения по применению полифункциональных модификаторов (ПФМ) на основе суперпластификатора С-3 при изготовлении морозостойких бетонов из высокоподвижных и литых бетонных смесей. Приведены сведения о составе ПФМ, выборе добавок и назначении их количества, об особенностях подбора состава бетона, приготовления бетонных смесей и установления условий твердения бетона. Даны указания по контролю за производством работ и качеством бетона, а также по технике безопасности и охране труда.

Предназначены для инженерно-технических работников строительных и заводских лабораторий, промышленных предприятий, строительных, проектных и научно-исследовательских организаций, занимающихся вопросами исследования, проектирования и изготовления монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций высокой морозостойкости.

Табл.4

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона, 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рекомендации разработаны в развитие глав СНиП П-28-73* "Защита строительных конструкций от коррозии" и СНиП Ш-15-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные", а также "Руководства по применению химических добавок в бетоне" (М., 1981), "Указаний по обеспечению долговечности бетонных и железобетонных конструкций морских гидротехнических сооружений" ВСН 6/118-74 Минморфлота и Минтрансстроя.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн.наук проф.Ф.М.Иванов, кандидаты техн.наук В.Г.Батраков, Н.К.Розенталь, И.Г.Метелицын, канд.хим.наук В.Р.Фаликман), ЦНИИС Минтрансстроя (кандидаты техн.наук В.С.Гладков, Э.А.Виноградова, а также кандидаты техн.наук Л.А.Литвак, В.В.Шаблевский, инженеры А.П.Артемов, Ю.В.Щербак).

Рекомендации имеют своей целью осуществить широкую производственную проверку применения полифункциональных модификаторов на основе суперпластификатора С-3 при изготовлении морозостойких бетонов из высокоподвижных и литых бетонных смесей для накопления статистических данных, необходимых при корректировке и уточнении настоящих Рекомендаций.

Просим все данные о практическом их использовании и полученные при этом результаты, а также замечания по содержанию Рекомендаций направлять по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6, НИИЖБ Госстроя СССР, лаборатория № 13.

Дирекция НИИЖБ

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на применение новых полифункциональных модификаторов (ПФМ) на основе суперпластификатора С-3 в тяжелых цементных морозостойких бетонах (МРЗ 300 и выше) из литых и высокоподвижных бетонных смесей, предназначенных для возведения и изготовления монолитных, сборно-монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций.

Примечание. Применение ПФМ при изготовлении предварительно-напряженных конструкций без выполнения специальных исследований не рекомендуется.

I.2. Под полифункциональными модификаторами понимаются добавки, состоящие из двух и более компонентов, каждый из которых улучшает определенные технологические свойства бетонной смеси, физико-механические и физические характеристики бетона.

I.3. Применение ПФМ в технологии монолитных и сборных конструкций по сравнению с бетоном без добавок обеспечивает:

получение высокоподвижных (осадка конуса I3-I7 см) и литых (осадка конуса I8 см и более) бетонных смесей;

повышение морозостойкости бетона в 2-4 раза без увеличения расхода цемента;

улучшение технологических свойств бетонной смеси (удобоукладываемость, однородность, нерасслаиваемость);

регулирование скорости изменения подвижности бетонных смесей, скорости твердения и тепловыделения;

повышение прочности, понижение проницаемости, увеличение коррозионной стойкости бетона и его защитного действия по отношению к стальной арматуре за счет снижения расхода воды при приготовлении бетонной смеси.

I.4. Использование литых и высокоподвижных бетонных смесей с ПФМ позволяет:

снизить интенсивность и продолжительность или полностью исключить вибрационное уплотнение смеси;

сократить трудоемкость, энергоемкость, стоимость и время бетонирования (изготовления) конструкций;

снизить удельную металлоемкость производства;

увеличить срок службы и оборачиваемость опалубки (форм) и вибрационного оборудования;

обеспечить возможность получения бетонов марок 400, 500 на цементах марок 300, 400, 500;

повысить качество конструкций, снизить затраты на их ремонт и доводку;

повысить производительность труда;

улучшить санитарно-гигиенические условия производства.

I.5. В первую очередь ПФМ рекомендуется применять для изготовления морозостойких бетонов тонкостенных, густоармированных и сложной формы конструкций.

I.6. Возможность применения бетонов с ПФМ при производстве конструкций морских сооружений, эксплуатируемых в морях с соленостью выше I0 г/л, из гидротехнического бетона марки выше Мрз 300 должна быть подтверждена специальными исследованиями.

I.7. Использование ПФМ предъявляет повышенные требования к соблюдению технологической дисциплины и контролю на всех этапах работ.

I.8. Для получения бетона высокого качества с полифункциональными модификаторами должны соблюдаться требования к материалам, бетонным смесям, предусмотренные действующими стандартами, другой нормативно-технической и проектно-технологической документацией.

2. ВЫБОР ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ И НАЗНАЧЕНИЕ ИХ КОЛИЧЕСТВА

2.I. Составы рекомендуемых ПФМ приведены в табл.I, характеристики исходных компонентов - в табл.2 и прил.I.

Таблица I. Состав полифункциональных модификаторов бетона

№ пп	Компонентный состав	Дозировка компонентов, % массы цемента
I	С-3 + СДБ(СЧЩ) + СН	0,45 + 0,2(0,I5) + 0,3÷I,5
2	С-3 + СДБ(СЧЩ) + СН + + СНВ(КТП)	0,45 + 0,2(0,I5) + 0,3÷I,3 + + 0,002÷0,005(0,005÷0,0I)
3	С-3 + СДБ(СЧЩ)	0,45 + 0,2(0,I5)
4	С-3 + СДБ(СЧЩ) + СНВ(КТП)	0,45 + 0,2(0,I5) + 0,002÷0,005 (0,005÷0,0I)
5	С-3 + СНВ(КТП)	0,5÷0,7 + 0,002÷0,005(0,005÷0,0I)
6	С-3 + СДБ + ГКЖ-I0(ГКЖ-II)	0,45 + 0,2 + 0,05÷0,I5

Таблица 2. Компоненты полифункциональных модификаторов

Наименование добавок	Условное сокращенное обозначение добавок	Стандарты и технические условия на добавки
Суперпластификатор (разжижитель) С-3	С-3	ТУ 6-14-625-80 Минхимпрома
Сульфитно-дрожжевая бражка	СДБ	ОСТ 81-79-74 ТУ 81-04-225-73 Минлесбумдревпрома
Сульфатный черный щелок	СЧЩ	ВТУ "Черный сульфатный щелок" Минлесбумдревпрома
Сульфат натрия	СН	ГОСТ 6318-77 ТУ 38-10742-78 Миннефтехимпрома
Смола нейтрализованная воздухововлекающая	СНВ	ТУ 81-05-7-74 Минлесбумдревпрома
Клей талловый пековый	КТП	ОСТ 81-12-77 Минлесбумдревпрома
Этилсиликонат натрия	ГКЖ-10	ТУ 6-02-696-76 с изменением № 1 Минхимпрома
Метилсиликонат натрия	ГКЖ-11	То же

2.2. Выбор вида ПФМ производится из условия получения требуемых технологических свойств бетонной смеси и характеристик бетона (табл.3) с учетом технико-экономических показателей.

Таблица 3. Области применения ПФМ

Особенности бетонной смеси, вид конструкций, условия эксплуатации	Модификатор (номер по табл.1)					
	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
1. Высокоподвижные и литые бетонные смеси	+	+	+	+	+	+
с ускоренным структурообразованием	+	+	–	–	–	–
с замедленным структурообразованием	–	–	–	–	–	+
с замедленным тепловыделением	–	–	–	–	–	+
с пониженными водоотделением и расслаиваемостью	–	+	–	+	+	+

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6	7
2. Железобетонные конструкции с обычным армированием						
монолитные	+	+	+	+	+	+
сборные	+	+	+	+	+	-
3. Железобетонные конструкции, имеющие выпуски арматуры или закладные детали						
а) без специальной защиты стали	+	+	+	+	+	+
б) с цинковыми покрытиями по стали	-	-	+	+	+	+
в) с алюминиевыми покрытиями по стали	-	-	+	+	+	+
г) с комбинированными покрытиями (щелочестойкими лакокрасочными или другими по металлизационному подслою)	+	+	+	+	+	+
4. Железобетонные конструкции, предназначенные для эксплуатации						
а) в неагрессивных и агрессивных газовых и водных средах	+	+	+	+	+	+
б) в зоне переменного уровня воды	+	+	+	+	+	+
в) в зоне капиллярного подсоса растворов солей	-	+	-	+	+	+
г) при переменном замораживании и оттаивании бетона проектной марки по морозостойкости						
до Мрз 300 включительно	+	+	+	+	+	+
более Мрз 300	-	+	-	+	+	+
д) в водных и газовых средах при относительной влажности более 60 % или периодическом увлажнении при наличии в заполнителе включений реакционноспособного кремнезема	-	-	+	+	+	+
г) в зонах действия блуждающих постоянных токов от посторонних источников	-	-	+	+	+	+
5. Железобетонные конструкции для сооружений электрофицированного транспорта и предприятий, потребляющих постоянный электрический ток	-	-	+	+	+	+

Примечания: I. Знаки означают:
+ рекомендуется введение модификатора;
- не рекомендуется введение модификатора

2. Применение модификатора допускается в случае, если нет запрета ни по одному из приведенных пп.I-5 (см.табл.3)

3. Показатели агрессивности среды устанавливаются по главе СНиП П-28-73 "Защита строительных конструк - ций от коррозии"; наличие блуждающих постоянных токов от посторонних источников - по СН 65-76 "Инструкция по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами"; включения реакционноспособного кремнезема в заполнителях - по ГОСТ 8735-75 и "Руководству по применению бетонов с противоморозными добавками" (М., 1978).

2.3. Модификаторы № I и 2 (см.табл.I) для бетонов конструкций, на поверхности которых не допускается образование высолов (конст - рукции, к которым предъявляются требования технической эстетики или конструкции, предназначенные под окраску), могут применяться, если испытания не покажут образования высолов. Методика испытаний приведена в "Руководстве по применению химических добавок в бетоне" (М., 1981).

2.4. Дозировку С-3 и СДБ назначают в соответствии с табл.I. В тех случаях, когда СДБ обладает высоким воздухововлекающим действием (содержание воздуха в бетонной смеси с добавкой С-3 + СДБ превышает 4-5 %) количество СДБ уменьшают, одновременно увеличивая количество С-3, при этом дозировка С-3 может быть повышена до 0,7 %, а СДБ - уменьшена до 0,08 %. В бетонных смесях с ПФМ, содержащими воздухововлекающие добавки СНВ, КТП, ГКЖ-10, ГКЖ-11, объем воздуха, вовлекаемого компонентами С-3 + СДБ (в отсутствие воздухововлекающей добавки), не должен превышать 3 %. Объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси при применении ПФМ полного состава должен соответствовать приведенному в табл.4 (отклонение допускается в пределах ±I %). При избыточном воздухововлечении дозировку воздухововлекаю - щего компонента следует уменьшить.

Таблица 4. Количество воздуха в бетонной смеси

Наибольшая крупность щебня, мм	Количество воздуха, %, при В/Ц		
	менее 0,40	0,41-0,50	0,51-0,60
10	4	5	7
20	4	5	6
40	3	4	5
80	3	3	4

3. ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА

3.I. Подбор состава бетона с полифункциональными модификаторами заключается в корректировке состава бетона, подобранного без модификатора и выполненного любым способом по показателям подвижности бетонной смеси, прочности и морозостойкости бетона, а также другим показателям, заданным проектом. При подборе исходного состава бетона без модификатора рекомендуется пользоваться "Руководством по подбору составов тяжелого бетона" (М., 1979).

3.2. При подборе состава высокоподвижной и литой бетонной смеси для изготовления морозостойкого бетона в соответствии с указаниями п.3.I настоящих Рекомендаций определяют величину водоцементного отношения с учетом активности цемента, качества заполнителей и требуемой прочности бетона. Учитывая понижение прочности бетона при введении воздухововлекающих добавок, значение В/Ц следует понизить из расчета 5 % на каждый процент вовлеченного воздуха. Затем определяют величину В/Ц, необходимую для получения требуемой марки бетона по морозостойкости. Из двух значений В/Ц (выбранных для получения требуемой прочности и морозостойкости) принимают меньшее. С учетом вида и крупности заполнителей в соответствии с "Руководством по подбору составов тяжелого бетона" (по таблицам или графикам) выбирают расход воды, необходимый для получения бетонной смеси с осадкой конуса 2-4 см. По значению В/Ц и расходу воды определяют расход цемента. Расход песка рассчитывают с учетом объема цемента, воды и щебня в I $м^3$ бетонной смеси. Для уменьшения расслаивания бетонной смеси доля песка может быть увеличена до 45 % от объема заполнителей, при этом долю щебня в соответствующей степени уменьшают.

Пробным замесом устанавливают соответствие подвижности бетонной смеси заданному значению (ОК = 2-4 см). При необходимости корректировки подвижности изменяют расход цемента и воды, сохраняя постоянным В/Ц.

3.3. Готовят бетонную смесь подобранного состава с полифункциональным модификатором и определяют осадку конуса. В случае, если осадка конуса превышает заданную, понижают расход воды и цемента при постоянном значении В/Ц. Если при избыточной подвижности бетонной смеси наблюдается водоотделение, то уменьшают расход ПФМ на I0-20 % для получения требуемой подвижности. Для выбранного состава бетонной смеси с учетом принятого способа перемешивания (бетоносмеситель гравитационного типа или принудительного перемешивания) корректиру-

ют в случае необходимости расход воздухововлекающего компонента полифункционального модификатора таким образом, чтобы объем вовлеченного воздуха соответствовал приведенному в табл.4 настоящих Рекомендаций (при контроле бетонной смеси на месте укладки в конструкцию).

3.4. Если необходимо получить из высокоподвижных и литых бетонных смесей бетоны повышенной плотности или особо плотные бетоны (В-6, В-8 и более), то подбирают состав бетонной смеси без модификатора с ОК = 2-4 см, при этом В/Ц назначают по табл.5б "Руководства по подбору составов тяжелого бетона". Затем готовят бетонную смесь аналогичного состава, но с ПФМ. Если подвижность бетонной смеси превышает требуемую, то понижают расход воды и цемента, сохраняя значение В/Ц и увеличивая количество заполнителя.

Если при избыточной подвижности бетонной смеси наблюдается водоотделение, то уменьшают расход ПФМ на 10-20 %.

Примечание. Пример подбора состава бетона с ПФМ приведен в прил.3.

3.5. При корректировке состава бетона с полифункциональными модификаторами бетонную смесь следует перемешивать в бетоносмесителе с максимальным приближением условий перемешивания (по виду смесителя и времени перемешивания) к производственным, а полученные данные затем проверять в производственных условиях.

4. ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ И ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ПФМ

4.1. Приготовление литых и высокоподвижных бетонных смесей с ПФМ может быть организовано:

на стационарных бетонных заводах;

на перебазируемых бетонных заводах или бетоносмесительных установках;

в автобетоносмесителях;

по комбинированной схеме (введение ПФМ в готовую смесь с дополнительным перемешиванием на узлах домешивания).

4.2. Приготовление бетонной смеси с полифункциональными модификаторами отличается от приготовления бетона без добавок тем, что в бетоносмеситель вместе с водой затворения или раздельно подается необходимое на замес количество модификатора или его компонентов, установленное при подборе состава бетона.

Для получения максимального эффекта растворы ПФМ следует подавать в бетонную смесь после предварительного перемешивания сухих компонентов бетонной смеси с водой затворения, т.е. вводить раствор ПФМ в готовую бетонную смесь.

4.3. Для введения необходимого количества модификатора в бетонную смесь заранее приготавливают их концентрированные (10-20%-ные) водные растворы без воздухововлекающего компонента СНВ или КТП (модификаторы № 2, 4, 5, см. табл.1 настоящих Рекомендаций). Воздухо - вовлекающие компоненты СНВ или КТП следует вводить в бетонную смесь во избежание коагуляции отдельно в виде 2-5%-ного водного раствора. Добавки ГКЖ-10, ГКЖ-11 можно предварительно смешивать с другими компонентами.

Примечание. Допускается предварительно перемешивать растворы модификаторов 10-20%-ной концентрации с водой затворения в дозаторе для воды.

Растворы воздухововлекающих компонентов СНВ и КТП следует дозировать отдельно в специальных дозаторах. Эти растворы рекомендуется подавать в бетонную смесь, перемешанную с остальными компонентами модификатора, т.е. после ее разжижения.

4.4. При раздельном введении компонентов ПФМ в бетоносмеситель рекомендуется следующий порядок работы:

пластифицирующий компонент ПФМ вводят в предварительно перемешанную бетонную смесь;

ускорители твердения, противоморозные, газообразующие и воздухововлекающие добавки вводят в пластифицированную смесь за 1-2 мин до конца цикла перемешивания.

4.5. Перед перекачкой растворов добавок из одной емкости в другую следует тщательно их перемешивать. При перемешивании растворов поверхностно-активных веществ (С-3, СДБ, СНВ, КТП) необходимо учитывать возможность пенообразования, особенно при барботировании сжатым воздухом. Для уменьшения пенообразования рекомендуется врезку трубопроводов подачи добавок в емкости предусматривать в нижней части емкости.

4.6. Расход раствора модификатора повышенной концентрации А, л, на 1 $м^3$ бетона определяют по формуле

$$A = \frac{Ц \cdot С}{К \cdot П},$$

где Ц - расход цемента на 1 $м^3$ бетона, кг; С - дозировка модификатора, % массы цемента; К - концентрация приготовленного раствора

модификатора, %; П – плотность приготовленного раствора, г/см^3.

Необходимое для затворения I м^3 бетона количество воды Н, л, определяют по формуле

$$Н = В - АП\ (I - \frac{К}{100}),$$

где В – расход воды на I м^3 бетона, л.

4.7. При приготовлении бетона одного и того же состава в течение одной смены допускается заранее приготавливать водные растворы модификаторов рабочей концентрации, если имеющиеся производственные площади позволяют размещать емкости для их хранения.

Концентрацию таких растворов устанавливают при подборе состава бетона, а их расход А, л, на I м^3 бетона определяют по формуле

$$А = \frac{100\ В + Ц \cdot С}{100\ П}.$$

4.8. Для повышения скорости растворения твердых модификаторов и их компонентов рекомендуется подогревать воду до 40–70 °С и перемешивать растворы, а твердые продукты – при необходимости предварительно дробить. После приготовления растворы необходимо охладить до температуры 18–25 °С.

4.9. Растворы модификаторов рабочей или повышенной концентрации следует хранить при положительной температуре (в условиях цеха). В случае выпадения осадка раствор следует подогреть и перемешать.

5. ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И УКЛАДКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ПФМ

5.I. Транспортирование высокоподвижных и литых бетонных смесей с ПФМ от места приготовления до объекта рекомендуется осуществлять в автобетоносмесителях.

Выбор транспортных средств производят из условий сохранения технологических характеристик бетонных смесей, предотвращения их расслоения, потери растворной части, попадания осадков, воздействия ветра и солнца.

5.2. Допускаемые дальность и время транспортирования бетонных смесей с ПФМ (с учетом загрузки и выгрузки) устанавливают опытным путем в зависимости от их подвижности на месте приготовления и укладки, скорости схватывания цемента в бетоне, состава ПФМ, темпа и условий бетонирования, состояния дорог, температурно-климатических условий, сохранения однородности смеси и обеспечения физико-механических характеристик бетона в конструкции.

5.3. При транспортировании высокоподвижных и литых бетонных смесей автобетоносмесителями не допускается остановка вращения барабана смесителя до полной выгрузки бетонной смеси.

5.4. Запрещается приготавливать бетонные смеси с увеличенным против расчетного водоцементным отношением, а также добавлять воду на месте укладки для компенсации потери подвижности в процессе транспортирования.

5.5. При изготовлении сборных железобетонных конструкций из смесей с ПФМ транспортирование смесей от бетоносмесителя к постам формовки изделий должно осуществляться устройствами, конструкция которых не допускает утечки цементного молока и исключает расслаивание смеси. Рекомендуется использовать бетоноукладчики, бадьи с плотно закрывающимися затворами, специальные бункера и другие устройства.

Примечание. Допускается транспортировать бетонные смеси с осадкой конуса до 18 см ленточными транспортерами с углом наклона не более 3 % при условии тщательного подбора состава бетона, исключающего расслаивание бетонной смеси в процессе транспортирования.

5.6. Литые бетонные смеси с ПФМ следует укладывать в конструкцию, как правило, без виброуплотнения. Подвижность смесей, укладываемых безвибрационным способом, зависит от формы, размеров и армирования конструкций, состава бетона, применяемого технологического оборудования и в большинстве случаев должна быть не менее 18 см.

Примечание. В отдельных случаях, например, при большом насыщении арматурой, в труднодоступных местах опалубки и т.п., применяется минимальное виброуплотнение - вибропобуждение, Продолжительность вибровоздействия устанавливается строительной лабораторией экспериментальным путем для каждого конкретного случая.

5.7. При укладке бетонных смесей в конструкции, имеющие наклонные поверхности, уклон открытой поверхности не должен превышать 3 %.

5.8. Опалубка бетонируемых конструкций должна быть рассчитана на статическое и динамическое воздействие бетонных смесей с учетом интенсивности бетонирования, а также не должна допускать утечки бетонной смеси или цементного молока.

6. ТВЕРДЕНИЕ БЕТОНОВ С ПФМ

6.1. Твердение бетона с полифункциональными модификаторами должно происходить при положительной температуре при постоянно влажных условиях до приобретения им проектной прочности.

6.2. При необходимости ускоренного твердения режим тепловой обработки бетона следует выбирать с учетом требования получения бетона повышенной стойкости и других проектных требований.

6.3. Для предотвращения деструктивных процессов вследствие температурных напряжений в изделиях из литых и высокоподвижных смесей с ПФМ в ходе термовлажностной обработки (ТВО) рекомендуется проводить ее по более мягким, по сравнению с обычными, режимам.

6.4. Длительность предварительного выдерживания бетонов до подъема температуры, которую назначают в зависимости от свойств исходных материалов, состава бетона, подвижности бетонной смеси и воздухосодержания, определяется экспериментально и ориентировочно составляет не менее 3–4 ч.

С целью сокращения длительности предварительного выдерживания рекомендуется производить его при повышенной температуре (30–40 °С)

6.5. Скорость подъема температуры до максимальной не должна превышать 15 °С в час.

6.6. Продолжительность изотермического прогрева бетона рекомендуется устанавливать опытным путем из расчета достижения бетоном к концу прогрева требуемой прочности (распалубочной, отпускной и т.д.).

Изотермический прогрев изделий из бетона с ПФМ следует проводить при температуре, не превышающей 80 °С (предпочтительнее - при 50–70 °С).

6.7. Заключение о пригодности режима тепловой обработки следует делать по результатам испытаний бетона на прочность и морозостойкость.

7. КОНТРОЛЬ ЗА ПРОИЗВОДСТВОМ РАБОТ И КАЧЕСТВОМ БЕТОНА

7.1. Контроль за производством работ и качеством бетона с полифункциональными модификаторами следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП Ш-15-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные", "Руководства по применению химических добавок в бетоне"(М., 1981),"Указаний по обеспечению долговечности бетонных и железобетонных конструкций морских гидротехнических сооружений" ВСН 6/118-74 и карты пооперационного контроля качества (прил.4) для монолитных конструкций и разрабатываемых на заводах ЖБИ технологических карт на изделия - для сборных конструкций.

7.2. Контроль за производством работ и качеством бетона осуществляют на следующих стадиях:

приготовление ПФМ и их рабочих растворов;

приготовление бетонных смесей с ПФМ;
транспортирование бетонных смесей с ПФМ;
укладка бетонных смесей;
твердение бетона с ПФМ.

7.3. При приготовлении ПФМ контролируют:
готовность узла по приготовлению химических добавок;
соответствие компонентов ПФМ требованиям действующих стандартов, технических условий;
соответствие концентрации компонентов ПФМ установленной;
наличие осадка нерастворившейся добавки.

7.4. При приготовлении бетонных смесей с ПФМ контролируют:
исправность технологического оборудования;
соответствие применяемых составляющих установленным требованиям;
очередность введения компонентов ПФМ;
точность дозирования составляющих;
продолжительность перемешивания бетонных смесей;
подвижность бетонных смесей;
воздухосодержание бетонных смесей;
расслаиваемость бетонных смесей.

7.5. При транспортировании бетонных смесей с ПФМ контролируют:
готовность транспортных средств;
время с момента приготовления бетонных смесей до укладки, исключающее потерю их подвижности до уровня, ниже заданного;
расслаиваемость бетонных смесей.

7.6. При укладке бетонных смесей с ПФМ контролируют:
подвижность бетонных смесей;
воздухосодержание бетонных смесей;
расслаиваемость бетонных смесей;
температуру бетонных смесей (в особых условиях);
продолжительность вибрационного воздействия.

7.7. При твердении бетона контролируют:
температурно-влажностный режим твердения;
прочность бетона в промежуточные и проектные сроки твердения;
морозостойкость бетона;
прочность и морозостойкость бетона в конструкции (при необходимости).

7.8. Необходимость контроля других строительно-технических свойств бетона (водонепроницаемость, стойкость к различным воздействиям и т.д.) устанавливается проектом.

7.9. При работе с полифункциональными модификаторами, содержащими сульфат натрия, в случае, если на конструкции не допускается появление высолов, в начале работы и при каждом изменении вида цемента и технологии изготовления конструкций следует определять возможность образования высолов. Методика определения приведена в ГОСТ 24211-80.

8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

8.1. При производстве работ необходимо соблюдать правила техники безопасности, регламентируемые главой СНиП Ш-4-79 "Техника безопасности в строительстве", а также указания данного раздела.

8.2. Запрещается принимать пищу в помещениях, где хранятся добавки или приготавливаются и используются их водные растворы.

8.3. В отделениях приготовления растворов добавок и бетонной смеси необходимо предусматривать приточно-вытяжную вентиляцию, а при необходимости - местные отсосы. Вентиляция помещений, в которых производятся работы с добавками, должна предусматриваться в соответствии с требованиями главы СНиП П-33-75 "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" и СН 245-71 "Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий", а также с учетом требований ТУ и ГОСТ на отдельные добавки.

8.4. В помещении, где осуществляют приготовление и дозирование добавок, следует ежесменно проводить влажную уборку.

8.5. К работе с добавками допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности при работе с добавками.

Не следует допускать к работе с добавками лиц с повреждениями кожного покрова (ссадины, ожоги, царапины, раздражения), с поражением век и глаз.

8.6. Рабочие, занятые приготовлением растворов добавок, должны работать в спецодежде из водоотталкивающей ткани, защитных очках, резиновых сапогах и перчатках, а также соблюдать правила личной гигиены.

При укладке бетонных смесей с ПФМ рабочие должны быть обеспечены защитными очками, особенно в том случае, когда ПФМ содержат компоненты, выделяющие при затворении с цементом едкие щелочи (СН, ГКЖ-10, ГКЖ-11).

8.7. При попадании ПФМ на кожу или в глаза их следует смывать теплой водой.

8.8. В связи с повышенной электропроводностью бетонных смесей с модификатором, содержащим ускоритель твердения - сульфат натрия, применяемый электроинструмент должен иметь постоянно исправную электрическую изоляцию и заземление.

8.9. При изготовлении опалубки, выборе транспортных средств, производстве бетонных работ с применением литых и высокоподвиж - ных бетонных смесей с ПФМ необходимо учитывать их повышенную плас - тичность и текучесть в течение 2-6 ч с момента приготовления.

Забетонированные участки (особенно крупные конструкции) должны быть ограждены; на ограждения следует вывешивать предупредительные знаки.

Приложение I

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТОВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ

С-3 - суперпластификатор (разжижитель) бетонных смесей, добавка на основе продуктов поликонденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида, выпускается Новомосковским заводом органического синтеза по ТУ 6-I4-625-80. Жидкость темнокоричневого цвета. Поставляется в виде водного раствора 30-39%-ной концентрации в металлических бочках или цистернах. Водный раствор С-3 не изменяет своих свойств при нагревании и замораживании до минус 40 °С. В случае выпадения осадка перед применением рекомендуется растворить его путем подогрева или разбавления водой, после чего тщательно перемешивать раствор. Гарантийный срок хранения I год с момента изготовления. Стоимость добавки 340 руб/т в пересчете на сухое вещество.

СДБ - сульфитно-дрожжевая бражка. Продукт переработки С С Б (сульфитно-спиртовой барды), изготавливающийся в виде концентратов бражки жидких (КБЖ) и твердых (КБТ) с содержанием сухих веществ соответственно не менее 50 и 76 %. Выпускается предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности. Концентраты должны соответствовать ОСТ 8I-79-74 Минлесбумдревпрома. КБЖ поставляется в железнодорожных цистернах, КБТ - в бумажных мешках, которые следует хранить в закрытых проветриваемых помещениях, располагая мешки в один ряд по вертикали, завязкой вверх. Стоимость добавки 45-60 руб/т (в пересчете на сухое вещество).

СЧЩ - сульфатный черный щелок (пластифицирующая добавка) является регенерируемым продуктом производства целлюлозы, основной компонент - лигнин. Представляет собой жидкость коричневого цвета. Выпускается Братским лесопромышленным комплексом и целлюлозно-бумажными комбинатами, работающими по технологии сульфатной варки целлюлозы. Стоимость продукта 40-60 руб/т. ВТУ "Черный сульфатный щелок" **Минлесбумдревпрома**.

СНВ - смола нейтрализованная воздухововлекающая. Изготовлялась Тихвинским лесохимическим заводом. Поставляется в виде вязкого продукта в деревянных бочках. Стоимость добавки I600 руб/т; **ТУ 8I-05-7-74 Минлесбумдревпрома** "Смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ)". В настоящее время используются запасы ранее изготовленной добавки, производство ее прекращено.

СН - сульфат натрия представляет собой кристаллический безводный порошок, слабогигроскопичный Хорошо растворяется в воде при

температуре 40 °С, при понижении температуры выпадает из раствора в осадок. Выпускается по ГОСТ 6318-77 и ТУ 38-10742-78 Миннефтехимпрома предприятиями химической, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Стоимость добавки 40-60 руб/т.

КТП - клей талловый пековый, воздухововлекающая добавка. Твердый продукт коричневого цвета. Содержит около 10 % влаги. Хорошо растворим в воде. Выпускается Братским лесопромышленным комплексом и другими ЦБК в соответствии с ОСТ 81-12-77 Минлесбумдревпрома. Следует хранить в сухом помещении. Стоимость клея 70 руб./т.

ГКЖ-10, ГКЖ-11 - кремнийорганические гидрофобизирующие жидкости. Водноспиртовые растворы этил-(ГКЖ-10) и метилсиликоната натрия (ГКЖ-11) с содержанием основного вещества 30±5 %. Прозрачные жидкости от бледножелтого до коричневого цвета без механических примесей. Выпускаются в соответствии с ТУ 6-02-696-76 с изменением № 1 Минхимпрома. Поставляются в стальных бочках и железнодорожных цистернах. Гарантийный срок хранения - 6 мес с момента изготовления. Стоимость раствора ГКЖ-10 - 700 руб/т, ГКЖ-11 - 650 руб/т.

Приложение 2

КОНЦЕНТРАЦИЯ И ПЛОТНОСТЬ РАСТВОРОВ ДОБАВОК

Концентрация, %	Плотность растворов, кг/м^3						
	СЧЩ	СДБ	СНВ	С-3	ГКЖ-10, ГКЖ-11	КТП	СН
1	-	1004	1003	-	1006	1000,2	1007
2	-	1009	1005	-	1012	1000,4	1016
3	1014	1013	1009	-	1019	1000,6	1026
5	1022	1021	1015	1020	1031	1001	1044
7	1033	1029	1021	1030	1044	1002	1063
9	1044	1038	1027	1040	1057	1004	1082
10	1050	1043	1030	1045	1063	1005	1092
12	1058	1053	1036	1054	1076	1006	1111
14	1070	1063	1042	1064	1088	1008	1131
16	1082	1073	1048	1074	1101	1009	-
18	1090	1083	1054	1083	1114	1011	-
20	1103	1091	1060	1090	1127	1012	-
25	1132	1117	1075	1116	1158	1017	-
30	1158	1144	1089	1148	1190	1022	-
33	1179	1161	1099	1160	-	-	-
35	1192	1173	1105	1180	-	-	-
40	1220	1202	1120	1205	-	-	-
45	1261	1284	1135	-	-	-	-
50	1298	1266	-	-	-	-	-
55	1336	-	-	-	-	-	-
60	1381	-	-	-	-	-	-

Приложение 3

ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА С ПФМ

Необходимо подобрать состав литой бетонной смеси с осадкой конуса 20 см для изготовления монолитного бетона с маркой по прочности 400, по водонепроницаемости В-8, по морозостойкости $М_{рз}$-400 (содержание вовлеченного воздуха 4-5 %).

Для приготовления бетона используются:

портландцемент марки М400 с нормальной густотой 26 %, $\gamma_ц$ = 3100 кг/м^3;

щебень гранитный фракции 5-20 мм, $\gamma_щ$ = 2600 кг/м^3;

песок речной с модулем крупности 2,0, $\gamma_п$ = 2650 кг/м^3;

ПФМ состава С-3 + СДБ + КТП = 0,45 + 0,2 + 0,005;

С-3 - 39%-ный раствор,

СДБ - 20%-ный » ,

КТП - 5%-ный » .

По формуле

$$В/Ц = \frac{A_1 \cdot R_ц}{R_б - 0,5 \cdot A_1 \cdot R_ц},$$

где A_I = 0,4; $R_ц$ = 400; $R_б$ = 400

находим величину В/Ц из условия получения требуемой прочности. Она оказывается равной 0,5. Учитывая понижение прочности бетона на 5 % от вовлечения каждого процента воздуха, уменьшаем В/Ц на 20 %, т.е. до 0,40.

Из условия получения марки $М_{рз}$400 требуется В/Ц = 0,45 (табл. 5в Руководства[x/]), а из условия получения марки В-8 В/Ц $\leq$ 0,45 (табл.7 Руководства[x/]).

Принимаем значение В/Ц = 0,40, при котором обеспечиваются все заданные характеристики бетона.

Расход воды выбираем из условия получения в отсутствие ПФМ бетонной смеси с осадкой конуса 2-4 см. Расход воды равен 190 л (табл. 14 Руководства[x/]).

Расход цемента равен

В:В/Ц = 190:0,4 = 475 кг/м^3.

---

x/ Руководство по подбору состава тяжелого бетона (М., 1979).

Объем заполнителей составляет

$$V_{зап} = 1000 - В - \frac{Ц}{\gamma_ц} = 1000 - 190 - \frac{475}{3,1} = 657 \text{ л}.$$

Для получения в дальнейшем литых нерасслаивающихся бетонных смесей принимаем $r = 0,40$.

Расход песка равен

$$V_{зап} \cdot r \cdot \gamma_п = 657 \times 0,4 \times 2,65 = 696 \text{ кг}.$$

Расход щебня равен

$$V_{зап} \cdot (1-r)\gamma_щ = 657 \times 0,6 \times 2,6 = 1025 \text{ кг}.$$

Определяем расход добавок

С-3 $\quad 475 \times \frac{0,45}{100} = 2,14$ кг (сухого вещества, или 5,49кг раствора);

СДБ $\quad 475 \times \frac{0,2}{1000} = 0,95$ кг (сухого вещества или 4,75 кг раствора);

Количество воды в добавках равно

$$5,49 - 2,14 + 4,75 - 0,95 = 7,15 \text{ л}.$$

Количество воды затворения уменьшаем на 7 л

$$190 - 7 = 183 \text{ л/м}^3.$$

Делаем опытный замес с добавками С-3 + СДБ и устанавливаем, что объем вовлеченного воздуха при использовании имеющегося типа смесителя равен 3 %. Делаем вывод, что избыточного воздухововлечения нет и корректировка соотношения С-3 и СДБ в составе ПФМ не требуется.

Определяем расход КТП

$$475 \times \frac{0,005}{100} = 0,024 \text{ кг (сухого вещества или 0,48 кг раствора)}.$$

Приготавливаем бетонную смесь с ПФМ, определяем осадку конуса, объем вовлеченного воздуха, объемную массу бетонной смеси, прочность, водонепроницаемость и морозостойкость бетона.

Полученные результаты:

ОК = 22 см; $\quad V_{возд} = 7$ %; $\quad \gamma_{б\,см} = 2218$ кг/м^3;

$R^{28}_{сж} = 42$ МПа; В-8; $М_{рз}$ - 500.

Учитывая возможные потери вовлеченного воздуха в процессе транспортирования бетонной смеси к месту укладки, дозировку КТП принимаем равной 0,005 %.

Уточняем расход материалов на I м^3 с учетом содержания воздуха (пониженной объемной массы) в бетонной смеси.

Состав бетона:

Ц:П:Щ:В = 475:696:1025:190 = 1:1,465:2,158:0,4.

Расход материалов на I м^3 бетона:

$$Ц = \frac{2218}{1+1,465+2,158+0,4} = 441 \text{ кг};$$

П = 441 x 1,465 = 646 кг;

Щ = 441 x 2,158 = 951 кг;

В = 441 x 0,4 = 176 л;

$$С\text{-}3 = 441 \times \frac{0,45}{100} = 1,98 \text{ кг (сухого вещества}$$

или 1,98:0,39 = 5,07 кг раствора);

$$СДБ = 441 \times \frac{0,2}{100} = 0,88 \text{ кг (сухого вещества}$$

или 0,88:0,2 = 4,4 кг раствора);

$$КТП = 441 \times \frac{0,005}{100} = 0,022 \text{ кг (сухого вещества}$$

или 0,022:0,05 = 0,44 кг раствора).

Скорректированный расход воды на I м^3 бетона с учетом воды в растворах добавок составляет

176 - (5,07-1,98) - (4,4-0,88) - (0,44-0,022) = 169 л.

Состав бетонной смеси, кг/м^3:

Ц	441
П	646
Щ	951
В	169 (л)
С-3 (39%-ный раствор)	5,07
СДБ (20%-ный ")	4,4
КТП (5%-ный ")	0,44

Приложение 4

КАРТА ПООПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

№ пп	Объект и параметры контроля	Технические требования	Способы контроля	Объем и периодичность контроля
I	2	3	4	5
		Приготовление ПФМ		
I	Готовность технологической линии по приемке, хранению и дозированию химдобавок	Исправность оборудования и коммуникаций	В соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации технологической линии и паспортов на оборудование	Каждую смену перед началом работы
2	Компоненты ПФМ			
	а) паспорт или сертификат на товарный продукт	Наличие паспорта или сертификата	-	При поступлении
	б) гарантийный срок хранения	Соответствие ТУ или ГОСТ на добавку	-	По истечении гарантийного срока хранения добавка проверяется лабораторией по основным показателям
	в) разгрузка жидкого товарного продукта	Перемешивание перед разгрузкой, отсутствие нерастворившегося осадка	Визуально	При поступлении, перед применением в дело
	г) концентрация рабочего раствора	Плотность согласно ТУ, ГОСТ на добавку	Ареометром или по ГОСТ I4870-77	При поступлении, перед приготовлением ПФМ, перед применением в дело

I	2	3	4	5
	д) внешний вид	Согласно ТУ, ГОСТ на добавку	Визуально	При поступлении, перед приготовлением ПФМ, перед применением в дело
3	Раствор ПФМ			
	а) концентрация раствора	По расчету лаборатории	По ГОСТ 14870-77 или ареометром	После смешения компонентов и перед применением в дело
	б) внешний вид	Согласно данным лаборатории	Визуально	После смешения компонентов перед применением в дело
	в) наличие нерастворившегося осадка	Не допускается	То же	Перед применением в дело
	Приготовление бетонных смесей			
4	Готовность бетонного завода			
	а) исправность технологического оборудования	Согласно технологическим паспортам на оборудование	В соответствии с методами контроля, указанными в паспортах, внешний осмотр и проверка в рабочем режиме	Каждую смену перед началом работы
	б) точность дозирования составляющих бетонной смеси:			Не реже I раза в квартал
	цемента	±2 %	Контрольными грузами	
	воды	±2 %		
	песка и щебня	±3 %		
	растворов ПФМ	±2 %		

Продолжение прил. 4

I	2	3	4	5
5	Очередность введения компонентов ПФМ	Устанавливаниется лабораторией	-	I раз в смену и при переходе на другой вид ПФМ
6	Время перемешивания бетонной смеси в смесителе	Устанавливается лабораторией опытным путем	Визуально, секундомером	Не реже 2 раз в смену
7	Температура смеси	Согласно теплотехнического расчета	Термометром	Через 2 ч в особых условиях строительства
8	Технологические характеристики бетонных смесей:			
	а) подвижность	Согласно расчету лаборатории	В соответствии с ГОСТ I0I8I.I-8I	Через каждые 2 ч, по требованию заказчика и из каждого автобетоносмесителя
	б) расслаиваемость	Однородность смеси	В соответствии с ГОСТ I0I8I.4-8I или визуально	Не менее 3 раз в смену или по требованию заказчика
	в) воздухосодержание бетонной смеси	Согласно расчету лаборатории	В соответствии с ГОСТ I0I8I.3-8I	То же
	Транспортирование бетонных смесей			
9	Готовность транспортных средств:			
	а) дооборудование транспортных средств	Согласно раздела 5 настоящих Рекомендаций	Визуально	Перед загрузкой бетонной смеси
	б) чистота кузова автосамосвала и барабана автобетоносмесителя	Отсутствие мусора, налипшего бетона, в зимнее время снега и льда	То же	То же

I	2	3	4	5
	в) примыкание заднего борта к кузову автосамосвала	Плотность примыкания	Визуально или опытным путем	Перед загрузкой бетонной смеси и по требованию заказчика
I0	Время транспортирования бетонной смеси	В соответствии с п.5.2 настоящих Рекомендаций	Опытным путем для каждого вида транспортного средства	Перед бетонированием объекта
	Укладка бетонных смесей с ПФМ			
II	Технологические параметры бетонной смеси:			
	а) подвижность	В соответствии с проектом	В соответствии с ГОСТ I0I8I.I-8I	Через каждые 2 ч по требованию заказчика и из каждого автобетоносмесителя
	б) расслаиваемость бетонной смеси	Однородность	Визуально или согласно ГОСТ I0I8I.4-8I	Не менее 3 раз в смену и по требованию заказчика
	в) воздухосодержание бетонной смеси	Согласно расчета лаборатории	В соответствии с ГОСТ I0I8I.3-8I	То же
I2	Температура бетонных смесей (в особых условиях строительства)	Согласно теплотехнического расчета	Термометром	Через 2 ч
I3	Продолжительность виброуплотнения	Устанавливается лабораторией	Секундомером	Не реже 2 раз в смену
	Твердение бетона с ПФМ			
I4	Температурно-влажностный режим твердения	Устанавливается проектом	Термометром и психометром	До набора проектной прочности

Продолжение прил. 4

I	2	3	4	5
I5	Прочность бетона	Устанавливается проектом	В соответствии с ГОСТ I0I80-78 и ГОСТ I8I05.0-80	На каждые I00 $м^3$ бетона, уложенного в конструкцию, отбирается 3 серии образцов (серия 3 шт), которые испытываются по одной серии в возрасте 7, 28 и 360 сут
I6	Наличие высолов (при использовании сульфата натрия)	Отсутствие высолов	В соответствии с методикой "Руководства по применению химических добавок в бетоне" (М.,I98I)	При каждом изменении состава цемента и технологии изготовления бетона
I7	Качество поверхности	Отсутствие трещин	Визуально	Каждое изделие или конструкция
I8	Морозостойкость бетона	Устанавливается проектом	В соответствии с ГОСТ I0060-76	
I9	Прочность и морозостойкость бетона в конструкции	То же	В соответствии с ГОСТ I0060-76, ГОСТ I0I80-78, ГОСТ I8I05.0-80	Устанавливается проектом

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Основные положения	4
2. Выбор полифункциональных модификаторов и назначение их количества	5
3. Особенности подбора состава бетона	9
4. Особенности приготовления литых и высокоподвижных бетонных смесей с ПФМ	I0
5. Особенности транспортирования и укладки бетонных смесей с ПФМ	I2
6. Твердение бетонов с ПФМ	I3
7. Контроль за производством работ и качеством бетона	I4
8. Техника безопасности и охрана труда	I6
Приложение I. Характеристики компонентов полифункциональных модификаторов	I8
Приложение 2. Концентрация и плотность растворов добавок	20
Приложение 3. Пример подбора состава бетона с ПФМ	2I
Приложение 4. Карта пооперационного контроля качества	24

Рекомендации по применению полифункциональных модификаторов на основе суперпластификатора С-3 при изготовлении морозостойких бетонов из высокоподвижных и литых бетонных смесей

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

Редактор Т.А.Кириллова

Л - 92II2 Подписано в печать 23.05.83 г. Заказ № 572
Формат 60х84/I6 Печ.л. I,7 Т-300 экз. Цена 25 коп.

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