МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПОВЫШЕНИЮ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ВСН 150-68

МИНТРАНССТРОЙ СССР

МОСКВА 1969

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СССР

ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ПОВЫШЕНИЮ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ВСН 150-68

Минтрансстрой СССР

Утверждены

Техническим управлением
Министерства транспортного строительства СССР
Приказ № 55 от 4 декабря 1968 г.

МОСКВА 1969

УДК 666.972.53(083.75)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
I. Общие положения 5
II. Материалы для бетона 6
III. Проектирование состава бетона 9
IV. Приготовление бетонной смеси, укладка и формование изделий 12
V. Твердение бетона 14
VI. Контроль за производством 16
Приложения:
1. Выдержки из «Инструкции по изготовлению бетона с применением пластифицированного цемента или обычного цемента с добавкой на месте работ концентратов сульфитно-спиртовой барды (ИМ 202—51)» 18
2. Приготовление растворов ССБ и СНВ или абиетата натрия 22
3. Подбор состава бетона с воздухововлекающей добавкой типа СНВ 24
4. Руководство по технологии изготовления бетонов с добавкой кремнийорганического полимера ГКЖ-94 . . 32
5. Рекомендации по применению добавок ГКЖ-10 и ГКЖ-11 40
6. Оборудование для приготовления водных растворов добавок ССБ и СНВ и их дозирования 41
7. Приготовление комплексной добавки ССБ+СНВ, стабилизированной альгинатом натрия 43
8. Методические указания по определению воздухосодержания в бетонной смеси воздухомером конструкции ЦНИИС 45

Ответственный за выпуск ***В. С. Гладков***

Технический редактор *З. В. Колосова*

Подписано к печати 14 февраля 1969 г. Объем 3 печ. л., 2,72 уч.-изд. л., 2,68 авт. л. Зак. 3949. Тир. 2000. Л 100930. Бесплатно.

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства СССР, г. Вельск Арх. обл.

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Технические указания по повышению морозостойкости бетона транспортных сооружений» составлены впервые. Основанием для составления «Технических указаний» послужили необходимость получения бетонов высокой морозостойкости во все возрастающих объемах, а также случаи преждевременного повреждения бетона в сооружениях, выстроенных в соответствии с действующими нормативными документами. Данные «Технические указания» составлены с целью обеспечения заданной морозостойкости бетона транспортных сооружений.

В «Технических указаниях» приведены требования и рекомендации, выполнение которых позволяет получить заданные марки по морозостойкости—Мрз 100—Мрз 300. Такие марки бетона по морозостойкости охватывают требования, предъявляемые к большинству конструкций транспортных сооружений. Изготовление конструкций и способы защиты морских гидротехнических сооружений в суровых климатических условиях должны выполняться в соответствии с ранее изданными ВСН 118-65.

«Технические указания» разработаны лабораторией защиты транспортных сооружений от коррозии Всесоюзного научно-исследовательского института транспортного строительства (кандидаты техн. наук Ф. М. Иванов и В. С. Гладков). Указания по применению в качестве добавки к бетону кремнийорганического полимера ГКЖ-94 разработаны лабораторией новых и полимерных материалов (канд. техн. наук Г. С. Рояк) при участии лаборатории прочности бетона и железобетона (канд. техн. наук Г. Н. Писанко).

При составлении «Технических указаний» использованы также результаты исследований, проводившихся в других научно-исследовательских организациях, а также опыт изготовления конструкций предприятиями Главморречстроя и Главстройпрома (Дарницкий завод ЖБК).

В составлении «Технических указаний» участвовал инженер В. В. Гольшух.

Накопление и обобщение опыта изготовления морозостойкого бетона имеет большое значение для дальнейшего улучшения качества и увеличения сроков службы сооружений.

Все данные о практическом использовании «Технических указаний» и полученных при этом результатах, а также замечания по их содержанию просьба направлять по адресу: Москва, И-329, Игарский проезд, 2, ЦНИИС, лаборатория защиты транспортных сооружений от коррозии.

Зам. директора института
по научной работе ***А. А. Смольянинов***

Руководитель отделения СМ
доктор технических наук ***О. Я. Берг***

Министерство транспортного строительства СССР	Ведомственные строительные нормы	ВСН 150-68
	Технические указания по повышению морозостойкости бетона транспортных сооружений	Вновь

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. «Технические указания» применяются при производстве бетонных работ и изготовлении бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений. Изготовление конструкций морских гидротехнических сооружений для суровых климатических условий нормируется специальными «Техническими указаниями» (ВСН 118-65).

2. Применение данных «Технических указаний» обязательно во всех случаях, когда к бетону конструкций предъявляются требования по морозостойкости в пределах Мрз 100—Мрз 300.

При предъявлении к бетону более высоких требований по морозостойкости следует руководствоваться специально разработанными «Техническими указаниями».

3. Все вновь составляемые ведомственные технические нормативные документы должны учитывать требования данных «Технических указаний».

4. При производстве бетонных работ и изготовлении бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений по действующим ведомственным техническим нормативным документам более высокие и жесткие требования, содержащиеся в них, настоящими «Техническими указаниями» не отменяются, а должны строго выполняться.

5. Отклонения от требований настоящих «Технических указаний» в сторону их смягчения могут быть допущены только на основании специальных исследований и с разрешения Технического управления Минтрансстроя СССР.

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС)	Утверждены Техническим управлением Министерства транспортного строительства СССР. Приказ № 55 от 4 декабря 1968 г.	Срок введения— 1 апреля 1969 г.

II. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БЕТОНА

6. В качестве вяжущего для бетона в зависимости от требуемой морозостойкости должны применяться следующие виды цементов:

для бетонов марки Мрз 100—портландцемент и его разновидности по ГОСТ 10178—62*; портландцемент для производства асбестоцементных изделий по ГОСТ 9835—66;

для бетонов марок Мрз 200 и Мрз 300—портландцемент и его разновидности по ГОСТ 10178—62*, в клинкере которых содержание трехкальциевого алюмината (C_3A) не превышает 10%, а для мостов и труб—8%; портландцемент для производства асбестоцементных изделий по ГОСТ 9835—66.

Примечания. 1. Для бетонных конструкций при марке бетона Мрз 100 допускается применять шлакопортландцемент марки не ниже 300.

2. Для массивных конструкций рекомендуется применять портландцемент с умеренной экзотермией.

3. В случае, если к цементу для данного вида конструкций в СНиП или действующих нормативных документах предъявляются дополнительные или специальные требования, они должны соблюдаться.

При действии на бетон агрессивной воды—среды выбор цемента необходимо осуществлять в соответствии с «Инструкцией по проектированию. Признаки и нормы агрессивности воды—среды для железобетонных и бетонных конструкций» (СН 249-63).

При предъявлении к бетону или бетонной смеси для отдельных видов конструкций специальных требований (например, нерасслаиваемость при центрифугировании и т. п.) выбор цемента должен производиться с учетом требований соответствующих ведомственных нормативных документов на изготовление этих конструкций.

7. Рекомендуется применять заводские пластифицированные или гидрофобные портландцементы.

8. Заполнители бетонов марки Мрз 100 и более должны соответствовать требованиям ГОСТ 10268—62 и данных «Технических указаний».

Заполнители для гидротехнических бетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 4797—64 и данных «Технических указаний».

9. Песок и крупный заполнитель для бетона не должны обладать реакционной способностью по отношению к щелочам цемента, вызывающей опасное для конструкций расширение бетона и появление трещин.

Таблица 1

Рекомендуемые добавки для повышения морозостойкости бетона

№ пп	Наименование добавок	ГОСТ или ТУ	Действие добавки в бетонной смеси	Способ введения добавки в бетонную смесь	Ориентировочные дозировки в % от веса цемента	Руководство по применению
1	Сульфитно-спиртовая барда (ССБ)* в виде: КБЖ—концентрата барды жидкого КБТ—концентрата барды твердого КБП—концентрата барды порошкообразного	ГОСТ 8518—57	Сильное пластифицирующее, слабое воздухововлекающее	Вместе с цементом (пластифицированный цемент) или в виде концентрированного раствора в воду затворения	0,10—0,25	Инструкция по изготовлению бетона с применением пластифицированного цемента или обычного цемента с добавкой на месте работ концентратов сульфитно-спиртовой барды (ИМ-202-51)—приложение 1
2	Абиетат натрия	ТУ ГЛХ-01**	Сильное воздухововлекающее, слабое пластифицирующее	В виде концентрированного раствора в воду затворения	0,005—0,2	Приложения 2 и 3
3	Смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ)	"	"	"	"	"

№ пп	Наименование добавок	ГОСТ или ТУ	Действие добавки в бетонной смеси	Способ введения добавки в бетонную смесь	Ориентировочные дозировки в % от веса цемента	Руководство по применению
4	Кремнийорганическая жидкость ГКЖ-94	ГОСТ 10834—64	Газообразующее	В виде эмульсии в воду затворения	0,01—0,15, но не более 200 *г* на 1 *м*³ бетона для пропаренного бетона	Приложение 4
5	Кремнийорганические жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11	ВТУЕУ 212—61	Воздухововлекающее и пластифицирующее	В воду затворения	0,05—0,2	Приложение 5

* Разрешается вместо ССБ применять концентрат сульфитно-дрожжевой твердый (КДТ) по МРТУ 13—04—35—66. Дозировка КДТ, обеспечивающая необходимую подвижность при минимальном снижении прочности бетона, уточняется при подборе состава бетона, но не должна превышать 0,15% от веса цемента.

** ТУ на абиетиновую смолу.

10. Определение реакционной способности песка и щебня должно производиться на стадии изыскания карьеров в соответствии с «Методическими указаниями по определению способности заполнителей бетона к коррозионному взаимодействию со щелочами цемента» (Оргтрансстрой, М., 1964). Содержание растворимого кремнезема в заполнителях, определяемое по указанной методике, не должно превышать 50 *ммолей/л*, а линейная деформация расширения образцов, приготовленных на используемых материалах, должна составлять не более 0,05% через 6 месяцев и 0,1% через 1 год влажного хранения при температурах, регламентированных «Методическими указаниями».

При отсутствии у организации, ведущей изыскание карьеров, оборудования для определения реакционной способности заполнителей представительная проба от месторождения направляется на испытание в ЦНИИС.

11. Рекомендуется для повышения морозостойкости бетона вводить в его состав добавки: пластифицирующие, воздухововлекающие, газообразующие. Необходимость введения воздухововлекающих и газообразующих добавок определяется в соответствии с п. 12. Характеристика рекомендуемых добавок приведена в табл. 1.

Примечание. Кремнийорганические жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11 могут применяться в качестве добавок к бетонам в опытном порядке.

III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА БЕТОНА

12. Для бетонов марок Мрз 200 и Мрз 300, подвергающихся насыщению морской или минерализованной водой с содержанием солей более 10 *г/л*, применение воздухововлекающих или газообразующих добавок обязательно.

Рекомендуется применять воздухововлекающие или газообразующие добавки для бетонов с маркой по морозостойкости более Мрз 200, подвергающихся насыщению пресной водой.

13. Максимально допустимые величины водо-цементного отношения приведены в табл. 2.

Для бетонов, насыщаемых минерализованной или морской водой с содержанием солей более 10 *г/л*, там же приведены максимальные рекомендованные величины расхода воды на 1 $м^3$ бетонной смеси.

Таблица 2

Максимально допустимые величины водо-цементного отношения

Марка бетона по морозостойкости	Максимально допустимые В/Ц при насыщении бетона пресной водой		Максимально допустимые В/Ц и максимальные рекомендованные расходы воды в *л* на 1 *м*³ бетонной смеси при насыщении бетона минерализованной или морской водой с общим содержанием солей более 10 *г/л*	
	для бетонов, твердеющих во влажных условиях	для бетонов, подвергающихся пропариванию	для бетонов, твердеющих во влажных условиях	для бетонов, подвергающихся пропариванию
100	0,60	0,55	0,55 / 190	0,50 / 180
200	0,55	0,50	0,50 / 180	0,45 / 170
300	0,47	0,45	0,45 / 170	0,42 / 165

Примечание. В числителе указано В/Ц, в знаменателе—расход воды.

14. Подвижность бетонных смесей для бетонов с маркой по морозостойкости Мрз 300 не должна превышать 6 *см* по осадке стандартного конуса (ГОСТ 10181—62).

Для улучшения удобоукладываемости бетонных смесей (уменьшения жесткости) в случае необходимости в их состав следует вводить пластифицирующие или воздухововлекающие добавки.

15. В случае применения воздухововлекающих добавок количество воздуха в бетонной смеси рекомендуется принимать по табл. 3.

Таблица 3

Наибольшая крупность щебня, *мм*	Воздухосодержание в % 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
70	3	3	4

Примечания. 1. Для бетонов, насыщаемых в условиях эксплуатации пресной водой, воздухосодержание при введении СНВ может быть принято на 1—2% менее указанного в табл. 3, но не менее 2%.

2. При условии достижения бетоном требуемой прочности воздухосодержание в бетонной смеси может быть увеличено до 8%.

При изготовлении бетонных смесей допускается колебание в величине назначенного воздухосодержания в пределах ±1%.

16. Воздухосодержание в бетонной смеси регулируется при подборе состава бетона изменением дозировки воздухововлекающей добавки.

17. Воздухосодержание бетонной смеси должно быть проверено на пробном замесе, приготовленном в бетономешалке в производственных условиях.

При этом следует иметь в виду, что:

а) воздухосодержание увеличивается с возрастанием дозировки добавки, ростом подвижности бетонной смеси, увеличением доли песка в смеси и при более эффективном перемешивании бетонной смеси;

б) воздухосодержание понижается с увеличением расхода цемента и повышением температуры бетонной смеси.

18. Дозировка газообразующей добавки ГКЖ-94 устанавливается при подборе состава бетона в соответствии с приложением 4.

19. При проектировании состава бетона с водо-цементным отношением, ограниченным из условия обеспечения морозостойкости (см. табл. 2), введение воздухововлекающей добавки обычно не вызывает дополнительного расхода цемента по сравнению с составом без добавки, так как при этом условии прочность бетона с добавкой удовлетворяет требованию проекта.

В случаях, когда введение воздухововлекающей добавки вызывает понижение прочности вследствие образования дополнительной пористости, можно компенсировать это понижение прочности путем уменьшения водо-цементного отношения, используя пластифицирующее действие добавки. В тех случаях, когда этого недостаточно, возникает необходимость некоторого повышения расхода цемента (до 3—4% на каждый процент вовлеченного воздуха).

20. Для уменьшения расхода цемента при подборе состава бетона с воздухововлекающей добавкой должна быть максимально использована повышенная удобоукладываемость (пониженная жесткость по ГОСТ 10181—62) бетонных смесей с этой добавкой. При подборе состава бетона с этой добавкой рекомендуется качество бетонной смеси оценивать по жесткости, а не по осадке конуса.

21. Для уменьшения расхода цемента и улучшения свойств бетонной смеси рекомендуется совместное введение добавок: пластифицирующей (ССБ) и воздухововлекающей (СНВ) или пластифицирующей (ССБ) и газообразующей (ГКЖ-94).

Дозировка ССБ в комплексной добавке ССБ+СНВ должна составлять 0,1—0,15% от веса цемента, дозировка СНВ устанавливается по величине требуемого воздухосодержания.

Дозировка ССБ и ГКЖ-94 в комплексной добавке назначается в соответствии с приложением 4.

При использовании комплексных добавок с СНВ дополнительный расход цемента, как правило, не превышает 1—2% на каждый процент дополнительной пористости.

Целесообразно также использовать заводской пластифицированный цемент совместно с воздухововлекающей или газообразующей добавкой.

22. Подбор состава бетона с добавками следует производить в соответствии с приложениями 3 и 4.

IV. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ, УКЛАДКА И ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

23. Приготовление бетонной смеси следует производить в соответствии с указаниями главы СНиП III-В.1-62 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Общие правила производства и приемки работ».

24. При определении рабочих составов бетона должны обязательно учитываться влажность песка и крупного заполнителя, а также концентрация водных растворов применяемых добавок.

25. Приготовление бетонных смесей при наибольшей крупности щебня до 20 *мм* и подвижности смеси менее 3 *см* рекомендуется производить в бетономешалках принудительного действия.

26. Бетонные смеси заданного состава должны выдаваться бетоносмесительным цехом с постоянной подвижностью или жесткостью. Отклонения подвижности смеси от заданной должны находиться в пределах ± 1 *см* осадки нормального конуса, а жесткости—в пределах $\pm 10\%$ от заданной.

27. Добавки для повышения морозостойкости могут быть введены в бетонную смесь вместе с цементом (например, сульфитно-спиртовая барда в пластифицированном цементе) или в виде водного раствора определенной концентрации. В последнем случае раствор добавки подается в бетономешалку вместе с водой затворения.

28. Приготовление водных растворов добавок СНВ (абиетата натрия) и ССБ производится в соответствии с приложением 2. Приготовление эмульсии ГКЖ-94 производится в соответствии с приложением 4.

29. На заводах железобетонных изделий и при большом объеме бетонных работ для приготовления водных растворов добавок СНВ и ССБ, а также для дозирования добавок в бетономешалку может быть применено специальное оборудование. Схема такого оборудования, разработанного ПКБ ЦНИИС, приведена в приложении 6. На полигонах и при малых объемах бетонных работ могут быть применены любые простейшие устройства, гарантирующие дозирование раствора добавки с точностью $\pm 5\%$.

30. Объемная дозировка на замес водных растворов применяемых добавок определяется по формуле:

$$d = \frac{Ц \cdot a}{П \cdot b} \ л,$$

где d—количество добавки на замес в виде раствора с концентрацией b, $л$;

Ц—расход цемента на замес, $кг$;

a—дозировка добавки в пересчете на сухое вещество (задана в составе бетона) в процентах от веса цемента;

b—концентрация дозируемого раствора добавки в процентах по весу;

П—плотность раствора добавки с концентрацией b, $г/см^3$.

В том случае, если концентрация b раствора добавки будет выражена в $г/л$, формула примет вид:

$$d = \frac{Ц \cdot a \cdot 10}{b} \ л.$$

31. При применении комплексной добавки ССБ+СНВ рекомендуется предварительно приготовить такую добавку в виде совместного водного раствора, стабилизированного альгинатом натрия. Заблаговременное приготовление стабилизированной комплексной добавки ССБ+СНВ производится в соответствии с приложением 7.

Для приготовления такой добавки и ее дозирования в бетонную смесь применяется одна установка (приложение 6). При отсутствии стабилизатора (альгината натрия) растворы добавок ССБ и СНВ приготавливаются отдельно (на двух установках), их смешивание производится только непосредственно перед поступлением в бетономешалку или производится раздельное дозирование.

32. Рекомендуется бетонировать изделия так, чтобы поверхности, подвергающиеся в условиях эксплуатации влиянию внешних агрессивных воздействий, были обращены при формовании к бортовой опалубке или днищу.

33. В зимнее время температура бетонной смеси к моменту начала ее прогрева или выдерживания по методу термоса в полигонных условиях должна быть не ниже 10°С для немассивных конструкций и не ниже 5°С для массивных конструкций.

34. Уплотнение бетонных смесей с воздухововлекающими добавками следует производить вибрированием или центрифугированием. Применение вакуумирования при уплотнении таких бетонных смесей запрещается.

35. Длительность вибрирования бетонной смеси с воздухововлекающими добавками, установленная лабораторией, должна строго выдерживаться с целью сохранения в бетоне заданного воздухосодержания (п. 15).

V. ТВЕРДЕНИЕ БЕТОНА

36. При полигонных условиях изготовления конструкций для всех бетонов, к которым предъявляются требования морозостойкости (Мрз 100 и более), рекомендуется обеспечить их твердение в течение 28 суток во влажных условиях (с регулярным поливом и укрытием) при температуре +15÷25°С с последующей выдержкой на воздухе (без увлажнения) в течение 7—14 суток при температуре не ниже +5°С.

37. Допускается ускорять процесс твердения бетона путем тепловлажностной обработки в пропарочных камерах или другими способами, создающими условия, установленные данными «Техническими указаниями» (пп. 38—40).

38. Прогреву бетона должна предшествовать предварительная выдержка не менее 2 часов. Для бетонов с пластифицирующей, воздухововлекающей или газообразующей добавками она должна составлять не менее 4 часов при положительной температуре окружающего воздуха. Для бетонов с маркой Мрз 100, содержащих в составе пластифицирующую добавку и изготовляемых центрифугированием, предварительная выдержка может быть в пределах 2—3 часов.

39. Пропаривание бетонов, к которым предъявляются требования морозостойкости (Мрз100 и более), рекомендуется осуществлять по режимам, указанным в табл. 4, в зависимости от требуемой морозостойкости, жесткости бетонной смеси

и массивности конструкций при условии максимальной оборачиваемости форм и лучшего использования пропарочных камер.

Таблица 4

Характеристика бетонной смеси по подвижности или жесткости		Режим твердения в зависимости от массивности конструкций и морозостойкости бетона					
		Массивные			Немассивные		
Осадка конуса, *см*	Жесткость, *сек*	Мрз 100	Мрз 200	Мрз 300	Мрз 100	Мрз 200	Мрз 300
6—3	10—20	I, III	I	I	I, II, III, IV	I, III	I
3—0,5	21—40	I, III	I	I	I, II, III, IV	I, III	I, III
—	41—60	I, II, III	I	I	I, II, III, IV	I, II, III	I, II, III
—	более 60	—	—	—	I, II, III, IV, V	I, II, III, IV, V	I, II, III

Примечания. 1. Характеристики режимов твердения приведены в табл. 5.

2. К массивным отнесены конструкции с сечением более 50×50 *см*.

3. Показатель жесткости бетонной смеси и осадка конуса определяются по ГОСТ 10181—62.

Таблица 5

Режимы твердения бетонной смеси

Обозначение режима твердения	Максимальная скорость подъема температуры, *град/час*	Максимальная температура прогрева, *град*	Максимальная скорость охлаждения, *град/час*
I	10	70	10
II	20	70	20
III	10	80	10
IV	20	80	20
V	20	90	30

40. Продолжительность изотермического прогрева или периода остывания при пропаривании определяется опытным путем в зависимости от требуемой прочности после пропаривания, вида цемента и подвижности бетонной смеси. Скорость

охлаждения бетона не должна превышать значений, указанных в табл. 5.

Относительная влажность окружающей среды при пропаривании должна составлять 90—100%.

41. Бетон конструкций, устанавливаемых в зоне переменного горизонта воды, должен иметь к началу действия циклов замораживания и оттаивания прочность и морозостойкость, предусмотренные проектом. Это требование должно быть учтено при подборе состава бетона для таких конструкций и проверке его морозостойкости в соответствии с п. 45.

42. Конструкции, подвергшиеся при изготовлении пропариванию и устанавливаемые в зоне переменного горизонта воды, должны быть выдержаны после пропаривания во влажных условиях не менее 140 градусосуток при температуре от +5° до +40°С, независимо от величины прочности, достигнутой после пропаривания.

43. Сокращение указанного в п. 42 срока выдержки пропаренных бетонов во влажных условиях возможно только на основании результатов испытания на морозостойкость контрольных образцов бетона с сокращенной длительностью выдержки. Бетон с сокращенной длительностью выдержки должен иметь морозостойкость не ниже проектной.

44. Условия и длительность твердения конструкций, изготовляемых в заводских условиях, должны быть предусмотрены в проекте завода.

VI. КОНТРОЛЬ ЗА ПРОИЗВОДСТВОМ

45. Подбор состава бетонов требуемой морозостойкости должен производиться заблаговременно на материалах, которые намечено использовать при возведении сооружения или изготовлении конструкций, и отвечающих требованиям настоящих «Технических указаний» и соответствующих нормативных документов.

Проверка морозостойкости бетона производится путем испытания контрольных образцов, изготовленных при подборе типовых составов и твердеющих в условиях, выбранных в соответствии с данными «Техническими указаниями». Повторные испытания бетона на морозостойкость производятся при последующих изменениях типовых составов бетона или условий его твердения.

46. Испытания бетона на морозостойкость осуществляются в соответствии с ГОСТ 10060—62, а гидротехнического бетона—в соответствии с ГОСТ 4800—59. Рекомендуется наряду

с этим проводить испытания бетона в соответствии с «Методическими указаниями по ускоренному испытанию бетона на морозостойкость» (Оргтрансстрой, М., 1966) с целью текущего контроля морозостойкости бетона и накопления данных по точности ускоренного метода.

47. Соответствие морозостойкости бетона конструкции проектной достигается тщательным соблюдением требований по качеству материалов, составу бетона, точности дозирования воды, цемента и добавок, подвижности и воздухосодержанию бетонной смеси, режимов твердения.

48. Контроль воздухосодержания бетонной смеси осуществляется у места укладки бетона не реже двух раз в смену.

Описание метода контроля с помощью воздухомера приведено в приложении 8.

ВЫДЕРЖКИ ИЗ «ИНСТРУКЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ БЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА ИЛИ ОБЫЧНОГО ЦЕМЕНТА С ДОБАВКОЙ НА МЕСТЕ РАБОТ КОНЦЕНТРАТОВ СУЛЬФИТНО-СПИРТОВОЙ БАРДЫ (ИМ—202-51)»[1]

I. Назначение, область и условия применения

1. Пластифицированные цементы и пластифицирующие добавки концентратов сульфитно-спиртовой барды, называемые в дальнейшем добавки, применяющиеся при изготовлении бетонов, позволяют увеличить подвижность бетонных смесей, что дает возможность:

уменьшить в среднем на 8—10% расход цемента при сохранении водо-цементного отношения и подвижности бетонной смеси;

улучшить технические свойства бетонов при неизменном расходе цемента и снижении водо-цементного отношения.

3. Введение добавок концентратов сульфитно-спиртовой барды может быть осуществлено:

при помоле клинкера на цементных заводах для получения пластифицированного цемента;

при перемешивании составляющих бетон материалов на строительстве.

6. Добавки могут вводиться в бетоны, изготовляемые с применением цементов, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 10178—62.

II. Действие пластификатора из сульфитно-спиртовой барды

7. Увеличение подвижности бетонных смесей при введении в их состав пластифицирующей добавки обусловлено образованием на частицах цемента пленок из поверхностно-активных веществ, входящих в состав добавки. Эти тонкие пленки устраняют слипание отдельных частиц цемента, уменьшают трение между частицами и задерживают, «тормозят» в начальные сроки твердения взаимодействие воды с частицами цемента. Совокупность этих явлений создает эффект увеличения подвижности—эффект пластификации.

8. Существенное влияние на степень пластифицирующего действия добавок и на их «тормозящее» действие оказывают тонкость измельчения цемента и степень его лежалости.

Чем тоньше размолот цемент, тем больший эффект дает применение пластифицирующей добавки. Пластифицирующее действие добавок уменьшается при введении добавок в лежалые цементы, характеризующиеся высокой потерей веса при прокаливании.

Повышение установленной дозировки добавок может привести к значительному замедлению твердения цемента и к получению бетонов пониженной прочности в проектные и даже более отдаленные сроки твердения.

9. В зависимости от минералогического состава цемента эффективность введения добавок (в виде уменьшения расхода цемента или повышения

[1] Утверждена Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 17 октября 1951 г.

качества бетонов при сохранении расхода цемента) может быть различна (табл. 1).

В соответствии с этим эффективность пластификации необходимо определять при подборе состава бетона, руководствуясь § 16—23 настоящей Инструкции.

Таблица 1

Зависимость пластифицирующего действия добавок от состава и свойств цемента и бетонной смеси

Характеристика цемента или бетонной смеси	Зависимость пластифицирующего действия добавок от вида цемента
Тонкость помола цемента	Влияние пластификаторов более эффективно для тонкомолотых цементов (тонкомолотые цементы—остаток на сите 0085—4900 отверстий на 1 $см^2$ менее 8%)
Минералогический состав цемента	Для высокоалюминатных цементов, содержащих трехкальциевый алюминат (C_3A) более 10%, требуется большее количество добавок для достижения одинакового пластифицирующего действия
Потеря веса цемента при прокаливании (лежалость цемента)	Пластифицирующее действие добавок уменьшается с увеличением потери веса цемента при прокаливании
Пластичность бетонной смеси	Пластифицирующее действие добавок выше для более пластичной бетонной смеси
Крупность песка	Пластифицирующее действие добавок выше для бетонной смеси на мелком песке

10. Прочность сцепления бетонов с арматурой, а также усадочные деформации не изменяются от введения добавок. Добавки не вызывают коррозии арматуры в бетоне.

III. Требования к пластифицированным цементам и пластифицирующим добавкам

11. В качестве добавок могут применяться концентраты сульфитно-спиртовой барды жидкие, твердые и порошкообразные, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8518—57.

12. Прибывающие на строительство добавки должны иметь паспорт с указанием данных в соответствии со стандартом.

13. Прибывающие на строительство жидкие концентраты сульфитно-спиртовой барды сливаются для хранения в резервуары, защищенные от

попадания влаги. Твердые и порошкообразные добавки хранятся в закрытых складах.

14. Пластифицированные цементы выпускаются заводами Министерства промышленности строительных материалов СССР и представляют собой портландцемент, в состав которого введена при помоле клинкера пластифицирующая добавка. Пластифицированные цементы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10178—62.

15. Пластифицированный цемент должен храниться отдельно от других видов цемента.

IV. Подбор состава бетона с пластифицирующей добавкой

16. Подбор состава бетонов на пластифицированном цементе ничем не отличается от подбора состава бетонов на обычном цементе.

17. Подбор состава бетонов с пластифицирующей добавкой состоит в установлении оптимального соотношения между составными частями бетонной смеси и назначении дозировки добавки, обеспечивающих выполнение всех требований, предъявляемых к бетонным смесям при укладке, а также к бетону в процессе его службы в сооружении.

18. Оптимальное количество добавки, определяемое путем подбора состава бетона в лаборатории, зависит от минералогического состава цемента, степени его лежалости, вида заполнителей и состава смеси. Рекомендуется проверять дозировки добавки 0,10; 0,15; 0,20 и 0,25% (в расчете на сухое вещество) по отношению к весу цемента.

19. Подбор состава бетона в случае введения в него пластифицирующей добавки производится в следующем порядке:

а) определяют оптимальную дозировку добавки в пределах, указанных § 18 настоящей Инструкции, используя при этом в качестве исходного применяемый на строительстве состав бетона без добавки и добиваясь получения наименьшего расхода цемента при постоянном $\frac{В}{Ц}$, постоянной доли песка в смеси заполнителя и постоянной подвижности, принятых для бетона без добавки;

б) из найденного состава бетона с добавкой изготовляют образцы в виде кубов, которые испытывают в возрасте 7 и 28 дней. Результаты испытания образцов в 28-дневном возрасте служат для проверки соответствия прочностных характеристик бетона с добавкой заданным требованиям;

в) полученный после корректирования бетон с добавкой в том случае, когда к бетону предъявляются требования морозостойкости и водонепроницаемости, подвергают испытаниям в соответствии с ГОСТ 4800—59.

20. В случае применения на строительстве цементов, существенно различающихся по активности, минералогическому составу и лежалости, дозировку добавки следует корректировать для каждого из этих цементов.

21. При небольших объемах работ возможно предварительно производить подбор состава бетона без добавки любым из существующих методов с последующей корректировкой состава бетона в связи с введением в него пластифицирующей добавки. Корректирование состава бетона ведется путем подбора состава бетона с добавкой, имеющего заданное водоцементное отношение и заданную осадку при различных дозировках добавки (0,10; 0,15; 0,20; 0,25%) и уменьшенных расходах цемента, определяемых способом последовательных приближений для каждой дозировки добавки. В качестве рабочего выбирают состав, при котором обеспечиваются наименьший расход цемента и заданная прочность бетона в проектном возрасте, с проверкой, в случае необходимости, морозостойкости и водонепроницаемости бетона.

22. В случае необходимости повышения морозостойкости бетона производится подбор состава бетона с пластифицирующей добавкой при водоцементных отношениях, пониженных на 0,05—0,10 по сравнению с принятыми $\frac{В}{Ц}$ для заданной прочности бетона.

23. Во всех случаях подбора составов бетона с пластифицирующей добавкой производится сравнительное испытание прочности бетонных образцов без добавки при том же водо-цементном отношении. Снижение 28-дневной прочности бетона не допускается.

VI. Контроль дозировки пластифицирующей добавки и качества бетона при его изготовлении

42. Контроль качества бетонов, изготовляемых с применением пластифицированных цементов или добавок, а также контроль концентрации водного раствора добавок, тщательности дозировки составных частей бетона, изготовления и испытания образцов должен осуществляться лабораторией строительства.

43. Строительная лаборатория обязана своевременно заносить в журнал бетонных работ данные по опытным замесам, определению подвижности бетонной смеси и прочности бетонных образцов по принятому составу бетона с указанием расхода цемента и воды на 1 $м^3$ бетона, а также результаты контроля качества фактически уложенного бетона.

44. Особенно тщательно контроль должен осуществляться за соблюдением режима твердения бетона, за своевременной его поливкой и за сохранением во влажном состоянии. Лаборатория строительства должна вести отчетность по контролю и укладке бетона в производственных условиях.

45. Установленные лабораторией строительства состав бетонной смеси и дозировка добавок утверждаются главным инженером строительства. Всякие изменения в дозировке добавки должны производиться на основании данных тщательной опытной проверки, с разрешения главного инженера строительства.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ДОБАВОК ССБ И СНВ ИЛИ АБИЕТАТА НАТРИЯ

2.1. Добавки вводятся в бетонную смесь в виде водных растворов удобной для работы концентрации. Рекомендуются следующие концентрации растворов добавок:

сульфитно-спиртовая барда (ССБ) . . . . . 10—30%

смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ) или абиетат натрия . . . . . 10—20%

2.2. **Сульфитно-спиртовая барда.** Концентраты барды (КБЖ, КБТ, КБП) растворяют в подогретой до 60—70° воде. Приготовленный раствор процеживают через редкую ткань или металлическую сетку с отверстием около 1 *мм*. После остывания раствора до температуры 20° определяют его плотность с помощью ареометра. В зависимости от плотности раствора может быть определена концентрация сухого вещества ССБ в нем по формуле:

$$b = \frac{172{,}7 \times (П - 1)}{0{,}727 \times П},$$

где b—концентрация ССБ в растворе по весу, %;

П—плотность раствора, *г/см*^{3}.

2.3. **Смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ).** При применении промышленного продукта СНВ концентрированный раствор ее получается после измельчения СНВ и растворения в теплой воде. Для приготовления 10%-ного раствора берут 100 *г* СНВ на 900 *г* воды. Полученный раствор процеживают через редкую ткань или сито с отверстием около 1 *мм*.

Раствор СНВ должен храниться в деревянной, стеклянной или железной таре. Применение оцинкованной или алюминиевой посуды не разрешается.

2.4. **Абиетат натрия**. В случае невозможности получения готовой омыленной смолы (СНВ) централизованным порядком она изготовляется на месте следующим методом.

Абиетиновая смола (неомыленная, выпускаемая лесохимической промышленностью) разбивается на мелкие куски и измельчается (на бегунах, вальцах или вручную) до порошкообразного состояния, после чего просеивается через сито с размером отверстия не более 0,3 *мм*.

В стеклянной или металлической посуде (кроме оцинкованной и алюминиевой) приготавливается 2%-ный раствор едкого натра (NaOH).

После полного растворения едкого натра раствор нагревают до 70—80° и в него небольшими порциями вводят измельченную абиетиновую смолу из расчета 100 *г* на каждый литр раствора едкого натра. Смесь поддерживается в нагретом состоянии до полного растворения абиетиновой смолы. Смолу в раствор следует вводить постепенно, так как введение ее вызывает интенсивное пенообразование. Во избежание возможного комкования порошка смолы, а также в связи с пенообразованием при введении ее в раствор щелочи, добавление смолы и процесс ее растворения должны производиться при интенсивном перемешивании раствора.

После окончания приготовления раствора объем его доводится до первоначального добавлением количества воды, выкипевшей в период варки

раствора. Полученный раствор будет содержать в литре 100 *г* исходной абиетиновой смолы, что и учитывается при всех расчетах дозировки раствора.

При приготовлении растворов омыленной абиетиновой смолы другой концентрации количество щелочи определяется из расчета 0,2 весовой единицы щелочи (считая на сухое вещество) на одну весовую единицу твердого вещества смолы.

Раствор омыленной абиетиновой смолы должен храниться в деревянной, стеклянной или железной таре. Применение оцинкованной или алюминиевой посуды не разрешается.

При работе с едким натром необходимо защищать глаза защитными очками, а руки—резиновыми перчатками.

ПОДБОР СОСТАВА БЕТОНА С ВОЗДУХОВОВЛЕКАЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ ТИПА СНВ

3.1. Подбор состава бетона при расходе цемента более 270 *кг/м*³ производится с учетом того, что по сравнению с составом без воздухововлекающей добавки, но с той же прочностью и подвижностью количество воды и песка должно быть несколько уменьшено, а цемента—увеличено.

Примечание. Подбор состава бетона с воздухововлекающей добавкой при расходе цемента до 270 *кг/м*³ рекомендуется производить в соответствии с «Техническими указаниями по применению воздухововлекающих добавок в гидротехническом бетоне» $\left(\frac{\text{ВСН 120-63}}{\text{ГПКЭиЭ СССР}}\right)$.

3.2. Вначале обычным методом подбирается состав бетона без добавки, отвечающий предъявляемым требованиям по подвижности (жесткости) и прочности. При определении В/Ц в первую очередь следует использовать имеющийся опыт лаборатории при работе на данных материалах. Кроме того, для определения В/Ц могут быть использованы «Рекомендации по назначению состава бетона с учетом маркировки цементов по ГОСТ 10178—62*», НИИЖБ, М., 1968 г. Согласно «Рекомендациям» при $R_б < 1{,}2R_ц$ ($R_б$—марка бетона, $R_ц$—марка или активность цемента по ГОСТ 10178—62* величина В/Ц определяется по формуле:

$$\text{В/Ц} = \frac{0{,}23R_ц + 100}{R_б + 80}. \qquad (1)$$

Примечание. При $R_б \geqslant 1{,}2R_ц$ величина В/Ц, а также водопотребность смеси устанавливаются опытным путем, для чего испытывают бетоны составов, указанных в «Рекомендациях» при В/Ц от 0,3 до 0,7.

Ориентировочно водопотребность и содержание песка могут быть установлены по табл. 1 и 2.

Таблица 1

Состав смеси заполнителей и расходы воды

Максимальный размер крупного заполнителя в *мм*	Бетон на гравии		Бетон на щебне	
	Процент песка от общего количества заполнителей по абсолютному объему	Расход воды на 1 *м*³ бетонной смеси в *л*	Процент песка от общего количества заполнителей по абсолютному объему	Расход воды на 1 *м*³ бетонной смеси в *л*
10	52	205	58	220
20	41	180	45	190
40	33	160	38	175
70	30	150	35	165
150	25	125	30	140

Примечания. 1. Расходы воды и процент песка относятся к составам бетонной смеси на природном песке с модулем крупности 2,5, В/Ц=0,55 и подвижностью 5 *см* осадки стандартного конуса.

2. Для состава бетона на песке другой крупности, другой подвижности или другого водо-цементного отношения данные таблицы используются с поправками, указанными в табл. 2.

В результате подбора и обязательных пробного замеса и испытания контрольных образцов должны быть установлены: водо-цементное отношение В/Ц, водопотребность В в *л/м*^{3}, расход цемента Ц в *кг/м*^{3} и количество песка в смеси заполнителей *r* в %.

Таблица 2

Поправки к расходам песка и воды, приведенным в табл. 1

Изменение модуля крупности песка, водо-цементного отношения и подвижности	Величины поправок	
	изменение содержания песка в % по абсолютному объему	изменение содержания воды в 1 *м*^{3} бетонной смеси
Увеличение модуля крупности песка на 0,1	на +0,5	—
Уменьшение модуля крупности песка на 0,1	на —0,5	—
Увеличение В/Ц на 0,05	на +1	—
Уменьшение В/Ц на 0,05	на —1	—
Увеличение осадки конуса на 2,5 *см*	—	на +3%
Уменьшение осадки конуса на 2,5 *см*	—	на —3%

Рекомендуется делать дополнительно 2—4 пробных замеса с увеличенным и уменьшенным на 1—3% (против принятого по табл. 1 и 2) содержанием песка. Оптимальное количество песка принимается по достижению наибольшей подвижности при условии однородности и нерасслаиваемости бетонной смеси.

3.3. Назначается водо-цементное отношение (В/Ц)′ и воздухосодержание Д % для состава с воздухововлекающей добавкой СНВ, исходя из их соотношения:

$$(В/Ц)' = В/Ц - 0{,}02Д, \qquad (2)$$

где В/Ц принимается по результатам подбора в соответствии с п. 3.2 настоящего приложения.

При этом (В/Ц)′ должно быть не больше приведенного в табл. 2 «Технических указаний». Воздухосодержание принимается по табл. 3 «Технических указаний». Наиболее экономные составы могут быть получены при максимально возможном В/Ц.

3.4. Устанавливают долю песка в смеси заполнителей (по объему):

$$r' = r - 0{,}9Д, \%, \qquad (3)$$

где r и r'—доля песка в % к смеси заполнителей по объему соответственно для бетона без добавки (по п. 3.2) и для бетона с воздухововлекающей добавкой;

Д—воздухосодержание бетонной смеси в %.

3.5. Определяют водопотребность бетонной смеси с воздухововлекающей добавкой по формуле:

$$В'=В-\alpha Д, \quad (4)$$

где В—водопотребность бетонной смеси без возухововлекающей добавки (определена по п. 3.2 настоящего приложения с обязательным пробным замесом);

В'—водопотребность бетонной смеси с воздухововлекающей добавкой при воздухосодержании Д, %;

α—коэффициент, учитывающий пластифицирующий эффект добавки и определяемый для добавки СНВ по графику на рисунке в зависимости от наибольшей крупности щебня (НК) и ожидаемого расхода цемента $Ц_о$, который может быть определен по формуле:

$$Ц_о=(1+0{,}04Д)\times Ц, \quad (5)$$

где Ц—расход цемента в бетонной смеси без добавки, подобранной по п. 3.2 настоящего приложения;

Д—количество вовлеченного воздуха в %.

В случае, если водопотребность В' окажется больше максимальной ре-

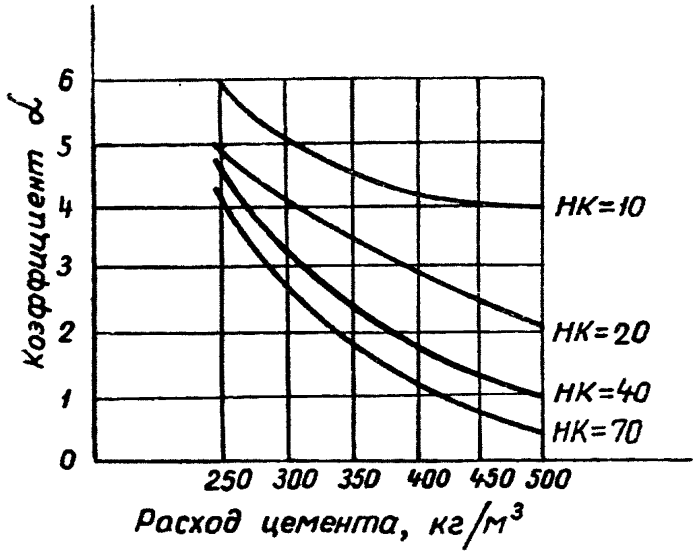


График для определения коэффициента α, учитывающего пластифицирующий эффект вовлеченного воздуха α (α численно равен количеству воды в *л*, эквивалентному по пластифицирующему действию 1% вовлеченного воздуха)

комендуемой по табл. 2 «Указаний», то следует добиваться снижения расхода воды следующими методами:

а) увеличением воздухосодержания в бетонной смеси при соблюдении равенства (2);

б) применением пластифицирующей добавки*;

в) улучшением гранулометрического состава песка;

г) применением чистого щебня с максимально возможной крупностью;

д) применением цемента с низкой нормальной густотой (около 22—24%);

е) промывкой песка с целью максимального удаления пылеватых и глинистых фракций.

Перечисленные мероприятия могут быть применены порознь или совместно. После их осуществления следует повторить все операции по пп. 3.2—3.5.

3,6. Определяют количество цемента в бетонной смеси с воздухововлекающей добавкой:

$$Ц' = \frac{В'}{(В/Ц')'}. \qquad (6)$$

3.7. Определяют объем заполнителей А′:

$$А' = 1000 - \frac{Ц'}{d} - В' - 10Д, \qquad (7)$$

где d—удельный вес цемента.

3.8. Определяют расходы песка и щебня:

$$П' = d_п \times \frac{r'}{100} \times А', кг, \qquad (8)$$

$$Щ' = d_щ \times \frac{(100-r')}{100} \times А', кг, \qquad (9)$$

где $d_п$ и $d_щ$—удельные веса песка и щебня соответственно.

3.9. Путем пробных замесов в производственной бетономешалке при изменяющейся дозировке СНВ выбирается добавка, обеспечивающая требуемое воздухосодержание при заданной подвижности (жесткости). Дозировка СНВ может быть в пределах от 0,005 до 0,2% от веса цемента.

В этих же замесах уточняется расход воды: он должен соответствовать требуемой подвижности (жесткости) бетонной смеси.

После этого при известных (В/Ц)′ и Д уточняются расходы цемента, песка и щебня.

Результаты подбора состава бетона с добавкой СНВ должны быть подтверждены испытанием контрольных образцов на прочность, морозостойкость и, в случае необходимости, на водопроницаемость.

3.10. При применении комплексной добавки ССБ+СНВ подбор состава бетона на непластифицированном цементе производят в следующем порядке. Вначале в соответствии с п. 3.2 данного приложения подбирают состав бетона с добавкой ССБ в количестве 0,1—0,15% от веса цемента.

Затем в соответствии с п. 3.3 данного приложения назначают воздухосодержание и водо-цементное отношение для бетона с комплексной добавкой, а долю песка в смеси заполнителей устанавливают в соответствии с п. 3.4 данного приложения.

---

* Подбор состава бетона с комплексной добавкой СНВ+ССБ производится в соответствии с п. 3.10 данного приложения.

При определении водопотребности бетонной смеси с комплексной добавкой пользуются формулой:

$$В' = В - 0{,}75\alpha \cdot Д, \qquad (10)$$

где В—водопотребность бетонной смеси с добавкой ССБ;

α—коэффициент, принимаемый по графику (см. рис. на стр. 26). При этом дополнительный расход цемента по сравнению с составом без добавок составит от 0 до 2% на каждый процент вовлеченного воздуха.

В дальнейшем поступают в соответствии с пп. 3.6—3.9 данного приложения.

3.11. При применении пластифицированного цемента дополнительно добавка ССБ в состав бетона не вводится, а подбор состава бетона производят по пунктам 3.2—3.4 и 3.6—3.9. Ориентировочную водопотребность бетонной смеси на пластифицированном цементе с воздухововлекающей добавкой определяют по формуле (10).

Примеры подбора составов бетона с воздухововлекающей добавкой СНВ

Пример 1.

Задание: подобрать состав бетона для конструкций, работающих в условиях смачивания пресной водой. Марка бетона R_{28}=400, Мрз 300. Подвижность бетонной смеси по стандартному конусу—1—3 *см*. При изготовлении конструкций бетон твердеет во влажных условиях.

Материалы для бетона. В качестве вяжущего применяется портландцемент М-500 по ГОСТ 10178—62* с содержанием трехкальциевого алюмината 7,5%, что соответствует требованию п. 6 «Технических указаний». Мелкий заполнитель—кварцевый песок с модулем крупности 2,40, с содержанием глинистых и пылеватых частиц 2%, удельным весом 2,65.

Крупный заполнитель—гранитный щебень с наибольшей крупностью 40 *мм*, содержание глины и пылевидных фракций—1%, удельный вес—2,70.

По остальным показателям заполнители соответствуют требованиям ГОСТ 10268—62 и «Технических указаний».

1. Определение состава бетона без воздухововлекающей добавки.

Для определения В/Ц используется формула:

$$В/Ц = \frac{0{,}23\ R_ц + 100}{R_б + 80},$$

так как $\frac{R_ц}{R_б} = \frac{500}{400} = 1{,}25 < 1{,}2.$

$$В/Ц = \frac{0{,}23 \times 500 + 100}{400 + 80} = 0{,}45.$$

Водопотребность по табл. 1 и 2 составляет:

$$В = 175 - \frac{3}{100} \times 175 = 170\ л.$$

Определяем расход цемента и объем заполнителей:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{170}{0{,}45} = 378\ кг,$$

$$А = 1000 - \frac{Ц}{3{,}1} - В = 1000 - \frac{378}{3{,}1} - 170 = 708\ л.$$

Определяем по табл. 1 и 2 количество песка в смеси заполнителей:

$$r=38-0,5-2=35,5\%.$$

Определяем расходы песка и щебня:

$$П = А \times \frac{r}{100} \times d_п = 708 \times \frac{35,5}{100} \times 2,65 = 641 \text{ кг}.$$

$$Щ = А \times \frac{100-r}{100} \times d_щ = 708 \times \frac{100-35,5}{100} \times 2,70 = 1230 \text{ кг}.$$

По данным расчета делается пробный замес. При этом установлено, что водопотребность смеси составила В = 168 *л*. Расход цемента составит:

$$Ц = \frac{168}{0,45} = 373 \text{ кг}.$$

2. Определяем состав бетона с добавкой СНВ. По табл. 2 «Технических указаний» устанавливаем допустимое $В/Ц_{Мрз}$:

$$В/Ц_{Мрз}=0,47.$$

Воздухосодержание определяем по табл. 3 «Технических указаний» при В/Ц<0,40 и НК=40 *мм*: Д=2%.

Водо-цементное отношение для бетона с добавкой СНВ определяется по формуле (1):

$$(В/Ц)'=0,45-0,02Д=0,41<В/Ц_{Мрз}.$$

Ожидаемый расход цемента составит

$$Ц_о=(1+0,04Д)\times Ц=1,08\times 373=403 \text{ кг}.$$

Водопотребность бетонной смеси с добавкой СНВ определяем по формуле:

$$В'=В-\alpha Д,$$

тогда $В'=168-1,8\times 2=164$ *л*.

Доля песка в смеси заполнителей составит:

$$r'=r-0,9\times Д=35,5-0,9\times 2=33,7\%.$$

Определяем расход материалов:

$$Ц' = \frac{В'}{(В/Ц)'} = \frac{164}{0,41} = 400 \text{ кг}.$$

$$А' = 1000 - \frac{Ц'}{d_ц} - В' - 10Д = 1000 - \frac{400}{3,1} - 164 - 10\times 2 = 687 \text{ л}.$$

$$П' = d_п \times \frac{r'}{100} \times А' = 2,65 \times \frac{33,7}{100} \times 687 = 614 \text{ кг}.$$

$$Щ' = d_щ \frac{100-r'}{100} \times А' = 2,70 \times \frac{100-33,7}{100} \times 687 = 1228 \text{ кг}.$$

Путем пробных замесов в производственной бетономешалке установлена дозировка СНВ, равная 0,01% от веса цемента. При этом воздухосодержание бетонной смеси составило 2,5% при подвижности 2 *см* по стандартному конусу.

По сравнению с составом без добавки СНВ расход цемента увеличился

на 400—373=27 *кг*. Это составляет на 1% вовлеченного воздуха

$$\frac{27}{373} \times 100 \times \frac{1}{2} = 3{,}6\%.$$

Пример 2.

Задание: подобрать состав бетона для железобетонных конструкций, работающих в условиях смачивания морской водой соленостью 17 *г/л*. Марка бетона М 200, Мрз 200. Подвижность бетонной смеси по стандартному конусу—4—6 *см*. Твердение бетона—с применением пропаривания.

Материалы для бетона. В качестве вяжущего применяется сульфатостойкий портландцемент М 300 по ГОСТ 10178—62*, что соответствует требованиям п. 6 «Технических указаний».

Мелкий заполнитель—кварцевый песок с модулем крупности 2,20. По остальным показателям песок соответствует требованиям ГОСТ 10268—62 и 4797—64, удельный вес—2,68. Крупный заполнитель—гранитный щебень с наибольшей крупностью 20 *мм*. Удельный вес—2,66. По остальным показателям щебень соответствует требованиям ГОСТ 10268—62 и 4797—64.

1. Определение состава бетона без воздухововлекающих добавок.

По формуле (1) определяем В/Ц:

$$\text{В/Ц} = \frac{0{,}23 \times 300 + 100}{200 + 80} = 0{,}60.$$

По табл. 1 определяем водопотребность:

$$\text{В} = 190 \ л$$

и количество песка в смеси заполнителей:

$$r = 45 - 0{,}5 \times \frac{2{,}5 - 2{,}2}{0{,}1} + 1 \times \frac{0{,}60 - 0{,}55}{0{,}05} = 44{,}5\%.$$

Определяем расход цемента:

$$\text{Ц} = \frac{\text{В}}{\text{В/Ц}} = \frac{190}{0{,}60} = 317 \ кг.$$

Расход заполнителей определяем по формулам:

$$\text{А} = 1000 - \frac{\text{Ц}}{3{,}1} - \text{В} = 1000 - \frac{317}{3{,}1} - 190 = 708 \ л.$$

$$\text{П} = \frac{r \cdot d_{\text{п}}}{100} \times \text{А} = 2{,}68 \times \frac{44{,}5}{100} \times 708 = 844 \ кг.$$

$$\text{Щ} = d_{\text{щ}} \frac{100 - r}{100} \times \text{А} = 2{,}66 \times \frac{100 - 44{,}5}{100} \times 708 = 1044 \ кг.$$

Пробный замес, произведенный на основании проведенного расчета, показал, что водопотребность смеси составила 192 *л*.

Тогда расход цемента составит:

$$\text{Ц} = \frac{192}{0{,}60} = 320 \ кг.$$

2. Определение состава бетона с воздухововлекающей добавкой СНВ.

По табл. 2 «Технических указаний» установлено, что $\text{В/Ц}_{\text{Мрз}} = 0{,}45$ и $\text{В}_{\text{Мрз}} = 170$ *л*.

Воздухосодержание по табл. 3 «Технических указаний» при В/Ц>0,41 составит Д=5%.

Водо-цементное отношение определяем следующим образом:

$$В/Ц' = В/Ц - 0{,}02Д = 0{,}60 - 0{,}02 \times 5 = 0{,}50.$$

Для дальнейших расчетов принимаем значение $В/Ц_{Мрз}$, так как оно меньше, чем В/Ц'.

При $В/Ц_{Мрз}=0{,}45$ воздухосодержание может быть увеличено до Д=7%, так как в этом случае $В/Ц_{Мрз}+0{,}02 \times Д < В/Ц=0{,}60$.

Ожидаемый расход цемента составит:

$$Ц_о = Ц \times (1+0{,}04 \times Д) = 320 \times (1+0{,}04 \times 7) = 410 \text{ кг}.$$

Водопотребность составит при $\alpha=2{,}8$ (по графику 1) $В' = В - \alpha Д = 192 - 2{,}8 \times 7 = 172$ *л*, что близко к рекомендованному расходу воды $В_{Мрз}=170$ *л*.

Доля песка: $r' = r - 0{,}9Д = 44{,}5 - 0{,}9 \times 7 = 40{,}9\%$.

Расход материалов составит:

$$Ц' = \frac{В'}{В/Ц_{Мрз}} = \frac{172}{0{,}45} = 382 \text{ кг}.$$

$$А' = 1000 - \frac{Ц'}{3{,}1} - В' - 10Д = 1000 - \frac{382}{3{,}1} - 172 - 10 \times 7 = 635 \text{ л},$$

$$П' = d_п \times \frac{r^1}{100} \times А' = 2{,}68 \times \frac{40{,}9}{100} \times 635 = 695 \text{ кг},$$

$$Щ' = d_щ \times \frac{100 - r'}{100} \times А' = 2{,}66 \times \frac{100 - 40{,}9}{100} \times 635 = 999 \text{ кг}.$$

Путем пробных замесов в производственной бетономешалке установлена дозировка СНВ, равная 0,03% от веса цемента. Воздухосодержание при этом составило 6% при подвижности 4 *см* по стандартному конусу.

По сравнению с равнопрочным составом (при В/Ц=0,60) дополнительный расход цемента составил 382—317=65 *кг*. Однако, учитывая, что В/Ц должно быть ограничено из условия обеспечения морозостойкости ($В/Ц_{Мрз}=0{,}45$), расход цемента в составе без добавки СНВ и при водопотребности В=192 *л* составит:

$$Ц = \frac{192}{0{,}45} = 427 \text{ кг}.$$

Следовательно, применение добавки СНВ в данном случае привело к экономии цемента, равной 427—382=45 *кг*.

РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОНОВ С ДОБАВКОЙ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО ПОЛИМЕРА ГКЖ-94

4.1. Кремнийорганический полимер ГКЖ-94, введенный в бетонную смесь, вступает в химическую реакцию с продуктами гидратации и гидролиза цемента. В результате реакции в процессе твердения бетона образуются пузырьки водорода, равномерно распределяющиеся в бетоне, улучшающие структуру цементного камня и пор, что и приводит к повышению его морозостойкости. Введение добавки ГКЖ-94 в соответствии с данными «Указаниями» не изменяет прочности и водонепроницаемости бетона.

Эффект газообразования зависит от количества введенной добавки, условий твердения бетона и его состава, содержания щелочей и цемента.

4.2. Кремнийорганический полимер ГКЖ-94, применяемый в качестве добавки, должен по физико-химическим показателям соответствовать требованиям ГОСТ 10834—64 «Жидкость гидрофобизирующая ГКЖ-94».

4.3. ГКЖ-94 может поставляться на заводы ЖБК или строительство в виде 100%-ной жидкости или в виде 50%-ной эмульсии. Жидкость ГКЖ-94 должна удовлетворять следующим основным требованиям:

а) внешний вид—бесцветная или слабо-желтая жидкость без механических примесей. Допускается слабая опалесценция;

б) содержание активного водорода в весовых процентах—в пределах 1,30÷1,42;

в) pH водной вытяжки—не менее 6;

г) вязкость кинематическая при температуре 20° в сантистоксах—в пределах 45—200.

Примечания. 1. 50%-ная эмульсия ГКЖ-94 может быть приготовлена на строительстве или заводе ЖБК согласно п. 4.36 настоящего приложения.

2. Кремнийорганическую 100%-ную жидкость ГКЖ-94 выпускает Данковский химический комбинат (Липецкая область).

4.4. Стопроцентную жидкость ГКЖ-94 необходимо проверять в первую очередь по ГОСТ 33—53 на кинематическую вязкость. Если такая жидкость не соответствует требованию п. 4.3 (подпункт «г») настоящего приложения, то она непригодна для применения.

4.5. При поступлении 50%-ной эмульсии ГКЖ-94 необходимо проверить ее стабильность по п. 4.39 настоящего приложения. Если эмульсия не стабильна, то применять ее не разрешается. Пробы для определения стабильности эмульсии отбираются из каждой металлической банки или бутылки. Перед передачей эмульсии бетоносмесительному цеху со склада также должна быть проверена ее стабильность.

4.6. Температура помещения, в котором хранится ГКЖ-94 в виде 100%-ной жидкости или 50%-ной эмульсии, не должна превышать +30° и быть ниже 0°С.

В целях предупреждения потери активности ГКЖ-94 (ее газообразующей способности) 100%-ная жидкость и 50%-ная эмульсия должны храниться в таре из белой жести или стекла с неплотно закрытыми крышками.

Хранение 50%-ной эмульсии разрешается в течение 6 месяцев при использовании в качестве стабилизатора ОС-2 и до одного года при использовании в качестве стабилизатора сольвара.

4.7. В бетон ГКЖ-94 вводится только в виде 50%-ной эмульсии в количестве до 0,15% от веса цемента из расчета на 100%-ную жидкость. При изготовлении конструкций с пропариванием дозировка 50%-ной эмульсии не должна превосходить 0,4 *кг* на 1 $м^3$ бетона независимо от расхода цемента.

4.8. Применение для бетона с добавкой ГКЖ-94 портландцемента и его разновидностей при содержании щелочей в них более 1% в пересчете на Na_2O допускается после подтверждения их пригодности специальными экспериментальными исследованиями в каждом отдельном случае.

Сведения о содержании щелочей в цементах должны быть получены у завода-поставщика. В случае отсутствия таких сведений пробы цемента должны периодически направляться в ЦНИИС или в специальные лаборатории для определения содержания в них щелочей.

4.9. Применение шлакопортландцемента для бетона с добавкой ГКЖ-94 не допускается.

4.10. Применение мелких песков с модулем крупности до 1,6 допускается при введении в бетон добавки ГКЖ-94 и пластифицирующей добавки, а также при соответствующем технико-экономическом обосновании.

4.11. Проектирование и подбор состава бетона с добавкой ГКЖ-94 существенно не отличается от общепринятых методов. Подбор состава бетона с добавкой состоит в установлении оптимального соотношения между составными частями бетонной смеси при введении добавки с водой затворения (п. 4.7 настоящего приложения), обеспечивающего выполнение всех требований проекта, предъявляемых к бетонной смеси при укладке, а также к бетону в процессе его службы в сооружении.

4.12. Расчет состава бетона для опытных замесов в случае введения добавки производится в следующем порядке:

а) устанавливается соответствие применяемых при подборе материалов и 50%-ной эмульсии ГКЖ-94 требованиям пп. 4.3—4.6 и 4.8—4.10 данного приложения;

б) подсчитываются водо-цементное отношение, расходы воды, цемента, мелкого и крупного заполнителей из условия получения требуемых прочности и морозостойкости.

Водо-цементное отношение, рассчитанное по существующим формулам как для бетона без добавок, не должно превышать значений, указанных в табл. 2 данных «Технических указаний»;

в) устанавливается объем (в литрах) пробного экспериментального замеса, изготавливаемого для определения подвижности бетона смеси и прочности бетона;

г) для пропаренного бетона количество добавки ГКЖ-94 (в виде 50%-ной эмульсии), которое необходимо ввести с водой затворения, определяется по формуле:

$$P = 0{,}4 V_{зам},$$

где P—количество 50%-ной эмульсии в граммах;

$V_{зам}$—объем бетона в абсолютно плотном состоянии в литрах, определяемый расчетом по формуле

$$V_{зам} = \frac{Ц}{3{,}1} + В + \frac{П}{d_п} + \frac{Щ}{d_щ},$$

где Ц, В, Щ, П—расход материалов на пробный замес в *кг*;

$d_п$, $d_щ$—удельные веса песка и щебня в *кг/л*.

Для бетона нормального твердения количество добавки ГКЖ-94 принимается в количестве 0,1% от веса цемента.

4.13. Для контроля расчета состава бетона производится пробный за-

мес с введением в смесь эмульсии ГКЖ-94 с водой затворения. Из этой смеси формуются кубы (не менее 6 шт.) для испытаний на прочность после тепловлажностной обработки и в возрасте 28 суток.

Тепловлажностная обработка образцов-кубов производится по режиму для бетона с добавкой ГКЖ-94 в соответствии с пп. 4.30—4.32 данного приложения.

В случае отличия получаемой прочности от требуемой разрешается изменить В/Ц с соответствующей корректировкой состава.

4.14. Подбор состава бетона с добавками ССБ и ГКЖ-94 производится после выбора оптимальной дозировки ССБ, обеспечивающей наилучший пластифицирующий эффект. Последующий подбор состава в целях определения прочности и других свойств бетона, предусмотренных проектом, производится при введении ГКЖ-94 в состав с оптимальной дозировкой ССБ.

При производстве пробных замесов эмульсия ГКЖ-94 вводится в растворе ССБ или отдельно, примерно с половиной воды затворения.

4.15. Разрешается приготовление совместного раствора ГКЖ-94 и КДТ (концентрат дрожжевой твердый), имеющего удельный вес не более 1,020 *г/см*^{3} и температуру не более 30°С.

Дозирование указанного совместного раствора допускается только в случае равномерного распределения эмульсии ГКЖ-94 в нем и отсутствия скоплений частиц ГКЖ-94, видимых невооруженным глазом.

При совместном введении с ССБ или КДТ 50%-ная эмульсия ГКЖ-94 вводится в количестве до 0,4 *кг* на 1 *м*^{3} бетона, но не менее 0,01% от веса цемента, уточняемом по результатам испытания бетона на прочность и морозостойкость.

Дозировка ССБ в комплексной добавке не должна превышать 0,2%, а КДТ—0,15% от веса цемента.

4.16. Добавка ГКЖ-94 вводится в бетонные смеси с водой затворения при перемешивании. Эмульсию ГКЖ-94 следует вводить в воду затворения непосредственно перед приготовлением очередного замеса, при этом необходимо обеспечить равномерное распределение отмеренной дозы эмульсии в воде затворения. Вода должна иметь температуру в пределах от 5 до 60°С.

4.17. Дозирование эмульсии может производиться по объему или весу; точность дозирования должна быть $\pm 2\%$.

4.18. Приемный и расходный баки для эмульсии должны быть изготовлены из материала, не взаимодействующего с эмульсией (белой жести, латуни), или черного металла с защитным покрытием, например, полиуретановым лаком УР-19.

4.19. Температура помещения, в котором устанавливаются расходные и приемные баки, должна удовлетворять требованиям п. 4.6 настоящего приложения.

4.20. Введение эмульсии может быть осуществлено по схеме приложения 6: 50%-ная эмульсия сливается в бак *3*, из которого насосом *5* перекачивается в расходный бак *4*. Из расходного бака эмульсия поступает в дозатор *1, 2* и затем в воду затворения.

4.21. В целях упрощения способа введения эмульсии ГКЖ-94 разрешается предварительно разбавлять ее водой, но не более чем в 10 раз. Вода должна иметь pH не более 7,0 и температуру до 30°С. Для предупреждения осаждения полимера ГКЖ-94 в такой разбавленной эмульсии следует 1—2 раза в смену ее перемешивать и обязательно перед началом работы в первую смену.

4.22. При изготовлении бетона в зимнее время года, когда производится подогрев воды, допускается введение эмульсии ГКЖ-94 только в соот-

ветствии с требованиями п. 4.17 приложения. Введение эмульсии в соответствии с указанием п. 4.21 приложения не допускается.

4.23. Для приготовления бетонной смеси с добавкой ГКЖ-94 рекомендуется применять бетономешалки принудительного действия.

4.24. Продолжительность перемешивания бетонной смеси с добавкой ГКЖ-94 в бетономешалках свободного падения должна составлять не менее 2 *мин*, в бетономешалках принудительного действия—не менее 3 *мин*.

4.25. Время от момента приготовления бетонной смеси с добавкой ГКЖ-94 до момента укладки в опалубку должно быть минимальным и не превышать 45 *мин*.

4.26. Бетонная смесь после выгрузки из бетономешалки должна иметь температуру не более 30° и не менее 10°С.

4.27. В холодную погоду при отрицательной температуре воздуха арматура и опалубка перед укладкой бетонной смеси должны иметь положительную температуру.

4.28. Уплотнение бетонных смесей с ГКЖ-94 должно производиться по технологическим правилам, разработанным на строительстве или заводе, так же как и для бетонных смесей без добавки.

4.29. Ускорение твердения бетона с добавкой ГКЖ-94 можно осуществлять с применением тепловлажностной обработки. Применение электропрогрева запрещается.

4.30. Тепловлажностная обработка изделий должна осуществляться в соответствии с действующими технологическими правилами на производство конкретных изделий при выполнении требований пп. 38, 39 и 40 «Указаний» и пп. 4.31 и 4.32 настоящего приложения.

4.31. Предварительная выдержка бетонов с добавкой ГКЖ-94 до пропаривания должна составлять не менее 4 часов при температуре окружающей среды более +20° и не менее 6 часов при температуре окружающей среды менее +20°С.

4.32. Скорость подъема температуры при пропаривании не должна превышать 10° в час.

4.33. Выбранный режим тепловлажностной обработки уточняется опытным путем (испытанием пробных кубиков) в целях проверки достижения бетоном после тепловой обработки заданной прочности.

4.34. Стабильность эмульсии, находящейся в баках бетоносмесительного цеха, проверяется лабораторией не реже одного раза в сутки. В случае, если температура помещения, в котором установлены баки с эмульсией, перестает отвечать требованиям п. 4.6 данного приложения, стабильность эмульсии должна быть проверена немедленно после обнаружения изменения температуры.

4.35. В чистом виде жидкость ГКЖ-94 лишена запаха, физиологически безвредна. В случае попадания эмульсии в глаза или на кожу эмульсия должна быть смыта водой. Рабочие, осуществляющие технологические операции с эмульсией, должны быть ознакомлены с ее свойствами и правилами по технике безопасности, выполняемыми при изготовлении бетонных смесей с добавками.

4.36. Приготовление 50%-ной эмульсии ГКЖ-94 в воде производится в следующем порядке:

приготавливается водный раствор стабилизатора, концентрация которого определяется видом применяемого стабилизатора. Вода должна иметь водородный показатель pH не более 7.

В качестве стабилизаторов можно использовать полуфабрикат для приготовления алкамона (ОС-2) или поливиниловый спирт с 10—15% остаточных ацетатных групп (сольвар).

В случае применения ОС-2 весовая концентрация раствора стабилизатора должна составлять 2%, а для сольвара—4%.

Растворение ОС-2 следует производить в воде, имеющей температуру 40—50°С.

Для приготовления раствора сольвара необходимое количество его заливается теплой водой (40°С) из расчета получения 4%-ного водного раствора и оставляется на сутки. Через сутки раствор помещается в водяную баню при температуре 70°С для окончательного растворения сольвара в воде, что достигается при непрерывном перемешивании.

Эмульсия ГКЖ-94 приготавливается эмульгированием 100%-ной кремнийорганической жидкости в растворе стабилизатора в эмульсионной мешалке периодического или непрерывного действия при скорости вращения рабочего органа в пределах от 2500 до 8000 *об/мин* при отношении 100%-ной жидкости ГКЖ-94 к раствору стабилизатора 1 : 1 по весу.

Раствор стабилизатора должен иметь комнатную температуру. В случае приготовления эмульсии в мешалке периодического действия вначале в нее заливается раствор стабилизатора, включается мешалка и постепенно приливается кремнийорганическая жидкость. Время эмульгирования, считая от момента окончания заливки всех компонентов, должно составлять не менее 20 минут. В случае приготовления эмульсии в мешалке непрерывного действия 100%-ная жидкость ГКЖ-94 и раствор стабилизатора заливаются одновременно в приемную воронку. Время приготовления эмульсии зависит от конструкции мешалки. Повторное пропускание эмульсии через рабочий орган мешалки непрерывного действия необходимо в том случае, если первое эмульгирование не обеспечивает приготовления эмульсии заданой дисперсности.

4.37. Готовая 50%-ная эмульсия должна содержать частицы ГКЖ-94 размером до 1 *мк* в количестве не менее 70%.

4.38. Контроль качества эмульсии производится по данным дисперсионного анализа, осуществляемого микроскопическим методом (пп. 4.40—4.42 настоящего приложения).

4.39. Контроль стабильности 50%-ной эмульсии ГКЖ-94 производится следующим образом: в мерный цилиндр наливается 10 *см*^{3} эмульсии и 100 *см*^{3} воды; содержимое цилиндра тщательно перемешивается в течение 1 минуты. На протяжении 2-часового выстаивания при температуре 15°—20°С в спокойном состоянии не должно наблюдаться расслаивания эмульсии.

4.40. Для определения дисперсности эмульсии, а также для количественного подсчета содержания в ней частиц по фракциям необходимо 1 *см*^{3} 50%-ной эмульсии ГКЖ-94 разбавить в стеклянном цилиндре раствором стабилизатора (в количестве 100 *см*^{3}), на котором приготовлена эмульсия. Разбавленную эмульсию хорошо перемешивают и наносят каплю в центр чистого предметного стекла, затем сверху накладывают покровное стекло площадью около 1 *см*^{2}, держа его за уголки, так, чтобы на нем не остались отпечатки пальцев.

4.41. Приготовленный препарат помещают на предметный столик микроскопа. Для этого может быть использован любой биологический или поляризационный микроскоп, обеспечивающий увеличение в 300—400 раз, с набором объективов и окуляром со счетной линейкой (окулярмикрометр). Перемещением тубуса (грубой и микрометрической наводкой) добиваются резкого изображения объекта и подсчитывают количество частиц ГКЖ-94, попавших на окулярную линейку в пределах от 0 до $^1/_2$ деления линейки: от $^1/_2$ до 1 деления; от 1 до 2 делений; от 2 до 3 делений; от 3 до 4 делений; от 4 до 10 делений и более 10 делений. Такой подсчет следует произвести при четырех положениях шкалы в поле зрения объекта.

Перемещением столика микроскопа или самого объекта сменяют поле

зрения и снова подсчитывают количество частиц ГКЖ-94 по группам при четырех различных положениях окулярной линейки.

Подсчеты количества частиц ГКЖ-94 производят в пяти-шести различных полях. Результаты сводят в табл. 1, в которой дан пример определения дисперсионного состава эмульсии с учетом указаний в п. 4.42.

4.42. Для определения размера частиц эмульсии в микронах средний размер для каждой группы делений умножают на цену деления окулярной линейки, например, для четвертой группы частиц средний размер составляет (2+3) : 2=2,5. При цене деления 0,003 *мм* средний размер частиц 2,5×0,003=0,0075 *мм*, или 7,5 *мк*.

Цена деления окулярной линейки зависит от увеличения используемого объектива.

Определяют эту величину при помощи объектмикрометра. Объектмикрометр представляет собой пластину, на которую нанесена риска длиной 1—2 *мм* с ценой деления 0,01 *мм*.

Объектмикрометр помещают на предметный столик микроскопа и устанавливают так, чтобы шкала объектмикрометра была параллельна окулярной шкале. Один из штрихов объектмикрометра совмещают с одним из штрихов окулярной линейки и определяют, сколько делений объектмикрометра полностью укладывается в определенном количестве делений шкалы окуляра. Цену делений окулярной линейки рассчитывают по формуле:

$$x = \frac{z \cdot T}{A},$$

где x—цена одного деления окулярной линейки;

z—число делений объектмикрометра;

T—цена деления объектмикрометра, равная 0,01 *мм*;

A—число делений окулярной шкалы.

4.43. При проектировании конструкций из бетона с добавкой ГКЖ-94 нормативные сопротивления принимаются согласно СНиП II-В.1-62 и СН 365-67.

4.44. Расчетные сопротивления бетонов марок 400—500 с добавкой ГКЖ-94 при проектировании опытных конструкций принимаются как произведение нормативных сопротивлений на основные коэффициенты условий работы, согласно СНиП II-В.1-62, § 3.2 и 3.5 и на коэффициент однородности $К_{одн}=0,7$. В случае применения таких бетонов в мостовых конструкциях принимается общий коэффициент условий работы $m_1=0,9$.

В предварительно напряженных конструкциях, независимо от условий их применения, следует производить расчет на трещиностойкость при обжатии из условий:

а) на стойкость против образования продольных трещин при центральном и внецентренном обжатии;

б) на стойкость против образования поперечных трещин;

в) при расчете на местные напряжения.

Данный расчет производится согласно рекомендациям СН 365-67, пп. 4.30 и 4.31.

Значения модулей упругости бетонов марок 400—500 с добавкой ГКЖ-94 принимаются согласно СНиП II-В.1-62 и СН 365-67.

4.45. Значения расчетных сопротивлений принимаются для бетонов, приготовленных на бетонных заводах или бетонных узлах, при условии предварительного проектирования состава бетона с экспериментальной проверкой результатов подбора, автоматического или полуавтоматического дозирования составляющих бетона и при наличии систематического контроля прочности и однородности бетона.

Таблица 1

Определение дисперсности эмульсии

Поле	Положение шкалы	Количество частиц в пределах делений:						
		0—½	½—1	1—2	2—3	3—4	4—10	более 10
		1 гр.	2 гр.	3 гр.	4 гр.	5 гр.	6 гр.	7 гр.
I	1	25	16	9	1	—	—	—
	2	68	9	3	1	1	—	—
	3	26	17	—	—	—	—	—
	4	33	14	7	4	—	—	—
II	1	40	20	4	—	—	—	—
	2	47	10	8	2	—	—	—
	3	58	15	5	1	—	—	—
	4	28	7	3	2	—	—	—
III	1	68	10	4	4	1	1	—
	2	61	10	3	2	1	—	—
	3	60	16	4	1	—	—	—
	4	68	15	3	3	—	—	—
IV	1	48	16	9	1	—	1	—
	2	47	17	7	1	—	1	—
	3	26	16	10	2	—	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—
V	1	50	22	9	1	—	—	—
	2	48	15	10	3	—	—	—
	3	37	17	10	4	—	—	—
	4	33	15	5	2	—	—	—
VI	1	31	10	3	1	—	—	—
	2	23	9	3	2	—	—	—
	3	39	7	2	—	—	—	—
	4	32	8	7	—	2	—	—
Итого		1100	291	122	38	5	3	—

Общее число частиц—1559. Средний размер частиц: до 1 *мк*—70,6%; до 2,25 *мк*—18,7%; до 4,5 *мк*—7,8%; до 7,5 *мк*—2,3%; до 10 *мк*—0,3%; до 21 *мк*—2%.

Примечание. Для определения дисперсности в примере приняты: цена деления окулярной линейки—0,003 *мм*, увеличение объектива 360 раз.

Эмульсия удовлетворяет требованиям настоящих ТУ, так как содержит не менее 70% частиц до 1 *мк*.

Приложение 5

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ДОБАВОК ГКЖ-10 и ГКЖ-11

5.1. Кремнийорганические жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11, обладающие пластифицирующим и воздухововлекающим действием, могут применяться при производстве работ в опытном порядке.

5.2. Обе добавки легко растворяются в воде и поэтому их введение в бетонную смесь легко осуществляется путем предварительного смешивания с водой затворения.

5.3. Добавки ГКЖ-10 и ГКЖ-11 оказывают влияние на сроки схватывания цемента и скорость твердения бетона. Поэтому предварительно должна быть установлена оптимальная дозировка добавок. Ориентировочно дозировка добавок ГКЖ-10 и ГКЖ-11 может быть назначена в пределах 0,05—0,2% от веса цемента.

5.4. Так как ГКЖ-10 и ГКЖ-11 поставляются промышленностью в виде растворов, содержащих 17—20% вещества ГКЖ-10 и ГКЖ-11, то дозировка раствора должна производиться с учетом фактического содержания в нем вещества ГКЖ-10 или ГКЖ-11. Данные о концентрации растворов содержатся в паспорте на поставляемый продукт.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДОБАВОК ССБ и СНВ И ИХ ДОЗИРОВАНИЯ

6.1. Оборудование для приготовления и дозирования добавок включает в себя (см. рис.):

1, 2—дозаторы на 5 и 1 литр соответственно с трехходовыми кранами;

3—бак для растворения добавок;

4—расходный бак;

5—насос центробежный марки $I\frac{A}{2}К$-6;

6—резиновая трубка;

7—краны.

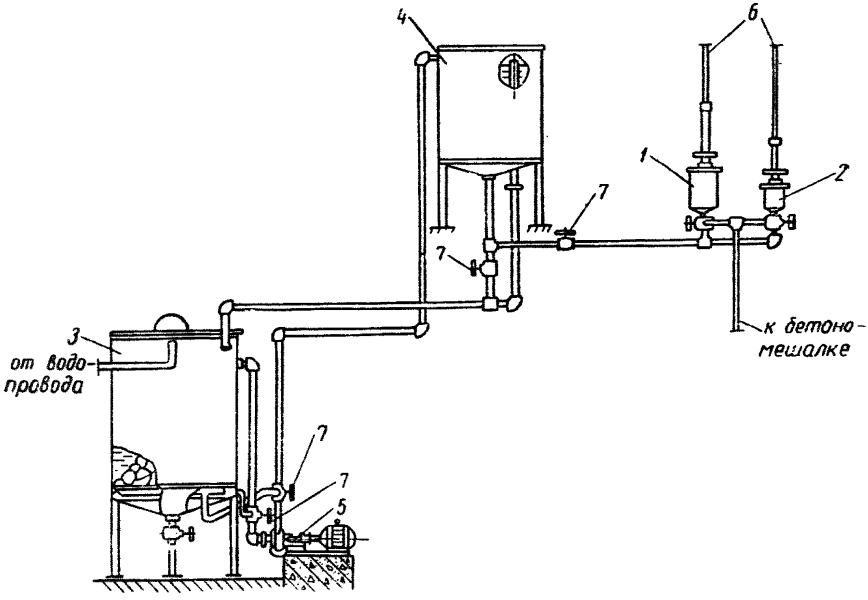


Схема оборудования для приготовления и дозирования добавок:

1—дозатор емкостью на 5 *л* с трехходовым краном; *2*—дозатор емкостью на 1 *л* с трехходовым краном; *3*—бак для растворения добавок; *4*—расходный бак; *5*—насос центробежный марки $I\frac{A}{2}К$-6; *6*—резиновая трубка; *7*—краны

6.2. Приготовление раствора добавки производится следующим образом. Добавка в виде концентрата загружается в бак для растворения *3*, где с помощью насоса *5* и кранов *7* обеспечена циркуляция воды до полного растворения концентрата. После переключения кранов *7* готовый раствор перекачивается насосом *5* в расходный бак *4*.

6.3. В зависимости от объема замеса и концентрации раствора добавки

используется малый или большой дозатор, что легко достигается с помощью трехходовых кранов в нижней части дозаторов. Резиновая трубка *6*, насаженная на градуированную трубку дозаторов, должна иметь длину до верха расходного бака. Этим исключается переливание раствора добавки через резиновую трубку при заполнении дозатора.

С помощью маховичка дозатора устанавливается требуемый объем дозирования добавки.

6.4. Дозирование раствора добавки производится следующим образом. Трехходовым краном дозатора обеспечивается заполнение и слив раствора добавки из дозатора. По сливной трубе раствор добавки поступает в водяной бачок бетономешалки или в трубу, по которой вода подается в бетономешалку.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ ССБ+СНВ, СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ АЛЬГИНАТОМ НАТРИЯ

7.1. С целью предупреждения коагуляции смеси добавок ССБ и СНВ и возможности приготовления их совместного раствора применяется альгинат натрия.

Альгинат натрия—технический продукт, получаемый при переработке морских водорослей, представляет собой порошок или пластинки, легко растворяющиеся в воде. Альгинат натрия изготавливается Архангельским водорослевым комбинатом Главного управления «Севрыба».

7.2. Применение альгината натрия как стабилизатора позволяет использовать ССБ и СНВ в виде заранее приготовленного совместного раствора. Это значительно упрощает технологию приготовления и дозирования добавки, для чего достаточен один расходный бак и один дозатор. При отсутствии альгината натрия добавки ССБ и СНВ приготавливаются и дозируются раздельно.

7.3. Рекомендуемые дозировки компонентов комплексной добавки в процентах от веса цемента (в пересчете на сухое вещество) составляют:

ССБ—0,1—0,15;

СНВ—0,005—0,1;

альгинат натрия—0,005—0,01.

Дозировку СНВ уточняют в пробных замесах в производственной бетономешалке с таким расчетом, чтобы получить необходимое воздухововлечение в бетонной смеси. В пробных замесах добавки ССБ и СНВ вводятся раздельно, альгинат натрия не вводится. Контроль содержания воздуха в бетонной смеси осуществляется с помощью воздухомера конструкции ЦНИИС (приложение 8).

7.4. При проектировании и подборе состава бетона с комплексной добавкой следует учитывать ее пластифицирующий эффект, ориентируясь не на осадку конуса, а на жесткость бетонной смеси, что позволяет максимально использовать повышенную удобоукладываемость бетонной смеси с добавками. Это во многих случаях обеспечивает требуемую прочность без дополнительного расхода цемента по сравнению с бетоном без добавки.

7.5. После уточнения дозировки СНВ в пробных замесах приготавливают комплексную добавку путем последовательного растворения в подогретой до 70—80°С воде ССБ, альгината натрия и СНВ. Обычно приготавливают сначала раствор ССБ 10%-ной концентрации, а затем в него вводят альгинат натрия из расчета 5—10% от количества ССБ. После этого в хорошо перемешанный полученный раствор вводят СНВ в количестве, соответствующем соотношению с ССБ в пробном замесе.

7.6. Полученная комплексная добавка вводится через один дозатор в воду затворения в количестве 0,1—0,15% (в расчете на сухое вещество ССБ) по отношению к весу цемента с контролем воздухосодержания бетонной смеси.

7.7. В тех случаях, когда потребители вместо СНВ получают абиетиновую смолу, она должна быть предварительно омылена в соответствии с указаниями приложения 2. Дозировка в бетон полученного абиетата натрия уточняется в пробных замесах так же, как указано выше для СНВ. После этого приготавливается комплексная добавка следующим образом: сначала разводится водой концентрированный раствор абиетата натрия до

концентрации, в сто раз превышающей его дозировку по отношению к весу цемента; затем в этот раствор, подогретый до 50°С, после его тщательного перемешивания вводят ССБ в количестве 10% от веса воды и полностью растворяют. Затем вводят 0,5—1% от веса воды альгината натрия и растворяют при перемешивании. Полученный раствор комплексной добавки ничем не отличается от вышеописанного раствора, содержащего в качестве воздухововлекающего компонента смолу нейтрализованную воздухововлекающую (СНВ).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВОЗДУХОСОДЕРЖАНИЯ В БЕТОННОЙ СМЕСИ ВОЗДУХОМЕРОМ КОНСТРУКЦИИ ЦНИИС

8.1. **Описание прибора.** Прибор состоит из следующих частей (рис. 1): *1*—чаша прибора, в которой уплотняется бетонная смесь; *2*—коническая крышка с закрепленным на ней внутренним конусом для предохранения от размывания бетонной смеси в чаше при заливке воды в прибор; *3*—металлический цилиндр с мерной шкалой, закрепленный на конической крышке; *4*—ручной насос; *5*—манометр; *6*—вентиль для спуска воды из прибора после определения воздухосодержания, закрепленный в конической крышке; *7*—вентиль для заливки воды в прибор.

Дополнительное оборудование к прибору: мастерок стандартного типа, стальной стержень диаметром 16 *мм* и длиной 500 *мм* с одним закругленным концом для штыкования бетонной смеси, деревянный молоток весом 200—250 *г*, стальной стержень сечением 5×20 *мм* и длиной 500 *мм* для срезывания излишка бетонной смеси в чаше, цилиндр емкостью 2—4 *л* для заливки воды в прибор.

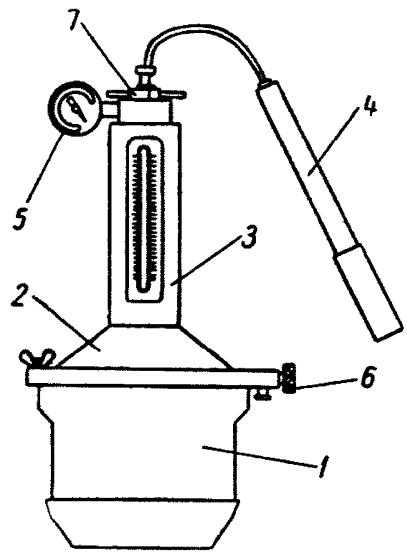


Рис. 1. Воздухомер конструкции ЦНИИС:

1—чаша; *2*—коническая крышка; *3*—металлический цилиндр с мерной крышкой; *4*—ручной насос; *5*—манометр; *6*—вентиль для спуска воды из прибора; *7* вентиль для заливки воды в прибор

8.2. **Принцип действия прибора.** Бетонную смесь, уплотненную в чаше прибора, после установки крышки с измерительным цилиндром заливают водой. С помощью насоса поднимают давление внутри прибора и фиксируют изменение уровня воды в измерительном цилиндре. Это изменение уровня обусловлено сжатием воздуха, вовлеченного в бетонную смесь, и зависит, согласно закону Бойля—Мариотта, от количества воздуха, содержащегося в бетонной смеси при атмосферном давлении, и величины избыточного давления, создаваемого в приборе.

8.3. Общие требования к конструкции воздухомера.

1. Чаша и крышка прибора должны иметь жесткую конструкцию, не допускающую изменения объема прибора при приложении к прибору рабочего давления.

2. Минимально допустимый объем чаши устанавливается в зависимости от наибольшей крупности крупного заполнителя в применяемых бетонных смесях:

Наибольшая крупность крупного заполнителя, *мм*	20	40	80
Минимальная емкость чаши, *л*	3	4	8

3. Диаметр чаши должен составлять 0,75—1,25 ее высоты.

4. Материал чаши и крышки должен быть стойким против действия щелочей.

5. Внутренняя поверхность крышки должна иметь наклон к горизонту не менее 30°.

6. Объем водомерной трубки должен составлять около 5—6% от объема чаши прибора.

8.4. Калибровка прибора. Определение объема чаши. На фланец чаши наносят тонкий слой жира, а затем чашу взвешивают. Наливают в чашу воду чуть выше уровня фланца, а затем закрывают чашу стеклянной пластинкой так, чтобы излишки вытекли. Аккуратно обтирают чашу тряпкой, переносят ее на весы, снимают стеклянную пластинку и взвешивают. По разности весов определяют объем чаши $V_ч$ в литрах.

Определение цены деления водомерной трубки. Заливают водой чашу прибора, накрывают ее крышкой, затягивают болты и затем через воронку доливают воду чуть выше верхней риски водомерной трубки. Открыв вентиль в крышке, устанавливают уровень воды на отметке «0» (рис. 2). Затем, подставив мерный стакан, открывают вентиль и сливают воду до отметки, отстоящей от нулевой на несколько делений (число делений роли не играет). Определяют объем воды, соответствующий одному делению шкалы водомерной трубки:

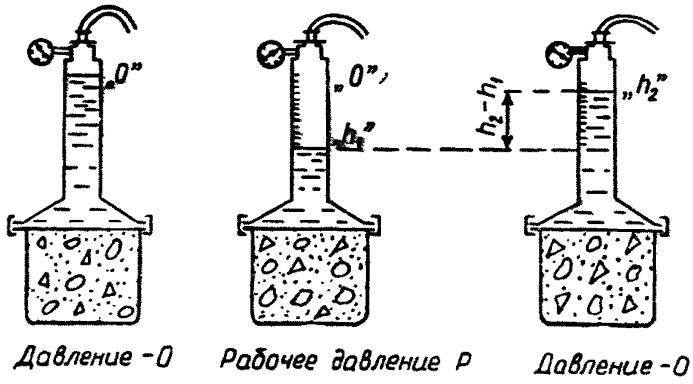


Рис. 2. Схема отсчетов при определении воздухосодержания в бетонной смеси

$$V' = \frac{V_{тр}}{A}\ см^3, \qquad (1)$$

где $V_{тр}$—объем слитой воды;

V'—объем воды, соответствующий одному делению шкалы водомерной трубки;

А—число делений водомерной трубки, соответствующее объему слитой воды.

Затем вычисляют цену деления прибора в процентах от объема чаши:

$$\Delta B' = K \times \frac{V'}{V_ч} \cdot 100\%. \qquad (2)$$

Величина К при рабочем давлении в приборе Р=1 *ати* имеет разное значение в зависимости от атмосферного давления (см. таблицу).

Атмосферное давление, *мм рт. ст.*	К	Атмосферное давление, *мм рт. ст.*	К
730	1,995	760	2,037
740	2,01	770	2,05
750	2,022	780	2,064

Промежуточные значения К могут быть определены интерполяцией.

8.5. Определение воздухосодержания в бетонной смеси (без поправки).

Бетонную смесь, уложенную в чашу, уплотняют в соответствии с принятой технологией уплотнения смеси при укладке ее в опалубку. При уплотнении штыкованием смесь укладывают в 2—3 слоя, каждый из которых штыкуют 25 раз. Затем постукивают деревянным молотком по чаше 10—15 раз, пока не исчезнут на поверхности бетона пустоты и не перестанут появляться большие пузыри воздуха.

После уплотнения излишек бетонной смеси срезают металлическим стержнем, проводя им по поверхности фланца. Затем фланец тщательно очищают от бетона, устанавливают на чаше крышку и прижимают ее накладными болтами, обеспечивая герметичность прибора.

Через воронку заливают в прибор воду до половины водомерной трубки. Отклоняют прибор примерно на 30° от вертикали и, используя дно как точку опоры, описывают несколько полных кругов верхним концом прибора, одновременно осторожно постукивая рукой по конической крышке для удаления пузырей воздуха.

Затем прибор возвращают в вертикальное положение и наполняют водой несколько выше нулевой отметки на водомерной трубке. Пену, если она появилась на поверхности воды, уничтожают, вливая через воронку незначительное количество спирта. Слегка открыв вентиль в конической крышке, приводят уровень воды к нулевой отметке на шкале прибора.

Закрывают вентиль и насосом поднимают давление в приборе несколько выше заданной величины (примерно на 0,1 *ати*). Постукивают по стенкам чаши и, когда давление достигнет рабочего (обычно 1 *ати*), отсчитывают уровень воды с точностью до одного деления по шкале прибора (см. рис. 2).

Затем, открывая верхний вентиль, снижают избыточное давление до нуля и постукивают в течение 1 *мин* по стенкам чаши. Затем отмечают уровень воды и вычисляют содержание воздуха в бетонной смеси:

$$B'=\Delta B'(h_1-h_2), \qquad (3)$$

где B'—содержание воздуха в бетонной смеси (без поправки);

$\Delta B'$—коэффициент, соответствующий цене деления прибора по формуле (2);

h_1, h_2—уровни воды при избыточном давлении и после снятия его.

Повторяют определение без добавления воды до нулевой отметки. Разница в полученных результатах не должна превосходить 0,2%. По полученным результатам вычисляется средняя величина. Последние образцы приборов имеют шкалу, сразу показывающую содержание воздуха в бетонной смеси в %.

8.6. Определение поправки на содержание воздуха в заполнителе. Вычисляют вес крупного и мелкого заполнителей, находящихся в объеме бетонной смеси $V_ч$, уложенной в чаше прибора:

$$Щ' = \frac{V_ч}{Б} \times Щ, \quad (4)$$

$$П' = \frac{V_ч}{Б} \times П, \quad (5)$$

где $V_ч$—объем чаши прибора;

Б—объем замеса;

Щ и П—количество крупного и мелкого заполнителей в замесе;

Щ′ и П′—количество крупного и мелкого заполнителей в объеме бетона, помещенного в чашу прибора.

Необходимые данные об объемном весе бетонной смеси могут быть получены путем взвешивания пустой чаши и чаши, наполненной уплотненной бетонной смесью.

Затем приготовляют смесь из крупного (Щ′) и мелкого (П′) заполнителей и помещают ее в чашу прибора, наполненную на $^1/_3$ водой. При этом часть мелкого заполнителя оставляют. Перемешивают смесь заполнителей с водой до полного их смачивания. Перемешивание не должно приводить к заметному воздухововлечению. Пену удаляют при помощи фильтровальной бумаги. Затем постукивают по стенкам чаши и слегка штыкуют десять раз верхний слой. Остаток мелкого заполнителя вводят при перемешивании.

Выдерживают заполнители в воде 5 *мин*, удаляют всю пену, тщательно очищают фланцы чаши и собирают прибор, как описано выше.

Затем так же, как и в пункте 8.5, определяют количество воздуха в смеси заполнителей:

$$B'' = \Delta B (h_1 - h_2). \quad (6)$$

8.7. Вычисление воздухосодержания в бетонной смеси (с поправкой). Воздухосодержание в бетонной смеси подсчитывают по формуле:

$$B = B' - B'', \quad (7)$$

где B—воздухосодержание в бетонной смеси;

B'—значение воздухосодержания в бетонной смеси, определяемое по формуле (3);

B''—поправка на содержание воздуха в минеральных заполнителях вычисляемая по формуле (6).

ОПЕЧАТКА

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
35	1 сверху	...с требованиями п. 4.17 приложения.	...с требованиями п. 4.16 приложения.

Зак. 3949. Тир. 2000.

gost.e-ecolog.ru