НИИЖБ Госстроя СССР
Трест Союзтеплострой Минмонтажспецстроя СССР

Руководство

по возведению тепловых агрегатов из жаростойкого бетона

Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3
1. Общие положения 4
2. Составы и основные свойства жаростойких бетонов . . . 4
3. Требования к исходным материалам, заготовка, хранение и контроль качества материалов 19
4. Подбор состава жаростойкого бетона 25
5. Приготовление бетонной смеси 28
6. Изготовление конструкций из жаростойких бетона и железобетона 29
7. Изготовление изделий из бетона и железобетона. Приемка готовых изделий 35
8. Жаростойкие растворы 40
9. Возведение конструкций и футеровок тепловых агрегатов из сборных бетонных изделий 43
10. Производство работ в зимних условиях 45
11. Сушка и первый разогрев тепловых агрегатов 46
12. Контроль качества работ 51
13. Ремонт футеровки тепловых агрегатов 51
14. Техника безопасности 53

Приложение 1. Расчет состава жаростойкого бетона 54
Приложение 2. Методика определения класса бетона со средней плотностью 300—500 кг/м³ 60
Приложение 3. Определение величины температурной усадки или расширения 60
Приложение 4. Определение термической стойкости 61
Приложение 5. Определение модуля жидкого стекла ускоренным методом 62
Приложение 6. Получение ортофосфорной кислоты необходимой концентрации 62
Приложение 7. Определение качества отвердителя 63
Приложение 8. Проверка качества тонкомолотых добавок . . 64
Приложение 9. Определение чистоты заполнителя 64
Приложение 10. Испытание керамзита прокаливанием с последующим кипячением

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА (НИИЖБ) ГОССТРОЯ СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ТРЕСТ СОЮЗТЕПЛОСТРОЙ МИНИСТЕРСТВА МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

РУКОВОДСТВО

ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ИЗ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1983

УДК 624.92.012.4:66.041

Рекомендовано к изданию решением секции по технологии бетона Научно-технического совета НИИЖБ Госстроя СССР.

Руководство по возведению тепловых агрегатов из жаростойкого бетона /НИИЖБ Госстроя СССР, трест Союзтеплострой Минмонтажспецстроя СССР. — М.: Стройиздат, 1983. — 64 с.

Содержит основные составы жаростойких бетонов, их технические характеристики, требования к исходным материалам; рекомендации по подбору состава бетона, приготовлению, укладке и твердению монолитного бетона; требования к производству работ при возведении тепловых агрегатов, их сушке и первому разогреву, а также рекомендации по ремонту тепловых агрегатов после их эксплуатации.

Для инженерно-технических работников предприятий по производству бетона и железобетона, проектных и строительно-монтажных организаций.

Табл. 14.

НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

ТРЕСТ СОЮЗТЕПЛОСТРОЙ МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ИЗ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальяи
Редактор Л. Н. Кузьмина
Мл. редактор Л. Н. Козлова
Технический редактор С. Ю. Титова
Корректор Н. О. Родионова

Н/К

Сдано в набор 25.05.83. Подписано в печать 24.11.83. Т-22613. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,67. Уч.-изд. л. 3,80. Тираж 10 000 экз. Изд. № XII-59. Заказ 290. Цена 20 коп.

Стройиздат,
101442, Москва, Каляевская, 23а
Калужское производственное объединение «Полиграфист», пл. Ленина, 5

Р $\frac{3205000000-672}{047(01)-83}$ Инструкт.-нормат., II вып.—52—83 Стройиздат, 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее Руководство разработано к главе СНиП III-15-76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные», «Инструкции по технологии приготовления жаростойких бетонов» (СН 156-79) и рекомендуется для проведения работ по возведению футеровок тепловых агрегатов из жаростойкого монолитного и сборного бетона, по сушке и первому разогреву их, а также ремонту футеровок после эксплуатации.

В Руководстве приведены основные свойства исходных материалов, условия заготовки и хранения их, рекомендации по выполнению опалубочных работ, подбору состава бетона, приготовлению, по укладке и уплотнению бетонной смеси, уходу за твердеющим бетоном, приготовлению и сушке футеровки из монолитного бетона и сборных изделий.

Даны примеры подбора составов жаростойких бетонов на различных вяжущих. Для обеспечения правильного выбора состава жаростойкого бетона в Руководстве приведены основные характеристики жаростойких бетонов на основе различных вяжущих, тонкомолотых добавок и заполнителей, а также рекомендуемые области их применения. Кроме того, приведены ориентировочные расходы материалов на 1 $м^3$ бетонной смеси.

При составлении Руководства использованы результаты отечественных и зарубежных работ по созданию новых эффективных составов жаростойких бетонов, технологии их производства, опыта монтажа футеровок из жаростойкого бетона, сушки и пуска в эксплуатацию сооружений и ряда других работ.

Руководство разработано Научно-исследовательским институтом бетона и железобетона Госстроя СССР (д-р техн. наук, проф. К. Д. Некрасов, кандидаты техн. наук А. П. Тарасова, Н. П. Жданова, Б. А. Усов) и трестом Союзтеплострой Минмонтажспецстроя СССР (инженеры П. И. Толкачев, С. И. Ильин); вопросы сушки и первого разогрева тепловых агрегатов разработаны с участием кандидатов техн. наук В. Г. Петрова-Денисова (ВНИПИтеплопроект) и В. В. Жукова (НИИЖБ).

При составлении Руководства использованы материалы ВНИПИтеплопроекта Минмонтажспецстроя СССР, НИИцемента МПСМ СССР, Липецкого политехнического института Министерства высшего и среднего специального образования СССР, НИИстройкерамики МПСМ СССР, Уралниистромпроекта МПСМ РСФСР, ВНИИтеплоизоляции МПСМ СССР, Дальневосточного Промстройниипроекта Минстроя СССР, Минского НИИСМ МПСМ БССР, Донецкого Промстройниипроекта Госстроя СССР, НИИкерамзита МПСМ СССР, АзНИИСМ им. Дадашева МПСМ АзССР, трестов Союзтеплострой и Тепломонтаж Минмонтажспецстроя СССР.

Замечания и предложения по Руководству просьба направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Руководство рекомендуется использовать при изготовлении несущих и ненесущих конструкций из жаростойких бетона и железобетона, в том числе футеровок тепловых агрегатов, и содержит правила производства работ, требования к исходным материалам, составам и свойствам бетона, технологии приготовления и укладке бетонных смесей, к формам, опалубочным работам, монтажу футеровки, сушке и первому разогреву, ремонту футеровок после эксплуатации и правила по технике безопасности.

1.2. Проектирование конструкций футеровок из жаростойкого бетона и железобетона осуществляют в соответствии с «Инструкцией по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур» (СН 482-76) и «Руководством по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур» (М., Стройиздат, 1978).

1.3. Настоящее Руководство распространяется на бетонные работы при возведении тепловых агрегатов из жаростойкого бетона по ГОСТ 20910—82 плотной структуры, укладываемых методом вибрирования.

Руководство не распространяется на футеровки из жаростойких бетонов, укладываемых методом трамбования, прессования и торкретирования.

1.4. В Руководстве приведены данные по жаростойким бетонам на гидравлических вяжущих: портландцементе, быстротвердеющем портландцементе, шлакопортландцементе, глиноземистом и высокоглиноземистом цементах; воздушном и химическом вяжущих — жидком стекле, ортофосфорной кислоте.

2. СОСТАВЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКИХ БЕТОНОВ

2.1. Выбор состава жаростойкого бетона производят с учетом основных его свойств и конкретных условий службы материала в тепловом агрегате, а именно: максимальных рабочих температур нагрева элементов, резкого нагревания и охлаждения, характера и степени агрессивности среды и т. п.

При выборе состава бетона учитывают технические и экономические факторы: возможность использования наличных или местных материалов, транспортные расходы для привозных материалов и т. п.

2.2. Состав жаростойкого бетона рекомендуется выбирать по табл. 1 (со средней плотностью более 1300 кг/м^3) и 2 (со средней плотностью 1300 кг/м^3 и менее) настоящего Руководства, в которых приведены перечень и ориентировочные расходы исходных материалов для приготовления бетона с учетом предельно допустимой темпера-

туры применения, контрольной прочности бетона на сжатие $R_к$, остаточной прочности бетона на сжатие после нагревания до 800°С $m'_{бt}$, средней плотности бетона естественной влажности ρ_{20} и средней плотности бетона, высушенного до постоянной массы ρ_{110}, температурной усадки или роста бетона после нагрева до предельно допустимой температуры применения $\varepsilon_у$, теплопроводности при средней температуре 600°С λ_{600}, термической стойкости в воздушных $T_{вз}$ или водных теплосменах $T_{вд}$.

2.3. Предельно допустимая температура применения характеризует максимальную рабочую температуру при неравномерном нагреве конструкций по высоте сечения, имеющих напряжение сжатия в бетоне до 0,1 МПа, определяет класс бетона (ГОСТ 20910—82) и зависит от вида вяжущего, тонкомолотой добавки и заполнителя.

Класс бетона обозначают одной или двумя первыми цифрами предельно допустимой температуры применения, как например: предельно допустимая температура бетона 1800°С соответствует классу 18, 600°С — классу 6.

Классы жаростойкого бетона по предельно допустимой температуре применения устанавливаются по ГОСТ 23521—79:

для бетона классов 3—8 — по величине остаточной прочности бетона на сжатие после нагрева до предельно допустимой температуры применения, приведенной в табл. 1 и 2;

для бетона класса 9 и более со средней плотностью выше 500 кг/м³ по одной из наименьших температур, соответствующей 4 или 40% деформации или разрушению контрольного образца-цилиндра под нагрузкой. Определение температуры деформации под нагрузкой следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 23283—78.

Температуры деформаций под нагрузкой для соответствующего класса бетона должны иметь значения не менее приведенных в табл. 3 настоящего Руководства.

Класс бетона со средней плотностью 300—500 кг/м³ устанавливается в соответствии с прил. 2 настоящего Руководства.

Предельно допустимую температуру применения бетона при двустороннем нагреве и наличии нагрузок следует устанавливать в соответствии с «Инструкцией по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур» (СН 482-76).

2.4. Контрольная прочность на сжатие должна быть не менее проектной и определяться в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78 на образцах размером $10\times10\times10$ см, выдержанных в следующих условиях:

1) для бетонов на портландцементе, шлакопортландцементе и высокоглиноземистом цементе — выдерживание в нормальных условиях (температура 20±2°С, относительная влажность не менее 90%) в течение 7 сут, а затем высушивание до постоянной массы при температуре 105±5°С;

№ состава	Предельно допустимая температура применения, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м³			
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель
1	1800	Ортофосфорная кислота[2] 70%-ной концентрации—220	—	Корундовая—500 или муллитокорундовая—540	Корундовый—2160
2	1800	То же	—	То же	Муллитокорундовый—1900
3	1700	Высокоглиноземистый цемент—400	—	—	Корундовый—2200
4	1600	Жидкое стекло—400	Кремнефтористый натрий[3] —40 или нефелиновый шлам —50, или самораспадающиеся шлаки—50	Магнезитовая—500 или циркониевая—500	Периклазошпинелидный или циркониевый—2200
5	1600	Высокоглиноземистый цемент—400	—	—	Хромоглиноземистый шлак—2300
6	1500	То же	—	—	Муллитокорундовый—2200
7	1500	Ортофосфорная кислота[2] 70%-ной концентрации—260	—	Циркониевая—1000	Циркониевый—2300
8	1400	Жидкое стекло—400	Кремнефтористый натрий[3] —40 или нефелиновый шлам—50, или самораспадающиеся шлаки—50	Магнезитовая—600	Магнезитовый—1750
9	1400	Высокоглиноземистый цемент—400	—	—	Шамотный—1400

Таблица 1

Максимально возможная контрольная прочность $R_к$, МПа	Остаточная прочность m_{6t}, %, не менее	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) $\varepsilon_у$, %, не более	Теплопроводность λ_{600}, Вт/(м·°С)	Термическая стойкость в водных теплосмена $T_{вд}$, число циклов	Примечание
		ρ_{90}	ρ_{110}				
70	100	—	2800	±0,2	2,4	30	—
70	100	—	2500	±0,2	2,1	30	—
40	30	2800	2700	—1	2,4	20	Стоек в условиях газовой среды окиси углерода и водорода
25	70	3100	2900	—0,6	2	10	Стоек в расплавах медеплавильных производств и кислой газовой среды
40	30	3000	2800	—1	2	10	—
40	30	2800	2700	—1	2,2	20	Стоек в условиях газовой среды окиси углерода
50	100	—	3400	±0,5	4	20	—
25	50	2600—2700	2400—2500	—1	1,6	4	Стоек к расплавам солей натрия и содорегенерационным расплавам
30	30	2100	1900	—1	0,7	20	—

№ состава	Предельно допустимая температура применения, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м³			
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель
10	1400	Высокоглиноземистый цемент—400	—	—	Титаноглиноземистый шлак—2340
11 (21)	1400	Глиноземистый цемент—400	—	—	Муллитокорундовый—2200
12	1400	Ортофосфорная кислота[2] 70%-ной концентрации—260	—	Шамотная—500	Шамотный—1400
13 (19)	1300	Глиноземистый цемент—400	—	—	Шамотный —1400
14	1300	То же	—	—	Муллитокордиеритовый—1500
15 (16, 18)	1300	Жидкое стекло —400	Кремнефтористый натрий[3] —40 или нефелиновый шлам —50, или саморассыпающийся шлак—50	Магнезитовая —500	Шамотный —1200
16 (11)	1200	Портландцемент—350 или быстротвердеющий портландцемент—350	—	Шамотная—120 или глиноземистый цемент 70	Шамотный —1300
17 (17)	1200	Жидкое стекло —400	Нефелиновый шлам—100 или саморассыпающийся шлак—100	Шамотная— 400	Шамотный —1250
18	1200	Глиноземистый цемент—400	—	—	Кордиеритовый—1400
19 (15)	1100	Жидкое стекло—460	Нефелиновый шлам—150 или саморассыпающийся шлак—150	Шамотная—240	Смесь шамотного—800 и карборундового —800

Продолжение табл. 1

Максимально возможная контрольная прочность $R_к$, МПа	Остаточная прочность m_{6t}, %, не менее	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) $\varepsilon_у$, %, не более	Теплопроводность λ_{600}, Вт/(м·°С)	Термическая стойкость в водных теплосменах $T_{вд}$, число циклов	Примечание
		$\rho_{вл}$	ρ_{110}				
40	30	3000	2800	—	2,4	10	—
30	30	2800	2700	—0,6	2,2	10	—
30	100	—	2000	±0,5	0,7	30	Стоек в условиях резкой смены температур
30	30	2100	1900	—1	0,7	10	—
40	30	2200	2000	—1	0,6	100	Стоек в условиях резкой смены температур
20	50	2100	1900	—0,4	0,8	15	Стоек к расплавам солей натрия и содорегенерационным расплавам
35	30	2000	1800—1900	—0,6	0,7—0,8	12	—
20	100	2100	1900	—0,6	0,75	25	Стоек в условиях резкой смены температур, кислых газов и сред
30	30	2100	1900	—0,6	0,7—0,8	100	Стоек в условиях резкой смены температур
25	80	2300	2200	—0,6	0,9—1,2	40	То же

№ состава	Предельно допустимая температура применения, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м³			
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель
20	1100	Жидкое стекло—400	Нефелиновый шлам—100 или саморассыпающийся шлак—100	Шамотная—400	Кордиеритовый—1200
21	1100	Портландцемент—350 или быстротвердеющий портландцемент—350	—	Шамотная—120 или бетонная—120, или глиноземистый цемент—70	Бетонный—1300
22	1100	Портландцемент—350	—	Кордиеритовая—120	Кордиеритовый—1300
23 (23)	1000	То же	—	Шамотная—250	Керамзитовый[4] —850
24 (4)	1000	Портландцемент—430	—	Шамотная—210	Огнеупорный аглопорит—860
25 (14)	1000	Жидкое стекло—400	Кремнефтористый натрий[3] —50	Шамотная 500	Шамотный—1250
26 (9)	900	Портландцемент[5] —350	—	Шамотная—120 или из золыуноса—120, или из боя обыкновенного глиняного кирпича—120	Из боя обыкновенного глиняного кирпича—1200
27 (5)	800	То же	—	Из шлаковой пемзы или литого шлака—350	Шлаковая пемза—1100

Продолжение табл. 1

Максимально возможная контрольная прочность $R_к$, МПа	Остаточная прочность m_{6t}, %, не менее	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) ε_y, %, не более	Теплопроводность λ_{60}, Вт/(м·°С)	Термическая стойкость в водных теплосменах $T_{вд}$, число циклов	Примечание
		ρ_{90}	ρ_{110}				
20	80	2100	1900	—0,6	0,8	50	Стоек в условиях резкой смены температур
25	30	2000	1800—1900	—0,5	0,8	12	—
30	30	2000	1800—1900	—0,6	0,7—0,85	50	Стоек в условиях резкой смены температур
15	40	1700	1500	—0,6	0,6—0,8	—	—
20	40	1600—1800	1400—1600	—0,6	0,6	—	—
25	70	2100	1900	—0,4	0,8	12	Стоек в условиях сернистого газа
15	30	1900	1700—1800	—0,4	0,6—0,85	10	—
20	30	2000	1800—1900	—0,4	0,6—0,85	5	—

№ состава	Предельно допустимая температура применения, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м³			
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель
28 (6,7)	700	Портландцемент[5]—350	—	Из золы-уноса—120 или из боя обыкновенного глиняного кирпича—120	Из доменного отвального шлака—1900, или диабазовый—1750, или диоритовый—1750, или андезитовый—1750, или базальтовый—1750
29	600	Портландцемент[5] —400	—	Смесь хромитовой—120 и шлаковой—720	Смесь гранулированного—240 и литого шлака—560
30 (13)	600	Жидкое стекло—350	Кремнефтористый натрий[3] —40	Шамотная—500	Андезитовый—1600 или базальтовый—1600, или диоритовый—1600, или диабазовый—1600
31 (2,3)	300	Портландцемент—350 или шлакопортландцемент—350	—	—	Из доменного отвального шлака—2000 или андезитовый—1900, базальтовый—1900, диоритовый—1900, диабазовый—1900

[1] Ориентировочные расходы материалов рекомендуется уточнять Руководства).

[2] Расход ортофосфорной кислоты приведен в литрах.

[3] Бетоны на жидком стекле с кремнефтористым натрием не реко-

[4] Керамзит с насыпной плотностью 650 кг/м³.

[5] Портландцемент может быть заменен шлакопортландцементом добавка не вводится.

Примечание. В графе „№ состава" в скобках указаны номера

Продолжение табл. 1

Максимально возможная контрольная прочность $R_к$, МПа	Остаточная прочность $m_{б1}$, %, не менее	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) $в_у$, %, не более	Теплопроводность λ_{600}, Вт/(м·°С)	Термическая стойкость в водных теплосменах $T_{вд}$, число циклов	Примечание
		ρ_{20}	ρ_{110}				
40	40 (после 700°С)	2400—2500	2300—2400	—0,2	1,2—1,4	7	Фундаменты под тепловые агрегаты
40	50 (после 600°С)	2300	2150	—0,2	1,2—1,4	—	Для полов горячих цехов
30	80 (после 600°С)	2500	2300	—	—	—	Стоек в условиях кислых сред
40	80 (после 350°С)	2400—2500	2300—2400	—0,1	—	—	—

пробными замесами и расчетом (см. разд. 4 и прил. 1 настоящего

мендуется применять при воздействии пара и воды.

с увеличением расхода до 450 кг/м³, в этом случае тонкомолотая составов бетона по Инструкции СН 482-76.

№ состава	Предельно допустимая температура применения, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м³			
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель
32	1300	Ортофосфорная кислота[2] 50%-ной концентрации—430	—	Шамотная—330	Шамотный легковесный[3]—360
33 (33)	1100	Глиноземистый цемент—370	—	—	Вермикулит—180
34 (34)	1100	То же	—	—	Смесь керамзитового[4]—280 и вермикулита—100
35	1100	Жидкое стекло—370	Нефелиновый шлам—150 или саморассыпающийся шлак—150	Шамотная—110	Керамзитовый[4]—430
36 (26)	1000	Портландцемент—300	—	Шамотная—120	Вермикулит—150
37 (25)	1000	Портландцемент—320	—	Шамотная—100	Смесь керамзитового[4]—280 и вермикулита—100
38	1000	Портландцемент—330 или быстротвердеющий портландцемент—330	—	Силикат-глыба—60 или глиноземистый цемент—60	Смесь вермикулита—100, асбеста—40 и керамзитового[4]—60
39	1000	Ортофосфорная кислота[2] 20%-ной концентрации—500	—	Магнезитовая—120	Смесь асбеста—200 и вермикулита—20
40 (24)	1000	Портландцемент—220	—	Шамотная—90	Керамзитовый[4]—460
41 (37)	1000	Глиноземистый цемент—300	—	—	Перлит—450
42 (30)	800	Жидкое стекло—250	Кремнефтористый натрий[5]—25	Шамотная—180	Керамзитовый[4]—470

Таблица 2

Максимально возможная контрольная прочность $R_к$, МПа	Остаточная прочность m_{6t}, %, не менее	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) $\varepsilon_у$, %, не более	Теплопроводность λ_{600}, Вт/(м·°С)	Термическая стойкость в воздушных теплосменах $T_{вз}$, число циклов	Примечание
		ρ_{20}	ρ_{110}				
7	80	—	900	—0,4	0,5	—	—
1,5	40	—	600	—1	0,23—0,3	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
3,5	40	—	800	—1	0,27—0,35	12	То же
2,5	70	950	800	—0,6	0,32	10	Стоек в условиях сернистого газа при температуре выше 200°С
1,5	40	—	600	—1,1	0,25	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
3,5	40	—	850	—0,6	0,35	12	—
1,5	30	—	700	—1,5	0,25	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
1	100	—	500	—1,5	0,18	10	То же
5	40	950—1000	800—900	—0,6	0,4	10	—
5	30	1000	800	—0,6	0,3	—	—
5	70	900	800	—0,4	0,4	10	Стоек в условиях сернистого газа при температуре выше 200°С

№ состава	Предельно допустимая температура применения, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м[3]			
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель
43 (27)	800	Жидкое стекло —360	Кремнефтористый натрий[5]—36	Шамотная—200	Смесь керамзитового[4]—400 и вермикулита—150
44 (28)	800	Жидкое стекло —520	Кремнефтористый натрий[5]—55	Шамотная—200	Вермикулит —140
45 (22)	600	Портландцемент—300 или шлакопортландцемент—300	—	Шамотная—90	Перлит—450
46 (32)	600	Жидкое стекло —400	Кремнефтористый натрий[5]—40 или нефелиновый шлам—100, или саморассыпающиеся шлаки—100	Шамотная—100	Перлит —450

[1] Ориентировочные расходы материалов рекомендуется уточнять
Руководства).

[2] Расход орто фосфорной кислоты приведен в литрах.

[3] Заполнитель из боя легковесных изделий ШЛБ-0,4.

[4] Керамзит с насыпной плотностью 400 кг/м[3].

[5] Бетоны на жидком стекле с кремнефтористым натрием не реко

Примечание. В графе „№ состава" в скобках указаны номера

Продолжение табл. 2

Максимально возможная контрольная прочность $R_к$, МПа	Остаточная прочность $m_{бt}$, %, не менее	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) $\varepsilon_у$, %, не более	Теплопроводность λ_{60}, Вт/(м °С)	Термическая стойкость в воздушных теплосменах $T_{вз}$, число циклов	Примечание
		ρ_{20}	ρ_{110}				
5	70	1000	900	—0,4	0,35	12	Стоек в условиях сернистого газа при температуре выше 200°С
2,5	50	1100	700	—1	0,25	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
2,5—5,0	40 (после 600°С)	950—1100	800—900	—0,4	0,21—0,32 (при средней температуре 300°С)	—	То же
4	50 (после 600°С)	1000	800	—0,5	0,25—0,27 (при средней температуре 300°С)	—	

пробными замесами или расчетом (см. разд. 4 и прил 1 настоящего

мендуется применять при воздействии пара и воды.

составов *по Инструкции* СН 482-76.

Таблица 3

Класс бетона	Температура, °С, соответствующая деформации		Класс бетона	Температура, °С, соответствующая деформации	
	4%	40% или разрушению		4%	40% или разрушению
9	900	950	14	1360	1420
10	1000	1050	15	1450	1500
11	1080	1150	16	1510	1580
12	1180	1250	17	1550	1640
13	1270	1340	18	1570	1700

2) для бетонов на глиноземистом цементе — выдерживание в нормальных условиях в течение 3 сут;

3) для бетонов на жидком стекле — выдерживание при температуре 20±2°С и относительной влажности не более 60% в течение 3 сут, и затем высушивание до постоянной массы при температуре 105±5°С;

4) для бетонов на ортофосфорной кислоте с корундовым или муллитокорундовым заполнителем — нагревание до 500°С с подъемом температуры до 200°С со скоростью 60°С/ч и до 500°С — 150°С/ч; выдерживание при температуре 500°С в течение 4 ч; охлаждение вместе с печью;

5) для бетонов на ортофосфорной кислоте с муллитовым или шамотным заполнителями — нагревание до 250°С с подъемом температуры со скоростью 60°С/ч; выдерживание при этой температуре в течение 8 ч и охлаждение с печью;

6) для бетонов на ортофосфорной кислоте с заполнителями из смеси асбеста, вермикулита и керамзита выдерживание в течение 1 сут при температуре 20±2°С и затем высушивание до постоянной массы при температуре 105±5°С.

2.5. Остаточная прочность представляет собой отношение в процентах прочности образцов после нагревания до 800°С и последующей выдержки над водой к контрольной прочности образцов для классов 8 и выше. Для классов ниже 8 остаточная прочность определяется процентным отношением прочности после нагревания до предельно допустимой температуры применения к контрольной прочности.

2.6. Средняя плотность жаростойкого бетона определяется на образцах размером 10×10×10 см после твердения и после высушивания до постоянной массы по ГОСТ 12730.1—78. Твердение и высушивание рекомендуется осуществлять согласно п. 2.4 настоящего Руководства.

2.7. Величина температурной усадки определяется по прил. 3 настоящего Руководства.

2.8. Теплопроводность следует устанавливать по ГОСТ 7076—78 и ГОСТ 12170—76.

2.9. Термическую стойкость следует определять в соответствии с прил. 4 настоящего Руководства.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ, ЗАГОТОВКА, ХРАНЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ

3.1. Качество изделий и конструкций из монолитного бетона зависит от качества исходных материалов.

3.2. Для изготовления монолитного жаростойкого бетона или изделий из него на месте производства работ необходимо заготовить исходные материалы, рассчитанные на весь объем конструкций из жаростойкого бетона.

3.3. Применяемые материалы должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий.

Вяжущие

3.4. Вяжущие материалы должны удовлетворять требованиям следующих стандартов и технических условий:

портландцемент, быстротвердеющий портландцемент и шлакопортландцемент — ГОСТ 10178—76;

цемент глиноземистый — ГОСТ 969—77;

высокоглиноземистый цемент — ТУ 21-20-25-76 МПСМ СССР и ТУ 21-20-34-78 МПСМ СССР;

жидкое стекло — силикат натрия растворимый — ГОСТ 13078—80;

ортофосфорная кислота — ГОСТ 10678—76.

3.5. Контроль качества портландцемента и его разновидностей, глиноземистого и высокоглиноземистого цементов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 310.1—76 — ГОСТ 310.3—76 и ГОСТ 969—77.

3.6. Жидкое стекло должно иметь модуль от 2,4 до 3 и плотность от 1,36 до 1,38 г/см^3.

3.7. Модуль жидкого стекла (от 2,4 до 3) следует определять по ГОСТ 13078—81. Для быстрой предварительной оценки пригодности жидкого стекла может быть применен полевой способ (см. прил. 5 настоящего Руководства).

3.8. Жидкое стекло необходимо развести до требуемой плотности в специальном металлическом резервуаре.

3.9. Качество ортофосфорной кислоты следует определять в соответствии с ГОСТ 10678—76.

3.10. Перед употреблением ортофосфорную кислоту следует развести водой до требуемой концентрации. Кислоту разводят по методике, описанной в прил. 6 настоящего Руководства.

3.11. Вяжущие материалы поставляют партиями. Масса материала одной партии в зависимости от вида вяжущего должна быть не более, т:

Для портландцемента и его разновидностей	500
„ глиноземистого цемента	120
„ высокоглиноземистого цемента	500
„ жидкого стекла	10
„ ортофосфорной кислоты	10

3.12. Каждую партию вяжущего сопровождают паспортом, в котором указывают: номер, дату выдачи, завод-изготовитель, название и техническую характеристику материала, номер и массу материала, дату изготовления, номера вагонов и накладных.

3.13. Вяжущие материалы поставляют:

портландцемент и его разновидности — в мешках или навалом (при отправке навалом цемент транспортируют в закрытых вагонах, контейнерах или машинах);

глиноземистый и высокоглиноземистый цементы — в мешках;

жидкое стекло — в цистернах;

ортофосфорную кислоту — в таре, не подвергающейся коррозии.

3.14. При транспортировании и хранении вяжущие рекомендуется предохранять от действия влаги и загрязнения посторонними примесями.

3.15. При размещении и хранении цементов необходимо соблюдать следующие правила:

не следует смешивать цементы разных сроков выпуска, разных заводов, разных марок или видов;

полностью исключить увлажнение цемента.

3.16. Проверка качества цементов состоит в контрольных испытаниях каждой партии и в повторных испытаниях в случае хранения его более трех месяцев.

При повторных испытаниях ограничиваются проверкой сроков схватывания и прочности цементного раствора на сжатие.

3.17. До получения результатов лабораторных испытаний применять цемент не рекомендуется.

3.18. Для лабораторных испытаний цемента от каждой партии отбирается проба массой 20 кг.

В зависимости от тары, в которой поступает цемент, пробу отбирают: в мешках — по 1 кг из 20 мешков, в контейнерах — по 2 кг от каждых 10 т, навалом — по 1 кг из 20 мест от каждого вагона.

3.19. Отобранную пробу цемента перемешивают и делят на две равные части, одну из которых подвергают испытаниям, а другую маркируют и хранят в плотно закрытом сосуде в течение двух месяцев на случай повторного испытания.

Отвердители

3.20. Натрий кремнефтористый технический должен отвечать требованиям ГОСТ 87—77 и содержать Na_2SiF_6 не менее 93%.

3.21. Нефелиновый шлам должен содержать окиси кальция CaO 50—55%, кремнезема SiO_2 25—30%, окиси железа Fe_2O_3 не более 4%, окиси алюминия Al_2O_3 не более 5%, потери при прокаливании должны быть не более 4,5%.

3.22. Шлаки, саморассыпающиеся в результате силикатного распада, должны содержать кремнезема SiO_2 25—30%, окиси кальция CaO 40—50%, окиси Fe_2O_3 и закиси железа FeO не более 1%, окиси алюминия Al_2O_3 4—8% и других примесей не более 20%.

3.23. Тонкость помола нефелинового шлама и саморассыпающегося шлака должна быть такой, чтобы сквозь сито № 008 проходило не менее 70% взятой пробы.

3.24. Отвердители поставляют партиями. Общая масса партий в зависимости от вида отвердителя должна быть не более, т:

Для кремнефтористого натрия	0,05
„ нефелинового шлама	3
„ саморассыпающегося феррохромового шлака	10

3.25. Каждую партию отвердителей сопровождают паспортом в соответствии с п. 3.12 настоящего Руководства.

3.26. Кремнефтористый натрий технический поставляют в деревянных бочках, а нефелиновый шлам и шлаки — в четырех-, пяти- и шестислойных бумажных мешках (ГОСТ 2228—75).

3.27. Отвердители рекомендуется хранить в закрытых помещениях или на складах в условиях, не допускающих увлажнения и загрязнений.

3.28. Проверка качества отвердителя состоит в определении его химического и зернового состава, активности (см. прил. 7 настоящего Руководства).

Тонкомолотые добавки

3.29. Тонкомолотые добавки, применяемые для жаростойкого бетона, могут быть промышленного изготовления или приготовлены на месте производства работ размолом соответствующих материалов.

3.30. Тонкомолотые добавки должны отвечать требованиям ГОСТ 20956—75.

3.31. Тонкомолотые добавки наряду с рекомендуемыми ГОСТ 20956—75 могут быть приготовлены из циркона, силикат-глыбы, глиноземистого и высокоглиноземистого цементов.

3.32. Цирконовая тонкомолотая добавка по химическому составу должна отвечать требованиям ГОСТ 21907—76. Тонкость помола

должна быть такой, чтобы сквозь сито № 008 проходило не менее 70% взятой пробы.

3.33. Химический состав силикат-глыбы должен соответствовать требованиям ГОСТ 13079—81. Удельная поверхность порошка, определяемая по прибору ПСХ-2, должна быть 2500—3500 см²/г.

3.34. Тонкомолотый хромит должен содержать не менее 45% Cr_2O_3, не более 8% кремнезема SiO_2, не более 16% окиси железа Fe_2O_3 и закиси железа FeO и не более 1,5% окиси кальция CaO.

3.35. Глиноземистый и высокоглиноземистый цементы должны отвечать требованиям ГОСТ 969—77 и ТУ 21-20-25-76 МПСМ СССР.

3.36. Тонкомолотую добавку поставляют партиями. Масса материала одной партии устанавливается не более 60 т. Поставка тонкомолотых добавок в количестве менее указанной величины считается целой партией.

3.37. Каждую партию тонкомолотой добавки сопровождают паспортом в соответствии с п. 3.12 настоящего Руководства.

3.38. Тонкомолотые добавки рекомендуется перевозить в мешках.

3.39. Для приготовления тонкомолотых добавок рекомендуется использовать шаровые или вибрационные мельницы.

Не рекомендуется молоть материал с влажностью выше 2%.

3.40. Контроль качества тонкомолотой добавки осуществляют от каждой поступающей партии.

В том случае, если добавку приготовляют непосредственно на месте производства, контроль ее качества производят один раз в смену.

3.41. Проверка качества тонкомолотых добавок состоит в определении:

химического состава в соответствии с ГОСТ 2642.4—71;

зернового состава и чистоты добавки в соответствии с прил. 8 настоящего Руководства.

Заполнители

3.42. Заполнители должны соответствовать требованиям ГОСТ 20955—75.

3.43. Заполнители могут быть приготовлены из боя и лома жаростойких бетонов, огнеупорных изделий и других материалов на месте производства работ с применением щековых, конусных, валковых или молотковых дробилок.

3.44. В качестве заполнителя наряду с материалами, рекомендуемыми ГОСТ 20955—75, в жаростойком бетоне могут быть использованы карборунд и асбест.

3.45. Карборундовый заполнитель должен соответствовать требованиям ТУ 14-261-73.

3.46. Асбест хризотиловый VI сорта марки М-6-40 должен содержать кремнезема SiO_2 не менее 38%, окиси магния MgO не менее

42%, окиси кальция CaO не более 1,4% и окиси железа Fe_2O_3 не более 4,5%.

3.47. Для определения качества заполнителей для бетонов со средней плотностью более 1300 кг/м³ следует отбирать от каждой партии поступающего материала из разных мест (не менее чем из 10) среднюю пробу массой 5 кг для песка и 16 кг — для щебня.

3.48. Для проверки качества заполнителей для бетонов со средней плотностью 1300 кг/м³ и менее отбор средней пробы от каждой партии необходимо производить в объеме 10 л для мелкого и 30 л — для крупного.

3.49. Качество заполнителя устанавливают по определенным характеристикам для каждой отобранной средней пробы по насыпной плотности, влажности, зерновому составу, водопоглощению, чистоте *заполнителя в соответствии с прил. 9 настоящего Руководства и по* химическому составу в соответствии с ГОСТ 2642.1—71 — ГОСТ 2642.3—71 и ГОСТ 20955—75.

Если в отобранной пробе обнаружены куски известняка, доломита или других включений, всю партию заполнителя бракуют.

3.50. По гранулометрическому составу заполнитель подразделяется на мелкий (песок с частицами менее 5 мм) и крупный (щебень с зернами размером 5—20 мм).

3.51. Рекомендуемый зерновой состав крупного и мелкого заполнителей, кроме электрокорунда и керамзита, приведен в табл. 4 настоящего Руководства.

Таблица 4

Вид заполнителя	Максимальная крупность зерен, мм	Полный остаток, % массы, на сите с отверстиями размером, мм							
		20	10	5	2,5	1,2	0,6	0,3	0,14
Мелкий	5	—	—	0—5	10—30	20—55	40—70	70—95	80—100
Крупный	20	0—5	30—60	90—100	—	—	—	—	—
	10	—	0—5	90—100	—	—	—	—	—

3.52. Кусковой шамот должен иметь водопоглощение не более 12% массы. Если величина водопоглощения кускового шамота окажется выше указанной, то всю партию кускового шамота бракуют.

Для боя шамотных изделий водопоглощение не нормируется.

3.53. Муллитовый заполнитель должен содержать не менее 62%, муллитокорундовый — не менее 72%, корундовый — не менее 90% окиси алюминия Al_2O_3.

3.54. Отвальные доменные шлаки проверяются на устойчивость

против любого вида распада (силикатного, железистого, марганцевистого и др.). Общее содержание окиси кальция CaO допускается не более 45% массы. Модуль основности шлаков должен быть не более 1,1.

3.55. Заполнители из боя магнезитового кирпича используют в соответствии с ГОСТ 4689—74.

3.56. Керамзит, отвечающий требованиям ГОСТ 9759—76, применяют без содержания свободной окиси кальция CaO, окиси магния MgO, а также карбонатных включений. Методика испытания керамзита приведена в прил. 10 настоящего Руководства.

Рекомендуемый зерновой состав керамзитового заполнителя приведен в табл. 5 настоящего Руководства. Насыпная плотность керамзита рекомендуется не более 650 кг/м³.

Таблица 5

Размер отверстий сита в свету, мм	20	10	5	1,25	0,14
Полный остаток на ситах, % по массе	0,5	25—40	45—65	70—75	85—100

3.57. Насыпная плотность вермикулита рекомендуется не более 150 кг/м³.

3.58. Вспученный перлит по физико-механическим характеристикам должен удовлетворять требованиям ГОСТ 10832—74 и иметь насыпную плотность не более 300 кг/м³.

3.59. При складировании заполнителей рекомендуется:

хранить пофракционно заполнители одного вида (песок и щебень), за исключением керамзита и вермикулита;

хранить раздельно заполнители разных видов;

исключить возможность загрязнения заполнителя посторонними примесями.

3.60. При поставке нефракционного заполнителя (кусковой шамот) необходимо произвести рассев его на песок и щебень. Для рассева заполнителя можно использовать вибрационные грохоты типа ГИЛ-43, ГИТ-32 и др.

3.61. Заполнители могут быть приготовлены на месте производства с применением дробилок: щековых — типов С-182Б, СМ-166А, СМ-11Б, конусных — типа СМ-561, валковых — типа СМ-12Б, молотковых — типов СМ-218, СМ-18, СМ 431 и др.

3.62. При дроблении и сортировке рекомендуется применять только сухие заполнители, так как нормальная работа дробилок и грохотов возможна только при влажности материала не более 2%.

3.63. Мелкий и крупный заполнители поставляют раздельно партиями.

Масса материала одной партии заполнителя с насыпной плотностью выше 800 кг/м³ устанавливается не более 60 т; для заполнителей с насыпной плотностью 800 кг/м³ и менее — не более 50 т.

Поставка заполнителей в количестве менее указанных величин считается целой партией.

3.64. Каждую партию заполнителей сопровождают паспортом в соответствии с п. 3.12 настоящего Руководства.

3.65. До выгрузки из вагона следует произвести визуальный осмотр заполнителя. При обнаружении в нем кусков известняка, доломита или других посторонних включений всю партию заполнителя бракуют.

Вода

3.66. Вода для затворения бетонной смеси должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732—79.

4. ПОДБОР СОСТАВА ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА

4.1. При приготовлении жаростойкого бетона на месте производства необходимо произвести подбор состава жаростойких бетонов с учетом свойств заготовленных исходных материалов.

4.2. Подбор состава бетона включает в себя:

расчет и назначение состава для опытных замесов;

приготовление опытных замесов, испытание контрольных образцов, обработку полученных результатов и корректировку состава бетона с учетом требуемой контрольной прочности;

проверку приготовления назначенного состава в производственных условиях и расчет дозировок материалов на 1 замес.

4.3. Расходы исходных материалов для приготовления жаростойких бетонов на ортофосфорной кислоте и бетонов с заполнителями из керамзита, асбеста, вспученных перлита и вермикулита принимают по табл. 1 и 2 настоящего Руководства и корректируют опытными замесами.

4.4. Расходы исходных материалов для приготовления жаростойких бетонов на цементных вяжущих и жидком стекле определяют расчетом, приведенном в прил. 1 настоящего Руководства.

4.5. На основании данных расчета или приведенных в табл. 1 и 2 следует приготовить опытные замесы.

4.6. Опытный замес приготовляют в объеме 10—15 л.

4.7. Расход воды или жидкого стекла уточняется из условий удобоукладываемости бетонной смеси. Бетонная смесь должна характеризоваться жесткостью 6—16 с по техническому вискозиметру или подвижностью не более 2 см по осадке конуса в соответствии с требованиями ГОСТ 10181.0—81 — 10181.4—81.

4.8. При несоответствии удобоукладываемости бетонной смеси указанным величинам производят ее корректировку следующим образом:

в случае подвижности бетонной смеси более 2 см по осадке конуса увеличивают расход заполнителя;

в случае жесткости бетонной смеси по техническому вискозиметру свыше 16 с следует:

для бетона на портландцементе увеличить расход цемента, тонкомолотой добавки и воды с учетом $B/B_в$ отношения; для бетона на глиноземистом и высокоглиноземистом цементах увеличить расход цемента и воды с учетом $B/B_в$ отношения;

для бетонов на жидком стекле и ортофосфорной кислоте увеличить расход вяжущего.

После этого вновь проверяют удобоукладываемость бетонной смеси и пересчитывают расход материалов с учетом корректировки.

4.9. Затем следует определить плотность бетонной смеси в уплотненном состоянии (после вибрации) и рассчитать фактический расход материалов M, кг, на 1 м³ бетонной смеси по формуле

$$M=\frac{M_з\ \rho_б}{\Sigma M},$$

где $M_з$ — расход искомого материала, затраченного на опытный замес, кг; $\rho_б$ — плотность бетонной смеси в уплотненном состоянии, кг/м³; ΣM — расход всех материалов на опытный замес, кг.

4.10. При правильном подборе состава бетона расчетные и фактические расходы материалов должны иметь близкие значения.

4.11. Из опытного замеса приготовляют образцы-кубы с ребрами 7 или 10 см — 12 шт. и цилиндры диаметром 3,6 см и высотой 5 см — 3 шт.

4.12. Рекомендуется производить определение прочности на сжатие образцов после твердения (3 шт.), а также после высушивания (3 шт.), нагревания до температуры 800°С (3 шт.) и последующей выдержки над водой (3 шт.).

4.13. Условия твердения образцов (12 шт.) на различных вяжущих приведены в п. 2.4 настоящего Руководства.

4.14. Высушивание образцов (9 шт.) следует осуществлять в сушильном электрическом шкафу типа СНОЛ по следующему режиму: нагревание до 105±5°С со скоростью подъема температуры 50°С/ч, выдержка при этой температуре 35 ч и охлаждение в сушильном шкафу до температуры воздуха в помещении.

4.15. Нагревание образцов (6 шт.) рекомендуется производить в камерных электрических печах типа СНОЛ со скоростью, приведенной в табл. 6 настоящего Руководства.

Образцы выдерживают в течение 4 ч при требуемой температуре, охлаждают вместе с печью до температуры воздуха в помещении.

4.16. После нагревания образцы не должны иметь трещин, дути-

Таблица 6

Скорость подъема температуры в печи, °С/ч	50	100	150	200
Максимальная температура нагревания образцов, °С	200	400	600	800

ков и отколов. Допускается наличие мелких посечек в поверхностном слое образца.

4.17. После нагревания определяют относительную прочность бетона на сжатие $m_{бt}$ в соответствии с ГОСТ 10180—78 по формуле

$$m_{бt}=R_t / R_к,$$

где R_t — прочность бетона на сжатие после нагревания до требуемой температуры, МПа;

$R_к$ — контрольная прочность бетона на сжатие, определенная в соответствии с требованиями п. 2.4. настоящего Руководства, МПа.

4.18. Часть образцов после нагревания (3 шт.) помещают на решетку, расположенную в баке над водой. Слой воды в баке должен быть не менее 10 см. Расстояние от нижней поверхности образца до уровня воды и от поверхности образца до крышки бака должно быть 4±1 см. Образцы выдерживают в баке 7 сут, затем вынимают и осматривают. Если в образцах замечено появление трещин, дутиков или отколов, то образцы бракуют.

4.19. После нагревания и последующей выдержки образцов над водой определяют остаточную прочность бетона на сжатие $m'_{бt}$, %, по формуле

$$m'_{бt}=\frac{R_t}{R_к}100,$$

где R_t — прочность бетона на сжатие после нагревания, определенная в соответствии с рекомендациями п. 4.18 настоящего Руководства, МПа.

$R_к$ — контрольная прочность бетона на сжатие, определенная в соответствии с рекомендациями п. 2.4 настоящего Руководства, МПа.

4.20. Результаты контрольной прочности должны отвечать требованиям проекта, а остаточная прочность — требованиям, приведенным в табл. 1 или 2 настоящего Руководства.

4.21. В том случае, если контрольная прочность будет ниже за-

данной, необходимо произвести корректировку состава: для бетонов на цементных вяжущих — путем уменьшения расхода воды в пределах допустимой удобоукладываемости бетонной смеси либо увеличением расхода цемента и соответственно тонкомолотой добавки; для бетонов на жидком стекле—путем уменьшения расхода жидкого стекла в пределах допустимой удобоукладываемости либо уменьшением расхода мелкого и увеличением крупного заполнителей; для бетонов на ортофосфорной кислоте — увеличением концентрации кислоты и уменьшением ее расхода.

4.22. Для составов жаростойких бетонов класса 9 и выше определяют температуру деформации под нагрузкой по ГОСТ 23283—78. Результаты испытаний должны соответствовать рекомендациям п. 2.3 настоящего Руководства.

5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

5.1. Приготовление бетонной смеси в производственных условиях включает дозирование составляющих бетонной смеси на один замес, перемешивание и подачу бетонной смеси к месту укладки бетона.

5.2. Все исходные материалы дозируют по массе. При дозировании материалов на замес отклонения не должны превышать ±1% массы вяжущих, отвердителей, тонкомолотых добавок и воды и ±2%— массы заполнителей.

5.3. Заполнители для легкого жаростойкого бетона (керамзит, вермикулит и перлит) допускается дозировать по объему с точностью ±3%.

5.4. Бетонную смесь следует приготовлять в бетоносмесителях принудительного действия.

Жаростойкие бетоны на портландцементе, высокоглиноземистом и глиноземистом цементе и жидком стекле со средней плотностью более 1300 кг/м^3 допускается приготовлять в бетоносмесителях со свободным падением при обеспечении однородности бетона по прочности и средней плотности.

5.5. Приготовление бетонной смеси в смесителях принудительного действия должно осуществляться следующим образом: в смеситель загружают сухие материалы и перемешивают их не менее 1 мин, после чего в смесь заливают один из затворителей (вода, жидкое стекло, раствор ортофосфорной кислоты), соответствующий данному виду бетона, и перемешивают смесь не менее 3 мин.

5.6. При приготовлении бетонов на портландцементе, высокоглиноземистом, глиноземистом цементах и жидком стекле в смесителях со свободным падением материала в барабан заливают 0,9 потребного на замес количества воды или жидкого стекла и загружают тонкомолотую добавку (примерно половину крупного заполнителя и цемент), после чего перемешивают смесь не менее 1 мин. Затем при непрерывном вращении барабана загружают весь заполнитель и доли-

вают остальную воду или жидкое стекло. Бетонную смесь перемешивают не менее 5 мин. При приготовлении бетонной смеси на жидком стекле рекомендуется производить предварительное перемешивание отвердителя и тонкомолотой добавки.

5.7. Бетоносмеситель загружают в соответствии с его паспортной вместимостью, не допуская отклонения более чем на 10%. Коэффициент выхода бетонной смеси 0,6—0,65.

5.8. При приготовлении бетонной смеси на глиноземистом цементе в жаркую погоду следует принимать меры, предупреждающие разогревание смеси во время перемешивания: поливать бетоносмеситель холодной водой и т. п.

5.9. Бетонную смесь на жидком стекле с нефелиновым шламом или саморассыпающимися шлаками не рекомендуется приготовлять при температуре выше 25°С; не допускается воздействие прямых солнечных лучей на бетонную смесь.

5.10. Готовую смесь из бетоносмесителя выгружают в транспортную тару, доставляют к месту укладки и загружают в опалубку или форму.

5.11. При транспортировании бетонной смеси должны быть приняты меры, предотвращающие ее расслаивание; для этой цели следует по возможности сократить время и расстояние транспортировки.

6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЖАРОСТОЙКИХ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

6.1. Футеровки из жаростойкого бетона в монолитном варианте рекомендуется выполнять на различных вяжущих, кроме ортофосфорной кислоты. Возведение футеровки тепловых агрегатов из монолитного жаростойкого бетона состоит из следующих операций:

устройство опалубки в соответствии с конфигурацией футеровки;

установка внутри опалубки арматуры;

укладка и уплотнение бетонной смеси;

выдерживание бетона в опалубке и уход за ним;

снятие опалубки.

6.2. Для укладки монолитного жаростойкого бетона используют два типа опалубки:

устанавливаемую на месте укладки бетона из отдельных досок, брусков и т. п.;

разборно-переставную опалубку, состоящую из отдельных заранее заготовленных собираемых и разбираемых элементов: щитов, хомутов, рам и т. д.

6.3. Опалубку первого типа применяют при строительстве единичных сооружений и сложных по конфигурации отдельных элементов.

6.4. Наиболее распространенным видом опалубки является разборно-переставная опалубка. Щиты ее сбивают гвоздями из обрезных

строганных со стороны, прилегающей к бетону, досок и сшивных планок. Планки прибивают плашмя и на ребро. Расстояние между планками определяется по расчету в зависимости от величины давления бетонной смеси.

6.5. Разборно-переставную опалубку устанавливают в соответствии с рабочим чертежом, на котором каждый элемент опалубки обозначается своей маркой. Эти марки должны стоять на всех элементах опалубки.

6.6. Для изготовления щитов рекомендуется применять сосновые или еловые доски. Для увеличения стойкости опалубки деревянные части, соприкасающиеся с бетоном, рекомендуется покрывать минеральными маслами в горячем состоянии.

6.7. Оборачиваемость щитов из досок толщиной 40 мм доходит до 8 раз. Если большей оборачиваемости щитов не требуется, их можно готовить из досок толщиной 20—25 мм.

6.8. Для предотвращения сцепления жаростойкого бетона с опалубкой перед установкой арматуры ее смазывают отработанным машинным маслом.

6.9. При необходимости обеспечить большую оборачиваемость опалубки, щиты разборно-переставной опалубки изготовляют металлическими.

6.10. При проверке опалубки особое внимание необходимо обращать на устойчивость и надежное раскрепление лесов.

6.11. До начала установки опалубки производится разбивка осей фундаментов, стен, колонн и других элементов, для бетонирования которых устанавливается опалубка.

6.12. Перед установкой опалубка, которую уже применяли для бетонирования, должна быть отремонтирована и очищена от прилипшего бетона.

6.13. Опалубка и отдельные элементы ее должны быть изготовлены и установлены в соответствии с проектными размерами.

Отклонения от них не должны превышать величин, мм, приведенных ниже.

Деревянные щиты

Отклонения от проектных размеров по длине и ширине щитов	5
Разница в толщине досок опалубки	2
Ширина щелей между досками щитов	2

Стальные щиты

Отклонения в длине и ширине на 1 м	2
Отклонения кромок щитов от прямой линии . . .	0,5
Отклонения в расположении отверстий для соединительных элементов (клиньев, болтов и т. д.)	0,5

Установленная опалубка

Отклонения в расстояниях между опорами изгибаемых элементов опалубки и в расстояниях между досками, раскрепляющими стойки лесов:	
на 1 м длины	25
на весь пролет	75
Отклонение от вертикали плоскостей опалубки и линий их пересечения на 1 м высоты	5
Отклонения от вертикали плоскостей опалубки и линий их пересечения на всю высоту фундаментов, стен и колонн высотой, м:	
до 5	20
более 5	10
Смещение от проектного положения осей опалубки:	
фундаментов	15
стен и колонн	8
балок и прогонов	10
Отклонения во внутренних размерах поперечных сечений коробов опалубки и в расстояниях между внутренними поверхностями опалубки стен	+5,—0
Наибольшие местные неровности опалубки плит при проверке рейкой длиной 2 мм	3

6.14. Для бетонирования сооружений большой протяженности одинакового сечения по длине рекомендуется применять передвижную опалубку.

6.15. При возведении высотных сооружений (цилиндрических дымовых труб, шахтных печей) применяется скользящая опалубка, непрерывно поднимающаяся в процессе бетонирования.

6.16. Арматурные каркасы должны соответствовать проекту и требованиям ГОСТа на стали.

6.17. При изготовлении арматурных каркасов следует проверять:

соответствие марок и диаметра стали, а также число и взаимное расположение стержней проекту;

общие размеры и форму каркаса в целом;

соответствие мест расположения;

чистоту поверхности арматуры.

6.18. Размеры и формы арматурных каркасов проверяют внешним осмотром и контрольным промером. Каркасы промеряют стальной лентой с ценой деления 1 мм.

6.19. Размеры сторон каркасов измеряют для прямых стержней между осями крайних элементов; для отогнутых — между касательной и отгибом.

6.20. Требуемая толщина защитного слоя (в соответствии с рабочими чертежами) в арматурных каркасах обеспечивается специальными упорами в виде:

выпуска концов поперечных стержней;

распорок, приваренных к основному каркасу;

керамических или бетонных «бус», надеваемых на продольные и поперечные стержни каркаса.

6.21. Крестовые соединения стрежней испытывают на срез и разрыв в месте сварки. Испытания можно проводить на лабораторных прессах прибором ВНИИОМС.

6.22. Кроме контрольных испытаний стыки арматурных стержней следует проверять внешним осмотром и простукиванием молотком массой 1 кг.

Стыки считаются удовлетворительного качества, если отсутствуют трещины, наплывы или отслоения и металл стыка издает чистый звук.

6.23. Расстановка и анкеровка закладных деталей подлежат особо тщательной проверке для всех каркасов без исключения с точностью замеров $\pm 0{,}5$ см.

6.24. Анкеровку закладных частей осуществляют приваркой их к рабочим или анкерным стержням, надежно соединенным с арматурным каркасом.

6.25. По окончании арматурных работ перед бетонированием следует повторно проверить правильность установки арматуры в соответствии с чертежом. Все отклонения должны быть устранены.

6.26. Приготовление бетонной смеси осуществляют в соответствии с рекомендациями разд. 5 настоящего Руководства.

Время от момента приготовления бетонной смеси до ее укладки не должно превышать 30 мин для всех рекомендуемых составов жаростойкого бетона, кроме бетонов со средней плотностью более 1300 кг/м³ на портландцементе и его разновидностях и высокоглиноземистом цементе, для которых перерыв между приготовлением и укладкой допускается 1 ч.

6.27. Бетонную смесь рекомендуется доставлять к месту укладки в бадьях обычных с затвором или в вибробадьях.

6.28. Бетонную смесь рекомендуется укладывать непрерывно, перерыв между окончанием уплотнения одной порции бетонной смеси и подачей следующей не должен превышать 30 мин или 1 ч в соответствии с рекомендациями п. 6.26 настоящего Руководства.

6.29. Уплотнять бетонную смесь рекомендуется вибраторами; используют преимущественно глубинные вибраторы с гибким шлангом и вибробулавы.

6.30. Укладываемую смесь вибрируют с соблюдением следующих правил:

шаг перестановки внутренних вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия и должен обеспечивать перекрытие площадкой вибраторов границы уже провибрированного участка;

вибраторы во время работы не должны опираться на арматуру;

продолжительность вибрирования должна обеспечивать достаточное уплотнение бетонной смеси, основными признаками которого являются прекращение оседания смеси и появление цементного молока на ее поверхности;

вибраторы следует опускать в бетонную смесь в вертикальном положении;

толщина укладываемого глубинными вибраторами слоя бетонной смеси не должна превышать 40 см.

6.31. При бетонировании плоских элементов толщиной от 10 до 20 см уплотнение осуществляют поверхностным вибратором.

6.32. При необходимости выравнивания и заглаживания открытой верхней поверхности бетонной смеси пользуются виброрейкой.

6.33. Своды и перекрытия из жаростойкого бетона следует укладывать секторами или участками на полную толщину. Послойная укладка по толщине конструкции не допускается.

6.34. Условия и время твердения уложенного жаростойкого бетона в зависимости от вида применяемого вяжущего приведены в табл. 7 настоящего Руководства.

Таблица 7

Вяжущее	Рекомендуемые условия твердения	Время твердения, сут
Портландцемент, шлакопортландцемент, высокоглиноземистый цемент	Естественные (температура 15—40°С, относительная влажность не менее 90%)	7
Быстротвердеющий портландцемент	То же	3
Портландцемент, шлакопортландцемент, быстротвердеющий портландцемент, высокоглиноземистый цемент	Пропаривание при температуре 80—85°С	0,5—1
Жидкое стекло	Температура 15—60°С, относительная влажность менее 70%	3
Глиноземистый цемент	Естественные (температура 7—30°С, относительная влажность не менее 90%)	3

6.35. При температуре воздуха ниже указанной в табл. 7 необходимо выполнять рекомендации, приведенные в разд. 10 настоящего Руководства.

6.36. Контроль за температурой окружающей среды при естественном твердении осуществляют не реже двух раз в смену.

6.37. Бетон на портландцементе и высокоглиноземистом цементе начинают увлажнять через 12 ч после укладки и продолжают в те-

чение 6 сут. Бетон на глиноземистом цементе начинают увлажнять через 3—4 ч после укладки и продолжают в течение 48 ч. Необходимо избегать попадания на бетон сильных струй воды.

Бетон рекомендуется увлажнять в дневное время через следующие интервалы времени, ч, при температуре воздуха 15—30°С—4; 30—35°С—2; 35—40°С—1,5.

В ночное время перерыв между поливками может быть увеличен, однако при этом следует обеспечить влажное состояние изделий.

6.38. Время твердения бетона при температурах ниже указанных в табл. 7 увеличивают. Не рекомендуется даже кратковременное замораживание жаростойкого бетона на цементных вяжущих в процессе твердения.

6.39. С целью ускорения процесса твердения бетона на портландцементе и высокоглиноземистом цементе рекомендуется применять тепловую обработку (пропаривание насыщенным паром), если конструкция теплового агрегата имеет замкнутое пространство или футеровка может быть прикрыта брезентом.

6.40. Пропаривание рекомендуется начинать не ранее чем через 4 ч после изготовления футеровки. Подъем температуры до 60—80°С осуществляют со скоростью 20—30°С/ч.

Ориентировочная продолжительность изотермического прогрева жаростойкого бетона при температуре 80°С рекомендуется 10—12 ч. Скорость снижения температуры после окончания изотермического прогрева должна быть не более 30°С/ч.

6.41. Для ускорения процесса твердения жаростойкого бетона на портландцементе и на жидком стекле допускается применять электропрогрев при помощи листовых или стержневых электродов.

6.42. Электропрогрев жаростойкого бетона на портладцементе производят при укрытии всех открытых (не защищенных опалубкой) поверхностей. При начинающемся высыхании поверхность бетона увлажняют водой, предварительно выключив ток.

6.43. Электропрогрев жаростойкого бетона на жидком стекле производят без укрытия поверхностей, не защищенных опалубкой.

6.44. Электронагрев бетона производят по достижении им возраста 3—6 ч.

Подъем температуры до максимальной осуществляют со скоростью 20—40°С/ч. Максимальная температура прогрева бетона должна быть 50—100°С, продолжительность выдержки при этой температуре 2—6 ч.

6.45. Рекомендуемые оптимальные величины напряжения тока при электропрогреве бетона приведены в табл. 8 настоящего Руководства.

6.46. *При электропрогреве осуществляют почасовой контроль за* температурой и напряжением тока.

6.47. Снятие опалубки несущих монолитных конструкций из бетона и железобетона следует производить: для бетонов на жидком стекле и глиноземистом цементе не ранее чем через 2 сут, а для

Таблица 8

Расстояние между электродами, мм	Напряжение тока, В
200—300	36—50
300—400	87
400—500	110
Более 500	127

бетонов на портландцементе и высокоглиноземистом цементе — через 7 сут после окончания бетонирования.

6.48. После снятия опалубки поверхность бетона осматривают. При обнаружении плохо провибрированных мест слабый бетон вырубают, заменяя его новым в соответствии с рекомендациями разд. 13 настоящего Руководства.

6.49. При изготовлении двуслойной конструкции, состоящей из монолитных легкого и облегченного или тяжелого бетонов, вначале укладывают легкий жаростойкий бетон в специально установленную опалубку; после твердения опалубку снимают и подготовляют поверхность футеровки из легкого бетона для обеспечения, лучшего сцепления со вторым слоем. Для этой цели в легком бетоне рекомендуется сделать углубления диаметром 50 мм и глубиной 30—40 мм с шагом ~400 мм или сделать насечки на поверхности легкого бетона.

Затем устанавливают опалубку для укладки второго слоя футеровки и выполняют футеровочные работы в соответствии с рекомендациями настоящего раздела.

7. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА. ПРИЕМКА ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

7.1. Для возведения тепловых агрегатов из сборных изделий применяют готовые блоки и панели, изготовленные в заводских условиях, или осуществляют формование изделий на месте производства работ.

7.2. При изготовлении изделий на месте производства работ используют металлические или деревянные формы.

7.3. Формы должны быть достаточно жесткими, чтобы во время бетонирования геометрические размеры форм не изменялись и обеспечивали точность изделий в соответствии с требуемыми допусками.

7.4. Металлические формы рекомендуется применять при массовом изготовлении бетонных или железобетонных изделий.

7.5. При изготовлении в одной форме до 15—20 изделий формы обычно выполняют из дерева. Деревянные формы изготовляют из строганых досок. Оборачиваемость формы может быть увеличена за счет пропитки древесины маслом или водонепроницаемыми составами.

7.6. Крепление бортов разборных форм должно обеспечивать минимальную трудоемкость и максимальную быстроту сборки форм и распалубки изделий.

Болтовые крепления в разборных деталях форм применять не рекомендуется.

7.7. Формы надлежит содержать в чистоте и предохранять от коррозии, а при длительном хранении (более полугода) смазывать толстым слоем густой смазки.

7.8. До сборки форм поддон, борта и элементы сопряжения должны быть тщательно очищены от остатков раствора металлическими скребками и щетками.

7.9. Для приготовления изделий из бетона на ортофосфорной кислоте применяют металлические формы, обладающие достаточной жесткостью (во избежание коробления во время нагревания изделий до 200—250°С), а также снабженные съемной металлической крышкой, рассчитанной на давление 0,01 МПа.

7.10. Все соединения элементов формы делают плотными, не допускающими затекания цементного молока. Щели в форме необходимо заделать пластичной глиной, алебастром или плотной бумагой.

7.11. Для предупреждения сцепления формы с бетоном необходимо смазать форму перед установкой в нее арматуры.

7.12. Для смазки форм рекомендуется применять водостойкие смазочные материалы, обладающие достаточной адгезией к металлу, не смешивающиеся с бетонной смесью и не вызывающие разрушения поверхности форм и бетона.

Смазочные материалы разводят до сметанообразной консистенции, позволяющей наносить на поверхность формы слой толщиной 0,1—0,3 мм.

7.13. Рекомендуется применять смазку следующего состава, мас. ч: машинное масло — 12, цемент — 1, вода — 0,5.

Вместо цемента можно использовать тонкомолотую добавку из шамота, кирпичного боя и т. п.

Рекомендуется использовать смазки эмульсионные типа «масло в воде» (10 л эмульсола ЭКС, 90 л мягкой конденсатной воды и 0,7 кг кальцинированной соды) и более водостойкие и вязкие типа «вода в масле» (53 л насыщенного раствора извести, 27 л воды и 20 л эмульсола).

Смазку готовят в эмульгаторах. Вначале заливают подогретую до 40—50°С воду, затем засыпают соду или вводят насыщенный раствор извести, перемешивают 3—4 мин, добавляют эмульсол и интенсивно перемешивают в течение 3—5 мин.

7.14. Для сборных изделий применяют арматуру в основном в ви-

де сеток и каркасов. Арматуру устанавливают так же, как и в монолитные конструкции в соответствии с рекомендациями разд. 6 настоящего Руководства.

7.15. В сборные изделия помимо арматуры закладывают монтажные петли для подъема готовых блоков.

7.16. Установку петель следует осуществлять в строгом соответствии с проектом. Не допускается установка монтажных петель со стороны нагреваемой поверхности.

7.17. Укладку бетонной смеси в форму осуществляют аналогично укладке монолитного бетона.

7.18. Наряду с использованием для уплотнения бетонной смеси глубинных и поверхностных вибраторов рекомендуется для формования изделий применять виброплощадки различных типов.

7.19. Для изготовления двухслойных блоков, панелей и других сборных конструкций вначале укладывают слой жаростойкого бетона средней плотности более 1300 кг/м^3, затем его уплотняют, поверхность взрыхляют на 2 см и укладывают теплоизоляционный жаростойкий бетон, уплотнение изделия производится одновременно на виброплощадке с пригрузом.

7.20. Уплотнение бетонной смеси на ортофосфорной кислоте при толщине до 200 мм выполняют на виброплощадке с пригрузом, обеспечивающим давление 0,01 МПа.

При толщине более 200 мм бетонную смесь на ортофосфорной кислоте следует уплотнять послойно:

после вибрирования первого слоя толщиной 150—200 мм до появления на его поверхности кислоты материал взрыхляют на глубину 10—20 мм;

засыпают следующую порцию массы из расчета получения слоя толщиной 150—200 мм и возобновляют вибрирование.

После укладки последнего слоя бетона при необходимости добавляют в форму бетонную массу, накрывают форму пригрузом и еще раз вибрируют до появления гладкой ровной поверхности со следами выделившейся кислоты.

По окончании вибрирования накрывают форму крышкой и прикрепляют ее к бортам специальными зажимами.

7.21. Для контроля качества и определения прочности жаростойкого бетона одновременно с формованием изделий не реже одного раза в смену и при переходе на новый состав бетона изготовляют контрольные образцы в соответствии с рекомендациями пп. 4.12—4.20 настоящего Руководства.

7.22. Для затвердения изделий из бетона на ортофосфорной кислоте рекомендуется соблюдать следующие условия в зависимости от вида заполнителя:

изделия из бетона с корундовыми и муллитокорундовыми заполнителями нагревают до 200°С со скоростью подъема температуры

60°С/ч, выдерживают при этой температуре 4 ч, охлаждают в печи до температуры воздуха в помещении и распалубливают, затем изделия вновь нагревают до 500°С со скоростью температуры 150°С/ч, выдерживают при этой температуре 4 ч и охлаждают в печи до температуры воздуха в помещении;

изделия из бетона с шамотными и муллитовыми заполнителями нагревают до 250°С со скоростью подъема температуры 60°С/ч, выдерживают при этой температуре 8 ч и затем охлаждают вместе с печью и распалубливают;

изделия из бетона с заполнителями из смеси вермикулита, асбеста и керамзита с тонкомолотым магнезитом выдерживают в воздушно-сухих условиях при 20±2°С в течение 1 сут и затем высушивают при температуре 100—110° С.

7.23. Твердение и распалубку изделий из бетона на остальных вяжущих осуществляют аналогично твердению и распалубке футеровки из монолитного бетона.

7.24. Изделия из жаростойкого бетона должны отвечать требованиям ГОСТ 23521—79.

Изделия не должны иметь острых углов; прямоугольные отверстия должны иметь в углах закругления радиусом не менее 3 см.

Предельные отклонения в зависимости от размеров изделий из жаростойкого бетона приведены в табл. 9 настоящего Руководства.

7.25. Отклонения средней плотности бетона изделий в высушенном состоянии не должны превышать:

±5% — для изделий, изготовленных из жаростойкого бетона со средней плотностью 1800 кг/м³ и выше;

±7 % — в конструкциях и изделиях из бетона со средней плотностью менее 1800 кг/м³.

7.26. Номинальная толщина защитного слоя жаростойкого бетона до поверхности арматуры должна соответствовать проекту.

7.27. Поверхность бетонных изделий не должна иметь следующих дефектов: раковин диаметром более 15 мм; наплывов высотой более 5 мм; отколов ребер более 70 мм на 1 м длины.

7.28. Ширина усадочных и других поверхностных технологических трещин не должна превышать:

0,1 мм — в изделиях из бетона со средней плотностью 1800 кг/м³ и выше, подвергаемых циклическому нагреву;

0,2 мм — в изделиях из жаростойкого бетона со средней плотностью менее 1800 кг/м³, подвергаемых циклическому и постоянному нагреву для всех видов жаростойкого бетона.

7.29. Приемка изделий из жаростойкого бетона по соответствию геометрических параметров должна производиться партиями. Размер партий устанавливается в каждом отдельном случае, но не должен быть больше выпуска за одну смену работы.

Таблица 9

Вид конструкции и изделия	Номинальная длина или диаметр конструкции и изделия, мм	Предельные отклонения, мм		
		по длине	по ширине, высоте или диаметру	по высоте сечения или толщине
Плиты несущие	До 4000	±8	±8	±5
	Св. 4000	±10	±8	±5
Панели и блоки подовые, стеновые и сводовые	До 2500	±10	±8	±5
	Св. 2500	±13	±8	±5
Царги дымовых труб, панели, блоки, плиты днища, стен и свода надземных боровов и газоходов прямоугольного сечения	До 2500	−7, +5	±6	±5
	Св. 2500	−10, +6	±8	±5
Панели, блоки и плиты подземных дымовых боровов и газоходов прямоугольного сечения, элементы подземных боровов и газоходов цилиндрического и эллиптического сечений	До 2500	−12, +8	±10	±8
	Св. 2500	−16, +10	±10	±8
Плиты полов горячих цехов	До 2500	±6	±6	±3
	Св. 2500	±8	±8	±8
Фундаменты под тепловые агрегаты	До 2500	−20, +12	±10	±8
	Св. 2500	−25, +12	±10	±8
Колонны, ригель и балки тепловых агрегатов	До 4000	±13	±10	±5
	Св. 4000	±16	±10	±5
Плиты теплоизоляционные	До 1600	−10, +6	±8	±5
	Св. 1600	−12, +8	±8	±5

7.30. Основные технические характеристики жаростойкого бетона, из которого изготовлены готовые блоки, панели и другие конструкции, должны соответствовать рекомендациям табл. 1 и 2 настоящего Руководства.

7.31. При поступлении изделий из жаростойкого бетона заводского изготовления на место строительства они должны иметь паспорт, в котором указаны:

класс жаростойкого бетона по предельно допустимой температуре применения и вид вяжущего;

контрольная и остаточная прочность жаростойкого бетона;

средняя плотность бетона;

класс и вид арматуры, марка жаростойкой стали.

7.32. Готовые изделия из жаростойкого бетона хранят в штабелях на подкладках под навесами для предохранения от увлажнения атмосферными осадками.

7.33. Каждое изделие при хранении опирают на деревянные инвентарные прокладки таким образом, чтобы не вызвать перенапряжений в бетоне.

При хранении изделий в штабелях нижний ряд прокладок укладывают на выровненное горизонтальное основание: прокладки всех вышележащих рядов располагают строго по вертикали — одна над другой. Толщина прокладок рекомендуется на 10—20 мм больше превышения петель и других выступающих частей над поверхностью изделий. Наибольшая высота штабеля рекомендуется не выше 2,5 м.

7.34. Изделия укладывают монтажными петлями вверх, а заводской маркировкой в сторону проходов.

7.35. Проходы между штабелями следует устраивать в продольном направлении — через каждые два смежных штабеля, а в поперечном — не реже чем через 25 м. Ширина проходов рекомендуется не менее 1 м, а зазоры между смежными штабелями — не менее 0,2 м.

8. ЖАРОСТОЙКИЕ РАСТВОРЫ

8.1. Составы жаростойких растворов, предназначенных для кладки блоков и других изделий из жаростойкого бетона, выбирают аналогичными составам жаростойкого бетона, из которого выполнены блоки или конструкции.

Рекомендуемые составы жаростойких растворов и ориентировочные расходы исходных материалов на 1 м³ приведены в табл. 10 настоящего Руководства.

8.2. Требования к исходным материалам для жаростойких растворов приведены в разд. 2 настоящего Руководства.

Наибольшая крупность заполнителя для растворов рекомендуется не более 2,5 мм.

8.3. Подвижность раствора определяют по ГОСТ 5802—78.

8.4. При толщине шва менее 5 мм рекомендуется использовать жаростойкие растворы с применением пластифицирующих добавок для всех вяжущих, за исключением жидкого стекла.

В качестве пластификаторов применяют огнеупорную пластичную глину в количестве 0,8—1,2% массы сухой растворной смеси или сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ) в количестве 0,1% массы сухой растворной смеси.

Подвижность раствора должна составлять 5—6 см для соединения блоков массой более 0,5 т и 8—9 см для блоков массой менее 0,5 т.

8.5. Для компенсации температурных напряжений, возникающих между кожухом и футеровкой, для заделки вертикальных швов, а также для уменьшения усадки в швах целесообразно вводить в раствор дополнительно распущенный асбест V—VI сортов в количестве 10—20% массы сухой растворной смеси.

Таблица 10

Исходные материалы и ориентировочные расходы их, кг/м³				Температура применения, °С	Область применения
вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель		
Портландцемент, быстротвердеющий портланд цемент—400	—	Шамотная—200	Шамотный—1300	1200	Для изделий любого назначения
То же—350	—	Шамотная—175	Керамзит с насыпной плотностью 400 кг/м³—200 Вермикулит с насыпной плотностью 150 кг/м³—100	1000	Для стеновых и прочих изделий, кроме фундаментов
Жидкое стекло—450	Кремнефтористый натрий—45	Шамотная—500	Шамотный—1250	1000	То же
То же	Нефелиновый шлам—50	То же	То же	1100	Для изделий любого назначения
Жидкое стекло—500	Кремнефтористый натрий—40	Магнезитовая—500	Шамотный—1300	1300	То же
То же	Нефелиновый шлам—50	То же	То же	1300	»
Глиноземистый цемент—600	—	—	Шамотный—1350	1300	Для стеновых и прочих изделий, кроме фундаментов
То же	—	—	Муллитокорундовый—1500	1450	То же
Глиноземистый цемент—75	—	—	Вермикулит с насыпной плотностью 150 кг/м³—50 Асбест хризотиловый VI сорта—150	900	Для заделки стыков

Продолжение табл. 10

Исходные материалы и ориентировочные расходы их, кг/м³				Температура °С применения,	Область применения
вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель		
Глиноземистый цемент—400	—	—	Керамзит—250 Вермикулит—120	1200	Для заделки стыков
Быстротвердеющий портландцемент—300	—	Силикатглыба—45	Асбест хризотиловый VI сорта—80 Вермикулит—80 Керамзит—70	1000	„
Высокоглиноземистый цемент—600	—	—	Высокоглиноземистый—1500	1600	Для блоков любого назначения

8.6. В зимнее время для монтажа изделий из бетона на портландцементе класса ниже II применяют растворы с противоморозными добавками:

НКМ — комплексная добавка, состоящая из нитрата кальция (ГОСТ 4142—77) и мочевины технической (ГОСТ 2081—75) при соотношении 2:1 по массе на сухое вещество;

нитрит натрия (ГОСТ 19906—74).

8.7. Количество добавки (в расчете на сухое вещество) в зависимости от расхода цемента и температуры наружного воздуха приведено в табл. 11 настоящего Руководства.

8.8. Противоморозные добавки вводят в растворную смесь с водой затворения. Подвижность растворных смесей должна быть в пределах 10—11 см.

Таблица 11

Температура воздуха, °С	Добавка, % массы цемента	
	НКМ	нитрит натрия
От—1 до—5	5	5
„—5 „—10	8	8
„—10„—15	11	10
„—15„—20	15	—

9. ВОЗВЕДЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ФУТЕРОВОК ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ИЗ СБОРНЫХ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

9.1. Монтаж блоков из жаростойкого бетона следует производить в точном соответствии с проектом производства работ.

9.2. До начала работ по монтажу изделий рекомендуется закончить:

планировку и очистку площадки от мусора;

устройство подъездных путей и подготовку площадки для складирования;

проверку на прочность всех монтажных приспособлений, изготовление и доставку подмостей;

монтаж, наладку и приемку монтажных механизмов;

мероприятия, предусмотренные проектом производства работ по обеспечению безопасных условий работ во время монтажа;

проверку состояния фундаментов, на которые устанавливаются изделия, опалубка, деревянные пробки и выступающая арматура должны быть удалены, фундамент очищен от мусора;

выравнивание поверхности фундамента под рейку.

9.3. Отклонения в размерах фундаментов не должны превышать следующих величин, мм:

плоскостей и линий их пересечения от вертикали на всю высоту стен ±20;

горизонтальных плоскостей на 1 м ±5;

на всю плоскость ±10;

верхней плоскости бетона при проверке рейкой длиной 2 м, кроме опорных поверхностей ±8;

в отметках поверхностей, служащих опорами для колонн или других элементов ±5;

в длине элементов фундамента ±20;

в размерах поперечного сечения элементов ±5.

9.4. На фундаменте следует нанести необходимые осевые и контрольные риски и проверить их правильность. Фундамент должен быть принят по акту.

9.5. Прибывшие на строительную площадку изделия рекомендуется разгрузить на приобъектный склад.

9.6. Приобъектные складские площадки располагают в районе действия монтажных кранов.

9.7. Основной операцией при разгрузке и транспортировании изделий является подъем, который осуществляют подъемными кранами грузоподъемностью, соответствующей массе изделий (башенными, самоходными, мостовыми, кран-балками и др.).

9.8. Подъем изделий осуществляют при помощи стропов, траверс со стропами или захватов. Для этой цели применяют универсальные и облегченные двух-, трех- и четырехветвевые стропы.

9.9. Для подъема изделий сложной конфигурации применяют трехветвевые стропы.

9.10. При значительных размерах изделий подъем их при помощи одних стропов создает в блоках дополнительные напряжения. В таких случаях следует применять стропы в комбинации с траверсами.

9.11. Для подъема изделий применяют преимущественно инвентарные траверсы, рассчитанные на захват блоков или панелей в двух, четырех и даже шести точках.

9.12. Для перемещения изделий на небольшой высоте применяют при отсутствии монтажных петель клещевые захваты.

9.13. Изделия следует поднимать плавно, без рывков.

9.14. Для предохранения от раскачивания или вращения применяют в необходимых случаях пеньковые оттяжки.

9.15. Строповку изделий следует производить таким образом, чтобы их можно было подать к местам монтажа без перекантовки или перестроповки в положение, близкое к проектному.

9.16. Изделия (блок) сначала следует установить насухо и проверить правильность положения. Затем изделие следует приподнять и уложить на раствор.

При необходимости блок осаживают, не освобождая его от крюка монтажного крана ударами через деревянную прокладку.

9.17. Установка изделия должна соответствовать проектному положению, для чего необходимо нанести на место установки каждого изделия и на самом изделии осевые риски.

9.18. Отклонения в допустимых размерах изделия ликвидируют за счет величины швов.

9.19. Не допускается сдвигать изделие по раствору. Если изделие, установленное на раствор, требуется переместить, его следует приподнять, поправить под ним раствор и снова установить на место.

9.20. При установке изделий необходимо следить, чтобы не было толчков и ударов изделий по другим конструкциям.

9.21. Изделие можно освобождать от крюка монтажного крана только после того, как оно будет надежно закреплено постоянно или временно.

9.22. Установленные изделия до окончательного закрепления должны быть тщательно выверены, при помощи уровня, отвеса и рейки и приведены в проектное положение.

9.23. Отклонение смонтированных конструкций из изделий жаростойкого бетона не должно превышать следующих величин, мм:

смещение относительно разбивочных осей фундаментных блоков нижнего ряда ± 20; второго ряда ± 10;

фундаментов колонн — отклонение в отметках верхних опорных поверхностей фундаментов от проектных ± 3;

осей колонн в нижнем сечении ± 5;

отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении ± 5;

смещение осей панелей стен в нижнем сечении относительно разбивочных осей ±3;

отклонение плоскостей панелей стен от вертикали в верхнем сечении ±3;

разница в отметках опорных поверхностей панелей стен ±5;

разница в отметках верхней поверхности панелей стен и подовых панелей ±5;

смещение осей балок относительно разбивочных осей ±5.

9.24. Изделия в местах стыков соединяют сваркой выпусков арматуры или закладных деталей с последующей заделкой полостей жаростойким раствором.

9.25. Перед сваркой стыкуемых элементов проверяют правильность сборки стыков.

9.26. Для увеличения газоплотности вертикальных швов в соприкасающихся торцах смежных изделий предусматривают паз, в который вставляют бетонный стержень с дополнительным заполнением шва раствором или заполняют шов раствором с уплотнением его. Для того чтобы во время вибрирования раствор не вытекал через торцы шва, их плотно закрывают при помощи тех или иных приспособлений.

9.27. Заделку стыков производят путем заливки раствором вертикальных швов, нагнетания раствора в огражденные стыки механическим или пневматическим растворонасосом.

9.28. По окончании монтажа изделий из жаростойкого бетона монтажные петли обрезают бензорезом или газовым резаком.

10. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

10.1. Работы в зимних условиях следует производить по специально разработанным проектам производства работ или технологическим картам.

10.2. Для приготовления смесей на цементных вяжущих в зимних условиях применяют заполнители, имеющие в момент загрузки в смеситель положительную температуру. Воду следует подогреть с таким расчетом, чтобы температура смеси при выгрузке из смесителя была не ниже 15°С для бетонов на высокоглиноземистом цементе и на портландцементе и не ниже 7°С для бетона на глиноземистом цементе.

10.3. Для приготовления бетонных смесей на жидком стекле в зимних условиях применяют заполнители, имеющие в момент загрузки в смеситель положительную температуру. Жидкое стекло рекомендуется подогревать до температуры (не выше 30°С), обеспечивающей температуру бетонной смеси при выгрузке из смесителя не ниже 15°С.

10.4. В случае ведения работ по строительству тепловых агрегатов в зимних условиях следует руководствоваться следующими положениями:

жаростойкие бетоны при температурах воздуха ниже 15°С требуют специального обогрева;

замораживание конструкций и изделий из жаростойких бетонов на цементных вяжущих и на жидком стекле в процессе твердения бетона не допускается.

10.5. При проведении бетонных работ в зимних условиях предварительный нагрев материалов и обогрев бетонных конструкций из бетонов на высокоглиноземистом цементе и портландцементе в период твердения производят паром или теплым воздухом; обогрев бетонов на жидком стекле необходимо производить только «сухим теплом» — паром в закрытых трубах, сухим горячим воздухом.

10.6. При изготовлении конструкций и изделий из жаростойких бетонов на жидком стекле и на портландцементе в зимнее время при применении электропрогрева до начала подъема температуры необходимо предусмотреть прогрев жаростойких бетонов при 20—25°С в течение не менее 3 ч. После этого следует придерживаться режимов, приведенных в разд. 6 настоящего Руководства.

Скорость остывания бетона по окончании прогрева не должна превышать 20°С/ч. Снятие опалубки конструкций и изделий может производиться после остывания бетона до плюсовой температуры, превышающей температуру окружающего воздуха примерно на 30°С.

10.7. Контроль качества бетона, приготовляемого в зимнее время, заключается:

в определении температуры подогрева исходных материалов, а также температуры бетонной смеси по выгрузке из смесителя и у места укладки;

в определении времени выдерживания бетона при положительных температурах, необходимого для приобретения бетоном требуемой прочности. Для этого изготовляют двойное количество кубов с ребром 10 см в сравнении с указанным в разд. 5 настоящего Руководства, причем перед испытанием половину из них выдерживают на месте бетонирования, а другую половину — в нормальных условиях;

в измерении температуры твердеющего бетона в конструкциях в скважинах глубиной 100—150 мм, а в массивах — глубиной до 500 мм.

11. СУШКА И ПЕРВЫЙ РАЗОГРЕВ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

11.1. Сушку и первый разогрев тепловых агрегатов следует осуществлять по специально разработанному графику.

11.2. Режим сушки и первого нагрева должен назначаться с учетом: вида жаростойкого бетона; конструктивных особенностей теплового агрегата (толщины ограждений, наличия металлического кожуха и т. д.); технологического режима работы агрегата; времени года строительства и ввода агрегата в эксплуатацию.

11.3. Сушку и первый разогрев сборных элементов, изделий и монолитных тепловых агрегатов из жаростойкого бетона и железо-

бетона следует осуществлять после достижения бетоном проектной прочности, но не раньше чем через 3 сут для бетонов на быстротвердеющем портландцементе, глиноземистом, высокоглиноземистом цементах и на жидком стекле и через 7 сут для бетонов на портландцементе (или шлакопортландцементе). В тех случаях, когда конструкции и сооружения из жаростойкого бетона подвергаются тепловой обработке, последующая их сушка и первый разогрев могут производиться непосредственно после указанной обработки.

11.4. В процессе сушки жаростойкого бетона необходимо обеспечить удаление паров из рабочего пространства теплового агрегата путем естественной и принудительной вентиляции.

11.5. При наличии в тепловом агрегате слоя теплоизоляции и наружного металлического кожуха необходимо для удаления паров воды, образовавшихся в процессе сушки сооружения, открыть существующие в кожухе отверстия (люки, смотровые окна и т. п.), а также при необходимости предусмотреть специальные отверстия для выхода паров воды.

11.6. Сушка и первый разогрев теплового агрегата могут быть осуществлены путем сжигания любого вида топлива: газообразного, жидкого, твердого. В тех случаях, когда это возможно, для сушки следует использовать отходящие (отработанные) газы производственных установок.

Для просушки отдельных участков (около 1 м^2) футеровки после ремонта могут быть использованы излучательные газовые горелки, устанавливаемые непосредственно в агрегате против отремонтированного участка.

Для сушки тепловых агрегатов небольшого объема могут быть использованы электрокалориферы.

11.7. Контроль режима сушки следует осуществлять с помощью термопар, устанавливаемых на расстоянии не более 5 см от поверхности нагрева:

в наиболее горячей зоне сооружения (свод, перевальная стенка и т. д.);

в местах возможного перегрева бетона (над горелками или против них);

в местах наименьшего прогрева бетона при сушке, если при переходе на нормальный режим в этих участках возможно резкое повышение температуры.

При большой протяженности тепловых агрегатов (тоннельные печи, борова и т. д.) термопары устанавливают не реже чем через 10 м. В холодное время года, если бетон находится в замороженном состоянии, дополнительно устанавливают термопары на наружной поверхности бетона.

11.8. В качестве контрольно-измерительной аппаратуры рекомендуется применять самопишущие электронные потенциометры и другие приборы.

11.9. Во время сушки и разогрева тепловых агрегатов следует организовать непрерывный контроль заданного температурного режима, за равномерностью распределения температур по всему объему сооружения, а также за состоянием температурных швов и элементов конструкции. Результаты указанных наблюдений заносят в «Журнал сушки и первого разогрева теплового агрегата». При этом регистрацию показаний приборов следует производить не реже чем через 1 ч.

11.10. Ориентировочные режимы сушки и первого разогрева тепловых агрегатов из жаростойкого бетона при его начальной температуре выше 0°С для жаростойких бетонов нормального твердения или после электропрогрева приведены в табл. 12 настоящего Руководства.

11.11. Сушку футеровки из жаростойкого бетона после тепловлажностной обработки, а также тепловых агрегатов с наружным металлическим кожухом и толщиной футеровки от 40 до 70 см и тепловых агрегатов с большим количеством элементов, расположенных внутри агрегата (колчеданные печи, печи с кипящим слоем и др.), рекомендуется выполнять по следующему режиму, ч, и с равномерной скоростью в каждом интервале температур:

Подъем температуры до 150°С	24
Выдержка при температуре 150°С	48
Подъем температуры до 250°С	24
Выдержка при температуре 250°С	24
Сброс и выдержка при температуре 70°С	24
Подъем температуры до 300°С	24
Выдержка при температуре 300°С	24
Подъем температуры до 500°С	24
Выдержка при температуре 500°С	12
Сброс температуры до 200°С	24

Подъем до рабочей температуры—со скоростью 20°С/ч.

11.12. Сушку футеровки из жаростойкого бетона на ортофосфорной кислоте следует осуществлять по режиму 1 (см. табл. 12 настоящего Руководства).

11.13. При сушке элементов футеровки из жаростойкого бетона на жидком стекле необходимо учитывать повышенную деформативность его при температуре 600°С. При разработке режима сушки необходимо не допускать равномерный прогрев элемента конструкции до 600°С. Если такой прогрев необходим в процессе сушки, то обеспечивают поддержку элементов специальными металлическими или кирпичными подпорками.

Для футеровок элементов с рабочей температурой 600°С необходимо для стабильности прогреть их до 800°С.

11.14. В случае сушки футеровки, имеющей температуру ниже 0°С, следует дать изотермическую выдержку при температуре 150°С в течение 4—6 ч в зависимости от толщины футеровки.

11.15. В тех случаях, когда в процессе ремонта в футеровку сооружения установлены новые непросушенные конструктивные элемен-

Таблица 12

Номер режима	Характеристика бетона	Толщина конструкции, см	Наибольшая скорость подъема температуры, °С/ч, в интервале температур				Наименьшая продолжительность изотермической выдержки, ч, при температуре, °С				
			от температуры окружающего воздуха до 200°С	от 200 до 400°С	от 400 до 600°С	от 600°С до рабочей температуры	200	300	400	500	600
1	На портландцементе	До 20	20	20	20	20	12	12	12	—	12
2	То же	Более 20 до 40	20	20	20	20	12	24	12	—	12
3	»	Более 40	20	10	10	20	12	24	24	—	24
4	На жидком стекле	До 20	20	20	10	20	—	12	12	12	—
5	То же	Более 20	20	20	10	20	—	12	24	24	—
6	На глиноземистом и высокоглиноземистом цементах	До 20	20	50	50	50	—	—	12	—	—
7	То же	Более 20	20	30	30	30	—	—	12	12	—
8	Легкий	—	20	10	20	20	24	12	24	—	12

ты, сушка и первый нагрев осуществляются по режимам, приведенным в табл. 12 настоящего Руководства, в зависимости от вида жаростойкого бетона.

11.16. В случае, если в процессе ремонта футеровки были установлены предварительно высушенные элементы, режим подъема температур в рабочем объеме агрегата следует применять в соответствии с режимом 1 (см. табл. 12 настоящего Руководства).

11.17. Сушку отдельных конструктивных элементов следует производить во временных камерных или других сушильных установках горячим воздухом или смесью воздуха с дымовыми газами, получаемыми от специального подтопка, или газами, отходящими от работающего теплотехнического сооружения.

11.18. В случае ремонта теплотехнического сооружения с нанесением слоя бетона толщиной до 100 мм перед пуском сооружения в эксплуатацию производят просушку нового бетона при температуре до 200°С в течение 1 сут. При толщине бетона более 100 мм сушку производят по специальному графику, назначаемому в соответствии с табл. 12 и п. 11.11 настоящего Руководства.

11.19. Для повышения долговечности конструкций тепловых агрегатов в период эксплуатации рекомендуется охлаждение производить с соблюдением следующего температурного режима:

при охлаждении футеровки с рабочей температурой до 600°С снижать температуру в рабочем объеме агрегатов (по показанию технологических термопар) необходимо со скоростью не более 50°С/ч; с 600 до 100°С — со скоростью, не превышающей 20°С, с постепенным отключением источников тепла.

11.20. Повторный разогрев агрегата после кратковременной (не более 1—2 сут) его остановки в летнее время года производится со скоростью, необходимой по технологическим условиям, но не превышающей 100°С/ч.

11.21. После длительной остановки агрегатов в летнее время года (или находящихся в помещениях) их нагрев следует осуществлять по режиму: подъем до 160°С — не менее 2 ч, выдержка при 160—200°С — 12 ч, дальнейший подъем до рабочей температуры со скоростью не более 50°С/ч.

11.22. При длительной остановке теплового агрегата в холодное время года его пуск следует осуществлять по режиму, ч:

Подогрев бетона при температуре не выше 100°С	12
Подъем от 100 до 160°С	2
Выдержка при 160°С	12
Подъем от 160 до 250°С	2
Выдержка при 250—300°С	10

Дальнейший подъем температуры до рабочей следует выполнять со скоростью не более 50°С/ч

11.23. Контроль режима при повторном нагреве осуществляют по технологическим термопарам.

11.24. После окончания сушки и первого разогрева необходимо составить акт приемки теплотехнического сооружения в эксплуатацию, в котором следует отразить фактический режим сушки, а также состояние всех конструкций и элементов из жаростойкого бетона.

11.25. В случае образования после сушки на футеровке теплотехнического сооружения усадочных трещин с раскрытием более 0,5 мм необходимо зачеканить их жаростойким раствором, соответствующим составу жаростойкого бетона.

12. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

12.1. Технический контроль качества работ при возведении конструкции из монолитного жаростойкого бетона или сборных изделий включает:

испытание исходных материалов (вяжущих, отвердителей, тонкомолотых добавок, заполнителей) в соответствии с нормативными документами, приведенными в разд. 3 Руководства;

контроль выполнения установленной технологии приготовления бетонной смеси (правильность хранения материалов, их дозирование, приготовление, укладка и уплотнение бетонной смеси) не реже 1 раза в смену;

соблюдение принятого режима твердения бетона;

проверку основных свойств не реже 1 раза в сутки — марочной, контрольной и остаточной прочности бетона на сжатие, средней плотности; проверку класса жаростойкого бетона по предельно допустимой температуре применения при переходе на новые материалы; контроль специальных свойств бетона (температурной усадки, теплопроводности, термической стойкости и др.) при подборе состава бетона;

контроль качества готовых изделий по ГОСТ 23521—79;

контроль качества монтажа сборных блоков и панелей;

контроль режимов сушки и первого разогрева.

12.2. Качество готовой футеровки определяют:

по внешнему виду внутренней поверхности футеровки, которая не должна иметь после сушки и первого разогрева усадочные трещины с шириной раскрытия более 0,5 мм;

по прочности футеровки, характеризуемой испытанием контрольных образцов, а также определением ее с помощью неразрушающих методов по ГОСТ 22690.2—77.

13. РЕМОНТ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

13.1. Перед проведением ремонта футеровки рекомендуется определить несущую способность конструкции. При необходимости выполняется расчет.

13.2. Ремонт футеровки тепловых агрегатов, выполненных из сборных конструктивных элементов, производят путем замены повреж-

денных элементов новыми; при небольших разрушениях возможна заделка поврежденных участков монолитным бетоном. Элементы, предназначенные для ремонта, должны быть предварительно высушены в соответствии с рекомендациями разд. 11 настоящего Руководства.

13.3. Ремонт теплотехнических сооружений с футеровкой из монолитного бетона состоит из следующих технологических операций:

подготовки ремонтируемой поверхности для обеспечения наилучшего сцепления со свежеуложенным бетоном;

установки опалубки для восстановления разрушенной части элемента конструкции;

приготовления и укладки бетонной смеси в ремонтируемый участок;

ухода за свежеуложенным бетоном в процессе его твердения;

сушки и разогрева отремонтированного теплотехнического сооружения.

13.4. Перед восстановлением футеровки рекомендуется ремонтируемую поверхность бетона тщательно очистить от цементной корки, а также от слабосвязанных частиц и обдуть сжатым воздухом для удаления пыли.

13.5. При ремонте армированной футеровки обнаженные участки арматуры следует очистить от окалины. Прогоревшую арматуру удаляют и заменяют новой, сваривая ее с существующей арматурой внахлестку или встык с накладками.

13.6. Перед нанесением свежего слоя бетона на портландцементе, глиноземистом или высокоглиноземистом цементах расчищенную поверхность увлажняют и покрывают слоем пластичного раствора толщиной 1—2 мм, приготовленного из материалов, соответствующих составу бетона. Перед нанесением свежего слоя бетона на жидком стекле расчищенный участок предварительно смазывают жидким стеклом плотностью 1,36—1,38 г/см^3. Свежий бетон рекомендуется укладывать не позднее чем через 10 мин после нанесения раствора или жидкого стекла.

13.7. При установке опалубки особое внимание должно быть обращено на ее плотность и жесткость во избежание вытекания цементного раствора при бетонировании.

Рекомендуется устанавливать опалубку с таким расчетом, чтобы укладка бетонной смеси могла производиться сверху щитов опалубки.

13.8. Уплотнение бетонной смеси следует производить при помощи вибратора. При этом вибратор не должен касаться старого бетона.

13.9. Для ремонта монолитной футеровки рекомендуется в основном применять жаростойкий бетон состава, аналогичного составу, из которого сооружен ремонтируемый участок футеровки. При соответствии классов бетона допускается для ремонта футеровок на цементных вяжущих применять бетон на жидком стекле. При этом, если футеровка выполнена из жаростойкого бетона на портландце-

менте, то ремонтировать ее жаростойким бетоном на жидком стекле можно только после нагрева или эксплуатации до температуры 600°С и выше.

13.10. Для проведения горячих ремонтов допускается применение бетонов на жидком стекле, если температура поверхности, на которую укладывают свежий бетон, не превышает 100°С.

13.11. Возникшие в процессе эксплуатации футеровки трещины заполняют раствором в соответствии с рекомендациями разд. 8 настоящего Руководства.

14. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

14.1. При выполнении строительных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно главе СНиП III-4-80.

14.2. Перед началом работ необходимо проверить исправность и надежность работы основных узлов используемых машин и механизмов.

14.3. Все работающие перед началом производства работ должны быть ознакомлены с безопасными приемами производства работ, пройти соответствующий инструктаж и сдать техминимум.

14.4. Лица, производящие рассев сухих материалов, приготовление бетонной смеси, должны работать в защитных очках, респираторах и плотных комбинезонах.

14.5. Место расположения сит, грохотов и бетономешалок должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией с устройством местных отсосов пыли в наиболее запыленных участках.

14.6. Приготовление растворов с противоморозными добавками, ортофосфорной кислоты и жидкого стекла производится в помещениях, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией.

Лица, занятые приготовлением растворов, должны работать в резиновых перчатках и защитных очках.

14.7. Работы с противоморозными добавками следует производить в соответствии с рекомендациями «Руководства по приготовлению бетонов с противоморозными добавками» (М., Стройиздат, 1978).

14.8. При приготовлении бетонной смеси все выступающие вращающиеся части бетономешалок, шнеков и других механизмов должны быть оборудованы специальными ограждениями.

14.9. Сварку арматуры и закладных деталей разрешается выполнять только дипломированным сварщикам.

14.10. При изготовлении изделий из жаростойкого бетона не рекомендуется находиться на вибростоле или вибростенде во время их работы.

14.11. Стропы не разрешается снимать с монтируемых элементов до их окончательной установки и закрепления на месте в проектное положение.

14.12. При производстве работ необходимо соблюдать меры, предупреждающие возникновение пожара.

РАСЧЕТ СОСТАВА ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА

Для расчета определяют: активность цемента; количество частиц менее 0,14 мм в мелком заполнителе; кажущуюся плотность заполнителя (плотность в куске); оптимальную насыпную плотность смеси мелкого и крупного заполнителей (без зерен мельче 0,14 мм); плотность материала.

Усредненные характеристики заполнителей, которые можно использовать только для расчета ориентировочного расхода материалов, приведены в табл. 13 настоящего Руководства. Для получения более точных данных необходимо определять опытным путем насыпную плотность и водопоглощение.

Таблица 13

Заполнитель	Насыпная плотность, г/см³	Кажущаяся плотность (плотность в куске), г/см³	Плотность, г/см³	Водопоглощение, %	Коэффициент качества заполнителя, n
Из боя обыкновенного глиняного кирпича	1,2	1,7	2,55	15—20	0,35
Керамзитовый и аглопоритовый	0,3—0,8	0,6—1,7	2,55	—	0,3—0,4
Шамотный	1,4	2—2,25	2,65	5—15	0,4
Муллитовый	1,8	2,3—2,6	2,9—3,1	2—5	0,6
Муллитокорундовый	2,2	2,45—3	3,1—3,6	2—5	0,6
Корундовый	2,7	2,8—3,1	3,6—4	0,8—5	0,6
Кордиеритовый	1,3	1,85	2,6	7	0,4
Магнезитовый	2	2,7	3,4—3,5	4—9	—
Периклазошпинелидный	2,8	3,3	3,7	4—9	—
Из доменных литых, отвальных и гранулированных шлаков	0,6—2,2	1,8—2,7	2,75	2—12	0,5
Шлаковая пемза	1,2	1,7	—	—	—
Из шлаков титаноглиноземистых (ферротитана)	1,7	2,3	2,9	0,1—1	0,6
Базальтовые	1,8	3	3,1	0—1	0,6
Диабазовые	1,8	3	3,1	0—1	0,6
Андезитовые	1,7	2,9	3	0—1	0,6
Диоритовые	1,7	2,9	3	0—1	0,6
Бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем	1,4	2	2,65	10—15	0,4

Примечание. Коэффициент n является эмпирическим, и учитывает влияние вида и прочности заполнителя на прочность бетона.

Расход смеси мелкого и крупного заполнителей $P_з$,кг на 1 м³ бетонной смеси определяется по формуле

$$P_з = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{з.к}} + \frac{\alpha K_{из}}{\rho_з}}, \quad (1)$$

где $K_{из}$ — коэффициент избытка вяжущего теста; $\rho_{з.к}$ — кажущаяся плотность заполнителей, г/см³; $\rho_з$ — насыпная плотность заполнителей, г/см³; α — пустотность заполнителя (α=0,24—0,3);

$$\alpha = 1 - \frac{\rho_з}{\rho_{з.к}}. \quad (2)$$

Коэффициент избытка вяжущего теста $K_{из}$ является одной из важнейших величин, обеспечивающих заданную удобоукладываемость бетонной смеси и влияющих на прочностные характеристики жаростойких бетонов.

Для жаростойких бетонов на жидком стекле коэффициент избытка определен экспериментальным путем и составляет 1,5.

Для жаростойких бетонов на цементных вяжущих для определения коэффициента избытка устанавливают водовяжущее отношение $B/B_в$, необходимое для обеспечения заданной прочности бетона, по формуле

$$B/B_в = \frac{n A_в}{R + 1,3 n A_в}, \quad (3)$$

где n — коэффициент качества заполнителя (см. табл. 13 настоящего Руководства); R — проектная прочность на сжатие, МПа; $A_в$ — активность вяжущего (0,5—0,75 $A_ц$)

$$A_в = \frac{A_ц}{1 + \partial}, \quad (4)$$

где $A_ц$ — активность цемента, МПа; ∂ — количество тонкомолотой добавки в частях массы цемента.

Коэффициент избытка вяжущего теста определяют по формуле

$$\lg K_{из} = 0,64 - \lg 3y\ B/B_в, \quad (5)$$

где y — удобоукладываемость бетонной смеси, с.

Расход смеси мелкого и крупного заполнителей (сумма объемов) на 1 м³ бетонной смеси находится в пределах 0,9—1,4 м³. Для тяжелых и облегченных бетонов расход заполнителя составляет 0,9—1,1 м³, для легких — 1—1,4 м³.

Расход мелкого $P_{з.м}$ и крупного $P_{з.к}$ заполнителей для бетона на цементных вяжущих определяют по формуле

$$P_{з.м} = P_{з.к} = P_з / 2, \quad (6)$$

где P — см. формулу (1).

Расход мелкого и крупного заполнителя для бетона на жидком стекле определяют по формулам:

$$P_{з.к} = P_з / 1{,}65; \quad 7$$

$$P_{з.м} = P_з - P_{з.к}. \quad (8)$$

Расход глиноземистого и высокоглиноземистого цементов и шлакопортландцемента вычисляют по формуле

$$P_ц = \frac{1000 - \frac{P_з}{\rho_{з.к}}}{0{,}33 + B/B_в}, \quad (9)$$

где $P_з$, $\rho_{з.к}$ — см. формулу (1).

Количество глиноземистого и высокоглиноземистого цементов и шлакопортландцемента на 1 м³ тяжелых и облегченных бетонов составляет 400—600 кг, легких — 200—350 кг.

Расход портландцемента $P_ц$, кг, и тонкомолотой добавки $P_д$, кг, для бетонов на портландцементе вычисляют по формулам:

$$P_ц = \frac{1000 - \frac{P_з}{\rho_{з.к}}}{0{,}33 + \frac{\partial}{\rho_д} + (1 + \partial)B\frac{B}{B_в}}; \quad (10)$$

$$P_д = P_ц \partial, \quad (11)$$

где $P_з$, $\rho_{з.к}$ — см. формулу (1); д — см. формулу (4); $\rho_д$ — плотность тонкомолотой добавки, г/см³.

Количество портландцемента на 1 м³ тяжелых и облегченных бетонов составляет 300—500 кг, легких — 200—350 кг.

Количество тонкомолотой добавки всех видов (кроме силикат-глыбы) в жаростойком бетоне на портландцементе составляет 0,3 мас. ч., а силикат-глыбы — 0,1 мас. ч. цемента.

Расходы воды $P_в$, кг(л), на 1 м³ бетонной смеси на цементных вяжущих определяют по формуле

$$P_в = P_з \frac{W}{100} + (P_ц + P_д)\frac{B}{B_в}, \quad (12)$$

где $P_з$ — см. формулу (1); W — водопоглощение заполнителя, %; $P_ц$ — см. формулу (9); $P_д$ — см. формулу (11).

Расход жидкого стекла вычисляют по формуле

$$P_{с.ж} = \frac{P_з \ \alpha \ \rho_{с.ж}(K_{из} - 0{,}3)}{\rho_з}, \quad (13)$$

где $P_з$, α, $K_{из}$, $\rho_з$ — см. формулу (1); $\rho_{с.ж}$ — плотность жидкого стекла, г/см³.

Расход тонкомолотой добавки определяют по формуле

$$P_д = 0{,}6\ V_{с.ж}\ \rho_д\ , \qquad (14)$$

где $V_{с.ж}$ — объем жидкого стекла, который вычисляется по формуле

$$V_{с.ж} = P_{с.ж}/\rho_{с.ж}\ , \qquad (15)$$

$\rho_д$ — плотность материала, из которого изготовлена тонкомолотая добавка, г/см³.

Расход отвердителя P_0 зависит от расхода жидкого стекла по массе и составляет:

для кремнефтористого натрия — 0,1—0,12 мас. ч. для бетонов со всеми тонкомолотыми добавками (кроме магнезита) и бетона с тонкомолотым магнезитом — 0,08—0,1 мас. ч.;

для нефелинового шлама и саморассыпающегося шлака со всеми (кроме магнезита) тонкомолотыми добавками — 0,3 мас. ч., с тонкомолотой добавкой из магнезита — 0,12 мас. ч.

Ориентировочно количество жидкого стекла на 1 м³ бетона составляет 250—400 кг.

Примеры расчета состава жаростойкого бетона

Пример 1. Рассчитать состав жаростойкого бетона на портландцементе с шамотным заполнителем с проектной прочностью на сжатие 25 МПа.

Характеристика материалов: портландцемент с активностью 40 МПа; добавка шамотная тонкомолотая; заполнитель шамотный с количеством частиц менее 0,14 мм в мелком заполнителе — 10%.

По формуле (3) находим водовяжущее отношение

$$B/B_в = \frac{0{,}4 \cdot 40 \cdot 0{,}75}{25 + 1{,}3 \cdot 0{,}4 \cdot 40 \cdot 0{,}75} = \frac{12}{40{,}6} = 0{,}3.$$

Значения n приняты по табл. 13 настоящего Руководства. Коэффициент избытка, определенный по формуле (5), составляет 1,2. Пустотность заполнителя устанавливаем по формуле (2):

$$\alpha = 1 - 1{,}4/2 = 0{,}3.$$

По формуле (1) определяем расход заполнителя

$$P_з = \frac{1000}{\frac{1}{2} + \frac{0{,}3 \cdot 1{,}2}{1{,}4}} = 1320 \text{ кг}$$

(в том числе 660 кг мелкого заполнителя и 660 кг крупного).

Расход цемента определяем по формуле (10):

$$P_ц = \frac{1000 - 1320/2}{0{,}33 + 0{,}3/2{,}65 + 1{,}3 \cdot 0{,}3} = 410 \text{ кг}.$$

Расход добавки определяем по формуле (11):

$$P_д = 410 \cdot 0{,}3 = 123 \text{ кг}.$$

Количество воды вычисляем по формуле (12):

$$P_в = 1320 \cdot 0{,}095 + (410 + 123)\,0{,}3 = 286 \text{ л}.$$

Таким образом, расход материалов на 1 м³ жаростойкого бетона составит, кг:

Портландцемент	410
Тонкомолотая шамотная добавка	123
Мелкий шамотный заполнитель	660
Крупный шамотный заполнитель	660
Вода (л)	286

Пример 2. Рассчитать состав жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе с проектной прочностью 35 МПа.

Характеристика материалов: высокоглиноземистый цемент с активностью 50 МПа; заполнитель с содержанием Al_2O_3 не менее 80%.

По формуле (3) находим водовяжущее отношение

$$B/B_в = \frac{0{,}6 \cdot 50}{35 + 1{,}3 \cdot 0{,}6 \cdot 50} = 0{,}41.$$

Коэффициент качества заполнителя n принимаем по табл. 13 настоящего Руководства. Коэффициент избытка $K_{из}$, определенный по формуле (5), составил 1,4. Пустотность устанавливаем по формуле (2):

$$\alpha = 1 - 1{,}85/2{,}62 = 0{,}29.$$

Водопоглощение муллитового заполнителя составило 1,8%.

По формуле (1) определяем расход смеси мелкого и крупного заполнителей

$$P_з = \frac{1000}{\frac{1}{2{,}62} + \frac{0{,}29 \cdot 1{,}4}{1{,}85}} = 1680 \text{ кг}.$$

Количество мелкого и крупного заполнителей определяем по формуле (6):

$$P_{з.м} = P_{з.к} = 1680/2 = 840 \text{ кг}.$$

Расход цемента по формуле (9) составит:

$$P_ц = \frac{1000 - 1680/2{,}62}{0{,}33 + 0{,}41} = 480 \text{ кг}.$$

Расход воды вычисляем по формуле (12):

$$P_в = 1680 \cdot 1{,}8/100 + 480 \cdot 0{,}41 = 230 \text{ л}.$$

Расход материалов на 1 м³ жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе с муллитовым заполнителем составит, кг:

Высокоглиноземистый цемент	480
Муллитовый мелкий заполнитель	840
Муллитовый крупный заполнитель	840
Вода (*л*)	230

Пример 3. Рассчитать состав жаростойкого бетона на жидком стекле с кремнефтористым натрием и шамотными заполнителями.

Характеристика материалов: жидкое стекло плотностью 1,37 г/см³; шамотный заполнитель с водопоглощением 9%; добавка шамотная тонкомолотая.

По формуле (1) определяем расход мелкого и крупного заполнителей

$$P_з = \frac{1000}{\frac{1}{2} + \frac{0{,}3 \cdot 1{,}4}{1{,}4}} = 1250 \text{ кг}.$$

Количество крупного заполнителя вычисляем по формуле (7):

$$P_{з.к} = 1250/1{,}65 = 750 \text{ кг}.$$

Количество мелкого заполнителя определяем по формуле (8):

$$P_{з.м} = 1250 - 750 = 500 \text{ кг}.$$

Расход жидкого стекла определяем по формуле (13):

$$P_{с.ж} = \frac{1250 \cdot 0{,}3 \cdot 1{,}37(1{,}4 - 0{,}3)}{1{,}4} = 400 \text{ кг}.$$

По формуле (15) определяем объем жидкого стекла

$$V_{с.ж} = 400/1{,}37 = 294 \text{ л}.$$

Расход тонкомолотой добавки определяем по формуле (14):

$$P_д = 0{,}6 \cdot 294 \cdot 2{,}65 = 465 \text{ кг}.$$

Расход отвердителя составит:

$$P_0 = 400 \cdot 0{,}12 = 48 \text{ кг}.$$

Расход материалов на 1 м³ жаростойкого бетона на жидком стекле с шамотным заполнителем составит, кг:

Жидкое стекло	400
Кремнефтористый натрий	48
Тонкомолотая шамотная добавка	465
Шамотный мелкий заполнитель	500
„ крупный „	750

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА БЕТОНА СО СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТЬЮ 300—500 кг/м³

Проверка соответствия заданного состава жаростойкого бетона установленному классу производится по увеличению средней плотности жаростойкого бетона после нагрева до предельно допустимой температуры применения, указанной в табл. 2.

Из жаростойкого бетона изготовляют шесть кубов размером 7×7×7 см, высушивают при температуре 105±5°С, а затем три куба нагревают до предельно допустимой температуры применения.

Определяют среднюю плотность образцов после сушки и нагревания. Если увеличение средней плотности бетона после нагревания его до предельно допустимой температуры применения не превышает 10%, то бетон соответствует заданному классу, а если увеличение средней плотности больше, то жаростойкий бетон не соответствует установленному «Инструкцией по технологии приготовления жаростойких бетонов» (СН 156-79) классу и он бракуется.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ УСАДКИ ИЛИ РАСШИРЕНИЯ

Из заданного состава бетона изготовляют три образца-куба с ребром 7 см. Образцы выдерживают в условиях, предусмотренных п. 2.4 настоящего Руководства. По окончании срока выдерживания образцы распалубливают и делают замеры микрометром, снабженным фиксирующим устройством, позволяющим устанавливать образцы в строго центральном положении по отношению к микрометру.

Замеры выполняют в трех взаимно перпендикулярных направлениях и вычисляют среднее арифметическое значение замеров. После этого образцы высушивают при температуре 100—110°С до постоянной массы, затем нагревают до максимальной температуры применения данного вида бетона и выдерживают при этой температуре 4 ч. После охлаждения образцов их внимательно осматривают и при отсутствии трещин и признаков оплавления вновь замеряют по вышеуказанной методике.

Величину температурной усадки каждого образца в процентах вычисляют по формуле

$$\varepsilon_y = \frac{l_1 - l_2}{l_1} 100,$$

где l_1 — среднее значение размера образца после твердения, мм; l_2 — среднее значение размера образца после нагревания до предельно допустимой температуры применения, мм.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ

Из заданного состава бетона изготавливают три образца-куба с ребром 7 см. Образцы выдерживают в условиях, предусмотренных п. 2.4 настоящего Руководства.

По окончании срока хранения кубы высушивают при температуре 100—110°С до постоянной массы, а затем тщательно осматривают и взвешивают. Образцы, на которых обнаруживают трещины, бракуют.

Для бетонов со средней плотностью более 1300 кг/м³ термическую стойкость определяют в водных теплосменах $T_{вд}$ по следующей методике.

Кубы помещают в разогретую до 800°С муфельную печь и выдерживают при этой температуре 40 мин. Колебания температуры допускаются в пределах ±10°С. Отсчет времени ведут с того момента, когда в печи установится необходимая температура. По истечении 40 мин кубы вынимают из печи и погружают в бак с водой комнатной температуры. В процессе испытания температура воды не должна повышаться больше чем на 30°С.

Охлаждение кубов продолжается 5 мин, затем их вынимают из воды и выдерживают на воздухе 10 мин. После каждой теплосмены остывшие кубы осматривают и затем отмечают появление трещин, характер разрушения (выкрошивание или отколы материала) и, если имеется значительное разрушение, определяют потерю в массе. При этом отколовшимися считаются не только те куски, которые отпали при охлаждении в воде, но и те, которые отделяются при легком надавливании пальцами на образец. Затем кубы вновь помещают в печь, выдерживают при температуре 800°С в течение 40 мин. и охлаждают в указанном выше порядке.

Для бетонов со средней плотностью 1300 кг/м³ и менее термическую стойкость определяют в воздушных теплосменах $T_{вз}$ по следующей методике.

После высушивания кубы помещают в предварительно разогретую до 800°С муфельную печь и выдерживают при этой температуре 60 мин. Колебания температуры в печи допускаются в пределах ±15°С. Затем кубы извлекают и подвергают охлаждению струей воздуха из вентилятора. Через каждые 5 мин кубы поворачивают на 90° к потоку воздуха. Охлаждение кубов осуществляется до температуры 40°С.

Каждый нагрев и охлаждение в воде или на воздухе являются теплосменой. После каждой теплосмены остывшие кубы осматривают, отмечают появление трещин, характер разрушения (выкрошивание или отколы материала) и определяют потерю в массе. Количество теплосмен, вызвавших разрушение кубов или потерю бетоном 20% первоначальной массы, принимается за термическую стойкость в водных или воздушных теплосменах.

Термостойкость жаростойкого бетона определяется как среднее арифметическое из результатов, полученных по испытаниям трех кубов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ЖИДКОГО СТЕКЛА УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ

Среднюю пробу для производства анализа отбирают из верхнего отстоявшегося слоя жидкого стекла без перемешивания, предварительно сняв поверхностную пленку, затем приступают к определению содержания в нем окиси натрия. Для этого жидкое стекло разводят водой до плотности 1,38 г/см³. Затем навеску жидкого стекла массой около 1 г смывают горячей дистиллированной водой в химический стакан объемом 250—300 мл, тщательно перемешивают, накрывают часовым стеклом и кипятят в течение 10 мин.

После охлаждения в раствор добавляют 3—4 капли 0,2%-ного раствора метилоранжа и титруют 0,1 н. раствором HCl до перехода окраски жидкости из желтой в бледно-розовую.

Модуль жидкого стекла определяют по формуле

$$M_{с.ж} = 162\frac{f}{l} - 2{,}5,$$

где f — объем 0,1 н. раствора HCl, затрачиваемого при титровании, мл; l — навеска жидкого стекла, г; 162 и 2,5 — эмпирические коэффициенты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ПОЛУЧЕНИЕ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ НЕОБХОДИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Денсиметром определяют плотность исходной кислоты. Количество воды, необходимой для разведения 1 л ортофосфорной кислоты, вычисляют по формуле

$$B = \frac{(K_и - K_т)\,П_и}{K_т},$$

где B — количество воды, л; $K_и$, $K_т$ — соответственно концентрация исходной и требуемой кислоты, %; $П_и$ — плотность исходной кислоты, г/см³.

Зависимость между плотностью и концентрацией ортофосфорной кислоты приведена в табл. 14 настоящего Руководства.

Требуемое количество воды вливают в кислоту и тщательно перемешивают. Денсиметром производят контрольный замер плотности ортофосфорной кислоты.

Таблица 14

Концентрация ортофосфорной кислоты, %	10	20	30	50	60	70	80	90	100
Плотность ортофосфорной кислоты, г/см³	1,05	1,11	1,18	1,32	1,42	1,53	1,63	1,74	1,87

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ОТВЕРДИТЕЛЯ

Для проверки качества отвердителя (кроме кремнефтористого натрия) от каждой партии из нескольких мест, но не менее чем из трех, отбирают пробу около 5 кг и методом квартования уменьшают ее до 0,5—1 кг. Далее материал высушивают до постоянной массы при температуре 100—110°С и определяют тонину помола и химический состав. Для контроля тонины помола берут навеску материала массой 100 г и просеивают ее сквозь сито № 008. Химический состав всех отвердителей (кроме кремнефтористого натрия) определяют по ГОСТ 2642.0—81.

Для проверки качества отвердителя — кремнефтористого натрия отбирают среднюю пробу, высушивают ее до постоянной массы при температуре 100—110°С и измельчают в ступке.

Навеску материала массой около 1 г растворяют в 100 мл горячей воды, свободной от углекислоты, и титруют 0,5 н. раствором NaOH с содержанием двух-трех капель фенолфталеина до появления слабо-розового окрашивания. После этого раствор нагревают до кипения и снова титруют до тех пор, пока окраска не перестанет обесцвечиваться. Слегка розовое окрашивание при кипячении указывает на конец титрования. Процентное содержание кремнефтористого натрия в техническом продукте вычисляют по приближенной формуле

$$m = \frac{0{,}0235\ V}{K} 100,$$

где 0,0235 — количество Na_2SiF_6, соответствующее 1 мл 0,5 н раствора NaOH;

V — объем 0,5 н раствора NaOH, затраченного на титрование, мл;

K — навеска технического кремнефтористого натрия, г.

Для определения активности отвердителей смешивают 200 г тонкомолотого шамота и 100 г отвердителя (нефелинового шлама, саморассыпающегося шлака) или 30 г отвердителя (кремнефтористого натрия), затворяют жидким стеклом до получения теста нормальной густоты, из полученной смеси изготовляют лепешку, которую сразу

же заворачивают в полиэтиленовую пленку. После выдерживания лепешки в пленке при температуре не ниже 20°С в течение 24 ч ее вынимают и разламывают.

Качественный отвердитель обеспечивает хорошее твердение и прочность лепешки по всему сечению.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ТОНКОМОЛОТЫХ ДОБАВОК

Для контрольной проверки качества тонкомолотых добавок от каждой партии из нескольких мест, но не менее чем из трех, отбирают пробу массой 8 кг и методом квартования уменьшают ее до 1 кг. Материал высушивают до постоянной массы при температуре 100—110°С.

Для контроля зернового состава берут навеску массой 100 г и просеивают ее сквозь сито № 008. Просеивание считается законченным, если в течение 1 мин через сито проходит не более 0,1 г материала.

Для определения чистоты тонкомолотых шамота, топливного шлака, золы-уноса и глиняного кирпича приготовляют бетонную смесь, состоящую из портландцемента, проверяемой тонкомолотой добавки и шамотного заполнителя.

Из бетонной смеси изготовляют шесть кубов размером 10×10×10 см. Три образца подвергают испытанию после высушивания при температуре 100—110°С, а остальные — после нагревания до 800°С и последующей выдержки над водой в течение 7 сут. Образцы не должны иметь трещин, дутиков.

Остаточная прочность должна отвечать данным, приведенным в табл. 1 или 2 настоящего Руководства.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Чистоту заполнителя, кроме магнезитосодержащего, определяют в жаростойком бетоне на портландцементе (возможна проверка на рабочем составе).

Для этой цели изготовляют шесть образцов-кубов с ребром 10 см из бетонной смеси на испытуемом заполнителе. В состав бетонной смеси на портландцементе должна быть обязательно включена проверенная тонкомолотая шамотная добавка в количестве 30% массы цемента. Образцы после изготовления выдерживают во влажных условиях в течение 7 сут или пропаривают. При использовании рабочего состава время и условия выдержки должны соответствовать требованиям настоящего Руководства.

Три образца подвергают испытанию после высушивания до постоянной массы при температуре 100—110°С, а остальные — после нагревания до 800°С и последующей выдержки над водой в течение 7 сут. Образцы не должны иметь трещин, дутиков. Остаточная прочность должна отвечать данным, приведенным в табл. 1 или 2 настоящего Руководства.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ИСПЫТАНИЕ КЕРАМЗИТА ПРОКАЛИВАНИЕМ С ПОСЛЕДУЮЩИМ КИПЯЧЕНИЕМ

КЕРАМЗИТОВЫЙ ГРАВИЙ НЕДРОБЛЕНЫЙ

Для определения пригодности керамзитового гравия для применения в жаростойком бетоне в качестве заполнителя отбирают среднюю пробу (не менее чем из трех мест) массой не менее 7 кг. Затем методом квартования уменьшают ее примерно до 0,5 кг, рассыпают тонким слоем на металлический лист и подвергают осмотру, удаляя расколотые зерна керамзита. После этого пробу высушивают при температуре 105—110°С до постоянной массы, взвешивают и прокаливают в течение 3 ч при температуре 800°С.

Прокаленную пробу керамзита после остывания помещают в сосуд, заливают водой и подвергают кипячению в течение 4 ч. После остывания воду сливают, а керамзит снова рассыпают на металлический лист тонким слоем и выбирают разрушенные зерна.

Партия керамзита считается непригодной для применения в качестве заполнителя в жаростойком бетоне, если разрушенные зерна в высушенном до постоянной массы состоянии составят более 5% первоначальной навески.

ЗАПОЛНИТЕЛИ ИЗ ДРОБЛЕНОГО КЕРАМЗИТА

Для определения пригодности дробленого керамзита отбирают среднюю пробу массой не менее 7 кг для керамзита фракций 2,5—5; 5—10; 10—20 мм.

Методом квартования пробу уменьшают до 1 кг, высушивают при температуре 105—110°С, а затем прокаливают и кипятят в течение 4 ч. После кипячения охлажденные и высушенные пробы просеивают через сито с отверстиями размером, соответствующим минимальному размеру зерна заполнителя данной фракции (2,5; 5, 10 мм).

Если проход зерен через указанные сита хотя бы одной из трех [illegible] вит больше 5%, керамзитовый заполнитель считается непригодным для применения в жаростойких бетонах.

gost.e-ecolog.ru