ЗАМЕНЕН с 01.01.86г
ОСНОВАНИЕ (чем)
СНиП 3.09.01-85 Постановление
(наименование источника, его №, номер стр., дата)

Государственный комитет СССР
по делам строительства
(Госстрой СССР)

раб-
рез-

Инструкция

СН 156-79 по технологии приготовления жаростойких бетонов

ИЗМЕНЕН (дополнен) _____ (чем)
в части _____ (раздел, пункт)
ОСНОВАНИЕ 1) Поправки на стр. 37 (бет №2, 1980г.) стр. 18)
(наименов. источн. №, дата, № стр.)

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖАРОСТОЙКИХ БЕТОНОВ

СН 156-79

Утверждена
постановлением Государственного комитета СССР
по делам строительства
от 6 марта 1979 г. № 26

Москва Стройиздат 1979

666.974.2(083.96)

Инструкция разработана Научно-исследовательским институтом бетона и железобетона Госстроя СССР.

При составлении Инструкции использованы материалы ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР, ВНИПИтеплопроекта Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР, НИИцемента Министерства промышленности строительных материалов СССР, ОРГРЕС Министерства энергетики и электрификации СССР, Куйбышевского ИСИ Министерства высшего и среднего специального образования СССР, НИИстройкерамики Министерства промышленности строительных материалов СССР, УралНИИстромпроекта Министерства промышленности строительных материалов РСФСР, Днепропетровского ИСИ Министерства высшего и среднего специального образования СССР, ВНИИ теплоизоляции Министерства промышленности строительных материалов СССР, АзНИИСМ им. Дадашева Министерства промышленности строительных материалов АзССР, Харьковского Промстройниипроекта Госстроя СССР, Дальневосточного Промстройниипроекта Министерства строительства СССР, Минского НИИСМа Министерства промышленности строительных материалов БССР, Донецкого Промстройниипроекта Госстроя СССР, Гипроцемента Ленстройматериалов СССР, Кузниишахтстрой Министерства угольной промышленности СССР, НИИкерамзита Министерства промышленности строительных материалов СССР, трестов Союзтеплострой и Тепломонтаж Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

С введением в действие настоящей Инструкции утрачивает силу Инструкция по технологии приготовления и применению жаростойких бетонов (СН 156-67).

Редакторы — *С. М. Гунько* (Госстрой СССР), *К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова* (НИИЖБ Госстроя СССР).

И $\frac{30213\text{-}548}{047(01)\text{-}79}$ Инструкт-нормат., II вып. — 5—79. 3203000000

© Стройиздат, 1979

Государственный комитет СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 156-79
	Инструкция по технологии приготовления жаростойких бетонов	Взамен СН 156-67

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая Инструкция содержит требования по приготовлению особо тяжелых, тяжелых, облегченных, легких и особо легких жаростойких бетонов по ГОСТ 20910—75 плотной структуры, укладываемых методом вибрирования

Инструкция не распространяется на приготовление жаростойких бетонов на бариевом и периклазовом цементах и силикат-глыбе.

1.2. В Инструкции установлены требования к исходным материалам для приготовления бетона; подбору состава бетона; технологии приготовления, укладке и уплотнению бетонных смесей; режимам твердения бетона.

1.3. Приготовление жаростойкого бетона следует осуществлять по утвержденным в установленном порядке технологическим картам, составленным на основании настоящей Инструкции применительно к условиям конкретного производства.

1.4. При приготовлении жаростойкого бетона следует соблюдать правила техники безопасности согласно требованиям главы СНиП по технике безопасности в строительстве.

2. СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКИХ БЕТОНОВ

2.1. Основные свойства (класс бетона по предельно допустимой температуре применения, проектная марка по прочности на сжатие, остаточная прочность на сжатие после нагрева, объемный вес, температурная усадка, коэффициент теплопроводности, термическая стойкость) жаростойких бетонов в зависимости от применяемых материалов приведены в табл. 1 (на портландцементе, быстротвердеющем портландцементе и шлакопортландцементе); табл. 2 (на высокоглиноземистом и глиноземистом цементах); табл. 3 (на жидком стекле); табл. 4 (на ортофосфорной кислоте).

Внесена НИИЖБом Госстроя СССР	Утверждена постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 6 марта 1979 г. № 26	Срок введения в действие 1 июля 1979 г.

Таблица 1

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Виды исходных материалов: цементы	Виды исходных материалов: тонкомолотые добавки	Виды исходных материалов: заполнители	Максимальная проектная марка бетона по прочности на сжатие	Остаточная прочность бетона на сжатие после нагрева до 800°С, %, не менее	Объемный вес бетона, кгс/м³: естественной влажности	Объемный вес бетона, кгс/м³: высушенного до постоянного веса	Температурная усадка (—) или рост (+) бетона после нагрева до предельно допустимой температуры прчмечения, %, не более	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 600°С, Вт/(м·К)	Термическая стойкость, количество теплосмен 800—20°С (вода)
12	Портландцемент, быстротвердеющий портландцемент	Шамотные	Шамотные кусковые или из боя изделий	М 450	30	2000	1800	—0,6	0,7	12
11	То же	Бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотными заполнителями, из ферромолибденового шлака	То же	М 400	30	2000	1800	—0,5	0,8	11
11	»	Шамотные, бетонные	Бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотными заполнителями	М 350	30	2000	1800	—0,5	0,8	12
11	»	Шамотные, кордиеритовые	Кордиеритовые	М 450	30	2000	1800	—0,6	0,7	100

11	»	Шамотные, бетонные, из ферромолибденового шлака	Из шлаков производства углеродистого феррохрома	М 400	50	2800	2600	—0,4	1,1	19
10	»	Из золы-уноса, аглопоритовые, керамзитовые, из боя обыкновенного глиняного кирпича, шамотные, из вулканического пепла	Вспученный вермикулит	М 15	40	750	600	—0,6	0,3	—
10	»	То же	Из смеси керамзитового и вспученного вермикулита	М 35	40	1000	800	—0,6	0,4	—
10	»	»	Керамзитовые	М 50—200	40	950—1650	800—1500	—0,6	0,4—0,8	—
10	»	»	Аглопоритовые	М 200	40	1600	1400	—0,6	0,6	—
9	Портландцемент, быстротвердеющий портландцемент, шлакопортландцемент	Из золы-уноса, боя обыкновенного глиняного кирпича	Из боя обыкновенного глиняного кирпича	М 200	30	1900	1700	—0,4	0,6	10
8	То же	Из литого шлака, золы-уноса, боя обыкновенного глиняного кирпича	Из шлаков металлургических пористых (шлаковая пемза)	М 200	30	1900	1700	—0,4	0,6	5

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Виды исходных материалов		
	цементы	тонкомолотые добавки	заполнители
8	Портландцемент, быстротвердеющий портландцемент, шлакопортландцемент	Из отвального и гранулированного доменного шлака, боя обыкновенного глиняного кирпича, золы-уноса	Из шлаков топливных (котельных), туфовые
8	То же	То же	Из шлаков ферромарганца
7	»	Шамотная, из боя обыкновенного глиняного кирпича, из золы-уноса, из отвального, гранулированного доменно-	Кристаллические сланцы

Продолжение табл. 1

Максимальная проектная марка бетона по прочности на сжатие	Остаточная прочность бетона на сжатие после нагрева до 800°С, %, не менее	Объемный вес бетона, кгс/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) бетона после нагрева до предельно допустимой температуры применения, %, не более	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 600°С, Вт/(м·К)	Термическая стойкость, количество теплосмен 800—20°С (вода)
		естественной влажности	высушенного до постоянного веса			
М 200	30	1800	1600	—0,4	0,5	5
М 450	30	2100	1900	—0,4	0,8	15
М 300	40 (после 700°С)	1800	1600	—0,2	1,0	8

		го шлака, из катализатора ИМ-2201 отработанного								
7	»	То же	Из доменных отвальных шлаков, андезитовые, диабазовые, базальтовые и диоритовые	М 500	40 (после 700°С)	2400	2200	—0,2	1,2	7
6	»	»	Из литых шлаков	М 500	40 (после 600°С)	2400	2200	—0,2	1,2	10
6	»	»	Вспученный перлит	М 25—50	40 (после 600°С)	750—950	600—800	—0,4	0,24—0,32 при средней температуре 300°С	—
3	»	—	Из доменных отвальных шлаков, андезитовые, базальтовые, диоритовые и диабазовые	М 500	80 (после 350°С)	2400	2200	—0,1	—	—

Примечание. При использовании шлакопортландцемента необходимость введения тонкомолотой добавки устанавливается по величине остаточной прочности бетона, которая должна соответствовать данным табл. 1.

Таблица 2

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Виды исходных материалов: отвердители	тонкомолотые добавки	заполнители	Максимальная проектная марка бетона по прочности на сжатие	Остаточная прочность бетона на сжатие после нагрева до 800°С, %, не менее	Объемный вес бетона, кгс/м³: естественной влажности	высушенного до постоянного веса	Температурная усадка (—) или рост (+) после нагрева до предельно допустимой температуры применения, %, не более	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 600°С, Вт/(м·К)	Термическая стойкость, количество теплосмен 800—20°С (вода)
16	Кремнефтористый натрий, нефелиновый шлам, самораспыляющиеся шлаки	Магнезитовые, цирконовые	Периклазошпинелидные, цирконовые	М 250	70	3100	2900	—0,6	2,0	10
14	То же	Магнезитовые	Магнезитовые	М 250	50	2600	2400	—1,0	1,6	4
13	»	То же	Шамотные кусковые или из боя изделий, бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на жидком стекле	М 200	50	2100	1900	—0,4	0,8	15

12	Нефелиновый шлам, саморассыпающиеся шлаки, клинкерный портландцемент	Шамотные, из катализатора ИМ-2201 отработанного	То же
12	То же	Из дистенсиллиманитового и ставролитового концентратов, из медленноперерождающегося кварцита	Шамотные кусковые или из боя изделий, бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на жидком стекле
11	Нефелиновый шлам, саморассыпающиеся шлаки	Шамотные, из катализатора ИМ-2201 отработанного	Из смеси шамотных кусковых или из боя изделий и карборунда
11	То же	То же	Кордиеритовые
11	»	»	Керамзитовые
10	Кремнефтористый натрий	Шамотные, из катализатора ИМ-2201 отработанного	Из шлаков металлургических пористых (шлаковой пемзы)

M 200	100	2200	2000	—0,6	0,75	15
M 250	100	2200	2000	—0,3	0,85	25
M 250	80	2300	2100	—0,6	0,9	50
M 200	80	2200	2000	—0,6	0,8	50
M 25—200	70	850—1650	700—1500	—0,6	0,32—0,7	—
M 100	70	1600	1400	—0,4	0,4	10

Продолжение табл. 1

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Виды исходных материалов			Максимальная проектная марка бетона по прочности на сжатие	Остаточная прочность бетона на сжатие после нагрева до 800°С, %, не менее	Объемный вес бетона, кгс/м³		Температурная усадка (—) или рост (+) после нагрева до предельно допустимой температуры применения, %, не более	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 600°С, Вт/(м·К)	Термическая стойкость, количество теплосмен 800—20°С (вода)
	отвердители	тонкомолотные добавки	заполнители			естественной влажности	высушенного до постоянного веса			
10	Кремнефтористый натрий	Шамотные, из катализатора ИМ-2201 отработанного	Шамотные кусковые или из боя изделий, бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на жидком стекле	М 250	70	2000	1800	—0,4	0,8	12
8	То же	То же	Керамзитовые	М 50—200	70	900—1650	800—1500	—0,4	0,4—0,6	—
8	»	»	Из смеси керамзитового, вспученного вермикулита	М 50	70	1000	900	—0,4	0,35	—
8	»	»	Вспученный вермикулит	М 25	70	750	600	—1,0	0,25	—

8	»	»	Из смеси зольного гравия и вспученного перлита	М 40	70	900	750	—0,8	0,25	—
8	Саморассыпающиеся шлаки	Из шлаков ферромарганца, силикомарганца	Из шлаков ферромарганца, силикомарганца	М 250	70	2100	1900	—0,6	0,8	—
6	Кремнефтористый натрий, нефелиновый шлам, саморассыпающиеся шлаки	Шамотные, из вспученного перлита	Вспученный перлит	М 35—50	50 (после 600°С)	850—1050	700—900	—0,5	0,25—0,27 (при средней температуре 300°С)	—
6	То же	Шамотные	Андезитовые, базальтовые, диоритовые, диабазовые	М 300	80 (после 600°С)	2500—2600	2300—2400	—	—	—

Примечания: 1. В качестве вяжущего применяют жидкое стекло.

2. Для бетонов классов 8—16 с отвердителем из кремнефтористого натрия не допускается воздействие пара и воды без предварительного нагрева до 800°С; бетоны класса 6 подвергать воздействию пара не следует.

Таблица 3

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Виды исходных материалов		Максимальная проектная марка бетона по прочности на сжатие	Остаточная прочность бетона на сжатие после нагрева до 800°С, %, не менее	Объемный вес бетона, кгс/м³		Температурная усадка (–) или рост (+) после нагрева до предельно допустимой температуры применения, %, не более	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 600°С, Вт/(м·К)	Термическая стойкость, количество теплосмен 800—20°С (вода)
	цементы	заполнители			естественной влажности	высушенного до постоянного веса			
17	Высокоглиноземистый особо чистый	Корундовые кусковые или из боя изделий	М 600	30	3100	2900	—1	2,4	20
16	Высокоглиноземистый особо чистый, высокоглиноземистый алюминотермического производства	Из шлаков хромоглиноземистых (металлического хрома)	М 600	30	3000	2800	—1	2,0	10
15	То же	Муллитокорундовые кусковые или из боя изделий	М 500	30	2400	2200	—1	1,2	20
14	»	Муллитовые кусковые или из боя изделий	М 400	30	2400	2200	—1	1,2	20
14	»	Из шлаков титаноглиноземистых, ферротитана	М 600	30	3100	2900	—	2,4	10

14	Глиноземистый	Муллитокорундовые кусковые или из боя изделий	М 300	30	2400	2200	—0,6	1,2	10
13	То же	Шамотные кусковые или из боя изделий	М 300	30	2100	1900	—1	0,7	10
13	»	Муллитокордиеритовые кусковые	М 400	30	2200	2000	—1	0,8	100
12	»	Кордиеритовые кусковые	М 400	30	2100	1900	—0,6	0,7	100
12	»	Из передельного феррохрома	М 350	50	2800	2600	+0,4	—	16
11	»	Вспученный вермикулит	М 15	40	750	600	—1	0,23	—
11	»	Из смеси вспученного вермикулита и керамзитового	М 35	40	1000	800	—1	0,27	—
11	»	Керамзитовые	М 50	40	950	800	—1	0,27	—
11	»	Из смеси зольного гравия и вспученного перлита	М 50	50	1100	900	—1	0,32	—
10	»	Вспученный перлит	М 50	30	1000	800	—0,8	0,3	—

Таблица 4

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Виды исходных материалов: тонкомолотые добавки	Виды исходных материалов: заполнители	Максимальная проектная марка бетона по прочности на сжатие	Остаточная прочность бетона на сжатие после нагрева до 800°С, %, не менее	Объемный вес бетона после термической обработки, кгс/м³	Температурная усадка (—) или рост (+) после нагрева до предельно допустимой температуры применения, %, не более	Коэффициент теплопроводности при средней температуре 600°С, Вт/(м·К)	Термическая стойкость, количество теплосмен 800—20°С (вода)
18	Корундовые, муллитокорундовые	Корундовые кусковые или из боя изделий	М 700	100	2800	±0,2	1,8—2,5	30
18	То же	Муллитокорундовые кусковые или из боя изделий	М 700	100	2500	±0,2	1,8—2,5	30
16	Муллитовые	Муллитовые кусковые или из боя изделий	М 700	100	2300	±0,5	1,2	30
15	Цирконовые	Цирконовые	М 700	100	3400	±0,5	4,0	—
14	Шамотные	Шамотные кусковые или из боя изделий	М 300	100	2000	±0,5	0,70	30
13	То же	Шамотные из боя легковесных изделий марки ШЛБ-0,4	М 70	80	900	—0,4	0,4—0,5	—
13	Из каолина, из огнеупорной глины	Шамотные кусковые или из боя изделий	М 250	100	2200	—1,0	0,55	20
12	Шамотные	Керамзитовые	М 50	80	900	—0,4	0,4—0,5	—
11	Из каолина, из огнеупорной глины	Из смеси шамотных кусковых или из боя изделий и керамзитовых	М 70—90	100	1200—1400	—1,0	0,45	—

Примечание. В качестве вяжущего применяют ортофосфорную кислоту.

3. МАТЕРИАЛЫ

3.1. Применяемые материалы должны обеспечивать заданные свойства бетона и удовлетворять требованиям соответствующих стандартов и технических условий.

Вяжущие

3.2. Вяжущие материалы должны удовлетворять требованиям стандартов и технических условий:

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

цемент глиноземистый — ГОСТ 969—66 *;

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

жидкое стекло — силикат натрия растворимый — ГОСТ 13078—67 *;

ортофосфорная кислота — ГОСТ 10678—76.

3.3. Контроль качества портландцемента и его разновидностей, глиноземистого и высокоглиноземистого цементов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 310.1—76, 310.2—76, 310.3—76, 310.4—76 и 969—66 *.

3.4. Жидкое стекло должно иметь модуль от 2,4 до 3,0 и плотность от 1,36 до 1,38 г/см^3.

3.5. Модуль жидкого стекла (от 2,4 до 3) следует определять по ГОСТ 13078—67 *. Для быстрой предварительной оценки пригодности жидкого стекла может быть применен полевой способ (прил. 1).

3.6. Жидкое стекло необходимо развести до требуемой плотности в специальном металлическом резервуаре. Плотность замеряется денсиметром.

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

3.8. Перед употреблением ортофосфорную кислоту следует развести водой до требуемой концентрации. Кислоту разводят по методике, описанной в прил. 2.

Отвердители

3.9. Натрий кремнефтористый технический должен отвечать требованиям ГОСТ 87—66 * и содержать Na_2SiF_6 не менее 93%.

3.10. 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%.

3.11. 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%.

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

3.13. Проверка качества отвердителя должна состоять в определении его химического и зернового состава, объемного веса и активности в соответствии с прил. 3.

Тонкомолотые добавки

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

3.15. Тонкомолотые добавки, наряду с рекомендуемыми ГОСТ 20956—75, могут быть приготовлены из циркона, силикат-глыбы, катализатора ИМ-2201 отработанного, дистен-силиманитового и ставролитового концентратов.

3.16. Цирконовая тонкомолотая добавка по химическому составу должна отвечать требованиям ГОСТ 21907—76. Тонкость помола рекомендуется такой, чтобы сквозь сито № 008 проходило не менее 70% взятой пробы.

3.17. Химический состав силикат-глыбы должен соответствовать требованиям ГОСТ 13079—67. Удельная поверхность порошка, определяемая по прибору ПСХ-2, должна быть 2500—3500 $см^2/г$.

3.18. Огнеупорная глина, применяемая для жаростойких бетонов на фосфатных связующих, должна содержать окиси алюминия Al_2O_3 не менее 28%, окиси железа Fe_2O_3 не более 3,5% и окиси кальция CaO и окиси магния MgO не более 2%.

3.19. Каолин должен соответствовать требованиям ГОСТ 6438—66.

3.20. Дистен-силиманитовый концентрат должен соответствовать ЧМТУ 05-100-68 и содержать окиси алюминия Al_2O_3 55—60% и закиси FeO и окиси железа Fe_2O_3 не более 1%.

3.21. Ставролитовый концентрат должен содержать окиси алюминия Al_2O_3 46—50%, кремнезема SiO_2 25—30% и закиси FeO и окиси железа Fe_2O_3 не более 15%.

3.22. Добавка из катализатора ИМ-2201 отработанного должна содержать окиси алюминия Al_2O_3 60—80%, окиси хрома Cr_2O_3 10—13%, кремнезема SiO_2 8—10%, азотнокислого калия KNO_3 5—7%, окиси железа Fe_2O_3 не более 1—2% и окиси кальция CaO не более 0,2%.

3.23. Контроль качества тонкомолотой добавки необходимо осуществлять от каждой поступающей партии в соответствии с прил. 4.

Заполнители

3.24. Заполнители должны соответствовать требованиям ГОСТ 20955—75.

3.25. 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.

3.26. При дроблении и рассеве необходимо применять только сухие материалы, так как нормальная работа дробилок, сит и грохотов возможна при влажности материала не более 2%.

3.27. При поставке нефракционного заполнителя необходимо произвести рассев его на мелкий и крупный заполнители.

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

3.29. Шлак доменного ферромарганца должен содержать кремнезема SiO_2 29—35%, окиси алюминия Al_2O_3 8—9%, окиси кальция CaO 42—45%, окиси магния MgO 7—8%, окиси марганца MnO 4,5—8%, окиси железа Fe_2O_3 0,7—1,0% и серного ангидрида SO_3 2,5—2,7%.

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

3.31. 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%.

3.32. Для определения качества заполнителей для особо тяжелого, тяжелого и облегченного жаростойких бетонов следует отбирать от каждой партии поступающего материала из разных мест (не менее чем из 10) среднюю пробу весом 5 кг для песка и 16 кг — для щебня.

3.33. Для проверки качества заполнителей для легкого и особо легкого жаростойких бетонов отбор средней пробы от каждой партии необходимо производить в объеме 10 л для мелкого и 30 л — для крупного.

3.34. Для каждой отобранной пробы заполнителя следует определять:

объемный вес и влажность по ГОСТ 8269—76 и ГОСТ 9758—68;

зерновой состав по ГОСТ 20955—75;

химический состав по ГОСТ 2642.1—71 *, ГОСТ 2642.2—71 *, ГОСТ 2642.3—71 и ГОСТ 20955—75;

чистоту заполнителя по прил. 5 настоящей Инструкции.

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

Вода

3.35. Вода для затворения бетонной смеси должна удовлетворять требованиям ГОСТ 4797—69 *.

4. СОСТАВЫ БЕТОНА

4.1. Подбор состава бетона включает:

выбор исходных материалов для приготовления бетона;

расчет и назначение состава бетона для опытных замесов;

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

проверку назначенного состава бетона в производственных условиях и корректировку дозировок материалов на 1 замес.

4.2. Выбор исходных материалов следует осуществлять в соответствии с требованиями разд. 1, 2 и 3 настоящей Инструкции.

4.3. Расчет и назначение состава жаростойкого бетона следует производить в соответствии с прил. 6. Там же даны ориентировочные расходы материалов на 1 м³ бетонной смеси для наиболее распространенных жаростойких бетонов.

4.4. Составы жаростойких бетонов на ортофосфорной кислоте и бетонов с заполнителями из асбеста, вспученного перлита и вспученного вермикулита приведены в табл. 5 и 6 и расчету не подлежат.

4.5. На основании данных расчета состава жаростойкого бетона или табл. 5 и 6 следует приготовить опытные замесы для определения:

Таблица 5

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Объемный вес бетона, высушенного до постоянного веса, кгс/м³	Исходные материалы					
		тонкомолотые добавки		заполнители		ортофосфорная кислота	
		вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³	концентрация, %	количество, л/м³
18	2800	Корундовые	540	Корундовые	2160	70	220
18	2500	Муллитокорундовые	500	Муллитокорундовые	1900	70	220
16	2300	Муллитовые	400	Муллитовые	1860	70	200
15	3400	Цирконовые	1000	Цирконовые	2400	70	260
14	2000	Шамотные	500	Шамотные	1400	70	260
13	900	То же	330	Шамотные из боя легковесных изделий ШЛБ-0,4	360	50	430
13	850	Из огнеупорной глины	80	Керамзитовые	650	85	140
12	800	Из каолина	320	Керамзитовые	330	50	300
11	2100	То же	200	Шамотные	1650	85	300

Таблица 6

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Объемный вес бетона, высушенного до постоянного веса, кгс/м³	Исходные материалы							
		вяжущее		тонкомолотые добавки		заполнители			
						мелкий		крупный	
		вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³
12	800	Глиноземистый цемент	370	—	—	Вспученный вермикулит	100	Керамзитовый	280
10	800	То же	300	—	—	Вспученный перлит	180	Вспученный перлит	270
10	500	Ортофосфорная кислота 20%-ной концентрации	500	Магнезитовая	120	Асбест Вспученный вермикулит	200 80	—	—
10	400	Ортофосфорная кислота 10%-ной концентрации	700	То же	80	Вспученный вермикулит Асбест	90 130	—	—
10	850	Портландцемент	320	Шамотная	100	Вспученный вермикулит	100	Керамзитовый	280
10	600	Быстротвердеющий портландцемент	330	Из силикатглыбы	60	Вспученный вермикулит Асбест	70 40	То же	60
10	300	То же	60	То же	9	Вспученный вермикулит Асбест	80 60	»	60

Продолжение табл. 6

Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	Объемный вес бетона, высушенного до постоянного веса, кгс/м³	Исходные материалы							
		вяжущее		тонкомолотые добавки		заполнители			
						мелкий		крупный	
		вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³	вид	количество, кг/м³
10	800	Жидкое стекло Саморассыпающийся шлак	440 200	Шамотная	110	Вспученный вермикулит	100	Керамзитовый	240
8	750	Жидкое стекло Кремнефтористый натрий	360 36	То же	180	То же	100	»	280
8	600	Жидкое стекло Кремнефтористый натрий	520 55	»	200	»	140	—	—
7	900	Жидкое стекло Нефелиновый шлам	400 100	—	—	Вспученный перлит	290	Вспученный перлит	270
6	700	Жидкое стекло Кремнефтористый натрий	350 35	Шамотная	100	То же	200	То же	240

Примечание. Объемный насыпной вес, кгс/м³:

вермикулита 150
керамзита 400
перлита (смеси и крупного заполнителя) 300.

удобоукладываемости бетонной смеси;
контрольной и остаточной прочности бетона на сжатие;
усадки;
термической стойкости для бетонов, подверженных циклическому воздействию температур;
температуры деформации под нагрузкой для бетонов класса 9 и более.

Опытный замес приготавливают в объеме 10—15 л Количество образцов для испытаний, шт:

кубов с ребрами 7 или 10 см 12;
цилиндров диаметром 3,6 см и высотой 5 см . . . 3.

4.6. Удобоукладываемость бетонной смеси следует проверять при помощи технического вискозиметра или по осадке стандартного конуса (ГОСТ 10181—76).

4.7. Определение контрольной прочности на сжатие и остаточной прочности на сжатие после натрева следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78.

4.8. Объемный вес жаростойкого бетона определяют после распалубки, а также после высушивания до постоянного веса в соответствии с требованиями ГОСТ 11050—64 и ГОСТ 12730—67.

4.9. Термическую стойкость следует определять в соответствии с прил. 7 настоящей Инструкции

4.10. Коэффициент теплопроводности следует устанавливать по ГОСТ 7076—66 и ГОСТ 12170—76.

4.11. Величину температурной усадки или расширения следует определять в соответствии с прил 8 настоящей Инструкции.

4.12. Определение температуры деформации под нагрузкой необходимо производить в соответствии с ГОСТ 23283—78.

4.13. Соответствие жаростойкого бетона классу устанавливают по ГОСТ 23521—79.

5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

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

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

5.3. Бетонную смесь следует приготавливать в бетоносмесителях принудительного действия.

Особо тяжелый, тяжелый и облегченный жаростойкие бетоны на портландцементе, глиноземистом цементе и жидком стекле допускается приготавливать в бетоносмесителях со свободным падением при обеспечении однородности бетона по прочности и объемному весу.

5.4. Приготовление бетонной смеси в смесителях принудительного действия должно осуществляться следующим образом: в смеситель загружают сухие материалы и перемешивают их 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.

5.5. При приготовлении бетонов на портландцементе, высокоглиноземистом и на глиноземистом цементах и жидком стекле в сме-

сителях 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 доливают остальную часть воды или жидкого стекла. Бетонную смесь перемешивают не менее 5 мин.

5.6. Удобоукладываемость бетонной смеси должна характеризоваться жесткостью 20—45 с по техническому вискозиметру или подвижностью не более 2 см по осадке конуса.

5.7. Для определения подвижности или жесткости бетонной смеси следует отбирать среднюю пробу из смесителя не реже одного раза в смену.

5.8. Приготовление, укладку бетонной смеси и выдерживание бетона в зимних условиях следует осуществлять в соответствии с указанием главы СНиП по производству и приемке работ бетонных и железобетонных конструкций монолитных.

6. УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

6.1. Для формования сборных изделий следует применять металлические формы, отвечающие требованиям ГОСТ 18886—73 *.

6.2. При изготовлении небольшого числа однотипных изделий допускается применение деревянных форм, для которых используют лесоматериалы из хвойных пород с влажностью не более 25%.

6.3. Поддоны и бортовая оснастка форм должны быть жесткими, чтобы искривления поверхности изделий не превышали допусков, предусмотренных стандартами и техническими условиями на данный вид изделий.

6.4. Для приготовления изделий из бетона на ортофосфорной кислоте необходимо применять металлические формы, снабженные съемной металлической крышкой, рассчитанной на давление, равное 0,1 кгс/см² (0,01 МПа).

6.5. Для смазки форм следует применять эмульсионные смазки типа «масло в воде» (10 л эмульсола ЭКС, 90 л мягкой конденсатной воды и 0,7 кг кальцинированной соды) и более вязкие типа «вода в масле» (53 л насыщенного раствора извести, 27 л воды и 20 л эмульсола) и другие. Смазку форм необходимо осуществлять перед установкой в нее арматуры.

6.6. Укладка жаростойких бетонных смесей должна производиться при температуре не ниже плюс 15° С, а смесей, приготовленных на глиноземистом цементе, — при температуре не ниже плюс 7° С. Не допускается приготавливать и укладывать смесь на жидком стекле с отвердителями из нефелинового шлама или саморассыпающегося шлака при температуре выше плюс 20° С.

6.7. Время от момента приготовления бетонной смеси до ее укладки не должно превышать 30 мин для особо тяжелых, тяжелых и облегченных бетонов на глиноземистом цементе и жидком стекле и 1 ч для остальных бетонов. Для легких и особо легких жаростойких бетонов это время должно составлять не более 30 мин для любого вида вяжущего.

6.8. Уплотнение бетонной смеси при изготовлении изделий из жаростойкого бетона осуществляют на виброплощадках.

6.9. При формовании изделий перерыв между окончанием уплотнения одной и подачей следующей порции бетонной смеси не должен превышать время до начала схватывания вяжущего.

6.10. Уплотнение бетонной смеси на ортофосфорной кислоте следует выполнять с пригрузом, обеспечивающим давление 0,1 кгс/см² (0,01 МПа). Толщина уплотняемого слоя не должна превышать 200 мм. При послойном уплотнении необходимо взрыхлять поверхность уложенного слоя.

6.11. Контроль качества уплотнения бетонной смеси для легких и особо легких жаростойких бетонов следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 11051—70.

6.12. Для проверки класса бетона по предельно допустимой температуре применения, марочной, контрольной и остаточной прочности жаростойкого бетона на сжатие и объемного веса необходимо для каждой марки и состава бетона отбирать пробы бетонной смеси у места приготовления бетона с изготовлением контрольных образцов-кубов и испытанием их в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78.

6.13. Для текущего контроля качества жаростойкого бетона следует не реже одного раза в смену определять контрольную прочность бетона на сжатие по ГОСТ 10180—78.

7. ТВЕРДЕНИЕ БЕТОНА

7.1. Условия твердения жаростойкого бетона в зависимости от вида применяемого вяжущего приведены в табл. 7.

Таблица 7

Вяжущее	Рекомендуемые условия твердения	Время твердения, сут
Портландцемент, шлакопортландцемент, высокоглиноземистый цемент	Естественные (температура от плюс 15 до плюс 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	Естественные (температура от плюс 15 до плюс 60°С)	3
Глиноземистый цемент	Естественные (температура от плюс 7 до плюс 30°С, относительная влажность не менее 90%)	3
Ортофосфорная кислота	Термическая обработка при температуре от 200 до 500°С	0,5—1

7.2. При естественном твердении бетон необходимо укрывать брезентом или полиэтиленовой пленкой для предохранения его от высыхания.

7.3. Тепловлажностную обработку следует осуществлять в соответствии со СНиП по производству и приемке работ бетонных и железобетонных конструкций монолитных. Подъем температуры до заданной и спуск должен быть не более 30° С в час.

7.4. Для жаростойкого бетона на портландцементе и жидком стекле допускается применять электропрогрев в соответствии со СНиП по производству и приемке работ бетонных и железобетонных конструкций монолитных.

7.5. Для твердения жаростойких бетонов на ортофосфорной кислоте с шамотными заполнителями применяют термическую обработку при температуре не ниже 200° С, с высокоглиноземистыми — при температуре не ниже 250° С, а с корундовыми — при температуре 500° С.

При термической обработке скорость подъема температуры до максимальной должна быть не более 50—60° С в час. Продолжительность термической обработки составляет от 10 до 24 ч в зависимости от размера изделий.

8. ЖАРОСТОЙКИЕ РАСТВОРЫ

8.1. Состав жаростойкого раствора должен быть аналогичен составу жаростойкого бетона, из которого выполнены блоки или конструкции, со следующими особенностями: расход вяжущего следует увеличить на 20—30% по весу, крупный заполнитель заменить мелким с размером зерен от 0 до 5 мм.

Подвижность раствора должна быть в пределах 4—7 см по ГОСТ 5802—66.

8.2. При толщине шва менее 5 мм следует 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% веса сухой растворной смеси или сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ) в количестве 0,1% веса сухой растворной смеси. Максимальная крупность зерен заполнителя не должна превышать 2,5 мм.

Для раствора на жидком стекле увеличивают расход стекла и уменьшают наибольшую крупность зерен заполнителя до 2,5 мм. Подвижность раствора должна составлять 5—6 см для соединения блоков весом более 0,5 т и 8—9 см для блоков весом менее 0,5 т.

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

8.4. В зимнее время для монтажа изделий из бетона класса ниже 11 следует применять растворы с противоморозными добавками:

НКМ — комплексная добавка, состоящая из нитрата кальция (ГОСТ 4142—76) и мочевины технической (ГОСТ 2081—75) при соотношении 2 : 1 по весу на сухое вещество;

нитрит натрия (ГОСТ 19906—74).

8.5. Количество добавки (в расчете на сухое вещество) в зависимости от расхода цемента и температуры наружного воздуха приведено в табл. 8.

Таблица 8

Температура воздуха, °С	Добавка, %	
	НКМ	нитрит натрия
1—5	5	5
5—10	8	8
10—15	11	10
15—20	15	—

8.6. Противоморозные добавки следует вводить в растворную смесь с водой затворения. Подвижность растворных смесей должна быть в пределах 10—11 см.

9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

9.1. Технический контроль качества работ при приготовлении жаростойкого бетона включает:

испытание исходных материалов (вяжущих, отвердителей, тонкомолотых добавок, заполнителей) с целью установления их пригодности для приготовления жаростойкого бетона с требуемыми свойствами;

контроль выполнения установленной технологии приготовления бетонной смеси (правильность хранения материалов, их дозирование, приготовление, укладку и уплотнение бетонной смеси);

соблюдение принятого режима твердения бетона;

проверку основных свойств (марочной, контрольной и остаточной прочности бетона на сжатие, объемного веса, класса жаростойкого бетона по предельно допустимой температуре применения);

периодический контроль специальных свойств бетона (температурной усадки, теплопроводности, термической стойкости и другие).

9.2. Оценку прочности и однородности бетона следует производить по ГОСТ 18105—72*, ГОСТ 10180—78, а при применении неразрушающих методов — по ГОСТ 21217—75.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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 концентрации 1,38 по удельному весу. Затем навеску жидкого стекла весом около 1 г смывают горячей водой в химический стакан вместимостью 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 децинормальным раствором соляной кислоты до перехода окраски жидкости из желтой в бледно-розовую.

Модуль жидкого стекла определяют по формуле

$$M = 162\frac{f}{l} - 2{,}5,$$

где l — объем 0,1 нормального раствора соляной кислоты, затрачиваемого при титровании, мл;

f — навеска жидкого стекла, г;

162 и 2,5 — эмпирические коэффициенты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Получение ортофосфорной кислоты необходимой концентрации

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

$$B = \frac{(K_и - K_т) \cdot П_и}{K_т},$$

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. 1.

Таблица 1

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

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

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 постоянного веса при температуре 100—110°С и определяют тонину помола и химический состав. Для контроля тонины помола берут навеску материала весом 100 г и просеивают ее сквозь сито № 008. Химический состав всех отвердителей (кроме кремнефтористого натрия) определяют по ГОСТ 2642.0—71 и ГОСТ 2644—71.

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

Навеску материала весом около 1 г растворяют в 100 мл горячей воды, свободной от углекислоты, и титруют полунормальным раствором едкого натра 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:

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

где n — объем полунормального раствора едкого натра, затраченного при титровании, мл;

K — навеска технического кремнефтористого натрия, г;

0,0235 — количество Na_2SiF_6, соответствующее 1 мл нормального раствора едкого натра.

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 плюс 20°С в течение 24 ч ее вынимают и разламывают.

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

Проверка качества тонкомолотых добавок

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

Для контроля зернового состава берут навеску весом 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 паром в течение 7 ч. Образцы не должны иметь трещин, дутиков.

Остаточная прочность должна отвечать данным, приведенным в табл. 1—4 настоящей Инструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Определение чистоты заполнителя

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

Для этой цели изготавливают шесть кубов размером 10×10×10 см из бетонной смеси на испытуемом заполнителе. В состав бетонной смеси на портландцементе должна быть обязательно включена проверенная тонкомолотая шамотная добавка в количестве 30% по весу от 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 настоящей Инструкции.

Три образца подвергают испытанию после высушивания до постоянного веса при температуре 100—110°С, а остальные — после нагревания до 800°С и последующей выдержки над паром в течение 7 ч. Образцы не должны иметь трещин, дутиков. Остаточная прочность должна отвечать данным, приведенным в табл. 1—4 настоящей Инструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Расчет состава жаростойкого бетона и стоимость 1 м³ бетонной смеси

Для расчета определяют:

активность цемента;

количество частиц менее 0,14 мм в мелком заполнителе;

кажущийся объемный вес заполнителя (объемный вес в куске);

оптимальный насыпной объемный вес смеси мелкого и крупного заполнителей (без зерен мельче 0,14 мм);

плотность материала.

В табл. 1 приведены усредненные характеристики заполнителей, которые можно использовать только для расчета ориентировочного расхода материалов. Для получения более точных данных необходимо определять опытным путем насыпной объемный вес и водопоглощение.

Таблица 1

Основные характеристики заполнителей

Заполнитель	Насыпной объемный вес, г/см³	Кажущаяся плотность (объемный вес в куске), г/см³	Плотность, г/см³	Водопоглощение, %	Коэффициент качества заполнителя, n
Динасовые	1,3	2,0	2,4	12	—
Из боя глиняного обыкновенного кирпича	1,2	1,7	2,55	15—20	0,35
Керамзитовые и аглопоритовые	0,3—0,8	0,6—1,7	2,55	—	0,3—0,4
Шамотные кусковые и из боя изделий (кроме легковесных)	1,4	2—2,25	2,65	5—15	0,4
Муллитокремнеземистые кусковые и из боя изделий (кроме легковесных)	1,6	2,2—2,5	2,75—2,9	5—15	0,6
Муллитовые кусковые и *из боя* изделий (кроме легковесных)	1,8	2,3—2,6	2,9—3,1	2—5	0,6
Муллитокорундовые кусковые и из боя изделий (кроме легковесных)	2,2	2,45—3,0	3,1—3,6	2—5	0,6
Корундовые кусковые и из боя изделий (кроме легковесных)	2,7	2,8—3,1	3,6—4,0	0,8—5	0,6
Кордиеритовые кусковые	1,3	1,85	2,6	7	0,4
Магнезитовые (периклазовые)	2,0	2,70	3,4—3,5	4—9	—
Периклазошпинелидные	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
Из шлаков металлургических пористых (шлаковой пемзы)	1—1,2	1,3—1,7	2,75	6—10	0,85
Из шлаков производства углеродистого (передельного) феррохрома	1,7	2,3	2,95	1	0,6
Из шлаков хромоглиноземистых (металлического хрома)	1,7	2,3	2,9	1	0,6
Из шлаков титаноглиноземистых (ферротитана)	1,7	2,3	2,9	0,1—1	0,6
Из шлаков ферромарганца	1,3	2,4	2,9	2—3	0,6
Из шлаков силикомарганца	1,5	2,8	3,0	1—2	0,6
Из шлаков топливных (котельных)	1,2	1,7	2,7	—	0,35
Базальтовые	1,8	3,0	3,1	0—1	0,6
Диабазовые	1,8	3,0	3,1	0—1	0,6
Андезитовые	1,7	2,9	3,0	0—1	0,6
Диоритовые	1,7	2,9	3,0	0—1	0,6
Бетонные из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем	1,4	2,0	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 на 1 м³ бетонной смеси определяют по формуле

$$P_з = \frac{1000}{\frac{1}{\gamma_к} + \frac{\alpha \cdot K_{из}}{\gamma_н}}, \quad (1)$$

где $P_з$ — количество мелкого и крупного заполнителя, кг;
$K_{из}$ — коэффициент избытка вяжущего теста;
$\gamma_к$ — кажущаяся плотность заполнителей, г/см³;
$\gamma_н$ — насыпной объемный вес заполнителей, г/см³;
α — пустотность заполнителя (α=0,24—0,3), может быть уточнена по формуле

$$\alpha = 1 - \frac{\gamma_н}{\gamma_к}. \quad (2)$$

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, необходимое для обеспечения заданной прочности бетона, по формуле

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

где $B/B_в$ — водовяжущее отношение;
n — коэффициент качества заполнителя (см. табл. 1);
R — проектная марка бетона;
$A_в$ — активность вяжущего (0,5—0,75 $A_д$), определяют по формуле

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

где $A_ц$ — активность цемента;
д — количество тонкомолотой добавки в частях веса цемента
Коэффициент избытка определяют по формуле

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

где S — 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 и крупного заполнителя для бетона на цементных вяжущих определяют по формуле:

$$M = K = \frac{P_з}{2}, \quad (6)$$

где M — количество мелкого заполнителя, кг;
K — количество крупного заполнителя, кг.

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

$$M = \frac{P_з}{1{,}65}; \tag{7}$$

$$K = P_з - M. \tag{8}$$

Расход глиноземистого и высокоглиноземистого цементов и шлакопортландцемента вычисляют по формуле

$$Ц = \frac{1000 - \frac{P_з}{\gamma_к}}{0{,}33 + B/B_в}, \tag{9}$$

где $Ц$ — количество цемента, кг.

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

Расход портландцемента и тонкомолотой добавки для бетонов на портландцементе вычисляют по формулам

$$Ц = \frac{1000 - \frac{P_з}{\gamma_к}}{0{,}33 + \frac{д}{\gamma_д} + (1 + д)\, B/B_в}; \tag{10}$$

$$Д = Цд, \tag{11}$$

где $Д$ — количество тонкомолотой добавки, кг;
$\gamma_д$ — 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 вес. ч, а силикат-глыбы 0,1 вес. ч цемента.

Расход воды на 1 м³ бетонной смеси на цементных вяжущих определяют по формуле

$$B = P_з \cdot \frac{W}{100} + (Ц + Д)\, B/B_в, \tag{12}$$

где B — количество воды, кг или л;
W — водопоглощение заполнителя, %.

Расход жидкого стекла вычисляют по формуле

$$Ж = \frac{P_з\, \alpha\, \gamma_ж\, (K_{из} - 0{,}3)}{\gamma_н}, \tag{13}$$

где $\gamma_ж$ — плотность жидкого стекла, г/см³.

Расход тонкомолотой добавки определяют по формуле

$$Д = 0{,}6\, V_ж \gamma_п, \tag{14}$$

где $V_ж$ — объем жидкого стекла, который вычисляется по формуле

$$V_{ж} = \frac{Ж}{\gamma_{ж}}. \qquad (15)$$

В формуле (14) $\gamma_{п}$ — плотность материала, из которого изготовлена тонкомолотая добавка, г/см³.

Расход отвердителя зависит от весового количества жидкого стекла и составляет:

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

для нефелинового шлама и саморассыпающегося шлака — со всеми (кроме магнезита, дистенсиллиманитового и ставролитового концентратов и медленноперерождающихся кварцитов) тонкомолотыми добавками — 0,3 вес. ч, с тонкомолотыми добавками из магнезита, дистенсиллиманитового, ставролитового концентратов и медленноперерождающегося кварцита — 0,12 вес. ч.

Ориентировочно количество жидкого стекла на 1 м³ бетона составляет 250—400 кг. Наименьшее значение относится к бетонам с заполнителями объемным весом более 2,5 г/см³.

Примеры расчета состава жаростойкого бетона

Пример 1. Рассчитать состав жаростойкого бетона на портландцементе с шамотным заполнителем с проектной маркой М200.

Характеристика материалов:

портландцемент марки М400;

добавка шамотная тонкомолотая;

заполнитель шамотный с количеством частиц менее 0,14 мм в мелком заполнителе — 10%.

По формуле (3) находим водовяжущее отношение:

$$B/B_{в} = \frac{0{,}4 \cdot 400 \cdot 0{,}75}{250 + 1{,}3 \cdot 0{,}4 \cdot 400 \cdot 0{,}75} = \frac{120}{406} = 0{,}3.$$

Значения «n» приняты по табл. 1.

Коэффициент избытка, определенный по формуле (5), составляет 1,2.

Пустотность устанавливаем по формуле (2)

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

По формуле (1) определяем расход заполнителя, кг:

$$P_{з} = \frac{1000}{\frac{1}{2{,}0} + \frac{0{,}3 \cdot 1{,}2}{1{,}4}} = 1320$$

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

Расход цемента, кг, определяем по формуле (10)

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

Расход добавки, кг, определяем по формуле (11)

$$Д = 410 \cdot 0{,}3 = 123.$$

Количество воды, л, вычисляем по формуле (12)

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

Таким образом, расход материалов на 1 м³ жаростойкого бетона марки М 250 составит, кг:

Портландцемент	410
Тонкомолотая шамотная добавка	125
Мелкий шамотный заполнитель	660
Крупный шамотный заполнитель	660
Вода (л)	290

Пример 2. Рассчитать состав жаростойкого бетона на высокоглиноземистом цементе с проектной маркой М 350.

Характеристика материалов:
высокоглиноземистый цемент марки 500;
муллитовый заполнитель.

По формуле (3) находим водовяжущее отношение

$$B/B_в = \frac{0{,}6 \cdot 500}{350 + 1{,}3 \cdot 0{,}6 \cdot 500} = 0{,}41.$$

Коэффициент качества заполнителя n принимаем по табл. 1.
Коэффициент избытка, определенный по формуле (5), составил 1,4.
Пустотность устанавливаем по формуле (2)

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

Водопоглощение муллитового заполнителя составило 1,8%.
По формуле (1) определяем расход мелкого и крупного заполнителей, кг:

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

Количество крупного заполнителя, кг, по формуле (6)

$$K = \frac{1680}{2} = 840.$$

Количество крупного заполнителя, кг, по формуле (6)

$$M = \frac{1680}{2} = 840.$$

Расход цемента, кг, по формуле (9) составит:

$$Ц = \frac{1000 - \frac{1680}{2{,}62}}{0{,}33 + 0{,}41} = 480.$$

Расход воды, л, вычисляем по формуле (12)

$$B = 1680 \cdot \frac{1{,}8}{100} + 480 \cdot 0{,}41 = 230.$$

Расход материалов на 1 м³ жаростойкого бетона марки М 350 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;

шамотный заполнитель с водопоглощением 9%;

добавка шамотная тонкомолотая.

По формуле (1) определяем расход мелкого и крупного заполнителей, кг:

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

Количество мелкого заполнителя, кг, вычисляем по формуле (7)

$$M = \frac{1250}{1{,}65} = 500.$$

Количество крупного заполнителя, кг, определяем по формуле (8)

$$K = 1250 - 500 = 750.$$

Расход жидкого стекла, кг, определяем по формуле (13)

$$Ж = \frac{1250 \cdot 0{,}3 \cdot 1{,}37\,(1{,}4 - 0{,}3)}{1{,}4} = 400.$$

По формуле (15) определяем объем жидкого стекла, л:

$$V_ж = \frac{400}{1{,}37} = 294.$$

Расход тонкомолотой добавки, кг, определяем по формуле (14)

$$Д = 0{,}6 \cdot 294 \cdot 2{,}65 = 465.$$

Расход отвердителя составит, кг:

$$O = 400 \cdot 0{,}12 = 48.$$

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
Шамотный крупный заполнитель	750

Ориентировочные составы жаростойких бетонов, получивших наибольшее распространение, приведены в табл. 2. Там же указана расчетная стоимость 1 м³ бетонной смеси.

Таблица 2

Ориентировочные составы жаростойких бетонов

№ состава бетона по СН 482-76	Исходные материалы и их количество на 1 м³ бетонной смеси, кг								Расчетная стоимость, руб.
	вяжущее	количество	отвердитель	количество	тонкомолотая добавка	количество	заполнители	количество мелкого+крупного)	
2	Портландцемент (шлакопортландцемент)	350	—	—	—	—	Андезитовые, базальтовые, диабазовые, диоритовые	950+950	31
3	То же	350	—	—	—	—	Из доменных отвальных шлаков	1000+1000	11
4	»	350	—	—	—	—	Из боя глиняного обыкновенного кирпича	600+600	17
6	Портландцемент	350	—	—	Из золы-уноса, боя обыкновенного глиняного кирпича, гранулированного доменного шлака	120	Андезитовые, базальтовые, диабазовые, диоритовые	850+950	31
7	Портландцемент	350	—	—	То же	120	Из доменных отвальных шлаков	900+1000	11
8	То же	350	—	—	Из топливного (котельного) шлака	120	Из шлаков топливных (котельных)	500+600	10
9	»	350	—	—	Из боя обыкновенного глиняного кирпича	120	Из боя обыкновенного глиняного кирпича	500+600	17

Продолжение табл. 2

№ состава бетона по СН 482-76	Исходные материалы и их количество на 1 м³ бетонной смеси, кг								Расчетная стоимость, руб.
	вяжущее	количество	отвердитель	количество	тонкомолотая добавка	количество	заполнители	количество (мелкого+крупного)	
11	Портландцемент	350	—	—	Шамотные	120	Шамотные кусковые или из боя изделий	650+700	38
13	Жидкое стекло	350	Кремнефтористый натрий	40	То же	500	Андезитовые, базальтовые, диабазовые	700+900	57
14	То же	400	То же	50	Полукислые кусковые или из боя изделий	500	Полукислые кусковые или из боя изделий	500+750	46
15	»	400	»	50	Шамотные	500	Шамотные кусковые или из боя изделий	500+750	58
16	»	400	»	35	Магнезитовые (периклазовые)	600	Шамотные кусковые или из боя изделий	700+1000	78
17	»	400	Нефелиновый шлам или саморассыпающиеся шлаки	100	Шамотные	400	Шамотные кусковые или из боя изделий	500+750	60
18	»	400	То же	70	Магнезитовые (периклазовые)	500	То же	600+700	74
19	Глиноземистый цемент	400	—	—	—	—	»	700+700	66

21	То же	400	—	—
23	Портландцемент	400	—	—
24	То же	340	—	—
25	»	270	—	—
27	Жидкое стекло	300	Кремнефтористый натрий	30
28	То же	250	То же	25
29	»	350	»	35
30	»	250	Нефелиновый шлам или саморассыпающиеся шлаки	100

—	—	Муллитокремнеземистые кусковые или из боя изделий	800+800	216
Шамотные, из боя обыкновенного глиняного кирпича, керамзитовые	150	Керамзитовые с объемным весом 550—650 кгс/м³	350+520	25
То же	130	То же, 450—550 кгс/м³	280+400	31
»	90	То же, 350—450 кгс/м³	170+240	21
Шамотные	420	Керамзитовые с объемные весом 550—650 кгс/м³	300+350	45
То же	180	То же, 350—450 кгс/м³	220+280	39
»	650	То же, 550—650 кгс/м³	300+400	55
»	120	То же, 350—450 кгс/м³	230+250	34

Поправки БЕТ №2 1980г. стр. 18

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Определение термической стойкости

Из заданного состава бетона изготавливают три куба размером 7×7×7 см. Образцы выдерживают в условиях, предусмотренных в разд. 7 настоящей Инструкции.

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

Кубы помещают в разогретую до 800°С муфельную печь и выдерживают при этой температуре 40 мин. Колебания температуры допускаются в пределах ±10°. 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 (выкрашивание или отколы материала) и, если имеется значительное разрушение, определяют потерю в весе. 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.

Нагревания и последующие охлаждения кубов производят до потери образцами 20% первоначального веса или до полного их разрушения.

Результаты испытаний выражают в теплосменах Теплосмена, в течение которой суммарная потеря в весе куба превысила 20%, не учитывается.

Показателем термостойкости жаростойкого бетона считается среднее арифметическое результатов, полученных после испытания всех кубов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Определение величины температурной усадки или расширения

Из заданного состава бетона изготавливают 3 образца размером 7×7×7 см. Образцы выдерживают в условиях, предусмотренных разделом 7 настоящей Инструкции. По окончании срока выдержки 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 постоянного веса, 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

$$У = \frac{l_1 - l_2}{l_1} 100,$$

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	3
2. Свойства жаростойких бетонов	3
3. Материалы	15
4. Составы бетона	18
5. Приготовление бетонной смеси	21
6. Укладка и уплотнение бетонной смеси	22
7. Твердение бетона	23
8. Жаростойкие растворы	24
9. Контроль качества работ	25
Приложение 1. Определение модуля жидкого стекла ускоренным методом	26
Приложение 2. Получение ортофосфорной кислоты необходимой концентрации	26
Приложение 3. Определение качества отвердителя	27
Приложение 4. Проверка качества тонкомолотых добавок	27
Приложение 5. Определение чистоты заполнителя	28
Приложение 6. Расчет состава жаростойкого бетона и стоимость 1 м³ бетонной смеси	28
Приложение 7. Определение термической стойкости	38
Приложение 8. Определение величины температурной усадки или расширения	38

Госстрой СССР

Инструкция по технологии приготовления жаростойких бетонов
СН 156-79

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Г. А. Жигачева
Редактор Е. А. Волкова
Мл. редактор Л. Н. Козлова
Технический редактор М. В. Павлова
Корректор Л. М. Вайнер

Сдано в набор 28.05.79. Подписано в печать 3.10.79. Формат 84×108¹/₃₂.
Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая.
Усл. печ. л. 2,10. Уч.-изд. л. 2,38. Изд № XII—8496. Тираж 17500 экз.
Зак. № 1095. Цена 10 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а.
Московская типография № 32 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, 103051, Цветной бульвар, 26.

gost.e-ecolog.ru