|  |
| --- |
|  |
| **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ****(МГС)****INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION****(ISC)** |
| **МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ****СТАНДАРТ** | **ГОСТ 20910—****2024***(проект, первая редакция)* |

БЕТОНЫ ЖАРОСТОЙКИЕ

**Технические условия**

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия*

**Москва**

Российский институт стандартизации

**2024**

**Предисловие**

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0–2015 "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и ГОСТ 1.2–2015 "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены"

**Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН Структурным подразделением АО "НИЦ "Строительство" – Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО "НИЦ "Строительство")

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 "Строительство"

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

За принятие проголосовали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97   | Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97   | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации  |
| Армения  | AM  | Минэкономики Республики Армения |
| Беларусь  | BY  | Госстандарт Республики Беларусь |
| Киргизия  | KG  | Кыргызстандарт |
| Россия        | RU  | Росстандарт  |
| Туркмения | ТМ  | Главгосслужба "Туркменстандартлары" |

(Поправка . ИУС N 12-2021).

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от …... N ….. межгосударственный стандарт ГОСТ 20910-2019 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с …...

5 ВЗАМЕН ГОСТ ГОСТ 20910-2019

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе "Национальные стандарты", а текст изменений и поправок - в ежемесячном информационном указателе "Национальные стандарты". В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе "Национальные стандарты". Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*[*www.gost.ru*](http://www.gost.ru)*)*

© ~~Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021~~

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

**Содержание**

1 Область применения………………………………………………….....................................

2 Нормативные ссылки…………………………………………………….................................

3 Термины и определения………………………….....................….......................................

4 Классификация жаростойких бетонов…………………………

5 Технические требования…………………….…………………………………………………..

6 Правила приемки………………………………………………………………………………

7 Методы контроля……………………………………………………………………………….

Приложение А (обязательное) Метод определения прочности бетона ................................

Приложение Б (обязательное) Определение модуля жидкого стекла ускоренным

 методом……………………………………………………………………………….

Приложение В (обязательное) Получение ортофосфорной кислоты необходимой

 концентрации ……………………………………………………………………….

Приложение Г (обязательное) Проверка качества отвердителя ……………………………..

Приложение Д (обязательное) Метод определения температур, соответствующих 4 %-ной и 40 %-ной деформациям под нагрузкой ………….……………………….

Приложение Е (обязательное) Метод определения термостойкости бетона……….…….

Приложение Ж (обязательное) Метод определения деформаций усадки

 жаростойких бетонов………………………………………………………………..

Приложение И (обязательное) Метод определения устойчивости

 заполнителей и добавок при воздействии высоких температур…………….

Приложение К (обязательное) Метод определения активности отвердителя……………

Приложение Л (обязательное) Определение чистоты заполнителей…………………………

|  |
| --- |
| **БЕТОНЫ ЖАРОСТОЙКИЕ** **Технические условия** Refractory concretes. Specifications |

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

**Дата введения — 2024— —**

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на жаростойкие бетоны (далее –бетоны), предназначенные для применения при эксплуатационных температурах не выше 1800 °C.

Настоящий стандарт не распространяется на огнеупорные бетоны.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 310.2 Цементы. Методы определения тонкости помола

ГОСТ 969 Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия

ГОСТ 2642.0 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 2642.1 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения содержания влаги

ГОСТ 2642.2 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Метод определения относительного изменения массы при прокаливании

ГОСТ 2642.3Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида кремния (IV)

ГОСТ 2642.4 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида алюминия

ГОСТ 2642.5 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида железа (III)

ГОСТ 2642.6 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида титана (IV)

ГОСТ 2642.7 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида кальция

ГОСТ 2642.8 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида магния

ГОСТ 2642.9 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида хрома (III)

ГОСТ 2642.10 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида фосфора (V)

ГОСТ 2642.11 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Метод определения оксидов калия и натрия

ГОСТ 2642.12 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Методы определения оксида марганца (II)

ГОСТ 5578 Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 6613 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия.

ГОСТ 6672 Стекла покровные для микропрепаратов. Технические условия

ГОСТ 7473 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8269.0 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний

ГОСТ 8735 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 9758 Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 10060 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10178 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10180–2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 10678 Кислота ортофосфорная термическая. Технические условия

ГОСТ 10832 Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия

ГОСТ 12170 Огнеупоры. Стационарный метод определения коэффициента теплопроводности

ГОСТ 12730.1 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.5 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 12865 Вермикулит вспученный

ГОСТ 13015 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения

ГОСТ 13078 Стекло натриевое жидкое. Технические условия

ГОСТ 13079 /ГОСТ Р 50418 Силикат натрия растворимый. Технические условия

ГОСТ 13236 Порошки периклазовые электротехнические. Технические условия

ГОСТ 13646 Термометры стеклянные ртутные для точных измерений. Технические условия

ГОСТ 18105 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 18481 Ареометры и цилиндры стеклянные. Общие технические условия

ГОСТ 20419 Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования

ГОСТ 22685 Формы для изготовления контрольных образцов бетона. Технические условия

ГОСТ 23037 Заполнители огнеупорные. Технические условия

ГОСТ 23250 Материалы строительные. Метод определения удельной теплоемкости

ГОСТ 23732 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 24104 Весы лабораторные. Общие технические требования\*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* В Российской Федерации действует ГОСТ Р 53228-2008 "Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания".

ГОСТ 24452 Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона

ГОСТ 24544 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести

ГОСТ 25192 Бетоны. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 25485 Бетоны ячеистые. Общие технические условия

ГОСТ 25592 Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 25818 Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 25820 Бетоны легкие. Технические условия

ГОСТ 26134 Бетоны. Ультразвуковой метод определения морозостойкости

ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27005 Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности

ГОСТ 30108 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов

ГОСТ 31108 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31357 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия

ГОСТ 31424 Материалы строительные нерудные от отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия

ГОСТ 32496 Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации ([www.easc.by](http://www.easc.by)) или по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку

**3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **бетон**: Искусственный камневидный строительный материал, получаемый в результате формования и твердения рационально подобранной и уплотненной бетонной смеси.

3.2 **жаростойкие бетоны**: Специальные бетоны, предназначенные для применения в бетонных и железобетонных конструкциях и изделиях, работающих в условиях воздействия высоких технологических температур.

3.3 **конструкционные бетоны**: Бетоны несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, определяющими требованиями к качеству которых являются требования по физико-механическим характеристикам.

3.4 **крупнопористые бетоны**: Бетоны, у которых пространство между зернами крупного и мелкого заполнителя не полностью заполнено или совсем не заполнено мелкими заполнителями и затвердевшими вяжущими, поризованными добавками, регулирующими пористость в объеме не более 6%.

3.5 **легкие бетоны**: Бетоны на цементном вяжущем, пористом крупном и пористом или плотном мелком заполнителе.

3.6 **монолитные бетонные и железобетонные конструкции**: Конструкции из бетона и железобетона, изготовляемые непосредственно на строительной площадке при возведении зданий и сооружений.

3.7 **несущие конструкции (элементы)**: Конструкции, воспринимающие постоянную и временную нагрузку, в том числе нагрузку от других частей зданий.

3.8 **плотные бетоны**: Бетоны, у которых пространство между зернами крупного и мелкого или только мелкого заполнителя заполнено затвердевшим вяжущим и порами вовлеченного газа или воздуха, в том числе образующимися за счет применения добавок, регулирующих пористость в объеме не более 6%.

3.9 **сборные бетонные и железобетонные изделия**: Изделия из бетона или железобетона, предназначенные для возведения зданий и сооружений, изготовляемые вне места их окончательного применения.

3.10 **специальные бетоны**: Бетоны, к которым предъявляются специальные требования в соответствии с их назначением.

3.11 **теплоизоляционные бетоны**: Специальные бетоны, предназначенные для тепловой изоляции конструкций, зданий и сооружений.

3.12 **ячеистые бетоны**: Бетоны, у которых основную часть объема составляют равномерно распределенные поры в виде ячеек, полученных с помощью газо- или пенообразователей.

3.13 **проектный возраст жаростойкого бетона**: Время твердения бетона, в течение которого жаростойкий бетон должен приобрести все нормируемые показатели качества.

3.14 **относительная прочность жаростойкого бетона**: Прочность на сжатие жаростойкого бетона при воздействии заданной высокой температуры.

3.15 **контрольная прочность бетона:** Прочность жаростойкого бетона, определяемая после режимов, предусмотренных в таблице А.1.

**4 Классификация жаростойких бетонов**

4.1 Бетоны классифицируют по следующим признакам:

- по назначению;

- структуре;

- виду вяжущего;

- виду тонкомолотой добавки;

- виду заполнителя.

4.2 По основному назначению бетоны подразделяют:

- на конструкционные;

- конструкционно-теплоизоляционные;

- теплоизоляционные.

Бетоны по назначению подразделяют в соответствии с ГОСТ 25192 для тяжелых бетонов, ГОСТ 25820 для легких бетонов и ГОСТ 25485 для ячеистых бетонов. Допускается определять вид бетонов по назначению по нормативному документу\*, действующему на территории государства – участника Соглашения, принявшего настоящий стандарт.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* В Российской Федерации действует СП 63.13330.20128 "СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения".

4.3 По структуре бетоны подразделяют:

- на плотные тяжелые и легкие;

- ячеистые.

4.4 По виду вяжущего бетоны подразделяют:

- на портландцементе и его разновидностях (быстротвердеющий портландцемент, шлакопортландцемент);

- на алюминатном цементе (глиноземистый и высокоглиноземистый);

- на силикатном вяжущем (жидкое стекло с отвердителем, силикат-глыба с отвердителем);

- на ортофосфорной кислоте.

4.5 В зависимости от вида тонкомолотой добавки различают бетоны со следующими добавками:

- шамотной;

- кордиеритовой;

- золошлаковой;

- керамзитовой;

- аглопоритовой;

- магнезиальной;

- периклазовой;

- алюмохромитовой;

- карборундовой;

- силикатной;

- золой-уноса;

- из доменного гранулированного шлака.

4.6 Выделяют следующие виды заполнителей жаростойких бетонов:

- шамотные;

- муллитокорундовые;

- корундовые;

- магнезиальные;

- карборундовые;

- кордиеритовые;

- кордиеритомуллитовые;

- муллитокордиеритовые;

- шлаковые;

- золошлаковые;

- базальтовые;

- диабазовые;

- андезитовые;

- диоритовые;

- керамзитовые;

- аглопоритовые;

- перлитовые;

- вермикулитовые;

- бетоны из боя бетона~~;~~.

4.7 Условное обозначение бетона должно соответствовать ГОСТ 25192 и настоящему стандарту и включать следующие основные признаки:

- вид бетона (BR – жаростойкий бетон);

- вид вяжущего (P – портландцемент, A – алюминатный цемент, S – силикатное вяжущее, Рh – фосфатное вяжущее);

- класс бетона по прочности на сжатие (В1–В50);

- класс бетона по предельно допустимой температуре применения (И2–И18).

Примеры условных обозначений

Жаростойкий бетон на портландцементе, класса В20 по прочности на сжатие, с температурой применения 1200°C:

*BR P В20 И12 ГОСТ 20910-2018*

Жаростойкий бетон на алюминатном цементе, класса В35 по прочности на сжатие, с температурой применения 1600°C:

*BR A В35 И16 ГОСТ 20910-2018*

Жаростойкий бетон на силикатном вяжущем, класса В25 по прочности на сжатие, с температурой применения 1300°C:

*BR S В25 И13 ГОСТ 20910-2018*

**5 Технические требования**

**5.1 Требования к бетонам**

5.1.1 Бетоны должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и обеспечивать изготовление изделий, конструкций и возведение сооружений, удовлетворяющих требованиям проектной документации на данные изделия, конструкции и сооружения.

Для конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов следует определять прочностные, деформативные и теплотехнические характеристики, которые необходимы для проектирования указанных конструкций по СП 27.13330. Перечень необходимых расчетных характеристик должен быть указан проектировщиком при составлении задания на разработку того или иного вида бетона.

5.1.2 Основными нормируемыми и контролируемыми показателями качества бетона конкретного назначения являются:

- класс бетона по прочности на сжатие В;

- класс по предельно допустимой температуре применения бетона И;

- марка бетона по средней плотности D;

- предельное значение усадки бетона, %;

- марка бетона по термической стойкости в теплосменах водных – T1 и воздушных – T2 (при необходимости);

- марка бетона по водонепроницаемости W (при необходимости);

- марка бетона по морозостойкости F (при необходимости);

- класс бетона по прочности на осевое растяжение Bt (при необходимости).

5.1.3 Жаростойкие бетоны должны соответствовать следующим классам по прочности на сжатие в проектном возрасте: В1; В1,5; В2; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В22,5; В25; В30; В35; В40; В50.

Класс по прочности на сжатие бетона В определяют и контролируют во всех случаях по результатам испытаний образцов-кубов на осевое сжатие по ГОСТ 18105.

Класс бетона в проектном возрасте следует указывать в проектной документации.

Проектный возраст определяется на стадии подбора состава, определения характеристик качества жаростойкого бетона и исследования динамики набора прочности жаростойкого бетона в зависимости от выбранного способа его твердения (в нормальных температурно-влажностных условиях, автоклавная обработка, пропарка).

При отсутствии соответствующих указаний в проектной документации за проектный возраст принимается 28 суток.

5.1.4 Высокопрочные бетоны классов по прочности на сжатие от В55 и выше следует применять в качестве конструкционных бетонов только при условии экспериментального определения изменения всех физико-механических и деформативных характеристик при нагреве до заданных температур, необходимых для расчетов тепловых агрегатов, в которых планируется применение высокопрочного бетона.

5.1.5 Для жаростойких бетонов устанавливают следующие классы по предельно допустимой температуре применения согласно таблице 1.

Таблица 1 – Классы жаростойкого бетона по предельно допустимой температуре применения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Класс бетона по предельно допустимой температуре применения | Предельно допустимая температура применения, °C | Класс бетона по предельно допустимой температуре применения | Предельно допустимая температура применения, °C |
| И2  | 200  | – | –  |
| И3  | 300  | И11  | 1100  |
| И4  | 400  | И12  | 1200  |
| И5  | 500  | И13  | 1300  |
| И6  | 600  | И14  | 1400  |
| И7  | 700  | И15  | 1500  |
| И8  | 800  | И16  | 1600  |
| И9  | 900  | И17  | 1700  |
| И10  | 1000  | И18  | 1800  |

Жаростойкие бетоны классов по предельно допустимой температуре применения И13-И18 применяют для ненесущих изделий и конструкций.

5.1.6 Классы жаростойких бетонов по предельно допустимой температуре применения определяют по значениям остаточной прочности и температуры деформации под нагрузкой, согласно указаниям в таблице 2.

Остаточная прочность бетона зависит от вида вяжущего, температуры нагрева и определяется согласно указаниям приложения А.

Таблица 2 – Классы жаростойких бетонов по предельно допустимой температуре применения в зависимости от остаточной прочности и температуры деформации под нагрузкой

| Класс жаростойкого бетона по предельно допустимой температуре применения | Вид вяжущего | Остаточная прочность, %, не менее | Температура, °C, не менее, соответствующая деформации под нагрузкой |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 4 | 40 (или разрушение) |
| И2, И3  |  | 80  | – | – |
| И4  | P | 70  | – | – |
| И5  |  | 60  | – | – |
| И6  | S  | 80  | – | – |
|  | P | 50  | – | – |
| И7  | 40  | – | – |
| И8 | P, A  | 30  | – | – |
| S  | 70  | – | – |
| И9  | P  | 30 | 900  | 950  |
| И10  | P, A  | 30 | 1000  | 1050  |
|  | S  | 70  | 1000  | 1050 |
| И11 | P, A  | 30  | 1080  | 1150  |
|  | S  | 70  | 1080  | 1150 |
| И12 | P, A  | 30  | 1180  | 1250  |
|  | S  | 70  | 1180  | 1250 |
| И13 | A  | 30  | 1270 | 1340 |
| S  | 50  | 1270 | 1340 |
| Рh (50 %) | 80 | 1270 | 1340 |
| И14 | Рh (70 %) | 100 | 1360 | 1420 |
| A | 30 | 1360  | 1420  |
| И15 | 1450  | –  |
| И16 | 1510  | – |
|  | S  | 70  | 1510 | – |
| И17 | A | 30 | 1600  | – |
| И18 |  |  | 1650  | – |
| Рh (70 %) | 100 | 1650 | Свыше 1700 |
| Примечания1 Для бетонов классов И3–И8 температуры деформации под нагрузкой не определяют.2 Для бетонов классов И15–И18 определяют температуру 4 %-ной деформации.3 Рh (50 %), Рh (70 %) – обозначение фосфатного вяжущего с содержанием ортофосфорной кислоты 50 %–ной и 70 %–ной концентрации соответственно. |

5.1.7 Класс бетона по прочности на осевое растяжение Bt назначают в тех случаях, когда данная характеристика имеет главенствующее значение, и ее контролируют на производстве.

Классы бетонов по прочности на осевое растяжение (в случае необходимости) назначают для тяжелых бетонов в соответствии с ГОСТ 26633, для легких бетонов – в соответствии с ГОСТ 25820.

5.1.8 Для бетонов, предназначенных для изготовления изделий, конструкций и сооружений, к которым предъявляют требования по термостойкости, устанавливают следующие марки по термостойкости: T15, T110, T115, T120, T130, T140 (водные теплосмены); T210, T215, T220, T225 (воздушные теплосмены).

5.1.9 Марку бетона по водонепроницаемости W назначают для тех конструкций, к которым предъявляют требования по ограничению водопроницаемости.

Для бетонов со средней плотностью 1500 кг/м3 и более, предназначенных для изготовления конструкций и изделий, к которым предъявляют требования по водонепроницаемости, устанавливают следующие марки по водонепроницаемости: W2, W4, W6, W8, W10, W12.

Для бетонов, предназначенных для изготовления тепловых агрегатов и других конструкций, находящихся над землей или подвергающихся атмосферным осадкам, должна быть обеспечена марка по водонепроницаемости не менее W8.

5.1.10 Марку бетона по морозостойкости F назначают для конструкций, подвергающихся воздействию попеременного замораживания и оттаивания.

Для бетонов со средней плотностью 1500 кг/ м3 и более, предназначенных для изготовления конструкций и изделий, к которым предъявляются требования по морозостойкости F1, устанавливают следующие марки по морозостойкости: F115, F125, F135, F150, F175, F1100, F1150.

Бетоны, предназначенные для изготовления тепловых агрегатов, которые в процессе эксплуатации могут подвергаться эпизодическому воздействию температуры ниже 0 °C в условиях воздушно-влажностного состояния, должны иметь марку по морозостойкости не ниже F75.

5.1.11 Установленные значения марок по водонепроницаемости и морозостойкости должны быть обеспечены в возрасте, указанном в проектной документации.

Испытания бетонов на водонепроницаемость и морозостойкость проводят по соответствующим методикам на образцах после режимов твердения и сушки в соответствии с таблицей А.1 приложения А.

Если в проектной документации указана необходимость обеспечения характеристик водонепроницаемости и морозостойкости после воздействия на бетон высокой температуры, испытания следует проводить на образцах после режимов твердения, сушки и нагрева по методике, аналогичной принятой для определения остаточной прочности в соответствии с приложением А.

5.1.12 Для бетонов могут быть назначены более высокие значения марок по водонепроницаемости и морозостойкости при условии подтверждения этих марок путем испытаний по ГОСТ 12730.5 и ГОСТ 10060 соответственно.

5.1.13 Для легкого бетона устанавливают следующие марки по средней плотности в сухом состоянии: D300, D400, D500, D600, D700, D800, D900, D1000, D1100, D1200, D1300, D1400, D1500, D1600, D1700, D1800, D1900.

5.1.14 Для жаростойких бетонов устанавливают требования по предельным значениям усадки (расширения) после нагрева до предельно допустимой температуры применения бетонов классов И2–И12 и до температуры применения бетонов классов И13–И18, которые не должны превышать, %:

- 1,0 – для бетонов плотной структуры со средней плотностью 1500 кг/м3 и более;

- 1,5 – для бетонов плотной структуры со средней плотностью менее 1500 кг/м3;

- 2,0 – для бетонов ячеистой структуры.

5.1.15 Жаростойкий бетон на основе ортофосфорной кислоты не следует применять для монолитных конструкций и футеровок.

5.1.16 Тепловые агрегаты из жаростойкого бетона до ввода в эксплуатацию должны быть высушены и разогреты до рабочей температуры по специально разработанному режиму с учетом технологических требований, предъявляемых к изготовлению жаростойких бетонов.

**5.2 Требования к бетонным смесям**

5.2.1 Нормируемые показатели качества бетона обеспечиваются подбором состава бетонной смеси, технологией приготовления бетонных смесей и технологией производства бетонных работ при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

5.2.2 Составы бетонов следует подбирать с учетом основных физико-механических и термических свойств и условий службы жаростойкого бетона. Подбор состава жаростойкого бетона вкачает 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.

 При этом бетоны по эффективной удельной активности природных радионуклидов должны соответствовать требованиям нормативных документов\*, действующих на территории государства – участника Соглашения, принявшего настоящий стандарт.

5.2.3 Контроль соответствия нормируемых показателей качества бетона проводят, как на стадии изготовления бетонной смеси, так и на стадии бетонирования конструкций.

5.2.4 Бетонные смеси в зависимости от степени готовности подразделяют на готовые к употреблению в соответствии с ГОСТ 7473 и сухие в соответствии с ГОСТ 31357.

\* "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)".

5.2.5 Бетонные смеси для бетонов плотной структуры приготовляют по ГОСТ 7473, а для бетонов ячеистой структуры – по ГОСТ 25485.

5.2.6 Бетонные смеси для бетонов, кроме ячеистых, должны соответствовать маркам по удобоукладываемости Ж1–Ж4, П1–П4 согласно ГОСТ 7473, принимаемым по технической документации предприятия-изготовителя.

5.2.7 В бетонную смесь, приготовленную на портландцементе, допускается введение пластифицирующих добавок при условии сохранения заданных свойств бетона. При этом марка по удобоукладываемости бетонной смеси должна быть не более П4 по ГОСТ 7473.

5.2.8 В случае технологической необходимости применения более высоких марок по удобоукладываемости и подвижности бетонной смеси за счет введения пластифицирующих и иных добавок, необходима дополнительная лабораторная проверка отсутствия расслоения смеси и неравномерности распределения заполнителя в объеме бетона (для исключения всплытия легкого заполнителя), обеспечения проектных требований к жаростойкому бетону, т.е. проверка влияния количества и вида вводимых добавок, обеспечивающих наибольшую подвижность бетонной смеси, на соответствующие характеристики качества и расчетные характеристики конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного жаростойкого бетона.

5.2.9 Бетонную смесь, приготовленную на портландцементе и высокоглиноземистом цементе, а также бетонную смесь, приготовленную на жидком стекле и глиноземистом цементе при температуре наружного воздуха не выше 20 °C, транспортируют в соответствии с требованиями ГОСТ 7473.

Время от приготовления бетонной смеси на основе жидкого стекла и глиноземистого цемента до ее укладки не должно превышать 30 мин.

Бетонную смесь на основе жидкого стекла и глиноземистого цемента при температуре наружного воздуха выше 20 °C приготовляют на месте укладки.

5.2.10 При назначении показателей качества бетонной смеси, предназначенной для укладки в монолитную конструкцию, на стадии разработки ее состава следует предъявлять требование сохраняемости свойств в течение определенного интервала времени в зависимости от специфических условий процесса бетонирования на объекте и дальности расположения бетоносмесительного узла.

**5.3 Требования к материалам**

5.3.1 Требования к вяжущим

5.3.1.1 Для приготовления бетонов в качестве вяжущих применяют:

- портландцемент, быстротвердеющий портландцемент, шлакопортландцемент по ГОСТ 10178 или ГОСТ 31108;

- глиноземистый цемент по ГОСТ 969;

- высокоглиноземистый цемент по ГОСТ 969 или по техническим условиям;

- жидкое стекло – силикат натрия растворимый – по ГОСТ 13078;

- силикат-глыбу по ГОСТ 13079;

- ортофосфорную кислоту по ГОСТ 10678.

5.3.1.2 Жидкое стекло должно иметь модуль от 2,4 до 3,0 и плотность от 1,36 до 1,38 г/см³. Модуль жидкого стекла следует определять по ГОСТ 13078. Для экспресс-оценки пригодности жидкого стекла может быть применен полевой способ по приложению И. Жидкое стекло необходимо развести до требуемой плотности в специальном металлическом резервуаре. Плотность замеряется денсиметром.

5.3.1.3 Качество ортофосфорной кислоты следует определять в соответствии с ГОСТ 10678. Перед употреблением ортофосфорную кислоту следует развести водой до требуемой концентрации, согласно приложению В.

5.3.1.4 Для бетонов на жидком стекле и силикат-глыбе в качестве отвердителя применяют кремнефтористый натрий или феррохромовый шлак по техническим условиям и другие материалы, удовлетворяющие требованиям стандартов или технических условий и обеспечивающие получение бетона с заданными характеристиками.

Натрий кремнефтористый технический должен и содержать Na2SiF6 не менее 93 %.

Нефелиновый шлам должен содержать окиси кальция СаО 50-55 %, кремнезема 25-30 %, окиси железа Fe2O3 не более 4 %, окиси алюминия Al2O3 не более 5 %, потери при прокаливании должны быть не более 4,5 %.

Шлаки, саморассыпающиеся в результате силикатного распада, должны содержать кремнезема SiO2 25-30 %, окиси кальция СаО и закиси железо FeO не более 1%, окиси алюминия Al2O3 4-8 % и других примесей не более 20 %.

Тонкость помола нефелинового шлама и саморассыпающегося шлака рекомендуется такой, чтобы сквозь сито № 008 по ГОСТ 6613 проходило не менее 70 % взятой пробы.

Проверка качества отвердителя должна состоять в определении его химического и зернового состава, объемного веса в соответствии с приложением Г и активности в соответствии с приложением К.

5.3.1.5 Для жаростойких бетонов на портландцементе и жидком стекле должны применяться тонкомолотые добавки, устойчивые к воздействию высоких температур, которые изготавливают из следующих материалов:

- кусковых, получаемых обжигом огнеупорных, тугоплавких, легкоплавких глин, каолинов и специальных шихт (смесей) соответствующего состава;

- боя огнеупорных и тугоплавких изделий, глиняного обыкновенного кирпича;

- лома изделий, получаемого при разборке или ремонте футеровок или кладок различных тепловых агрегатов, выполненных из огнеупорных и тугоплавких изделий и жаростойкого бетона;

- отходов производства тепловых электростанций, металлургической и других отраслей промышленности;

- естественных пористых горных пород;

- искусственных пористых заполнителей.

Виды тонкомолотых добавок приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Материалы, применяемые в качестве тонкомолотых добавок

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид тонкомолотой добавки | Документ по стандартизации | Содержание химических компонентов, % |
| Из кусковых, получаемых обжигом огнеупорных, тугоплавких, легкоплавких глин, каолинов и специальных шихт (смесей) соответствующего состава, боя огнеупорных и тугоплавких изделий, керамического кирпича |
| Динасовый | ГОСТ 23037 | SiO2 – не менее 80  |
| Шамотный | ГОСТ 23037 | Al2O3 – от 28 до 45, Fe2O3 – не более 5,5 |
| Каолиновый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – не менее 35, Fe2O3 – не более 1,5 |
| Муллитокремнеземистый | ГОСТ 23037 | Al2O3  – от 45 до 62, Fe2O3 – не более 2,8 |
| Муллитовый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – от 62 до 72, Fe2O3 – не более 1,5 |
| Муллитокорундовый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – от 72 до 90, Fe2O3 – не более 1,5 |
| Корундовый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – св. 90, Fe2O3 – не более 1,0 |
| Кордиеритовый | ГОСТ 20419   | Кордиерит – не менее 80, MgO – от 12 до 14, Fe2O3 – не более 3,5  |
| Кордиеритомуллитовый  | ГОСТ 20419   | Кордиерит – не менее 40, MgO – от 6 до 7, Fe2O3 – не более 3,5  |
| Муллитокордиеритовый | ГОСТ 20419   | Кордиерит – не менее 15, MgO – от 3 до 4, Fe2O3 – не более 3,5 |
| Из лома изделий, получаемого при разборке или ремонте футеровок или кладок различных тепловых агрегатов, выполненных из огнеупорных и тугоплавких изделий и жаростойкого бетона |
| Бетонный из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на портландцементе  | – | CaO – не более 41, Al2O3 – не менее 14  |
| То же, на жидком стекле  | – | Na2O – не более 4 |
| То же, на глиноземистом цементе | – | CaO - не более 25, Al2O3 – не менее 33 |
| Из отходов производства тепловых электростанций, металлургической и других отраслей промышленности |
| Доменный, литой отвальный и гранулированный шлак  | ГОСТ 5578   | CaO + MgO – в сумме не более 48, в т.ч. MgO – не более 10 |
| Зола-унос  | ГОСТ 25818 | Al2O3 – не менее 20, сульфатов в пересчете на SO3 – не более 4, потери при прокаливании – не более 8 |
| Из естественных пористых горных пород |
| Туфовый | – | SiO2 – от 60 до 70, СаО – не более 5, Al2O3 – от 12 до 18, MgO – не более 2 |
| Вулканический шлак и пепел | – | SiO2 – от 42 до 78, CaO+MgO – в сумме не более 6 |
| Из искусственных пористых заполнителей |
| Аглопоритовый  | ГОСТ 32496   | Al2O3 – от 7 до 21, SiO2 – от 55 до 80 |
| Керамзитовый | ГОСТ 9758 | Al2O3 – от 7 до 21, SiO2 – от 55 до 80 |

Для бетонов на жидком стекле кроме указанных добавок допускается применять магнезиальную добавку по ГОСТ 23037.

5.3.1.6 Тонкость помола добавок для бетона должна быть такой, чтобы при просеивании по ГОСТ 310.2 через сито N 008 по ГОСТ 6613 остаток на сите не превышал 30 % массы навески.

5.3.1.7 В тонкомолотых добавках содержание свободных оксида кальция CaO и оксида магния MgO в сумме не должно превышать 3 %, а карбонатов – 2%.

**5.3.2 Требования к заполнителям**

5.3.2.1 Заполнители для жаростойких бетонов изготавливают из следующих материалов:

- кусковых, получаемых обжигом огнеупорных, тугоплавких, легкоплавких глин, каолинов и специальных шихт (смесей) соответствующего состава;

- боя огнеупорных и тугоплавких изделий, глиняного обыкновенного кирпича;

- лома изделий, получаемого при разборке или ремонте футеровок или кладок различных тепловых агрегатов, выполненных из огнеупорных и тугоплавких изделий и жаростойкого бетона;

- отходов производства тепловых электростанций, металлургической и других отраслей промышленности (отвальные, гранулированные, литые и другие шлаки);

- естественных плотных горных пород (кварцит, базальт, диабаз, андезит, диорит);

- естественных пористых горных пород (туф, вулканические шлак и пепел, пемза и др.);

- искусственных пористых материалов (керамзит, аглопорит, вспученные перлит и вермикулит и др.).

5.3.2.2 Виды заполнителей и требования к их химическому составу приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Виды заполнителей и требования к химическому составу

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид заполнителя  | Документ по стандартизации | Содержание химических компонентов, % |
| Кусковые, получаемые обжигом огнеупорных, тугоплавких, легкоплавких глин, каолинов и специальных шихт (смесей) соответствующего состава, бой огнеупорных и тугоплавких изделий, керамического кирпича |
| Динасовый | ГОСТ 23037 | SiO2 – не менее 80  |
| Шамотный | ГОСТ 23037 | Al2O3 – от 28 до 45, Fe2O3 – не более 5,5 |
| Каолиновый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – не менее 35, Fe2O3 – не более 1,5 |
| Муллитокремнеземистый | ГОСТ 23037 | Al2O3  – от 45 до 62, Fe2O3 – не более 2,8 |
| Муллитовый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – от 62 до 72, Fe2O3 – не более 1,5 |
| Муллитокорундовый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – от 72 до 90, Fe2O3 – не более 1,5 |
| Корундовый | ГОСТ 23037 | Al2O3 – св. 90, Fe2O3 – не более 1,0 |
| Кордиеритовый | ГОСТ 20419   | Кордиерит – не менее 30, MgO – от 12 до 14, Fe2O3 – не более 2,5  |
| Кордиеритомуллитовый  | ГОСТ 20419   | Кордиерит – не менее 40, MgO – от 6 до 7, Fe2O3 – не более 2,5  |
| Муллитокордиеритовый | ГОСТ 20419   | Кордиерит – не менее 15, MgO – от 3 до 4, Fe2O3 – не более 2,5  |
| Периклазовый  | ГОСТ 13236 ГОСТ 23037 | MgO не менее 80, СаО не более 4 |
| Карборундовый | – | – |
| Из лома изделий, получаемого при разборке или ремонте футеровок или кладок различных тепловых агрегатов, выполненных из огнеупорных и тугоплавких изделий и жаростойкого бетона |
| Бетонный из лома жаростойких бетонов с шамотным заполнителем на портландцементе  | – | CaO – не более 41, Al2O3 – не менее 14  |
| То же, на жидком стекле  | – | Na2O – не более 4 |
| То же, на глиноземистом цементе | – | CaO - не более 25, Al2O3 – не менее 33 |
| Отходы производства тепловых электростанций, металлургической и других отраслей промышленности |
| Доменный, литой отвальный и гранулированный шлак  | ГОСТ 5578   | CaO + MgO – в сумме не более 48, в т.ч. MgO – не более 10, сульфатов в пересчете на SO3 – не более 5, свободных СаО и MgO – в сумме не более 2 |
| Золошлаковая смесь | ГОСТ 25592 | SiC2 + Al2O3 \*– в сумме не менее 75, в т.ч. SiО2 – не менее 40, сульфатов в пересчете на SO3 – не более 3, свободных СаО и MgO – в сумме не более 4, потери при прокаливании – не более 5 |
| Естественные плотные горные породы |
| Базальтовый, диабазовый, габбро | ГОСТ 8267ГОСТ 31424 | SiО2 – от 40 до 52 |
| Андезитовый, диоритовый | ГОСТ 8267ГОСТ 31424 | SiО2 – от 52 до 65 |
| Естественные пористые горные породы |
| Шлаковая пемза  | ГОСТ 32496 | – |
| Туфовый | – | SiO2 – от 60 до 70, СаО – не более 5, Al2O3 – от 12 до 18, MgO – не более 2 |
| Вулканический шлак и пепел | – | SiO2 – от 42 до 78, CaO+MgO – в сумме не более 6 |
| Искусственные пористые материалы |
| Перлитовый вспученный | ГОСТ 10832 | – |
| Вермикулитовый вспученный | ГОСТ 12865 | – |
| Керамзитовый, алгопоритовый  | ГОСТ 32496 | Свободные CaO и MgO – в сумме не более 2, карбонатов – не более 2 |

5.3.2.3 В качестве заполнителей, устойчивых к воздействию высоких температур, допускается применять вторичные огнеупоры и жаростойкие бетоны, загрязненность которых шлаком, углем, металлом, а также динасовыми и хромомагнезитовыми материалами не должна превышать 0,5 %.

5.3.2.4 Заполнитель для бетонов в зависимости от крупности зерен подразделяют на:

- мелкий – песок с зернами размером от 0 до 5 мм;

- крупный – щебень следующих фракций: от 5 до 10 мм; от 5 до 20 мм.

 5.3.2.5 Зерновой состав заполнителей для бетонов должен удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Зерновой состав заполнителей

|  |  |
| --- | --- |
| Размер отверстийконтрольных сит, мм | Полные остатки на контрольных ситах, % по массе, для заполнителей крупностью, мм  |
| от 0 до 5 | от 5 до 10 | от 5 до 20 |
| 20 | – | – | 0-10 |
| 10 | 0  | 0-10 | 30-60  |
| 7,5 | – | 30-60 | - |
| 5 | 0-5  | 90-100  | 90-100 |
| 2,5 | 10-40  | –  | –  |
| 1,25 | 20-60  | – | – |
| 0,63 | 40-85  | – | – |
| 0,315 | 60-95  | –  | – |
| 0,16  | 80-100  | –  | – |

5.3.2.6 Средняя насыпная плотность пористых заполнителей должна быть в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Средняя насыпная плотность пористых заполнителей

|  |  |
| --- | --- |
| Заполнитель  | Средняя насыпная плотность, кг/м3 для фракций, мм  |
|  | Не более 5  | От 5 до 20  |
| Шамотный легковесный | 400-1200  | 300-800  |
| Муллитокорундовый легковесный | Не более 1400  | Не более 900  |
| Корундовый легковесный | Не более 1400  | Не более 900  |
| Керамзитовый | –  | 400-800  |
| Перлитовый | 100-500  | 300-500  |
| Вермикулитовый  | Не более 200  | –  |

 5.3.2.7 Загрязнение добавок и заполнителей другими материалами, способными снизить его эксплуатационные свойства или привести к разрушению бетона после нагрева (известняк, гранит, доломит, магнезит и др.) не допускается.

**5.3.3** **Требования к воде затворения**

Вода для приготовления жаростойких бетонов должна отвечать требованиям ГОСТ 23732.

**6 Правила приемки**

6.1 Приемку бетонов для сборных бетонных и железобетонных изделий проводят по показателям качества на месте их изготовления по ГОСТ 13015 и документам по стандартизации на конкретные изделия.

Приемку бетона монолитных бетонных и железобетонных конструкций проводят по показателям качества, установленным в документах по стандартизации и проектной документации.

6.2 Приемку бетонных смесей проводят по ГОСТ 7473, на бетонные смеси конкретных видов.

6.3 Приемку бетонов по прочности проводят партиями. Объем и состав партии принимают по ГОСТ 18105.

6.4 Приемку бетонов по прочности в проектном возрасте и остаточной прочности проводят при подборе каждого нового номинального состава бетона, а в дальнейшем – не реже одного раза в месяц, а также при изменении состава бетона, технологии производства и качества используемых материалов.

6.5 Приемку бетонов по отпускной прочности и прочности в промежуточном возрасте проводят от каждой партии по ГОСТ 18105, а для легких и ячеистых бетонов – по средней плотности по ГОСТ 27005.

6.6 При необходимости оценку качества бетона по показателям предельно допустимой температуры применения, термостойкости, водонепроницаемости, морозостойкости и усадке проводят в соответствии с требованиями на бетон конструкции конкретного вида.

6.7 Периодические испытания бетонов по показателю удельной активности естественных радионуклидов проводят не реже одного раза в год, а также при изменении качества применяемых сырьевых материалов.

**7 Методы контроля**

7.1 Контроль показателей качества жаростойких бетонов проводят по следующим методикам:

- прочность бетона на сжатие и прочность на осевое растяжение в проектном возрасте, отпускная прочность, прочность в промежуточном возрасте, контрольная и остаточная прочность – по приложению А;

- класс бетона по предельно допустимой температуре применения (метод определения температур, соответствующих 4 %-ной и 40 %-ной деформациям под нагрузкой) – по приложению Д;

- термостойкость – по приложению Е;

- водонепроницаемость – по ГОСТ 12730.5;

- морозостойкость – по ГОСТ 10060 или ГОСТ 26134;

- средняя плотность – по ГОСТ 12730.1;

- деформация усадки – по приложению Ж.

7.2 Жесткость и подвижность бетонной смеси определяют по ГОСТ 10181.

7.3 Проверку качества добавок и заполнителей проводят:

- на зерновой состав крупных заполнителей – по ГОСТ 8269.0, мелких – по ГОСТ 8735;

- устойчивость при воздействии высоких температур – по приложению И;

- тонкость помола добавок – по ГОСТ 310.2;

- среднюю плотность пористых заполнителей – по ГОСТ 9758;

- химический состав добавок – по ГОСТ 2642.0 – ГОСТ 2642.12;

- активность отвердителя – по приложению К.

* химический состав заполнителей – по ГОСТ 2642.1, ГОСТ 2642.2, ГОСТ 2642.3;
* на чистоту заполнителя – по приложению Л.

7.4 Проверку удельной активности естественных радионуклидов, содержащихся в материалах для бетонов, проводят в соответствии с методиками ГОСТ 30108.

7.5 Определение прочностных, деформативных и теплотехнических характеристик конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов, необходимых для расчетов конструкций по СП 27.13330, следует производить по стандартам:

– коэффициенты условий работы на сжатие при нагреве γbt – ГОСТ 24452;

– коэффициенты условий работы на растяжение при нагреве γtt – ГОСТ 10180 после нагреваобразцов до заданных температур;

– коэффициенты условий работы, учитывающие измерение модуля упругости при нагреве βb – ГОСТ 24452;

* начальный модуль упругости бетона *Еb* – ГОСТ 24452;
* коэффициент ползучести при длительном нагреве φb,cr – ГОСТ 24544;
* предельные деформации сжатия при нагреве εb2 – ГОСТ 24452 (определяются в ходе построения диаграмм деформирования на стадии, близкой к разрушению);
* коэффициент линейной температурной деформации при нагреве αbt – ГОСТ 24544;
* коэффициент температурной усадки бетона αcs – ГОСТ 24544;
* коэффициент теплопроводности при нормальной температуре λ – ГОСТ 7076;
* коэффициент теплопроводности при нагреве λ – ГОСТ 12170;
* удельная теплоемкость С – ГОСТ 23250.

Процесс испытаний характеристик бетона следует фотодокументировать совместно с лабораторными установками и фотодокументы прикладывать к протоколам испытаний.

**Приложение А**

**(обязательное)**

**Метод определения прочности бетона**

**А.1 Образцы**

А.1.1 Прочность бетона определяют на образцах, изготовленных по ГОСТ 10180.

В случае если определение прочности на сжатие бетона выполняется на образцах-кубах с ребром 70 или 100 мм, в соответствии с требованиями ГОСТ 10180 допускается учитывать масштабные коэффициенты 0,85 и 0,95 соответственно.

На стадии разработки (подбора) вещественно-количественных составов жаростойких бетонов, для которых проектом установлены ограничения прочности не выше указанного значения, масштабные коэффициенты следует определять экспериментально по приложению Л ГОСТ 10180-2012.

Для испытания конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного жаростойких бетонов класса В5 и менее на пористых заполнителях следует применять образцы с наименьшим размером 150 мм, согласно ГОСТ 10180-2012 (раздел 4).

А.1.2 Отбор проб для контроля прочности бетона следует проводить по указаниям ГОСТ 18105.

А.1.3 Время от момента приготовления бетонной смеси до изготовления образцов для бетонов на жидком стекле и глиноземистом цементе, а также для всех бетонов со средней плотностью 1500 кг/м3 и менее не должно превышать 30 мин.

Для бетонов со средней плотностью свыше 1500 кг/м3 на портландцементе, шлакопортландцементе, быстротвердеющем портландцементе и высокоглино-земистом цементе перерыв между приготовлением бетонной смеси и изготовлением образцов не должен превышать 1 ч.

А.1.4 Температура бетонной смеси в момент приготовления для бетонов ячеистой структуры на портландцементе, высокоглиноземистом цементе и силикат-глыбе должна быть от 30 °C до 50 °C, а для бетонов на глиноземистом цементе и жидком стекле – не более 20°C.

**А.2 Средства контроля**

А.2.1 Изготовление образцов проводят в формах, отвечающих требованиям ГОСТ 22685.

А.2.2 Для проведения испытаний применяют следующее оборудование:

- шкаф сушильный электрический типа СНОЛ;

- печь камерная электрическая типа СНОЛ;

- стеллажи сетчатые для размещения образцов и оборудование для испытания образцов по ГОСТ 10180;

- ванна с крышкой для выдержки образцов над водой.

**А.3 Подготовка к испытаниям и испытания**

А.3.1 Для жаростойких бетонов определяют следующие виды прочности на сжатие:

- в проектном возрасте;

- контрольная;

- отпускная;

- в промежуточном возрасте;

- остаточная;

- относительная.

При необходимости, определяют прочность на сжатие бетона в горячем состоянии.

Прочность жаростойкого бетона определяют в соответствии с ГОСТ 10180 и настоящим приложением.

А.3.2 Прочность бетона на сжатие и растяжение в проектном возрасте определяется по указаниям 5.1.3.

Для жаростойкого бетона вводится дополнительное требование по определению контрольной прочности бетона.

Контрольную прочность бетона на сжатие и осевое растяжение определяют после режимов твердения и сушки в соответствии с таблицей А.1.

Таблица А.1 – Температурно-влажностный режим твердения и сушки образцов

| Бетоны | Температурно-влажностный режим твердения  | Температурный режим сушки |
| --- | --- | --- |
| Выдержка | Подъем температуры | Изотермический прогрев | Остыва-ние, ч,не менее | Подъем температуры | Сушка при (105±5) °C,ч | Осты-вание,ч |
| Темпе-ратура, °C | Относитель-наявлажность, % | Время | Скорость,°C/ч | Время, ч | Темпе-ратура,°C | Относитель-наявлажность, % | Время, ч | Скорость,°C /ч | Время, ч |
| сут | ч |
| **Плотной структуры**: - на портландцементе- быстротвердеющем портландцементе,    - шлакопортландцементе - высокоглиноземистом цементе  | 20±5 | 90-100 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 2 | 48 | 4 |
| - жидком стекле  | Более 15 | Менее 70 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 2 | 48 | 4 |
| - глиноземистом цементе  | 7-25 | 90-100 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 2 | 48 | 4 |
| **Ячеистой структуры**:- на глиноземистом цементе | 20±5 | 90-100 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 2 | 48 | 4 |
| - силикат-глыбе  | 20±5 | 90-100 | - | 2 | 30-40 | 4 | 174 | 100 | 6 | 4 | 50 | 2 | 48 | 4 |
| **Плотной и ячеистой структуры**:- на портландцементе,- шлакопортландцементе - высокоглиноземистом цементе  | 20±5 | 90-100 | - | 2 | 20-25 | 4 | 80-90 | 100 | 6 | 4 | 50 | 2 | 48 | 4 |
| **На вяжущем из ортофосфорной кислоты\*:****-** с глиноземистым заполнителем, | - | - | - | - | 60 | 4 | 250±10 | - | 8 | До темпера-туры воздуха в помеще-нии | - | - | - | - |
| - с корундовым заполнителем | - | - | - | - | 60 | 3 | 200±10 | - | 4 | - | - | - | - |
| - с заполнителями из смеси асбеста, вермикулита и керамзита | 20±5 | 90-100 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 2 | 48 | 4 |
| Примечание: Термообработку (нагрев и изотермическая выдержка) бетонов на ортофосфорной кислоте проводят в формах. Распалубку образцов проводят после термообработки. |

А.3.3 При изготовлении сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций устанавливают отпускную прочность бетона, а при возведении монолитных конструкций и сооружений – прочность бетона в промежуточном возрасте.

Отпускная прочность бетона должна быть не менее 70 % нормируемой. Прочность бетона в промежуточном возрасте принимают по проектной документации.

Отпускную прочность бетона и прочность бетона в промежуточном возрасте определяют после режимов твердения в соответствии с таблицей А.1.

А.3.4 Для установления остаточной прочности жаростойкого бетона определяют прочность на сжатие бетона после нагрева до заданной температуры с изотермической выдержкой, остывания и последующей выдержки над водой. При этом для бетонов классов И2–И7 нагрев проводят до предельно допустимой температуры применения, для бетонов классов И8–И18 – до температуры 800°C, согласно таблице А.2.

Таблица А.2 – Температура нагрева образцов для определения остаточной прочности бетона

|  |  |
| --- | --- |
|  Класс бетона по предельно допустимой температуре применения  | Температура нагрева , °C  |
| И2 | 200  |
| И3 | 300  |
| И4 | 400  |
| И5 | 500  |
| И6 | 600  |
| И7 | 700  |
| И8-И18  | 800  |

Нагреву подвергают образцы бетона после температурно-влажностного режима твердения и сушки согласно таблице А.1.

Образцы бетона нагревают в камерной электрической печи со скоростью подъема температуры 150 °C/ч, с изотермической выдержкой при требуемой температуре в течение 4 ч и остыванием вместе с печью до комнатной температуры.

После остывания образцы бетона помещают на сетчатый стеллаж, расположенный в ванне над водой. Слой воды в ванне должен быть не менее 10 см. Расстояние от нижней поверхности образцов бетона до уровня воды и от верхней поверхности образцов до крышки ванны должно быть (4±1) см.

Образцы выдерживают в ванне над водой в течение 7 сут, затем вынимают, осматривают и определяют прочность на сжатие по ГОСТ 10180.

Если после нагрева или выдержки над водой в образцах появились трещины шириной раскрытия более 0,2 мм, дутики или околы, бетон бракуют. Допускается наличие мелких посечек в поверхностном слое глубиной не более 3-5 мм.

 А.3.5 Остаточную прочность бетона на сжатие ~~γ~~ γb, %, вычисляют по формуле

γb = ∙ 100 (1)

где *Rbt* – прочность на сжатие бетона после нагрева и выдержки над водой по А.3.4;

 *Rbn* – контрольная прочность на сжатие бетона.

А.3.6 Относительную прочность на сжатие и растяжение бетона для каждой требуемой температуры нагрева, не выше указанной в таблице А.2, определяют в охлажденном состоянии после режимов твердения и сушки в соответствии с таблицей А.1 и после нагрева в камерной печи.

Образцы, предназначенные для определения прочности бетона после нагрева, для каждой требуемой температуры, подготовленные в соответствии с режимами твердения и сушки согласно таблице А.1, подвергают дальнейшему нагреву в камерной печи до требуемой температуры со скоростью 150 °C/ч. Далее образцы подвергают изотермической выдержке в течение 4 ч при требуемой температуре, охлаждают вместе с печью до температуры воздуха в помещении и проводят испытания на прочность по ГОСТ 10180.

Прочность на сжатие бетона в нагретом состоянии принимают равной прочности бетона после нагрева до температуры, указанной в таблице А.2.

Прочность на сжатие бетона для несущих конструкций в нагретом состоянии при температуре, выше указанной в таблице А.2, определяют по формуле

= , (2)

где – прочность на сжатие бетона после нагрева до температур, указанных в таблице А.2;

tb2 –температура, соответствующая 4 %-ной деформации бетона (°C), определяемая по приложению Б, °C;

tb – температура, при которой определяют прочность на сжатие бетона в нагретом состоянии, °C.

tb1 – температура, указанная в таблице А.2, при которой определяют прочность на сжатие бетона после нагрева , °C.

.А.3.7 В журнал заносят результаты испытаний образцов бетона по ГОСТ 10180, а также следующие показатели:

- вид и класс бетона по предельно допустимой температуре применения, по прочности на сжатие и прочности на осевое растяжение (при необходимости);

- температуру нагрева образцов;

- прочность в проектном возрасте и остаточную прочность.

**Приложение Б**

**(обязательное)**

**Определение модуля жидкого стекла ускоренным методом**

Б.1 Среднюю пробу для производства анализа отбирают из верхнего отстоявшегося слоя жидкого стекла без перемешивания, предварительно сняв поверхностную пленку.

Б.2 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 с 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.

Б.3 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.

Б.4 Модуль жидкого стекла определяют по формуле

*М* = 162 — 2,5,

где *f —* навеска жидкого стекла, г;

*l* — объем 0,1 н раствора соляной кислоты, затрачиваемого при титровании, мл;

162 и 2,5 — эмпирические коэффициенты.

**Приложение В**

**(обязательное)**

**Получение ортофосфорной кислоты необходимой концентрации**

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

где В — количество воды, л;

Ки, Кт —концентрация исходной и требуемой кислоты соответственно, %;

Пи — плотность исходной кислоты, г/см³.

В.2 Зависимость между плотностью и концентрацией ортофосфорной кислоты приведена в таблице В.1.

Таблица В.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 |

В.3 Требуемое количество воды вливают в кислоту и тщательно перемешивают. Денсиметром проводят контрольный замер плотности ортофосфорной кислоты.

**Приложение Г**

**(обязательное)**

**Проверка качества отвердителя**

Г.1 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 °С—110 °С и определяют тонкость 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.

Г.2 Для проверки качества отвердителя — кремнефтористого натрия — отбирают среднюю пробу, высушивают ее до постоянной массы при температуре 100 °С—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 перестает обесцвечиваться. Слегка розовое окрашивание при кипячении указывает на конец титрования. Процентное содержание кремнефтористого натрия в техническом продукте вычисляют по приближенной формуле

*m* = 0,0235/*K·V*·100,

где 0,0235 — количество Na2SiF6, соответствующее 1 мл 0,5 н раствора NaOH;

*К* — навеска технического кремнефтористого натрия, г;

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

**Приложение Д**

**(обязательное)**

**Метод определения температур, соответствующих 4 %-ной и 40 %-ной деформациям под нагрузкой**

Д.1 По настоящему методу определяют температуры, соответствующие 4 %-ной и 40 %-ной деформациям под нагрузкой, для установления класса бетона по предельно допустимой температуре применения в соответствии с требованиями таблицы 2.

**Д.2 Образцы**

Д.2.1 Температуры, соответствующие 4 %-ной и 40 %-ной деформациям под нагрузкой при высоких температурах, определяют на образцах-цилиндрах диаметром (36 ± 1) мм и высотой (50 ± 1) мм.

Д.2.2 Образцы изготавливают в формах, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 22685, или выпиливают из средней части контрольных неармированных блоков и изделий в соответствии с ГОСТ 10180.

Д.2.3 Верхнее и нижнее основания образцов должны быть отшлифованы корундовым диском.

Отклонение от перпендикулярности основания и боковой поверхности цилиндра не должно превышать 0,5 мм. Отклонение от перпендикулярности определяют по ГОСТ 10180.

**Д.3 Средства контроля**

Д.3.1 Для испытаний применяют следующее оборудование:

- печь муфельная;

- шкаф электрический;

- печь электрическая с механическим устройством для нагружения образца и измерения деформации;

- пирометр любого типа, обеспечивающий измерение значений температур в требуемом диапазоне с погрешностью не более ±20 °С;

- термопара платино-платинородиевая по техническим условиям.

Д.3.2 Электрическая печь и механическое устройство для нагружения образца и измерения деформации должны обеспечивать:

- равномерный подъем температуры со скоростью 5 °C/мин и рабочую температуру печи не менее 1700 °C;

- вертикальную передачу нагрузки на образец;

- измерение деформации образца с погрешностью ±0,1 мм;

- сжатие образца не менее чем на 20 мм.

**Д.4 Подготовка к испытаниям и испытания**

Д.4.1 Перед загрузкой с механического устройства печи необходимо снять характеристики холостого хода. Твердение и сушку изготовленных образцов осуществляют в соответствии с требованиями таблицы А.1. Образцы из бетона на жидком стекле дополнительно подвергают термообработке по режиму: подъем до температуры 800 °C со скоростью 200 °C/ч, выдержка при температуре 800 °C в течение 1 ч и охлаждение до температуры воздуха в помещении.

Д.4.2 Для определения температуры деформации бетона под нагрузкой испытывают один образец.

Д.4.3 Нагрузку на образец выбирают таким образом, чтобы в поперечном сечении образца, перпендикулярном к действию сжимающей силы, создать напряжения, равные, МПа:

0,2 — для бетонов средней плотности 1500 кг/м3 и более;

0,15 — для бетонов средней плотности от 1000 до 1500 кг/м3;

1,0 — для бетонов средней плотности менее 1000 кг/м3.

Д.4.4 Образец устанавливают на стержень по центру печи таким образом, чтобы середина его высоты находилась в центре визирной трубки, используемой для измерения температуры образца. Сверху и снизу образца между стержнями и образцом устанавливают угольные прокладки диаметром 50 и толщиной 10 мм. Сверху образца устанавливают стержень и механическое устройство для нагружения и измерения деформации образца.

Д.4.5 Скорость подъема температуры при испытании не должна превышать, °C/мин:

10 — при нагреве до температуры не выше 800 °C;

5 — при нагреве до температуры свыше 800 °C.

Д.4.6 Температуру измеряют:

- платино-платинородиевой термопарой при нагреве до температуры не выше 1300 °C;

- параллельно термопарой и пирометром любого типа при нагреве до температуры от 1000 °C до 1300 °C;

- пирометром при нагреве до температуры свыше 1300 °C.

При измерении температуры горячий спай термопары следует располагать на уровне середины высоты образца бетона; спай не должен касаться внутренней нагреваемой поверхности печи.

Пирометром измеряют температуру боковой поверхности бетонного образца через визирную трубку из высокоогнеупорного материала внутренним диаметром от 10 до 12 мм, установленную в футеровке печи в середине зоны наименьшей температуры нагрева. Снаружи трубку закрывают заслонкой, открываемой только на время измерения температуры.

Допускается наружный конец визирной трубки закрывать специальной оправкой с покровным стеклом по ГОСТ 6672.

Д.4.7 После достижения температуры 400 °C температуру и деформацию бетонного образца измеряют каждые 5 мин.

Результаты измерений записывают в журнал. Испытание заканчивают в тот момент, когда деформация бетонного образца достигнет 40 %-ной первоначальной его высоты или произойдет разрушение образца.

Д.4.8 Результаты определения деформаций под нагрузкой оформляют в виде диаграммы «температура — деформация» (рисунок Д.1).

Д.4.9 На диаграмме «температура — деформация» отмечают температуру:

- начала размягчения, определяемую по точке НР, лежащей на 3 мм ниже наивысшего положения этой кривой;

- соответствующую 4 %-ной деформации бетонного образца, определяемую по точке, лежащей на 20 мм ниже наивысшего положения кривой;

- соответствующую 40 %-ной деформации бетонного образца, определяемую по точке, лежащей на 200 мм ниже наивысшего положения кривой;

- при которой произошло внезапное разрушение образца.

Температурный интервал размягчения определяют, как разность между температурой, соответствующей 40 %-ной деформации образца (или температурой разрушения ТР), и температурой начала размягчения.

Д.4.10 Результаты испытания округляют до целых десятков градусов Цельсия. В журнале испытаний отмечают внешний вид образца после испытания (например, бочкообразный, оплавленный, с трещинами на поверхности и т. п.).

Д.4.11 Результаты испытания признают недействительными и испытания повторяют, если при визуальном осмотре испытуемого бетонного образца обнаружены:

- грибовидная форма, свидетельствующая о неравномерном нагреве образца по высоте;

- перекос — смещение в сторону верхнего основания относительно нижнего на расстояние от 4 до 5 мм или разница в высоте образца по его периметру более 2 мм;

- одностороннее оплавление или другие признаки неравномерного нагрева образца.

|  |
| --- |
|  |

*1* — кривая для бетонного образца с пластичным разрушением; *2* — то же, с хрупким разрушением

Рисунок Д.1 — Диаграмма «температура — деформация»

Д.4.12 Погрешность определения результатов испытаний по данному методу не должна превышать ±20 °C.

Д.4.13 Форма журнала записи образцов определения температуры деформации бетона под нагрузкой приведена в таблице Д.1.

Таблица Д.1 — Форма журнала записи испытания образцов для определения деформации бетона под нагрузкой

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Маркировка образца и виджаростойкого бетона | Время отсчета по приборам | Температура, °C | Деформа-ция образца, мм | Примечание |
| Календарное | Истекшее от начала испытания | по термопаре | по пиромет-ру |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

Д.4.14 Температуры 4 %-ной и 40 %-ной деформации должны быть не ниже значений, приведенных в таблице А.2 для данного класса бетона по предельно допустимой температуре применения.

**Приложение Е**

**(обязательное)**

**Метод определения термостойкости бетона**

Е.1 Сущность метода заключается в определении способности образцов бетона выдерживать резкие смены температур от предельно допустимой температуры применения до 20 °C для классов по предельно допустимой температуре применения бетонов И2—И7 и от 800 °C до 20 °C для классов бетонов И8—И18.

**Е.2 Образцы**

Изготовляют три бетонных образца-куба с ребром длиной 7 см из бетонной смеси рабочего состава.

**Е.3 Средства контроля**

Для испытания применяют:

- шкаф сушильный электрический типа СНОЛ;

- печь камерную электрическую типа СНОЛ;

- весы технические по ГОСТ 24104;

- ванну вместимостью 10 л.

**Е.4 Подготовка к испытаниям и испытания**

Е.4.1 Образцы после изготовления выдерживают в условиях согласно таблице А.1, затем подвергают визуальному осмотру и взвешивают. Образцы, на которых обнаруживают трещины, бракуют.

Е.4.2 Для бетонов средней плотности 1500 кг/м3 и более термостойкость определяют в водных теплосменах в следующем порядке.

Е.4.2.1 Образцы помещают в печь, предварительно разогретую до расчетной температуры, и выдерживают при этой температуре 40 мин. Колебания температуры в печи допускаются в пределах ±20 °C. Время отсчитывают, начиная с того момента, когда в печи установится необходимая температура.

Е.4.2.2 По истечении 40 мин образцы вынимают из печи и погружают в ванну вместимостью 10 л с водой комнатной температуры для их последующего охлаждения. В процессе испытания температура воды не должна повышаться более чем на 30 °C.

Е.4.2.3 Образцы охлаждают в воде в течение 5 мин, после чего вынимают из воды и выдерживают при температуре (20 ± 5) °C в течение 10 мин. Затем нагревание повторяют. После каждой теплосмены воду в ванне необходимо менять.

Е.4.3 Для бетонов средней плотности менее 1500 кг/м3 и ячеистой структуры термическую стойкость Т2 определяют в воздушных теплосменах в следующем порядке.

Е.4.3.1 После высушивания образцы помещают в печь, предварительно разогретую до расчетной температуры, и выдерживают при этой температуре 1 ч. Колебания температуры в печи допускаются в пределах ±20 °C.

Е.4.3.2 Через 1 ч образцы вынимают из печи и охлаждают струей воздуха комнатной температуры из вентилятора в течение 20 мин. Затем нагревание повторяют.

Е.4.4 Каждый нагрев и охлаждение в воде или на воздухе является теплосменой. После каждой теплосмены остывшие образцы осматривают, отмечают появление трещин, характер разрушения (выкрашивание или отколы материала) и определяют потери 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.

Е.4.5 Число теплосмен, вызвавших разрушение образцов или потерю бетоном 20 % первоначальной массы, принимают за термическую стойкость бетона в водных или воздушных теплосменах. Показателем термостойкости жаростойкого бетона считается среднее арифметическое результатов, полученных после испытания всех образцов-кубов.

**Приложение Ж**

**(обязательное)**

**Метод определения деформаций усадки жаростойких бетонов**

Ж.1 Сущность метода заключается в определении изменения размеров образца бетона после нагрева до предельно допустимой температуры применения бетонов классов И2—И12 и до температуры эксплуатации — для бетонов классов И13—И18.

 **Ж.2 Образцы**

Изготовление контрольных образцов для дальнейшего определения деформаций усадки проводят в соответствии с ГОСТ 10180.

Изготовляют три бетонных образца-куба с ребром длиной 7 см из бетонной смеси рабочего состава. Образцы выдерживают в условиях согласно таблице А.1. Из бетонов ячеистой структуры образцы выпиливают из затвердевших изделий, конструкций или контрольных блоков.

**Ж.3 Средства контроля**

Ж.3.1 Для испытаний принимают:

- штатив с индикатором часового типа ценой деления 0,01 мм и ходом штока 10 мм, приведенный на рисунке Ж.1;

- шкаф сушильный электрический типа СНОЛ;

- печь камерную электрическую типа СНОЛ.

|  |
| --- |
|  |

*1* — основание; *2* — стойка; *3* — кронштейн; *4* — шаровая опора; *5* — индикатор

Рисунок Ж.1 — Схема штатива с индикатором часового типа

Ж.3.2 Для повышения достоверности результатов измерений и контроля исходной базы измерений допускается применение эталонного стержня, фиксирующего расстояние между головкой индикатора и шаровой опорой.

Ж.3.3 Для измерения образцов-кубов могут быть использованы микрометры по ГОСТ 6507, снабженные фиксирующим устройством, позволяющим устанавливать образцы в строго центральном положении по отношению к микрометру.

**Ж.4 Подготовка к испытаниям и испытания**

Ж.4.1 После режима твердения в соответствии с таблицей А.1 образцы измеряют в трех взаимно перпендикулярных направлениях и вычисляют среднее арифметическое значение замеров. Результат измерений принимают за размер образца после твердения.

Ж.4.2 Затем образцы подвергают термообработке в режиме: подъем до температуры (105 ± 5) °C со скоростью 50 °C/ч, выдержка при температуре (105 ± 5) °C в течение 48 ч и охлаждение до температуры воздуха в помещении.

Ж.4.3 После сушки образцы нагревают до температуры эксплуатации. Скорость подъема температуры — 150 °C/ч, время выдержки — 4 ч.

Ж.4.4 После нагревания и охлаждения образцов до температуры воздуха в помещении их подвергают визуальному осмотру. При наличии поверхностных трещин шириной раскрытия более 0,1 мм или признаков оплавления образцы бракуют.

Образцы измеряют согласно Ж.4.1 и определяют среднее значение измерений образца после нагревания *l*2.

Ж.4.5 Усадку ξ, %, вычисляют по формуле

, (Ж.1)

где *l*1 — среднее значение размера образца после нагревания, мм;

 *l*2 — среднее значение размера образца после твердения, мм.

Если деформации усадки превышают значения, указанные в 5.1.14, бетон бракуют.

**Приложение И**

**(обязательное)**

**Метод определения устойчивости заполнителей и добавок при воздействии высоких температур**

И.1 Сущность метода состоит в проверке способности заполнителей и добавок не разрушаться при нагреве, а также после него.

**И.2 Отбор проб**

И.2.1 Для проверки устойчивости заполнителей и тонкомолотых добавок отбирают пробы от каждой партии указанных материалов из нескольких мест, но не менее чем из трех.

И.2.2 Пробу заполнителя отбирают в объеме 10 л, методом квартования уменьшают ее до 5 л. Пробу тонкомолотой добавки отбирают в объеме 5 л, методом квартования уменьшают ее до 1 л.

**И.3 Средства контроля**

Для проведения испытаний применяют:

- шкаф сушильный электрический типа СНОЛ;

- печь камерную электрическую типа СНОЛ;

- ванну с крышкой для выдержки образцов над водой;

- стеллажи сетчатые для размещения образцов.

**И.4 Подготовка к испытаниям и испытания**

И.4.1 Для проведения испытаний необходимо иметь заполнитель, приготовленный дроблением шамотного кирпича, рассеянного на фракции 0—5 мм и 5—20 мм в соответствии с требованиями 5.3.2.4.

И.4.2 Приготовляют бетонную смесь, состоящую из портландцемента, проверяемой добавки и чистого шамотного заполнителя в соотношении 1:0,3:4.

И.4.3 Из бетонной смеси изготовляют шесть образцов-кубов с ребром длиной 7 или 10 см. Образцы выдерживают в условиях согласно таблице А.1.

И.4.4 Три образца испытывают после высушивания при температуре (105 ± 5) °C.

И.4.5 Для бетонов марок И8—И16 нагревают три образца до температуры
800 °C; бетоны других марок нагревают до предельно допустимой температуры применения.

И.4.6 Тонкомолотую добавку считают пригодной, если после нагрева и последующей выдержки над водой в течение 7 сут образцы не имеют дутиков, трещин, а остаточная прочность отвечает требованиям 5.1.6.

И.4.7 Для проверки качества заполнителя приготовляют бетонную смесь, состоящую из портландцемента, добавки и проверяемого заполнителя (1:0,3:4); допускается проверка на рабочем составе.

И.4.8 Изготовление, хранение, испытание образцов, а также оценку пригодности заполнителя осуществляют в соответствии с И.4.3—И.4.6.

И.4.9 Керамзитовый заполнитель допускается проверять прокаливанием и последующим кипячением.

И.4.10 Среднюю пробу керамзитового гравия массой 0,5 кг прокаливают в течение 3 ч при температуре 800 °C.

И.4.11 Прокаленную пробу керамзита после остывания помещают в сосуд, заливают водой и кипятят в течение 4 ч. После остывания воду сливают, а керамзит рассыпают тонким слоем на металлический лист, выбирают разрушенные зерна и взвешивают.

И.4.12 Партию керамзита считают пригодной для применения в качестве заполнителя в бетоне, если разрушенные зерна в высушенном состоянии до постоянной массы составят не более 5 % первоначальной навески.

И.4.13 Окончательное заключение о пригодности керамзита составляют после получения результатов испытания, предусмотренных И.4.7, И.4.8.

**Приложение К**

**(обязательное)**

**с**

К.1 Сущность метода состоит в проверке способности отвердителя обеспечивать затвердение жидкого стекла.

**К.2 Отбор проб**

К.2.1 Для проверки активности отвердителя отбирают пробы от каждой партии указанного отвердителя из нескольких мест, но не менее чем из трех.

К.2.2 Пробу отвердителя отбирают в объеме 5 л, методом квартования уменьшают ее до 1 л.

**К.3 Средства контроля**

Для испытаний применяют:

- весы технические по ГОСТ 24104;

- термометр по ГОСТ 13646;

- ареометр по ГОСТ 18481.

**К.4 Подготовка к испытаниям и испытания**

К.4.1 Смешивают 200 г тонкомолотого шамота со 100 г отвердителя (нефелинового шлама, саморассыпающегося шлама) или 30 г отвердителя (кремнефтористого натрия), затворяют жидким стеклом плотностью 1,36 г/см3 до получения теста нормальной густоты.

К.4.2 Из полученной массы изготовляют лепешку, которую сразу же помещают в полиэтиленовый пакет.

К.4.3 После выдерживания лепешки в пакете при температуре не ниже 20 °C в течение 24 ч ее вынимают и осматривают.

К.4.4 Отвердитель считают активным, если он обеспечивает однородное твердение раствора по всему сечению.

**Приложение Л**

**(обязательное)**

**Определение чистоты заполнителей**

Л.1 Чистоту заполнителя, кроме магнезитосодержащего, определяют в жаростойком бетоне на портландцементе (допускается проверка на рабочем составе).

Л.2 Для этой цели изготавливают шесть кубов размерами 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 настоящего стандарта.

Л.3 Три образца подвергают испытанию после высушивания до постоянного веса при температуре 100 °С —110 °С, а остальные — после нагревания до 800 °С и последующей выдержки над паром в течение 7 ч.

Л.4 Образцы не должны иметь трещин, дутиков.

Л.5 Остаточная прочность должна отвечать данным, приведенным в таблице 2.

УДК 691.32:620.1:006.354 МКС 91.100.30

Ключевые слова: высокотемпературный длительный и кратковременный нагрев, конструкционные и теплоизоляционные жаростойкие бетоны, вяжущее, заполнитель, тонкомолотая добавка, отвердитель, шамот, вермикулит, ортофосфорная кислота, жидкое стекло, силикат-глыба

Руководитель организации разработчика

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство»

(АО «НИЦ «Строительство»)

Заместитель генерального директора

по научной работе, д.т.н. А.И. Звездов

Руководитель разработки

Директор НИИЖБ

Им. А.А. Гвоздева, к.т.н. Д.В. Кузеванов

Исполнитель

Зав. Лаб. № 6 НИИЖБ

им. А.А. Гвоздева, к.т.н. И.С. Кузнецова

Мл. научный сотрудник № 6

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева Я.В. Зубова