ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70222— 2022

БЕТОНЫ ОСОБО ТЯЖЕЛЫЕ

Технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН 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 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 июля 2022 г. № 648-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 3
4 Классификация 4
5 Общие технические требования 4
6 Правила приемки 9
7 Методы контроля 9
Приложение А (справочное) Теплофизические характеристики особо тяжелого бетона 13
Приложение Б (справочное) Основные технические характеристики заполнителей особо тяжелых бетонов 14
Приложение В (справочное) Значения средней плотности особо тяжелых бетонов в зависимости от вида применяемого заполнителя 15
Библиография 16

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БЕТОНЫ ОСОБО ТЯЖЕЛЫЕ

Технические условия

Extra heavy-weight concretes.
Specifications

Дата введения — 2022—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на конструкционные и специальные особо тяжелые бетоны на цементных вяжущих и заполнителях повышенной плотности, применяемые для конструкций защиты от ионизирующего излучения, конструкций противовесов разводных и подъемных мостов, конструкций пригрузов трубопроводов, а также для конструкций зданий и сооружений с высоким модулем упругости бетона, и устанавливает технические требования к особо тяжелым бетонам, правила их приемки и методы контроля.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 4.212 Система показателей качества продукции. Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей

ГОСТ 969 Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия

ГОСТ 2787 Металлы черные вторичные. Общие технические условия

ГОСТ 4682 Концентрат баритовый. Технические условия

ГОСТ 7076 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме

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 8736 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 9479 Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий. Технические условия

ГОСТ 9849 Порошок железный. Технические условия

ГОСТ 10060 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10180 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 11964 Дробь чугунная и стальная техническая. Общие технические условия

ГОСТ 12730.1 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.5 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

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

Издание официальное

ГОСТ 13087 Бетоны. Методы определения истираемости

ГОСТ EN 13471 Изделия теплоизоляционные, применяемые для инженерного оборудования зданий и промышленных установок. Метод определения коэффициента термического расширения

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ 17623 Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности

ГОСТ 18105 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 20426 Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения

ГОСТ 20910 Бетоны жаростойкие. Технические условия

ГОСТ 22266 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 22856 Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия

ГОСТ 23732 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 24211 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

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 25645.331 Материалы полимерные. Требования к оценке радиационной стойкости

ГОСТ 27006 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 28570 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

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

ГОСТ 31108 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31384—2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

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

ГОСТ 31914 Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества

ГОСТ Р 52939 Руды железные товарные необогащенные. Общие технические условия

ГОСТ Р 54855 Материалы и изделия строительные. Определение расчетных значений теплофизических характеристик

ГОСТ Р 56178 Модификаторы органоминеральные типа МБ для бетонов, строительных растворов и сухих смесей. Технические условия

ГОСТ Р 56378 Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к ремонтным смесям и адгезионным соединениям контактной зоны при восстановлении конструкций

ГОСТ Р 56592 Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ Р 58894 Микрокремнезем конденсированный для бетонов и строительных растворов. Технические условия

СП 28.13330 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 70.13330 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **богатые руды:** Руды, в которых содержание $Fe_{общ} \geq 60$ %.

3.2 **борная фритта:** Зернистый материал в виде остеклованных гранул с содержанием тетрабората натрия не менее 50 %, получаемый путем спекания с силикатами.

3.3 **заполнители повышенной плотности:** Заполнитель плотностью более 3000 кг/м^3 для крупного заполнителя и более 2800 кг/м^3 — для мелкого заполнителя.

3.4 **искусственные заполнители:** Материалы, получаемые из природного сырья или отходов промышленности путем дополнительной технологической обработки (передела).

3.5 **конституционная вода:** Вода, входящая в кристаллическую решетку минералов в виде ионов OH^-, H^+, H_3O^+.

3.6 **конструкция защиты от ионизирующего излучения:** Конструкция, основное назначение которой — снижение потоков ионизирующего излучения до допустимого уровня.

3.7 **контрольные образцы:** Образцы, предназначенные для определения характеристик перед началом испытания основных образцов.

3.8 **коэффициент ослабления ионизирующего излучения:** Характеристика изменения какого-либо параметра ионизирующего излучения (дозы, мощности дозы и др.), равная отношению его значения после прохождения защитного слоя к значению до слоя защиты.

3.9 **критерий радиационной стойкости:** Предельное значение определяющего параметра радиационной стойкости бетона.

3.10 **марка бетона по средней плотности (нормируемая плотность) D:** Одно из значений параметрического ряда показателя качества бетона, устанавливаемое по среднему значению плотности бетона в нормальном воздушно-сухом состоянии.

3.11 **окалина:** Отходы металлургического производства, получаемые при горячей прокатке, машинной огневой зачистке черных металлов.

3.12 **окатыши:** Измельченный рудный концентрат сферической формы, являющийся продуктом обогащения железосодержащих руд.

3.13 **определяющий параметр радиационной стойкости бетона:** Конкретное свойство бетона (прочность, деформативность, плотность и т. д.), изменение которого больше заданного исключает возможность применения бетона в конструкции.

3.14 **основные образцы:** Образцы, предназначенные для определения характеристик после проведения испытаний на радиационную стойкость.

3.15 **особо тяжелый бетон:** Бетон со средней плотностью более 2600 кг/м^3.

3.16 **показатель радиационной стойкости:** Значение характеристики поля ионизирующего излучения, воздействующего на эксплуатируемую конструкцию, при котором достигается критерий радиационной стойкости бетона. Для бетона такой характеристикой является флюенс нейтронов или доза поглощенного гамма-излучения.

3.17 **природные заполнители:** Неорганические материалы, получаемые без изменения их химического и фазового составов и характеризуемые происхождением горных пород, из которых они образованы.

3.18 **радиационная стойкость бетона:** Способность бетона сохранять свои свойства (физико-механические, теплофизические и др.) в заданных пределах в результате воздействия радиационного излучения.

3.19 **средние руды:** Руды, в которых содержание $50\ \% < Fe_{общ} < 60\ \%$.

3.20 **средняя плотность:** Показатель качества бетона, характеризуемый отношением массы бетона к его объему с учетом объема пор в нормированном воздушно-влажностном состоянии.

3.21 **стальной скрап:** Зашлакованные отходы черных металлов, образующиеся при сталеплавильном и сталелитейном производстве.

3.22 **стойкость к температурным воздействиям:** Способность бетона выдерживать резкие изменения температуры от предельно допустимой до максимальной.

3.23 **тонкодисперсное железо:** Тонкодисперсный продукт крупностью < 0,5 мм, с высоким содержанием железа ($Fe_{общ} > 62\ \%$), получаемый в результате обогащения железных руд методом магнитной сепарации.

3.24 **чугунный скрап:** Зашлакованные отходы черных металлов, образующиеся в доменном и чугунолитейном производстве.

4 Классификация

4.1 Особо тяжелые бетоны классифицируются в соответствии с ГОСТ 25192.

4.2 В зависимости от основного назначения бетоны подразделяют на:

- конструкционные (для изготовления несущих конструкций зданий и сооружений, для конструкций пригрузов и противовесов);
- специальные (радиационностойкие, для конструкции радиационной защиты).

4.3 В зависимости от вида заполнителей бетоны подразделяют на бетоны на заполнителях:

- плотных природных;
- искусственных специальных (например, металлическая дробь, окалина, окатыши, скраб);
- смешанных.

4.4 В зависимости от условий твердения бетоны подразделяют на твердеющие:

- в естественных условиях;
- в условиях тепловой обработки при атмосферном давлении.

5 Общие технические требования

5.1 Особо тяжелый бетон применяют для конструкций защиты от ионизирующего излучения, для конструкций противовесов разводных и подъемных мостов, для конструкций пригрузов трубопроводов, подпорных стен, а также для конструкций полов, элементов зданий и сооружений с высоким модулем упругости бетона.

5.2 Особо тяжелые бетоны следует изготовлять в соответствии с требованиями настоящего стандарта, а также нормативных документов и технической документации на изделия и конструкции конкретных видов, утвержденные в установленном порядке.

5.3 Характеристики особо тяжелого бетона

5.3.1 Основными нормируемыми и контролируемыми показателями качества особо тяжелого бетона являются:

- класс по прочности на сжатие B;
- класс по прочности на осевое растяжение B_t;
- марка по средней плотности D;
- марка по морозостойкости F;
- марка по водонепроницаемости W;
- марка по истираемости G.

5.3.2 По показателям качества особо тяжелые бетоны подразделяют:

- по прочности на классы прочности на сжатие: B15; B20; B22,5; B25; B27,5; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60; B70; B80; B90; B100;
- по прочности на осевое растяжение на классы: $B_t0,8$; $B_t1,2$; $B_t1,6$; $B_t2,0$; $B_t2,4$; $B_t2,8$; $B_t3,2$; $B_t3,6$; $B_t4,0$;
- по средней плотности на марки: D2650, D2950, D3150, D3350, D3650, D4000, D4200, D4400, D4600, D4800, D5000;
- по морозостойкости на марки по первому базовому методу: F_150; F_175; F_1100; F_1150; F_1200; F_1300; F_1400; F_1600;
- по водонепроницаемости на марки: W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20;
- по истираемости при испытании на круге истирания на марки: G1; G2; G3.

5.3.3 Классы бетона по прочности, марки по плотности, морозостойкости, водонепроницаемости и истираемости устанавливают в соответствии с нормами проектирования и указывают в проектной и технологической документации, нормативных документах и технической документации на изделия и конструкции.

5.3.4 Виды бетонов по темпам набора прочности устанавливают в соответствии с ГОСТ 25192.

5.3.5 В зависимости от условий работы бетона в различных средах и условий эксплуатации по ГОСТ 31384 и ГОСТ 20910 соответственно следует устанавливать дополнительные требования к бетону по нормируемым показателям качества по ГОСТ 4.212. К бетону конструкций, подверженных радиационному воздействию, предъявляются требования радиационной стойкости.

5.3.6 Возраст бетона, в котором обеспечиваются заданные технические требования, должен быть указан в проекте. Проектный возраст бетона назначают в соответствии с нормами проектирования с

учетом условий твердения бетона, способов возведения и сроков фактического нагружения конструкций. Если проектный возраст не указан, технические требования к бетону должны быть обеспечены в возрасте 28 сут.

5.3.7 Значения нормируемых показателей прочности бетона монолитных конструкций в промежуточном возрасте устанавливают в технологической документации.

5.3.8. Теплофизические характеристики особо тяжелого бетона приведены в приложении А.

5.3.9 В период изготовления изделий и конструкций, а также строительства и эксплуатации зданий и сооружений из особо тяжелого бетона во внешнюю среду не должны выделяться вредные вещества, токсичные или опасные газовые смеси в количествах, превышающих действующие санитарно-гигиенические нормы.

5.4 Требования к бетонным смесям

5.4.1 Бетонные смеси характеризуют следующими технологическими показателями качества:
- средняя плотность;
- удобоукладываемость;
- расслаиваемость;
- температура;
- сохраняемость свойств во времени.

5.4.2 В зависимости от показателя удобоукладываемости бетонные смеси подразделяют на марки по осадке конуса в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 — Марки по осадке конуса

Марка	Осадка конуса, см
П1	1—4
П2	5—9
П3	10—16
П4	16—20
П5	Более 20

5.4.3 Расслаиваемость бетонной смеси не должна превышать значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 — Требования к расслаиваемости бетонной смеси

Марка по удобоукладываемости	Расслаиваемость бетонной смеси, %, не более	
	Водоотделение	Растворотделение
П1-П2	0,5	5
П3-П5	1,0	7

5.4.4 При поставке бетонной смеси допустимые отклонения заданных значений средней плотности, удобоукладываемости (осадка конуса), расслаиваемости, температуры и сохраняемости свойств во времени не должны превышать значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 — Допустимые отклонения заданных значений показателей качества бетонной смеси

Наименование показателя качества бетонной смеси	Диапазон, в который попадает заданное значение показателя	Допустимое отклонение заданного значения показателя
Средняя плотность бетонной смеси, кг/м^3	От 2700 до 2900 включ.	–50 +50
	Св. 2900 до 3800 включ.	–75 +75
	Св. 3800 до 4600 включ.	–100 +100

Окончание таблицы 3

Наименование показателя качества бетонной смеси	Диапазон, в который попадает заданное значение показателя	Допустимое отклонение заданного значения показателя
Осадка конуса, см	Менее 16	±2
	16 и более	±3
Расслаиваемость, % - по водоотделению,	Менее 0,5	+0,1
	0,5 и более	+0,2
- по растворотделению	Менее 5	+0,5
	5 и более	+1,0
Температура, °С	Все значения	±3
Сохраняемость свойств во времени	Не менее 1 ч 30 мин	–10 мин
	От 1 ч 30 мин до 3 ч 00 мин	–20 мин
	Более 3 ч 00 мин	–30 мин

5.4.5 Состав бетонной смеси подбирают по методике ГОСТ 27006 с учетом требований ГОСТ 31384 и ГОСТ 20910. Подбор состава бетонной смеси для бетона сооружений классов КС-2 и КС-3 по ГОСТ 27751 проводят в лабораториях, соответствующих требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025. Подбор состава бетонной смеси для бетона конструкций, подверженных радиационному воздействию, проводят с учетом обеспечения требуемой радиационной стойкости бетона.

5.4.6 Бетонные смеси для бетонов марки по морозостойкости $F_1$200 и выше следует изготовлять с применением воздухововлекающих (газообразующих) добавок, если заранее предусмотрено снижение средней плотности бетона, но не более чем на 4 %.

5.4.7 При назначении к бетону нескольких проектных требований состав бетонной смеси должен обеспечивать получение бетона с нормируемыми показателями в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

5.4.8 Условное обозначение бетонной смеси при заказе должно состоять из сокращенного обозначения бетонной смеси с указанием типа бетона, его класса по прочности, марки по плотности, марки по осадке конуса, морозостойкости, водонепроницаемости, других нормируемых показателей качества и обозначения настоящего стандарта.

Пример условного обозначения бетонной смеси особо тяжелого бетона класса по прочности на сжатие В30, марки по средней плотности D3350, марки по осадке конуса П2, марки бетона по морозостойкости $F_1$100 и водонепроницаемости W6:

БСТ ОТБ В30 D3350 П2 $F_1$100 W6 ГОСТ Р 70222—2022

5.5 Производство бетонной смеси и бетонных работ

5.5.1 Продолжительность перемешивания бетонной смеси каждой марки по средней плотности и по удобоукладываемости устанавливается лабораторией бетонного предприятия опытным путем, но не менее 2 мин.

5.5.2 Для уплотнения бетонной смеси следует применять вибрационное оборудование. Бетонные смеси подвижностью П5 допускается уплотнять без использования вибрации.

5.5.3 Производство работ при возведении монолитных конструкций следует проводить по СП 70.13330.

5.6 Требования к материалам для бетона

5.6.1 Цементы, крупный и мелкий заполнители, вода и добавки должны соответствовать требованиям нормативных документов и технической документации на материалы конкретных видов с учетом ГОСТ 31384 и ГОСТ 20910.

5.6.2 Для повышения связности смесей и снижения растворотделения в состав бетонной смеси рекомендуется вводить микронаполнитель и/или металлическую фибру.

5.6.3 Удельная эффективная активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в материалах, применяемых для приготовления бетонных смесей, не должна превышать предельных значений, установленных ГОСТ 30108.

5.7 Вяжущие материалы

5.7.1 В качестве вяжущих материалов следует применять портландцемент, сульфатостойкий цемент, шлакопортландцемент, глиноземистый цемент и их разновидности, соответствующие требованиям ГОСТ 31108, ГОСТ 22266, ГОСТ 969.

5.7.2 Для бетонов конструкций защиты от ионизирующего излучения (радиоактивных излучений) следует применять портландцементы типов ЦЕМ I, ЦЕМ II/А-Ш, ЦЕМ II/В-Ш, ЦЕМ II/А-Мк, ЦЕМ III по ГОСТ 31108, ЦЕМ I СС, ЦЕМ II/А-Ш СС, ЦЕМ II/В-Ш СС, ЦЕМ III/А СС по ГОСТ 22266 и ГЦ — по ГОСТ 969.

5.7.3 При длительном хранении цемента (более 6 мес.) или при наличии явных признаков ухудшения его качества, таких как образовавшаяся корка, скомкавшиеся куски, наличие мусора и т. д., необходимо выполнить проверку качества цемента на соответствие требованиям нормативных документов.

5.7.4 Минимальный расход цемента для особо тяжелых бетонов, предназначенных для изготовления изделий и конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, следует принимать по СП 28.13330 и ГОСТ 31384.

5.7.5 Цементы, применяемые для изготовления особо тяжелых бетонов, должны сопровождаться документом о качестве с представлением химико-минералогического состава цемента.

5.8 Заполнители

5.8.1 Заполнители для особо тяжелого бетона выбирают по зерновому составу, плотности, прочности, содержанию пылевидных и глинистых частиц, наличию и содержанию вредных и посторонних загрязняющих примесей, радиационно-гигиенической характеристике и другим показателям качества по ГОСТ 8267, ГОСТ 8736 и соответствующим техническим условиям, на основании которых они производятся.

5.8.2 В качестве материалов для производства заполнителей для особо тяжелых бетонов используют:

- природные материалы: богатые и средние магнетитовые, гематитовые, ильменитовые, лимонитовые руды и их разновидности по ГОСТ Р 52939, баритовые руды и молотый барит, массивы горных блоков по ГОСТ 9479, щебень и отсевы дробления при производстве щебня из тяжелых нерудных горных пород (габбро, диабаз, базальт, перидотиты, железистые кварциты и их разновидности) по ГОСТ 8267, ГОСТ 31424, ГОСТ 22856;
- искусственные материалы: железосодержащие окатыши, окалина, металлический скрап, дробь, шлак.

5.8.3 В качестве крупного заполнителя применяют щебень из плотных нерудных горных пород и руд различного минералогического состава, щебень из шлака, окатыши и скрап.

5.8.4 Зерновой состав крупного заполнителя, получаемого из горных пород, должен соответствовать ГОСТ 8267.

5.8.5 При приготовлении особо тяжелых бетонов следует применять крупный заполнитель с наибольшим размером зерен до 70 мм.

5.8.6 Марка по дробимости крупного заполнителя при сжатии в цилиндре должна быть не менее М600 по ГОСТ 8269.0.

5.8.7 Водопоглощение естественных заполнителей должно быть, не более:

- 2 % — для магнетита и барита;
- 10 % — для лимонита и гематита.

5.8.8 Содержание вредных компонентов в заполнителе, применяемом в особо тяжелом бетоне, должно быть, не более:

- 50 ммоль/л аморфных разновидностей диоксида кремния, растворимых в щелочах;
- 1,5 % масс. сульфатов (гипс, ангидрит) и сульфидов, кроме пирита, в пересчете на SO_3;
- 0,1 % масс. хлоридов Cl^-;
- 0,25 % масс. свободных волокон асбеста;
- 1,0 % масс. угля и древесных остатков.

5.8.9 Щебень из попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород, некондиционных отходов горнорудной и нерудной промышленности, металлургических предприятий должен быть устойчивым против всех видов распадов.

5.8.10 Заполнители, используемые в особо тяжелых бетонах, дополнительно следует сопровождать документом о качестве с представлением данных их минералогического и химического состава. Данные должны быть предоставлены для каждой конкретной партии заполнителя.

5.8.11 Железорудные неофлюсованные окатыши, применяемые в качестве крупного заполнителя, должны отвечать требованиям ГОСТ 2787 или технических условий, на основании которых они производятся.

5.8.12 При изготовлении особо тяжелых бетонов, используемых в конструкциях защиты от нейтронного излучения, используют заполнители из горных пород с содержанием конституционной воды не менее 10 %.

5.8.13 В качестве мелкого заполнителя применяют чугунную литую дробь, чугунную колотую дробь, стальную литую дробь и стальную колотую дробь крупностью до 6 мм по ГОСТ 11964; песок из металлургической окалины с содержанием железа не менее 70 % и средней плотностью не ниже 5000 кг/м^3; окатыши, измельченные до крупности песка 0,16—5 мм, баритовую руду фракции до 5 мм, борную фритту фракции до 5 мм, руду железную по ГОСТ Р 52939 фракции до 5 мм, а также пески по ГОСТ 8736 и пески из отсевов дробления по ГОСТ 31424.

5.8.14 Металлический заполнитель из отходов и побочных продуктов промышленности должен быть очищен от масла, смазки, красок и ржавчины.

5.8.15 Удельная эффективная активность естественных радионуклидов ($A_{эфф}$) в заполнителях не должна превышать:

- 370 бк/кг — для бетонов жилых и общественных зданий;
- 740 бк/кг — для бетонов производственных сооружений.

5.8.16 Заполнители следует транспортировать, сортировать и обрабатывать, исключая загрязнения посторонними материалами, дробление или сегрегацию.

5.8.17 Данные по заполнителям приведены в приложениях Б и В.

5.9 Микронаполнители

В качестве микронаполнителя применяют:

- минеральные добавки по ГОСТ Р 56592;
- железный порошок по ГОСТ 9849;
- микрокремнезем по ГОСТ Р 58894;
- отсев металлической окалины с содержанием зерен менее 0,45 мм не менее 95 %;
- железорудный концентрат с содержанием зерен менее 0,45 мм не менее 95 %;
- баритовый концентрат по ГОСТ 4682;
- нейтральные спеки бора в виде карбидов.

5.10 Вода

Вода для затворения бетонной смеси и приготовления растворов химических добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732.

5.11 Добавки

5.11.1 Для регулирования свойств бетонной смеси и бетонов применяют химические и/или органоминеральные добавки. Химические добавки должны соответствовать требованиям ГОСТ 24211, а также стандартам и техническим условиям, по которым они выпускаются. Органоминеральные добавки должны соответствовать ГОСТ Р 56178.

5.11.2 Применение добавок к бетону в условиях его эксплуатации не должно приводить к снижению физико-механических характеристик бетона, снижению плотности ниже проектных требований, коррозии арматуры и закладных деталей, появлению дефектов, выделению токсичных и взрывоопасных газовых смесей, увеличению газовыделения (по водороду).

5.11.3 При применении добавок по ГОСТ 24211, ГОСТ Р 56178, в том числе содержащих хлористые соли, следует выполнять требования, установленные в ГОСТ 31384—2017 (пункт 6.4.3).

5.11.4 Бетонные смеси марок по осадке конуса П3 — П5 следует изготовлять с применением суперпластификаторов, пластифицирующих добавок и/или органоминеральных добавок.

5.11.5 В особо тяжелом бетоне конструкций, испытывающих интенсивное облучение нейтронами, применение пластифицированных цементов, органических, органоминеральных химических добавок, полимерной фибры может быть ограничено или запрещено.

6 Правила приемки

6.1 Приемку бетонных смесей проводят по показателям плотности, удобоукладываемости, расслаиваемости, температуре и сохраняемости свойств во времени.

6.2 Приемку бетона сборных бетонных и железобетонных изделий по всем нормируемым показателям качества, установленным нормативным документом или технической документацией на эти изделия, утвержденными в установленном порядке, следует проводить на месте их изготовления по ГОСТ 13015.

6.3 Приемку бетона монолитных бетонных и железобетонных конструкций проводят по показателям качества, установленным в проектной и технологической документации, утвержденных в установленном порядке.

6.4 Приемку бетона по прочности проводят для каждой партии изделий и конструкций по ГОСТ 18105 и ГОСТ 31914.

6.5 Партия сборных изделий и монолитных конструкций из особо тяжелого бетона подлежит приемке по плотности, если плотность бетона не ниже требуемой.

6.6 Возможность использования партий изделий и конструкций, фактическая плотность которых не соответствует требованиям 6.5, должна быть согласована с проектной организацией объекта строительства.

7 Методы контроля

7.1 Основные виды, методы и периодичность контроля исходных материалов устанавливают по ГОСТ 7473.

7.2 Показатели качества бетонных смесей определяют по ГОСТ 10181.

7.3 Среднюю плотность особо тяжелого бетона определяют по ГОСТ 12730.1, ГОСТ 17623. Среднюю плотность бетона вычисляют как среднеарифметическое значение результатов испытаний всех образцов серии, но не менее трех образцов.

7.4 Среднюю плотность особо тяжелого бетона для конструкций защиты от ионизирующего излучения определяют испытанием образцов в воздушно-сухом состоянии по ГОСТ 12730.1.

7.5 Соответствие средней плотности особо тяжелого бетона требуемой подтверждают испытаниями в проектном возрасте. Отдельный испытуемый образец должен отвечать следующему условию:

$$d_{ci} \geq (d_{ck} + d_i), \quad (1)$$

где d_{ci} — единичный результат испытания средней плотности особо тяжелого бетона, кг/м^3;

d_{ck} — требуемая средняя плотность особо тяжелого бетона, кг/м^3;

d_i — допустимое отклонение средней плотности бетона, кг/м^3.

Оценку допустимых отклонений плотности бетона следует проводить по таблице 4.

Таблица 4 — Допустимые отклонения при испытаниях отдельных образцов особо тяжелого бетона

Марка особо тяжелого бетона по средней плотности	Допустимое отклонение d_i, кг/м^3
D2700	–50 +50
D2800	–50 +50
D2900	–50 +100
D3050	–50 +100
D3200	–50 +100
D3350	–50 +100

Окончание таблицы 4

Марка особо тяжелого бетона по средней плотности	Допустимое отклонение d_i, кг/м^3
D3500	–75 +125
D3650	–75 +125
D3800	–75 +125
D4000	–100 +150
D4200	–100 +150
D4400	–100 +150
D4600	–100 +150

7.6 Прочность бетона определяют по ГОСТ 10180, ГОСТ 28570, ГОСТ 31914.

7.7 Морозостойкость бетона определяют и оценивают по ГОСТ 10060.

7.8 Водонепроницаемость бетона определяют и оценивают по ГОСТ 12730.5.

7.9 Истираемость бетона определяют по ГОСТ 13087 и оценивают по ГОСТ 13015.

7.10 Усадку и деформацию ползучести бетона определяют по ГОСТ 24544.

7.11 Модуль упругости, коэффициент Пуассона и призменную прочность определяют по ГОСТ 24452.

7.12 Коэффициент теплопроводности особо тяжелого бетона определяют по ГОСТ Р 54855.

7.13 Коэффициент линейного температурного расширения определяют по ГОСТ EN 13471.

7.14 Коэффициент ослабления ионизирующего излучения особо тяжелого бетона принимают по ГОСТ 20426.

7.15 Определение радиационной стойкости особо тяжелого бетона

7.15.1 Радиационную стойкость определяют в результате радиационных испытаний (РИ) в специализированной лаборатории, допущенной к проведению таких испытаний, в порядке, установленном действующим законодательством на основании методики ГОСТ 25645.331.

7.15.2 Просвечивание проводят при помощи излучения рентгеновских аппаратов, излучения закрытых радиоактивных источников на основе ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{192}Ir, ^{170}Tm и тормозного излучения бетатронов.

Допускается использовать другие источники энергии и преобразователи излучения при условии обеспечения чувствительности контроля, требуемой нормативными документами, технической документацией и рабочими чертежами, утвержденными в установленном порядке, на конкретный объект контроля.

7.15.3 Определяющие характерные показатели радиационной стойкости, их арбитражные критерии, определяются на основании проекта.

7.15.4 Оценка радиационной стойкости является одним из этапов определения эксплуатационной надежности конструкции, в которой применяют данный бетон и которое предназначено для эксплуатации в условиях радиационного воздействия.

7.15.5 Оценку радиационной стойкости материалов проводят в два этапа:

- 1-й — предварительная оценка;
- 2-й — окончательная оценка.

7.15.6 Предварительную оценку радиационной стойкости бетона при составлении предварительного перечня материалов для разрабатываемой конструкции проводят на основе радиационного индекса для определяющего характерного показателя радиационной стойкости или иных справочных данных о радиационной стойкости бетона на основе конкретных материалов, полученных ранее.

Предварительную оценку радиационной стойкости бетона разрабатываемого состава проводят на основе результатов радиационных испытаний, включаемых в состав исследовательских работ и предварительных испытаний данного материала.

7.15.7 Окончательную оценку радиационной стойкости материала проводят на основе радиационных испытаний.

7.15.8 Окончательная оценка радиационной стойкости включает в себя:

а) составление заключения о возможности применения бетона при заданных в техническом задании (ТЗ) на проведение радиационных испытаний условиях эксплуатации (далее — заключение о радиационной стойкости);

б) установление радиационных индексов с целью сопоставления материалов по их радиационной стойкости.

7.15.9 Требования к содержанию технического задания на проведение радиационных испытаний

7.15.9.1 В ТЗ на проведение РИ материала должны быть заданы данные о бетонной конструкции, об условиях производства работ и условиях эксплуатации.

7.15.9.2 К данным об условиях эксплуатации относят: вид, энергию, спектр, поглощенную дозу и мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения, характер радиационного воздействия (статический или импульсный), температуру, среду эксплуатации и другие внешние воздействующие факторы (ВВФ) с их количественными характеристиками, а также допустимую неравномерность распределения поглощенной дозы по толщине конструкции. Для импульсного излучения указывают длительность и частоту следования.

7.15.9.3 К данным о бетонной конструкции относят: наименование, функциональное назначение, класс (марку), информацию о нормативном документе на бетон, толщину конструкции, дату изготовления, условия твердения и характерные показатели радиационной стойкости, по которым должны быть проведены радиационные испытания, а также предельно допустимые значения радиационной нагрузки.

7.15.9.4 За арбитражный критерий радиационной стойкости бетона принимают допустимое относительное изменение характерного или определяющего показателя радиационной стойкости в процессе или после облучения в процентах со знаком «плюс» или «минус» (см. таблицу 5).

Таблица 5 — Определяющие характерные показатели радиационной стойкости материалов и их арбитражные критерии

Функциональное назначение материала	Определяющий или характерный показатель радиационной стойкости, единица измерения	Арбитражный критерий радиационной стойкости, %	НД на метод определения показателя
Конструктивные материалы для несущих и ограждающих конструкций	Прочность при сжатии, МПа Прочность при растяжении, МПа Плотность, кг/м^3 Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) Линейные деформации, мм/м	*	ГОСТ 10180 ГОСТ10180 ГОСТ 12730.1 ГОСТ 7076 ГОСТ 24544
Ремонтные материалы на цементной основе	Прочность при сжатии, МПа Прочность при растяжении, МПа Прочность сцепления, МПа	*	ГОСТ Р 56378 ГОСТ Р 56378 ГОСТ Р 56378
Материалы биологической защиты ядерных реакторов	Содержание атомов водорода, % масс.	–1	НД на материалы
* Арбитражный критерий радиационной стойкости устанавливает проектная организация.			

7.15.9.5 Арбитражный критерий радиационной стойкости материала не указывает на предел его работоспособности.

7.15.10 Проведение испытаний

7.15.10.1 Испытания радиационной стойкости проводят для конкретного состава бетона.

7.15.10.2 Испытания проводят на образцах цилиндрической или квадратной формы с размерами, определяемыми конструкцией облучаемой камеры. Образцы перед испытаниями хранят в нормальных влажностных условиях в течение 28 сут или других условиях по согласованию с проектной организацией.

7.15.10.3 Для оценки влияния ионизирующих и термических воздействий изготовляют партии образцов:

- контрольная «холодная»;
- основная, облучаемая нейтронным потоком и/или гамма-излучением.

7.15.10.4 Количество образцов в каждой контрольной партии принимается не менее 3 для каждого вида испытаний.

7.15.10.5 Среду и температуру при испытаниях определяет проектная организация.

7.15.10.6 Условия облучения образцов (спектр нейтронов и гамма-квантов, флюенс нейтронов и поглощенная доза гамма-излучения, температура облучения) должны соответствовать условиям эксплуатации испытуемого бетона в конструкции.

7.15.10.7 При испытании на радиационную стойкость выполняют контроль следующих параметров: предел прочности на сжатие и растяжение, средняя плотность, коэффициент теплопроводности, линейные деформации, кинетика и состав газовыделений. Для оценки воздействия ионизирующего излучения проводят сравнение свойств и параметров контрольных и основных образцов.

7.15.10.8 Результатом испытаний является показатель радиационной стойкости данного состава бетона, при котором достигается критерий радиационной стойкости определяющего параметра данного состава бетона.

Приложение А
(справочное)

Теплофизические характеристики особо тяжелого бетона

Таблица А.1 — Коэффициенты линейной температурной деформации особо тяжелого бетона

Расчет на нагрев	Коэффициент линейной температурной деформации особо тяжелого бетона $a_{bt} \cdot 10^{-6}$ °С $^{-1}$ при температуре бетона, °С			
	50	100	200	300
Кратковременный*	8,5	8,5	7,5	7,0
Длительный**	2,5	3,0	5,2	5,5

* Кратковременный нагрев — первый разогрев конструкции до расчетной температуры при ее изготовлении.

** Длительный нагрев — воздействие расчетной температуры в период эксплуатации (различают постоянный и циклический длительный нагревы).

Таблица А.2 — Коэффициенты линейной температурной усадки особо тяжелого бетона

Расчет на нагрев	Коэффициент линейной температурной усадки особо тяжелого бетона $a_{cs} \cdot 10^{-6}$ °С $^{-1}$ при температуре бетона, °С			
	50	100	200	300
Кратковременный*	0,0	0,5	0,9	1,1
Длительный**	7,0	6,5	3,5	2,8

* Кратковременный нагрев — первый разогрев конструкции до расчетной температуры при ее изготовлении.

** Длительный нагрев — воздействие расчетной температуры в период эксплуатации (различают постоянный и циклический длительный нагревы).

Таблица А.3 — Теплофизические характеристики особо тяжелого бетона

Теплофизические характеристики	Значения коэффициентов при температуре, °С			
	20	100	200	300
Теплопроводность, Вт/м · °С	3,61	3,14	2,91	2,79
Температуропроводность, 10^{-3} м^2/ч	3,8	3,1	2,6	2,5
Теплоемкость, кДж/кг · °С	0,83	0,88	0,92	1,00

Приложение Б
(справочное)

Основные технические характеристики заполнителей особо тяжелых бетонов

Таблица Б.1 — Основные технические характеристики заполнителей особо тяжелых бетонов

Вид заполнителя	Показатель			
	Средняя плотность, кг/м^3	Насыпная плотность, кг/м^3	Насыпная плотность в уплотненном состоянии, кг/м^3	Крупность, мм
Железорудные окатыши	4800—5200	2000	2400	—
Прокатная окалина	5300—5400	2200	3000	0—10
Окалина машинной огневой зачистки	5000—5600	2200	3000	0—5
Железнорудный концентрат	4850—5150	2000	2400	0,001—1
Песок из окалины	5400—5550	2200	2850—3100	0—5
Чугунная дробь	7200—7300	4200	4200	0,1—8
Серпентинит	2400—2850	—	—	—
Магнетитовая руда	4400—5900	—	—	—
Гематитовая руда	3200—4300	—	—	—

Приложение В
(справочное)

Значения средней плотности особо тяжелых бетонов в зависимости от вида применяемого заполнителя

Таблица В.1 — Значения средней плотности особо тяжелых бетонов

Вид заполнителя	Плотность бетона, кг/м^3
Лимонитовый щебень, лимонитовый песок	2600—3000
Магнетитовый щебень, магнетитовый песок	2800—4000
Баритовый щебень, обычный песок	3000—3200
Баритовый щебень, баритовый песок	3300—3600
Ильменитовый щебень, ильменитовый песок	4000—4500
Хромитовый щебень, обычный песок	2800—3050
Чугунный скрап	3700—4600

Библиография

[1] СТО 1.1.1.03.003.0911-2012 Бетоны для строительных конструкций и радиационной защиты атомных электростанций

УДК 691.32:006.354 ОКС 91.100.30

Ключевые слова: особо тяжелые бетоны, технические условия, правила приемки, методы контроля

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 19.07.2022. Подписано в печать 27.07.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,10.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru