ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59652— 2021

Нефтяная и газовая промышленность

ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Основные требования к материалам, конструкции, нанесению и приемке

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Некоммерческой организацией «Ассоциация предприятий химического и нефтяного машиностроения» (Ассоциация «ХИММАШ»), Обществом с ограниченной ответственностью «АЛИТЕР-АКСИ» (ООО «АЛИТЕР-АКСИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 августа 2021 г. № 840-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», 2021

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 2
4 Материалы 3
5 Конструкция футеровки 5
6 Нанесение футеровки 8
7 Контроль 10
8 Исправление дефектов и ремонт футеровки 13
9 Сушка 14
10 Транспортирование и хранение 15
Библиография 17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Основные требования к материалам, конструкции, нанесению и приемке

Petroleum and natural gas industry. Thermal equipment lining.
Main requirements to materials, design, application and acceptance

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на футеровку и изделия из огнеупорных бетонов, предназначенные для применения в промышленных печах и тепловых агрегатах нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической и газоперерабатывающей отраслях промышленности.

Настоящий стандарт устанавливает основные технические требования к конструкции, материалам, нанесению, контролю, сушке, реконструкции и ремонту футеровки.

В настоящем стандарте учтены основные положения технических регламентов [1], [2].

Настоящий стандарт не распространяется на оборудование, работающее в средах с высоким абразивным воздействием, конструкция футеровки которого предусматривает наличие тонкого (от 19 до 25 мм) абразивостойкого рабочего слоя, где в качестве армирования футеровки используется панцирная сетка и/или армирующие элементы, высота которых занимает всю толщину рабочего слоя.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 380 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 390 Изделия огнеупорные шамотные и полукислые общего назначения. Технические условия

ГОСТ 530 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия

ГОСТ 2590 Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент

ГОСТ 2850 Картон асбестовый. Технические условия

ГОСТ 5040 Изделия огнеупорные теплоизоляционные. Технические условия

ГОСТ 5632 Нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 6617 Битумы нефтяные строительные. Технические условия

ГОСТ 8691 Изделия огнеупорные общего назначения. Форма и размеры

ГОСТ 9573 Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия

ГОСТ 13078 Стекло натриевое жидкое. Технические условия

ГОСТ 19281 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия

ГОСТ 19903 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент

ГОСТ 19904 Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент

ГОСТ 20910 Бетоны жаростойкие. Технические условия

ГОСТ 21880 Маты из минеральной ваты прошивные теплоизоляционные. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 22950 Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия

ГОСТ 23619 Материалы и изделия огнеупорные теплоизоляционные муллитокремнеземистые стекловолокнистые. Технические условия

ГОСТ 24704 Изделия огнеупорные корундовые и высокоглиноземистые. Технические условия

ГОСТ 24717 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 28874 Огнеупоры. Классификация

ГОСТ Р 52541 Бетоны огнеупорные. Подготовка образцов для испытаний

ГОСТ Р 53682 Установки нагревательные для нефтеперерабатывающих заводов. Общие технические требования

ГОСТ Р 58942 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски

ГОСТ Р ИСО 5817 Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества

ГОСТ Р ИСО 8501-1 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий

СП 27.13330.2017 «СНиП 2.03.04—84 Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации 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, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии свода правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **абразивостойкость:** Способность материала противостоять механическому воздействию абразивных частиц рабочей среды.

Примечание — Абразивостойкость огнеупорного материала определяется по [3].

3.1.2 **анкер:** Металлическое или керамическое изделие, предназначенное для крепления огнеупорных материалов футеровки к металлическому корпусу футеруемого оборудования.

3.1.3 **армирование:** Система анкеров, расположенных в определенном порядке по отношению друг к другу.

3.1.4 **газопроницаемость:** Способность футеровки пропускать газы.

3.1.5 **заливка:** Процесс нанесения приготовленной в смесителе бетонной смеси в предварительно установленную опалубку.

Примечание — В большинстве случаев заливка бетона сопровождается виброуплотнением с помощью глубинных или навесных вибраторов, виброплощадок.

3.1.6 **кладка:** Процесс возведения или возведенная конструкция из фасонных огнеупоров (преимущественно кирпича), сложенных в определенном порядке и сцепленных естественным образом (насухо) или с помощью связующих материалов (мертеля).

3.1.7 **набивка:** Процесс ручного нанесения приготовленной бетонной смеси на футеруемую поверхность с применением киянок или пневмоинструмента.

3.1.8 **огнеупорность:** Свойство материала противостоять, не расплавляясь, воздействию высоких температур.

3.1.9 **опалубка [формооснастка]:** Совокупность элементов и изделий, предназначенных для придания конструкции футеровки нужной формы при укладке бетона (преимущественно методом заливки).

3.1.10 **проект футеровки:** Комплект технической документации (рабочая документация, технический проект), полностью определяющий требования к конструкции, материалам и армированию футеровки оборудования.

Примечание — Тип конструкторской документации определяется техническим заданием.

3.1.11 **рабочий слой:** Слой многослойной футеровки, контактирующий с рабочей средой.

3.1.12 **теплоизоляционный (внутренний) слой:** Слой футеровки, не контактирующий с рабочей средой и уменьшающий общую теплопроводность футеровки.

3.1.13 **рабочая температура:** Температура рабочей среды, от которой футеровка получает непосредственную тепловую нагрузку.

Примечание — Используется для выполнения теплотехнических расчетов футеровки.

3.1.14 **расчетная температура:** Температура рабочей (горячей) поверхности футеровки или на границе слоев многослойной футеровки.

Примечание — Используется для выбора огнеупорных материалов по их температуре применения.

3.1.15 **классификационная температура:** Температурная характеристика огнеупорного материала, соответствующая максимальной температуре, при которой усадка после двустороннего обжига в течение 5 ч не превышает 1,5 % (для волокнистых материалов — 4 % после двустороннего обжига в течение 24 ч).

3.1.16 **температура применения:** Температурная характеристика огнеупорного материала, указываемая производителем в качестве температуры, при которой материал может эксплуатироваться длительное время без разрушения (при одностороннем нагреве).

Примечание — Может указываться в качестве «рекомендованного предела использования».

3.1.17 **температурный шов:** Зазор в рабочем слое футеровки, предназначенный для устранения напряжений, вызываемых температурными деформациями огнеупорного материала.

3.1.18 **термостойкость:** Способность огнеупоров выдерживать без разрушения резкие колебания температуры.

Примечание — Характеризуется количеством теплосмен, т. е. циклов нагрева и охлаждения.

3.1.19 **торкретирование:** Способ нанесения приготовленной бетонной смеси на футеруемую поверхность посредством сжатого воздуха с применением специального оборудования.

3.1.20 **нержавеющая фибра:** Специальная армирующая добавка в бетонную смесь, представляющая собой металлические волокна (иголки) из нержавеющей стали размерами (0,4…0,5) × (20…25) мм.

3.1.21 **футеровка:** Конструкция из огнеупорных материалов, предназначенная для защиты металлического корпуса оборудования от высоких температур и агрессивных воздействий рабочей среды.

3.1.22 **штраба:** Конструкция торца футеровки в виде паза определенной формы (треугольной, круглой).

4 Материалы

4.1 Общие требования

4.1.1 В качестве основных материалов для изготовления футеровок используются:

- сухие огнеупорные и теплоизоляционные смеси;
- волокнистые и минеральные пористые материалы;
- огнеупорные фасонные кирпичные изделия.

4.1.2 Материал элементов футеровки выбирается в процессе разработки проекта футеровки специализированной организацией на основании теплотехнических расчетов, выполняемых по СП 27.13330.2017. Основные критерии выбора материалов следующие:

- расчетная температура на поверхности футеровки;
- требования к температуре на корпусе оборудования;
- заданная общая толщина футеровки;
- химический состав и агрессивность воздействующей на футеровку среды (в том числе абразивное воздействие, коксообразование);
- состав топлива для горелочного устройства.

4.1.3 Допустимая температура применения огнеупорного материала должна быть выше расчетной температуры на поверхности футеровки либо на границе слоев.

4.1.4 Для футерованных элементов нагревательных установок по ГОСТ Р 53682 допустимая температура применения огнеупорного материала должна быть не менее чем на 150 °С выше температуры на поверхности футеровки либо на границе слоев.

4.1.5 Классификация огнеупорных материалов — по ГОСТ 28874.

4.1.6 Все материалы должны иметь сертификаты или другие документы, подтверждающие их физико-химические свойства и качество.

4.2 Сухие огнеупорные и теплоизоляционные смеси

4.2.1 Сухие огнеупорные и теплоизоляционные смеси, используемые в футеровках, должны соответствовать ГОСТ 20910 или техническим условиям производителя.

4.2.2 Для изготовления бетонных слоев футеровок следует использовать огнеупоры:
- легковесные, плотностью менее 1,6 г/см^3;
- средней плотности: от 1,6 до 2,1 г/см^3;
- высокой плотности: свыше 2,1 г/см^3.

4.2.3 Для изготовления горелочных камней и других неметаллических внутренних устройств оборудования (решеток, пережимных колец, отражательных и разделительных стен и др.) должны выбираться огнеупоры с высокой термостойкостью и температурой применения не менее 1400 °С, способные работать в прямом контакте с пламенем. Огнеупорность материалов горелочных камней должна соответствовать мощности и типу горелки.

4.3 Волокнистые и минеральные пористые материалы

4.3.1 К основным волокнистым и минеральным пористым материалам относят:
- муллитокремнеземистые стекловолокнистые материалы по ГОСТ 23619;
- маты из минеральной ваты по ГОСТ 21880;
- минеральные волокнистые материалы по техническим условиям производителя;
- картон асбестовый по ГОСТ 2850;
- плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем по ГОСТ 9573;
- плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем по ГОСТ 22950;
- плиты на основе муллитокремнеземистой ваты и глиняной связки шамотно-волокнистой плиты по техническим условиям производителя;
- базальтовые, силикат-кальциевые и другие пористые плиты по техническим условиям производителя.

4.4 Огнеупорные кирпичные изделия

4.4.1 Огнеупорные кирпичные изделия — по ГОСТ 390, ГОСТ 530, ГОСТ 5040, ГОСТ 8691, ГОСТ 24704 и техническим условиям производителя.

4.5 Армирование

4.5.1 В качестве армирования футеровки применяют металлические и керамические анкеры.

4.5.2 Металлические анкеры изготавливают из сталей по ГОСТ 380, ГОСТ 5632, ГОСТ 19281, сортамента круглого сечения по ГОСТ 2590 или листового материала по ГОСТ 19903, ГОСТ 19904.

4.5.3 Материал металлических анкеров зависит от температуры их применения — максимальной температуры на концах анкера, определенной методами теплотехнического расчета, и выбирается согласно таблице 1.

Таблица 1 — Максимальные температуры для концов анкеров

Материал анкера	Максимальная температура, °С
Углеродистая и низколегированная сталь	450
Коррозионно-стойкая сталь (типа 08Х13, 12Х13)	700
Коррозионно-стойкая сталь (типа 12Х18Н9, 12Х18Н10Т)	800
Коррозионно-стойкая сталь (типа 20Х23Н18)	1000
Коррозионно-стойкая сталь (типа 15Х28)	1000
Коррозионно-стойкая сталь (типа 253МА)	1100
Сплавы на никелевой основе	1200
Примечание — В топочных пространствах оборудования запрещается применение металлических анкеров из углеродистых и низколегированных сталей.	

4.6 Сварочные материалы

4.6.1 Сварочный материал для приварки металлических анкеров и креплений керамических анкеров следует выбирать в зависимости от сочетания свариваемых материалов (анкер и корпус) согласно нормативной документации (НД), распространяющейся на футеруемое оборудование с учетом характеристик рабочей среды.

5 Конструкция футеровки

5.1 Типы футеровок

5.1.1 По количеству слоев футеровки разделяются на однослойные и многослойные.

По типу применяемых материалов выделяют следующие виды футеровок: бетонные, волокнистые, кирпичные, комбинированные (футеровки с различным сочетанием вышеперечисленных типов).

По назначению слои футеровки классифицируются как: теплоизоляционные, огнеупорные (жаростойкие), термостойкие, химически-стойкие, износостойкие (абразивостойкие).

Возможно различное сочетание вышеуказанных свойств для одного слоя.

5.2 Общие требования к конструкции футеровки

5.2.1 Конструкция футеровки должна быть спроектирована с учетом условий работы оборудования (рабочая температура внутри аппарата, требуемая газопроницаемость и огнеупорность футеровки, химическое воздействие рабочей среды на футеровку и др.).

5.2.2 При выполнении многослойной футеровки слои располагают в соответствии со следующим правилом: при движении от корпуса к горячей зоне плотность, огнеупорность и теплопроводность материалов слоев должны возрастать.

5.2.3 В случае изготовления отдельных частей оборудования (в том числе формованных изделий из огнеупорного бетона), футерованных на заводе-изготовителе, к ним предъявляются следующие требования:

- конструкция должна обеспечивать необходимую безопасность при транспортировании, хранении, монтаже и эксплуатации;
- размеры поставляемых частей должны быть максимально крупными с учетом условий монтажа сборных конструкций и правил перевозки грузов транспортом (железнодорожным, автомобильным и др.).

5.2.4 Общая прочность, жесткость и устойчивость футерованного оборудования должна обеспечиваться конструкцией металлического корпуса. В местах воздействия на футеровку нагрузок от внутренних устройств (пережимные кольца, решетки и т. п.) необходимо применять бетоны с прочностью после обжига не менее 50 МПа.

5.2.5 Кирпичные футеровки выполняются только на месте монтажа.

5.2.6 Для компенсации температурного расширения металла элементов (штуцеров, обечаек люков, опорных элементов и др.), проходящих сквозь бетонный слой футеровки (плотностью выше

1,2 г/см^3), их оборачивают керамоволокнистым огнеупорным картоном. Картон приклеивают к металлу при помощи жидкого стекла по ГОСТ 13078 или закрепляют другим способом (например, при помощи клейкой ленты). Толщина обертывания должна компенсировать температурное расширение металла с учетом возможного максимального сжатия картона.

5.2.7 Для компенсации температурного расширения материалов анкеров (за исключением анкеров из углеродистой и низколегированной сталей) при конструировании футеровок из среднеплотных и плотных бетонов необходимо использовать пластиковые колпачки, которые надеваются на концы анкеров, или обмазывать загнутую часть концов анкеров битумной мастикой толщиной от 1 до 2 мм.

5.2.8 Для компенсации температурного расширения бетона и организованного образования усадочных трещин на поверхности футеровки следует выполнять температурные и усадочные швы. Ширину температурных швов определяют при проектировании футеровки с учетом рабочей температуры, необратимой усадки огнеупорного бетона рабочего слоя и его обратимого теплового расширения, но не более 10 мм. Температурные швы располагают с шагом не более 2000 мм. Размеры усадочных швов принимаются шириной от 2 до 3 мм и глубиной от 20 до 30 мм. Усадочные швы следует располагать в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

5.2.9 Температурные и усадочные швы не выполняются для футеровок, подверженных абразивному воздействию, если их выполнение не предусмотрено проектом футеровки, а также во внутренних слоях футеровки.

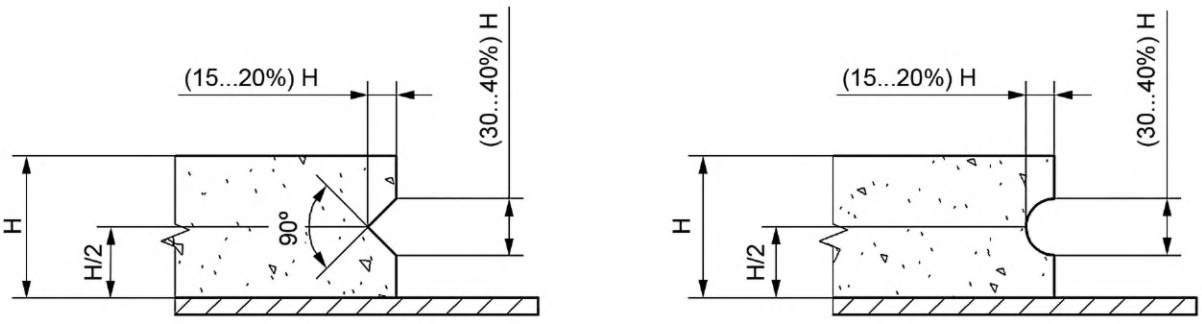
5.3 Требования к конструкции бетонной футеровки

5.3.1 Плотность бетона однослойной футеровки должна быть не менее 0,7 г/см^3.

5.3.2 Суммарная толщина футеровки принимается по результатам теплового расчета. Минимальная толщина однослойной футеровки — 50 мм.

5.3.3 Толщина рабочего слоя многослойной футеровки должна быть не менее 75 мм.

5.3.4 Для обеспечения качественного стыка футеровки (например, стыки панелей трубчатых нагревательных печей, стыки карт футеровки при нанесении), а также исключения возможного прямолинейного мостика передачи тепла к корпусу по стыку футеровки на торцах следует предусмотреть выполнение штрабы. Рекомендуемые формы и размеры штрабы приведены на рисунке 1. Размеры штрабы выбирают таким образом, чтобы ее ширина была в 2,5—4 раза меньше толщины футеровки (слоя футеровки — если штраба выполняется в каждом слое).



Штраба прямоугольной формы

Штраба круглой формы

Рисунок 1 — Размеры и форма штраб

5.4 Требования к конструкции кирпичной футеровки

5.4.1 Конструкция кирпичной футеровки нагревательных установок — ГОСТ Р 53682.

5.5 Требования к конструкции волокнистой футеровки

5.5.1 Рабочий слой волокнистой футеровки должен быть выполнен из волокнистых и минеральных пористых материалов с плотностью не менее 128 г/см^3. Для внутренних теплоизоляционных слоев допускается применять менее огнеупорные волокнистые и минеральные пористые материалы вплоть до применения минеральной (базальтовой) изоляции.

5.5.2 Применение волокнистой футеровки недопустимо, если:

- скорость дымовых газов превышает 12 м/с;
- содержание серы в топливе превышает 10 мг/кг;
- содержание тяжелых металлов в топливе превышает 100 мг/кг;
- оборудование, работающее под давлением, предназначено для сжигания жидких отходов;
- размер и форма пламени горелочного устройства допускают контакт с футеровкой.

5.5.3 При скорости дымовых газов выше 12 м/с необходимо применять усиливающие поверхность мастики либо использовать керамоволокнистые плиты. Максимальная скорость дымовых газов, при которой допускается использование плит из керамоволокна, — 24 м/с.

5.5.4 Запрещается применение волокнистых материалов в футеровках подовых зон, дымовых труб, дымоходов и газоходов.

5.6 Требования к конструкции комбинированной футеровки

5.6.1 Рабочий слой комбинированной футеровки следует выполнять из бетона или кирпича. Внутренние слои выполняются из легковесного бетона, кирпича, волокнистых и/или минеральных пористых материалов в любых сочетаниях. При этом должно соблюдаться условие 5.2.2.

5.6.2 Толщина рабочего слоя комбинированной футеровки должна быть не менее 75 мм.

5.6.3 Не допускается применение комбинированной футеровки с волокнистыми огнеупорами во внутренних теплоизоляционных слоях в дымовых трубах и подовых поверхностях.

5.6.4 Минимальная плотность огнеупоров из керамического или минерального волокна при использовании их в качестве внутренних теплоизоляционных слоев комбинированной футеровки должна составлять 0,12 г/см^3.

5.6.5 Прочностные характеристики материала рабочего слоя и тип армирования должны обеспечивать необходимую жесткость фиксации рабочего слоя футеровки.

5.6.6 Внутренние слои комбинированной футеровки со стороны открытых торцов (например, проемы дверей, гляделок и т. п.) должны быть закрыты от горячей (рабочей) среды материалом рабочего слоя (см. рисунок 2).

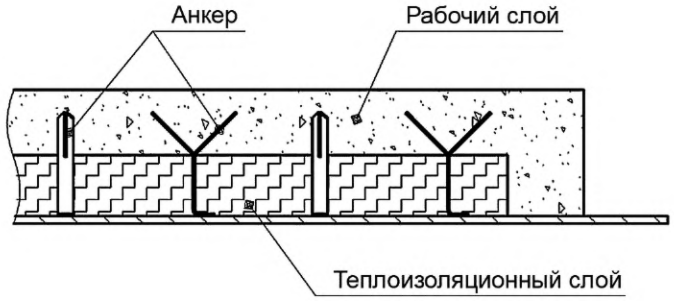


Рисунок 2 — Конструкция торцов комбинированной футеровки

5.6.7 Стыки волокнистых материалов внутренних слоев комбинированной футеровки следует располагать таким образом, чтобы они были смещены по отношению к стыкам предыдущего слоя не менее чем на 100 мм.

5.7 Требования к конструкции горелочных камней и изделий из огнеупорного бетона

5.7.1 Для изготовления горелочных камней применяют шамотные или высокоглиноземистые бетонные смеси.

5.7.2 Форму горелочных камней определяет производитель горелочных устройств.

5.7.3 Закладные элементы массивных горелочных камней выполняют из жаропрочных марок сталей. Закладные элементы допускается использовать только с тыльной стороны горелочных камней.

5.7.4 По периметру установки горелочного камня на месте его применения необходимо наличие температурного шва толщиной 5 мм, заполненного керамическим волокном.

5.8 Армирование

5.8.1 Конструкция анкеров и схемы армирования предусматриваются технической документацией (проектом футеровки) на футеруемое оборудование.

5.8.2 Армирование должно обеспечивать фиксацию всех слоев футеровки и соответствовать расчетной температуре.

5.8.3 В случае многослойной бетонной или комбинированной футеровки раскрытие усов анкеров Y-образной формы должно быть только в рабочем слое.

5.8.4 В качестве армирования бетонной однослойной футеровки толщиной до 50 мм допускается использовать проволочную сетку. Необходимую для армирования информацию (материал сетки, размеры, способ установки) указывают в технической документации (проекте футеровки).

5.8.5 Армирование футеровки не выполняют при:

- подовых поверхностях, футеруемых на месте монтажа;
- горелочных камнях;
- вертикальных трубах малого диаметра (данное решение должно быть согласовано со специализированной организацией).

5.8.6 Запрещается размещение анкеров и креплений керамических анкеров в местах расположения сварных швов корпуса футеруемого оборудования. В этом случае необходимо обеспечить требования соответствующего нормативного документа (на футеруемое оборудование) по минимальным расстояниям между сварными швами. В случае расположения элементов вдоль сварного шва корпуса данные элементы необходимо сместить и располагать около шва в шахматном порядке (по разные стороны от сварного шва).

5.8.7 При конструировании бетонных футеровок для увеличения прочностных характеристик бетона и термостойкости футеровки применяют металлическую фибру. Необходимость применения и марка материала фибры, а также объем ее добавления в бетон указывают в технической документации на футеровку (проекте футеровки).

6 Нанесение футеровки

6.1 Общие требования

6.1.1 Футеровку наносят, руководствуясь соответствующими инструкциями по нанесению, предоставляемыми разработчиком технической документации (проекта футеровки) на футеруемое оборудование и/или производителем бетонных смесей.

6.1.2 Приготовление бетонных смесей осуществляют по инструкциям изготовителя.

6.2 Армирование и подготовительные работы

6.2.1 Футеруемую поверхность очищают от остатков армирующих элементов, масляных пятен, окалины, ржавчины и т. п. Очистку производят при помощи пескоструйной обработки или другими методами. Степень очистки должна соответствовать Sa 2 или St 2 по ГОСТ Р ИСО 8501-1.

6.2.2 Приварку анкеров производят по всей длине основания анкера преимущественно двусторонним сварным швом.

6.2.3 Запрещается использовать для разметки положений анкеров карандаши на основе воска, жира или других веществ, способных нарушить качество сварного шва.

6.2.4 Все сварные швы приварки армирующих элементов после сварки очищают от шлака и окалины механическим способом.

6.2.5 По указанию в технической документации (проекте футеровки) футеруемая поверхность обрабатывается антикоррозионным составом.

6.2.6 На контактирующие с рабочим слоем боковые грани керамических анкеров футеровок, выполняемых методом заливки, необходимо нанести битум нефтяной строительный по ГОСТ 6617 толщиной 1—2 мм.

6.3 Способы нанесения бетонной и комбинированной футеровки

6.3.1 Бетонные слои футеровки могут наноситься следующими способами — заливкой, торкретированием или набивкой в соответствии с инструкциями по нанесению. Инструкции предоставляются производителем бетонных смесей, разработчиком технической документации (проекта футеровки) или организацией, выполняющей работы по футеровке.

6.3.2 Приготовление бетонной смеси осуществляют только в смесителях принудительного действия.

6.3.3 При нанесении футеровки способом заливки с применением вибрации продолжительность воздействия вибрации зависит от вида бетона. Легковесные бетоны вибрируются только для придания текучести. Вибрация в этом случае должна быть кратковременной и неинтенсивной. Бетоны высокой плотности необходимо вибрировать до прекращения выхода крупных пузырей.

6.3.4 Каждый слой футеровки должен формироваться единовременно (касается толщины слоя). Перерывы более 20 мин не допускаются.

6.3.5 Перед торкретированием проводят тестирование оборудования для футеровки (торкрет–пушки) и отработку методики нанесения на испытательном щите размером 1000×1000 мм.

6.3.6 При выполнении комбинированной футеровки поверхность теплоизоляционных слоев волокнистой футеровки, контактирующая с бетонным рабочим слоем, должна быть изолирована с помощью гидроизоляционных или лакокрасочных материалов для предотвращения впитывания влаги из свежеуложенного бетона. При необходимости теплоизоляционные слои дополнительно крепятся к корпусу клеящим составом.

6.3.7 Опалубка должна иметь достаточные прочность и жесткость, не допускающие ее деформацию в процессе заливки бетона. Температура в зоне проведения работ должна быть не ниже плюс 10 °С.

6.3.8 Если бетонная смесь хранилась при отрицательной температуре, то перед применением необходимо выдержать ее при температуре от плюс 10 °С до плюс 20 °С не менее двух суток.

6.3.9 Распалубку проводят не ранее, чем через сутки после заливки.

6.4 Выполнение кирпичной футеровки

6.4.1 Кирпичную футеровку выполняют способом кладки на специальный раствор — мертель.

6.4.2 Рекомендуется выполнять работы, руководствуясь соответствующими разделами [4] и [5].

6.4.3 Подвергшийся теске кирпич следует укладывать тесаной стороной внутрь кладки — так же, как и кирпич с отбитыми ребрами.

6.5 Выполнение волокнистой футеровки

6.5.1 Волокнистую футеровку выполняют в соответствии с указаниями в технической документации на футеровку (проекте футеровки) или соответствующими инструкциями производителя композитных изделий из волокнистых или минеральных пористых материалов.

6.6 Изготовление горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона

6.6.1 Формование горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона в основном производится методом заливки в формооснастку. Стандартизированные типовые изделия могут изготавливаться методом полусухого прессования.

6.6.2 Изготовление изделий выполняют с применением заливочных технологий и виброуплотнения.

6.6.3 Для компенсации температурных расширений металла закладные элементы необходимо оборачивать керамической бумагой толщиной 1—2 мм или обмазывать битумной мастикой с толщиной слоя 1—2 мм, если иные требования не предусмотрены проектом футеровки.

6.6.4 Формооснастка для изготовления изделий должна быть прочной, жесткой, герметичной и не подвергаться деформациям.

6.6.5 Перед изготовлением горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона необходимо обработать формооснастку смазочными и гидроизоляционными материалами с целью недопущения впитывания формой воды (для деревянных форм) и возможности распалубки без повреждения изделий.

6.6.6 Упаковка горелочных камней и изделий из огнеупорного бетона должна обеспечивать их сохранность при погрузке и транспортировке.

6.6.7 При наличии собственных креплений к корпусу оборудования горелочные камни и другие изделия из огнеупорного бетона монтируются насухо. В остальных случаях при установке изделий необходимо использовать кладочный раствор или мертель. Для горелочных камней подовых поверхностей трубчатых печей кладочный раствор (мертель) используется только между составными частями горелочного камня. Камни устанавливаются на пол с прокладкой из огнеупорного картона.

7 Контроль

7.1 Общие требования

7.1.1 Контроль качества проводится при нанесении футеровки, при входном контроле у Заказчика, при ремонтных остановках оборудования.

7.1.2 Контроль качества включает в себя следующие операции:

- входной контроль огнеупорных материалов;
- входной контроль элементов армирования и комплектующих;
- контроль подготовки футеруемой поверхности;
- контроль армирования;
- контроль установки формооснастки;
- контроль качества приготовления бетонных смесей;
- визуальный, измерительный и механический контроль выполненной футеровки;
- контроль формы и размеров выполненной футеровки.

7.1.3 Результаты всех видов контроля должны заноситься в соответствующие журналы работ или оформляться актами по установленным формам (журнал входного контроля, акты скрытых работ и заключения по другим видам испытаний, предусмотренных технической документацией на данный вид оборудования).

7.1.4 Гидравлические испытания оборудования, работающего под давлением, (при необходимости их проведения в процессе изготовления оборудования) должны производиться перед проведением футеровочных работ. Не допускается испытывать гидравлическим методом оборудование с выполненной футеровкой — в этом случае гидравлическое испытание заменяется пневматическим.

7.2 Входной контроль огнеупорных материалов

7.2.1 Каждая партия огнеупорного материала, используемого при изготовлении футеровки, должна иметь сертификат качества производителя.

7.2.2 При входном контроле огнеупорные материалы проверяют на соответствие требованиям нормативной документации на данный материал (ГОСТ, ГОСТ Р, ТУ) и/или требованиям проекта футеровки. Данные требования являются приоритетными по сравнению с соответствующими показателями сертификатов качества.

7.3 Входной контроль элементов армирования и комплектующих

7.3.1 Количество, марка материала и геометрические размеры элементов армирования должны соответствовать технической документации на футеровку (проекту футеровки).

7.3.2 На все поставляемые отдельно армирующие элементы и другие комплектующие должны быть предоставлены сертификаты качества производителя (поставщика).

7.4 Контроль подготовки футеруемой поверхности

7.4.1 Подготовленная к нанесению футеровки поверхность должна соответствовать требованиям настоящего стандарта и технической документации на футеруемое оборудование.

7.5 Контроль армирования

7.5.1 Сварочные материалы по химическому составу должны удовлетворять требованиям действующих стандартов и технических условий и соответствовать указанным в технической документации на футеровку (проекте футеровки). При отсутствии сертификатов сварочные материалы должны проверяться на соответствие требованиям стандартов или технических условий.

7.5.2 Все сварные швы приварки армирующих элементов рекомендуется подвергать 100 % визуально-измерительному контролю в соответствии с [6] и [7]. Уровень качества сварных швов должен соответствовать уровню качества D по ГОСТ Р ИСО 5817.

7.5.3 Механическому испытанию сварного шва на изгиб подвергают 1 % от общего количества анкеров, но не менее 5 шт. Испытание проводится способом изгиба анкера на угол 60° по отношению к первоначальному положению анкера (перпендикулярно шву). При этом сварной шов должен сохранять свою несущую способность. После испытания в сварном шве не должно быть трещин. Анкеры, не выдержавшие испытание, должны быть срезаны, поверхность приварки зачищена, и должны быть приварены новые анкеры с последующим механическим испытанием. При наличии анкеров, не выдер-

жавших испытание, объем контроля для остальных анкеров должен быть удвоен до тех пор, пока не будут выполнены все требования испытания.

7.5.4 Результаты контроля оформляются актами скрытых работ.

7.6 Контроль установки формооснастки

7.6.1 Установленная формооснастка должна обеспечивать предусмотренные настоящим стандартом или технической документацией формы и размеры футеровки.

7.6.2 Контроль проводится пооперационно непосредственно перед нанесением футеровки.

7.7 Контроль качества приготовления бетонных смесей

7.7.1 При выполнении бетонных слоев футеровки должны быть определены технические характеристики контрольных образцов, изготовленных с размерами по ГОСТ Р 52541 непосредственно из замеса на рабочей площадке.

7.7.2 Полученные технические характеристики бетонных смесей должны соответствовать требованиям технической документации на футеровку (проекту футеровки) или техническим условиям производителя и могут отличаться от характеристик, полученных в лабораторных условиях.

7.8 Визуальный и механический контроль выполненной футеровки

7.8.1 Готовая футеровка подлежит обязательному визуальному и механическому неразрушающему контролю.

7.8.2 Трещины не должны быть шире 5 мм и образовывать островки (замкнутые треугольники) со стороной менее 300 мм. Островки не должны иметь свободных перемещений (шевелиться под воздействием руки).

7.8.3 На поверхности футеровки не допускается обнажение рабочей и конструктивной арматуры, за исключением арматурных выпусков, предусмотренных проектом футеровки.

7.8.4 Открытые поверхности стальных закладных деталей, выпуски арматуры, монтажные петли и строповочные отверстия должны быть очищены от наплывов бетона.

7.8.5 Механический неразрушающий контроль футеровки (простукивание) выполняют металлическим молотком массой от 300 до 500 г. Удары должны наноситься под прямым углом к поверхности, быть легкими, без особых усилий, не разрушающими верхний слой футеровки (касается легковесных бетонов). Звук должен быть звонким. Дефектными считаются участки диаметром более 300 мм с «бухтящим» (глухим, незвонким) звуком.

7.8.6 Качество кладки кирпичной футеровки производится визуально (на прямолинейность кладки) и инструментально (на соответствие геометрии футеровки согласно чертежу и швов по категории кладки). При производстве работ контролируют:

- марку кирпича;
- марку раствора для кладки;
- правильность перевязки;
- качество швов кладки;
- точное вертикальное, горизонтальное и прямолинейное положение поверхностей и углов;
- корректную установку закладных деталей и связей;
- правильность расположения температурных швов.

7.8.7 Контроль качества волокнистой футеровки осуществляется посредством визуально−измерительного контроля на наличие зазоров, усадочное или эрозионное уменьшение толщины футеровки, нарушение целостности армирования.

7.9 Контроль формы и размеров выполненной футеровки

7.9.1 Допуски формы и размеров выполненной футеровки должны соответствовать требованиям технической документации (проекта футеровки).

7.9.2 Значения предельных отклонений для бетонных футеровок при отсутствии требований в проекте футеровки следует принимать в зависимости от значений допусков для соответствующих классов точности по ГОСТ Р 58942:

- отклонение линейных размеров — по 6-му классу точности;
- отклонение прямолинейности поверхности в любом сечении: на длине 1000 мм — по 2 классу точности, на всей длине — по 5-му классу точности;

- отклонение плоскостности поверхности относительно прилегающей поверхности — по 2-му классу точности, условной плоскости — по 4-му классу точности;
- отклонение от перпендикулярности смежных поверхностей — по 6-му классу точности.

7.9.3 Фактические размеры раковин на рабочей поверхности бетона не должны превышать следующие значения, если иное не указано в проекте футеровки (в скобках — для бетонных и комбинированных футеровок, подверженных в процессе эксплуатации абразивному износу): глубина — 10 (5) мм; диаметр — 15 мм.

7.9.4 Фактические размеры сколов бетона не должны превышать следующие значения, если иное не указано в проекте футеровки: глубина — 20 мм; суммарная длина на 1000 мм — 150 мм.

7.9.5 Допуски формы и размеров для кирпичных футеровок — в соответствии с [4] и [5].

7.10 Контроль формы и размеров горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона

7.10.1 Форма, размеры и предельные отклонения горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона должны соответствовать требованиям технической документации (проекта футеровки). При отсутствии таких требований следует руководствоваться нижеприведенными.

7.10.2 Предельные отклонения размеров должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2 — Предельные отклонения размеров горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона

Наименование показателя	Значение, мм
Предельные отклонения, не более:	
линейных размеров и радиусов, мм:	
до 800 вкл.	± 5
св. 800	± 10
разности длин диагоналей, мм:	
до 800 вкл.	10
св. 800	15
расположения центров углублений под монтажные петли, мм:	
до 800 вкл.	± 10
св. 800	± 40

7.10.3 Форма и размеры углублений под монтажные петли не являются отбраковочным признаком и контролю не подлежат.

7.10.4 Изделия по показателям внешнего вида должны соответствовать требованиям, указанным на рисунках 3, 4 и в таблице 3. Расстояние между двумя соседними отбитостями ребер — не менее 50 мм. Количество отбитостей ребер на 1000 мм длины — не более двух.

Примечание — Дефекты сколов оцениваются по измерениям отбитости ребер и углов по осям (указаны как A, B и C на рисунках 3 и 4).

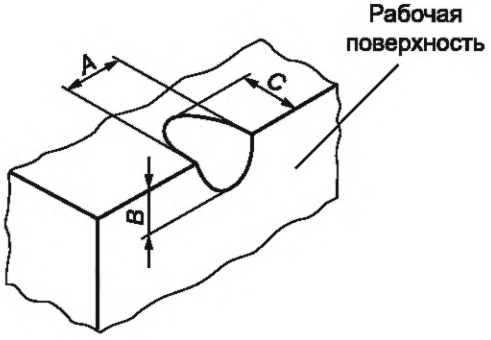


Рисунок 3 — Измерение отбитости ребра

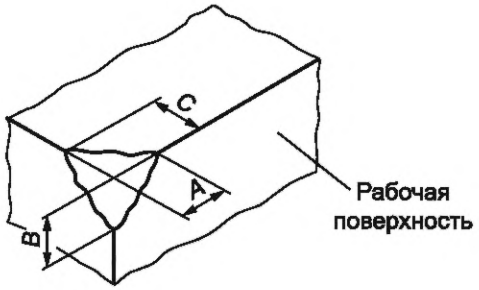


Рисунок 4 — Измерение отбитости угла

Таблица 3 — Размеры допускаемых дефектов горелочных камней и других изделий из огнеупорного бетона

Наименование показателя	Норма для изделий размером, мм		
	до 800 вкл.	св. 800 до 3000 вкл.	св. 3000
Отбитость ребер с размерами, не более:			
A	30	60	90
B	15	40	80
C	40	70	100
Отбитость углов с размерами, не более:			
A	15	40	80
B	15	40	80
C	40	70	100
Раковины, не более:			
диаметром	20	30	30
глубиной	5	10	10
Трещины шириной, не более	2	5	5

7.11 Документация

7.11.1 Состав документации, прилагаемой к выполненной на монтаже футеровке, определяется в соответствии с нормативной документацией, предусмотренной на данные виды работ и данный вид оборудования.

7.11.2 В случае модульной поставки футерованного оборудования в состав исполнительной документации должен входить сертификат качества, в котором отражаются следующие минимальные сведения:

- регламентированные свойства примененных огнеупорных материалов, согласно нормативной документации их производителя (для бетона обязательно указать следующие данные — марка бетона, плотность после обжига, прочность на сжатие, усадка после обжига);
- информация об освидетельствовании скрытых работ;
- сведения о проведении сушки (в случае ее наличия).

8 Исправление дефектов и ремонт футеровки

8.1 Бетонная футеровка

8.1.1 Ремонту подлежат как бывшие в эксплуатации, так и новые изделия с поврежденной футеровкой (повреждения при транспортировке, монтаже, хранении и т. д.).

8.1.2 Исправлению в бетонной футеровке подлежат участки, в которых:

- размеры трещин, раковин, сколов выходят за пределы, установленные в 7.8.2 и 7.9;
- трещины образуют замкнутый треугольник со стороной менее 300 мм;
- участок футеровки, примыкающий к трещине, движется при простукивании молотком;
- выявлены другие дефекты при простукивании футеровки.

8.1.3 Ремонт футеровок проводят в соответствии с инструкциями проектировщика, изготовителя футеровки, изготовителя смесей, а также согласно требованиям настоящего стандарта.

8.1.4 Допускается проводить ремонт трещин толщиной менее 5 мм с использованием керамоволокнистых материалов по согласованию с разработчиком технической документации на футеровку (проекта футеровки).

8.1.5 При проведении ремонта широких трещин или дефектных участков футеровки необходимо удалить бетон вокруг трещины или дефектный «бухтящий» участок футеровки таким образом, чтобы ремонтируемый участок имел ширину от 100 до 300 мм. Бетон следует удалять на полную толщину до металла или до внутреннего теплоизоляционного слоя в случае многослойной футеровки. Очищенный участок должен иметь как минимум один анкер. Края оставшейся футеровки необходимо выполнить в форме «обратного клина» таким образом, чтобы образовавшаяся полость расширялась по направлению к металлическому корпусу. Увлажнить края старой футеровки и уложить на ремонтируемый участок ремонтный бетон, используя метод заливки, торкретирования или набивки.

8.1.6 После проведения ремонта локальных участков (площадью не более 1 $м^2$ каждый) повторную сушку бетонной футеровки производить не требуется.

8.1.7 Ремонт горелочных камней проводят путем замены разрушенных секций.

8.2 Кирпичная футеровка

8.2.1 Ремонт кирпичной футеровки рекомендуется выполнять, руководствуясь соответствующими разделами в [4] и [5].

8.3 Волокнистая футеровка

8.3.1 Ремонт волокнистой футеровки проводят материалами с аналогичными характеристиками.

8.3.2 При выгорании металлических анкеров футеровка меняется полностью после установки новых анкеров. При ремонте волокнистой футеровки допускается применение клеящих составов дополнительно к армированию.

9 Сушка

9.1 Выполненная бетонная футеровка перед применением должна быть высушена.

9.2 Сушку и первый обжиг следует начинать не ранее, чем через сутки после окончания бетонных работ. По согласованию со специализированной организацией допускается в отдельных случаях начинать сушку ранее, чем через сутки. График сушки в этом случае должен быть откорректирован с соответствующим изменением при необходимости технической документации на футеровку (проекта футеровки).

9.3 Сушку и первый обжиг необходимо производить по графику (режиму) сушки, указанному в технической документации (проекте футеровки) или предоставленному производителем бетонной смеси.

9.4 Сушку кирпичной футеровки не производят. Разогрев футерованного оборудования ведется со скоростью не более 50 °С/ч.

9.5 Сушку волокнистой футеровки не производят. Ограничений по скорости разогрева футерованного оборудования нет.

9.6 Температурную сушку горелочных камней следует производить не ранее чем через сутки после формования. Сушку производить по режиму, утвержденному производителем бетонной смеси.

9.7 В случае монтажа невысушенных горелочных камней их сушку необходимо производить нештатными горелками малой мощности.

9.8 При отсутствии рекомендованного режима сушки первый разогрев следует вести по графику, указанному на рисунке 5. Допускается увеличивать временные интервалы отдельных операций (подъем температуры, выдержка).

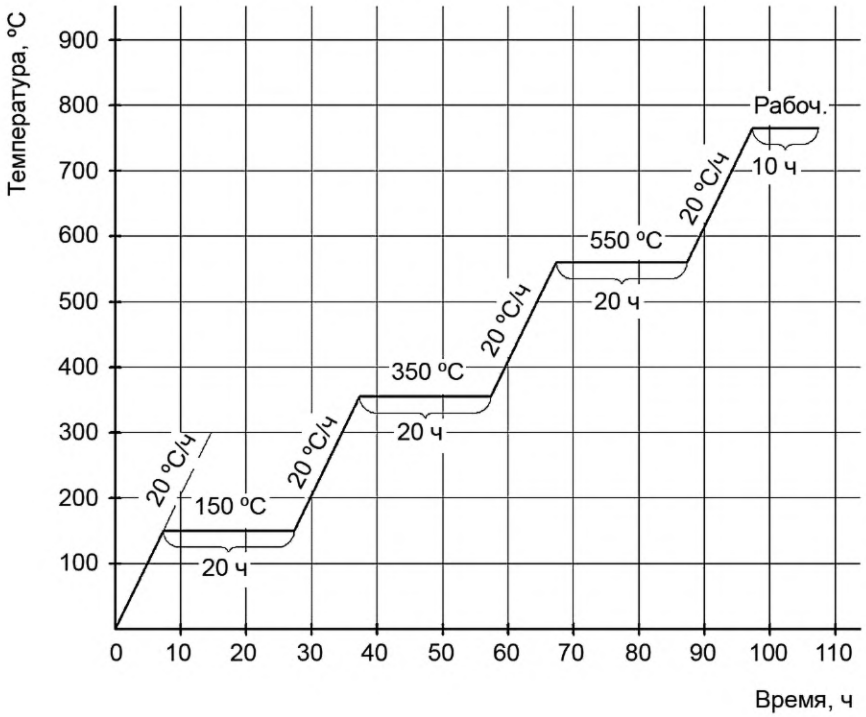


Рисунок 5 — График сушки

9.8.1 Контроль температуры во время сушки выполняют посредством термопар, установленных внутри оборудования на различных отметках.

9.9 При проведении сушки бетонной футеровки обеспечивают постоянное движение воздуха через оборудование — с тем, чтобы выделяемая влага удалялась из оборудования.

9.10 Прямое попадание пламени на футеровку должно быть исключено, если иное не допускается разработчиком технической документации на футеровку (проекта футеровки).

9.11 Переход на следующую ступень сушки возможен только после окончания видимого удаления водяных паров. Время выдержки может быть увеличено до окончания видимого удаления паров.

9.12 Снижение температуры производить со скоростью не выше 50 °С/ч без сквозняков и принудительной вентиляции.

10 Транспортирование и хранение

10.1 Транспортирование и хранение огнеупорных материалов и изделий должны осуществляться в соответствии с требованиями, предусмотренными стандартами и техническими условиями на эти материалы и изделия. При этом:

- огнеупорные материалы должны поставляться в пакетах (на поддонах) в соответствии с ГОСТ 24717;
- сыпучие огнеупорные материалы (мертели, порошки, сухие бетонные смеси) должны поставляться в упаковке с указанием срока изготовления и срока годности на каждом упаковочном месте в соответствии с ГОСТ 24717.

10.2 Все усилия, возникающие при транспортировании, выполнении погрузочно-разгрузочных работ, а также хранении готовых футерованных изделий, должны восприниматься элементами металлоконструкции изделия, имеющими достаточную прочность и жесткость для сохранения целостности бетонной футеровки. При необходимости допускается опирание на бетонную поверхность через деревянные прокладки при показателях прочности бетона не менее 25 МПа. Расстояние от края бетона до деревянной подкладки, если позволяют габариты изделия, должно составлять не менее 50 мм.

10.3 Хранение сухих огнеупорных смесей и готовых огнеупорных материалов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 24717, действующими на них техническими условиями и нижеприведенными требованиями:

- срок хранения — 6 месяцев со дня изготовления, если нет других указаний от производителя или в проекте футеровки;

- по истечении указанного срока хранения перед применением смеси необходимо проверить, соответствуют ли прочностные характеристики бетона нормативной документации (ГОСТ, ТУ);

- смеси хранят в условиях, исключающих увлажнение, намокание, повреждение упаковки и попадание прямых солнечных лучей;

- помещение для хранения должно быть хорошо проветриваемым и, по возможности, отапливаемым;

- не допускается укладка мешков с сухой смесью непосредственно на пол. Смеси должны храниться на деревянных поддонах или других приспособлениях, предотвращающих контакт мешков с полом.

10.4 Кирпичные материалы следует хранить в соответствии с ГОСТ 24717 и рекомендациями производителя.

10.5 Волокнистые материалы необходимо хранить на сухих складах, в заводской упаковке, не более четырех ярусов в штабеле, с защитой от атмосферных осадков.

10.6 Готовые футерованные изделия хранят на специально оборудованных складах рассортированными по видам и маркам. Площадка склада должна иметь плотную, выровненную поверхность с небольшим уклоном для водоотвода.

10.7 При хранении изделий с бетонной или комбинированной футеровкой, или хранении при отрицательной температуре окружающего воздуха изделия должны храниться на крытых складах, под навесами или должны быть покрыты водонепроницаемыми материалами, исключающими попадание атмосферных осадков на поверхность бетона. Данные требования по хранению обязательны, независимо от срока хранения и температуры окружающего воздуха. Упаковка изделий должна предусматривать вентиляцию для предотвращения конденсации на поверхности бетона.

10.8 Бетонные изделия, а также изделия с бетонной или комбинированной футеровкой при хранении следует устанавливать на деревянные подкладки или прокладки, исключающие прогиб изделия и обеспечивающие целостность футеровки. При этом запрещается применять металлические или бетонные подкладки.

10.9 При укладке футерованных изделий в штабеля (при отсутствии заводской упаковки) подкладки и прокладки между ярусами (рядами) следует располагать одну над другой. В штабель следует укладывать изделия одного типоразмера. Количество ярусов в штабеле — не более трех, при соблюдении устойчивости и требований безопасности.

10.10 При хранении изделий с волокнистой футеровкой не допускается прямое или косвенное физическое воздействие на футеровку (складирование штабелями, кантовка и укладка изделия с опиранием на футерованную поверхность и т. п.), попадание атмосферных осадков на футеровку независимо от срока хранения.

10.11 Бетонные изделия массой менее 100 кг следует хранить в соответствии с ГОСТ 24717 и рекомендациями изготовителя.

Библиография

[1] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 — О безопасности машин и оборудования

[2] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 032/2013 — О безопасности оборудования, работающего под давлением

[3] АСТМ С704/С704М — Стандартный метод испытания для определения износостойкости огнеупорных материалов при комнатной температуре (Standard Test Method for Abrasion Resistance of Refractory Materials at Room Temperature)

[4] СТО НОСТРОЙ 2.31.5—2011 — Промышленные печи и тепловые агрегаты. Строительство, реконструкция, ремонт. Выполнение, контроль выполнения и сдача работ

[5] ВСН 367-76/ММСС СССР — Инструкция по кладке и футеровке промышленных печей

[6] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила осуществления эксплуатационного контроля металла и продления срока службы основных элементов котлов и трубопроводов тепловых электростанций», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 535

[7] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила осуществления эксплуатационного контроля металла и продления срока службы основных элементов котлов и трубопроводов тепловых электростанций», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 536

УДК 693.5:006.354 ОКС 91.080.40

Ключевые слова: стандарты, национальные стандарты Российской Федерации, футеровка, конструкция, нанесение, приемка

Редактор *В.Н. Шмельков*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 27.08.2021. Подписано в печать 15.09.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

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

ОКС 91.080.40

Изменение № 1 ГОСТ Р 59652—2021 Нефтяная и газовая промышленность. Футеровки теплового оборудования. Основные требования к материалам, конструкции, нанесению и приемке

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16.11.2023 № 1417-ст

Дата введения — 2024—04—01

Раздел 2. ГОСТ 2850. Заменить слово: «асбестовый» на «хризотиловый»;

примечание. Заменить слова: «федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации» на «Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии»; «применяется» на «рекомендуется применять».

Пункт 3.1.10. Примечание дополнить словами:

«Организация, выполняющая проект футеровки, должна состоять в саморегулируемой организации в сфере проектирования».

Пункт 3.1.20 изложить в новой редакции:

«3.1.20 **металлическая фибра:** Специальная армирующая добавка в бетонную смесь, представляющая собой металлические волокна из нержавеющей стали длиной 20—25 мм, толщиной 0,4—0,5 мм».

Пункт 3.1 дополнить пунктом 3.1.23:

«3.1.23 **струйно-абразивная обработка:** Метод механической обработки металлической поверхности путем подачи под давлением струи сжатого воздуха, содержащего частицы абразивных материалов».

Пункт 4.1.2. Исключить слова: «специализированной организацией».

Пункт 4.1.3 после слов «выше расчетной температуры» дополнить словами: «не менее чем на 50 °С».

Пункт 4.3.1. Заменить слово: «асбестовый» на «хризотиловый».

Пункт 5.2.8 дополнить абзацем:

«Допускается формирование температурных швов с применением легкосгораемых материалов (например, фанеры и т.п.) без последующего их удаления».

Пункт 5.3.1 изложить в новой редакции:

«5.3.1 Плотность бетона однослойной футеровки и бетона рабочего слоя многослойной футеровки должна быть не менее 0,8 г/см^3. Допускается применение бетонов плотностью не менее 0,7 г/см^3 при нанесении футеровки на оборудование на месте монтажа».

Пункт 5.8.5 изложить в новой редакции:

«5.8.5 Армирование допускается не выполнять:

- для подовых поверхностей оборудования, футеруемого на месте монтажа;
- в горелочных камнях, если армирование не предусмотрено проектом футеровки.

Примечание — Решение об отказе от армирования принимается проектной организацией с учетом транспортирования, хранения изделия, а также нагрузок, возникающих в процессе монтажа и эксплуатации, и других факторов».

Пункт 6.2.1 изложить в новой редакции:

«6.2.1 Футеруемую поверхность очищают от остатков армирующих элементов, масляных пятен, окалины, ржавчины и прочего при помощи струйно-абразивной обработки или другими методами. Степень очистки должна соответствовать Sa 2 или St 2 по ГОСТ Р ИСО 8501-1».

Пункт 6.3.3 после слов «крупных пузырей» дополнить словом: «воздуха».

Пункты 6.4.2, 7.9.5, 8.2.1. Исключить ссылку: «и [5]».

Пункт 7.7.2. Заменить слова: «характеристик, полученных» на «характеристик контрольных образцов, изготовленных».

Пункт 7.8.1 дополнить словами:

«Требования настоящего подраздела распространяются на футеровку промышленных печей и тепловых агрегатов, выполненную на месте монтажа, а также футеровку их отдельных частей (например, панели печи), выполненную на заводе-изготовителе».

Пункт 7.8.2 дополнить словами:

«Допускаемая глубина трещин шириной от 1 до 5 мм должна быть не более 50 % толщины слоя футеровки. Трещины шириной менее 1 мм допускаются на всю толщину слоя футеровки».

Подраздел 7.8 дополнить пунктом 7.8.8:

«7.8.8 Допускаются поверхностные отслоения бетонной футеровки, не превышающие 10 % общей толщины футеровки (но не более 15 мм), вызванные эффектом щелочного гидролиза и/или циклическими замораживаниями влаги в порах бетона. В этом случае рыхлый поверхностный слой должен быть удален и к полученной поверхности футеровки должны быть предъявлены предусмотренные настоящим стандартом требования по качеству.

Примечания

1 Щелочной гидролиз — это явление, возникающее в бетоне естественным образом во влажной среде. Эффект щелочного гидролиза и/или циклические замораживания влаги в порах бетона могут наблюдаться в случаях, когда бетонная футеровка не была подвергнута термической сушке в течение 6 месяцев после изготовления (особенно при хранении в зимний период).

2 В общем случае восстановление (ремонт) слоя бетонной футеровки после удаления рыхлого поверхностного слоя не требуется. Исключением является нормативное ограничение температуры корпуса футеруемого аппарата. В этом случае рекомендуется обратиться в организацию, выполнившую проект футеровки, для проверочного теплового расчета футеровки. Окончательное решение о возможности эксплуатирования такой футеровки принимают технические службы эксплуатирующей организации».

Пункт 7.9.1 дополнить абзацем:

«Требования настоящего подраздела распространяются на футеровку промышленных печей и тепловых агрегатов, выполненную на месте монтажа, а также футеровку их отдельных частей (например, панели печи), выполненную на заводе-изготовителе».

Пункт 7.9.2 изложить в новой редакции:

«7.9.2 Значения предельных отклонений размеров и форм поверхностей бетонной футеровки следует принимать в соответствии с таблицей 1а, если не указано иное в проекте футеровки. Допуск плоскостности принимают для всей рассматриваемой поверхности изделия в зависимости от большего номинального размера поверхности изделия в соответствии с ГОСТ Р 58942.

Таблица 1а — Предельные отклонения размеров и форм поверхностей бетонной футеровки

В миллиметрах

Наименование параметра	Диапазон значений	Предельное отклонение параметра
Линейные размеры и радиусы	До 20 включ.	± 1,2
	Св. 20 до 60 включ.	± 1,5
	Св. 60 до 120 включ.	± 2,0
	Св. 120 до 250 включ.	± 2,5
	Св. 250 до 500 включ.	± 3,0
	Св. 500 до 1000 включ.	± 4,0
	Св. 1000 до 1600 включ.	± 5,0
	Св. 1600 до 2500 включ.	± 6,0
	Св. 2500 до 4000 включ.	± 8,0
	Св. 4000 до 8000 включ.	± 10,0
	Св. 8000 до 16000 включ.	± 12,0
	Св. 16000 до 25000 включ.	± 15,0
	Св. 25000 до 40000 включ.	± 20,0
	Св. 40000 до 60000 включ.	± 25,0
Прямолинейность по всей длине, в любом сечении, для номинального размера	До 1000 включ.	± 6
	Св. 1000 до 1600 включ.	± 8
	Св. 1600 до 2500 включ.	± 10

Окончание таблицы 1а

В миллиметрах

Наименование параметра	Диапазон значений	Предельное отклонение параметра
Прямолинейность по всей длине, в любом сечении, для номинального размера	Св. 2500 до 4000 включ.	± 12
	Св. 4000 до 8000 включ.	± 15
	Св. 8000 до 16000 включ.	± 20
	Св. 16000 до 25000 включ.	± 25
	Св. 25000 до 40000 включ.	± 30
	Св. 40000 до 60000 включ.	± 40
Прямолинейность на участке 1000 мм в любом сечении		+ 3
Плоскостность относительно прилегающей поверхности для большего номинального размера	До 1000 включ.	+ 5
	Св. 1000 до 1600 включ.	+ 6
	Св. 1600 до 2500 включ.	+ 8
	Св. 2500 до 4000 включ.	+ 10
	Св. 4000 до 8000 включ.	+ 12
	Св. 8000 до 16000 включ.	+ 16
	Св. 16000 до 25000 включ.	+ 20
	Св. 25000 до 40000 включ.	+ 24
	Св. 40000 до 60000 включ.	+ 30
Перпендикулярность смежных поверхностей для номинальных размеров	До 250 включ.	± 2,5
	Св. 250 до 500 включ.	± 3,0
	Св. 500 до 1000 включ.	± 4,0
	Св. 1000 до 1600 включ.	± 5,0
	Св. 1600 до 2500 включ.	± 6,0
	Св. 2500 до 4000 включ.	± 8,0

».

Пункт 7.9.3. Заменить значения: «(5)» на «(6)» и «15» на «50».

Пункт 7.11.2. Первый абзац после слов «футерованного оборудования» дополнить словами: «(поставка оборудования укрупненными узлами и блоками, изготовленными в заводских условиях)».

Пункт 8.1.2. Заменить ссылку: «7.8.2» на «7.8.3».

Пункт 9.2. Заменить слова: «со специализированной организацией» на «с автором проекта футеровки и/или производителем огнеупорных смесей».

Элемент стандарта «Библиография». Позицию [5] исключить.

Позиция [2]. Перед словом «давлением» дополнить словом: «избыточным».

Позицию [7] изложить в новой редакции:

«[7] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 536».

(ИУС № 3 2024 г.)

ОКС 91.080.40

Изменение № 1 ГОСТ Р 59652—2021 Нефтяная и газовая промышленность. Футеровки теплового оборудования. Основные требования к материалам, конструкции, нанесению и приемке

Утверждено и введено в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16.11.2023 № 1417-ст

Дата введения — 2024—04—01

Раздел 2. ГОСТ 2850. Заменить слово: «асбестовый» на «хризотиловый»;

примечание. Заменить слова: «федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации» на «Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии»; «применяется» на «рекомендуется применять».

Пункт 3.1.10. Примечание дополнить словами:

«Организация, выполняющая проект футеровки, должна состоять в саморегулируемой организации в сфере проектирования».

Пункт 3.1.20 изложить в новой редакции:

«3.1.20 **металлическая фибра:** Специальная армирующая добавка в бетонную смесь, представляющая собой металлические волокна из нержавеющей стали длиной 20—25 мм, толщиной 0,4—0,5 мм».

Пункт 3.1 дополнить пунктом 3.1.23:

«3.1.23 **струйно-абразивная обработка:** Метод механической обработки металлической поверхности путем подачи под давлением струи сжатого воздуха, содержащего частицы абразивных материалов».

Пункт 4.1.2. Исключить слова: «специализированной организацией».

Пункт 4.1.3 после слов «выше расчетной температуры» дополнить словами: «не менее чем на 50 °С».

Пункт 4.3.1. Заменить слово: «асбестовый» на «хризотиловый».

Пункт 5.2.8 дополнить абзацем:

«Допускается формирование температурных швов с применением легкосгораемых материалов (например, фанеры и т.п.) без последующего их удаления».

Пункт 5.3.1 изложить в новой редакции:

«5.3.1 Плотность бетона однослойной футеровки и бетона рабочего слоя многослойной футеровки должна быть не менее 0,8 г/см^3. Допускается применение бетонов плотностью не менее 0,7 г/см^3 при нанесении футеровки на оборудование на месте монтажа».

Пункт 5.8.5 изложить в новой редакции:

«5.8.5 Армирование допускается не выполнять:

- для подовых поверхностей оборудования, футеруемого на месте монтажа;
- в горелочных камнях, если армирование не предусмотрено проектом футеровки.

Примечание — Решение об отказе от армирования принимается проектной организацией с учетом транспортирования, хранения изделия, а также нагрузок, возникающих в процессе монтажа и эксплуатации, и других факторов».

Пункт 6.2.1 изложить в новой редакции:

«6.2.1 Футеруемую поверхность очищают от остатков армирующих элементов, масляных пятен, окалины, ржавчины и прочего при помощи струйно-абразивной обработки или другими методами. Степень очистки должна соответствовать Sa 2 или St 2 по ГОСТ Р ИСО 8501-1».

Пункт 6.3.3 после слов «крупных пузырей» дополнить словом: «воздуха».

Пункты 6.4.2, 7.9.5, 8.2.1. Исключить ссылку: «и [5]».

Пункт 7.7.2. Заменить слова: «характеристик, полученных» на «характеристик контрольных образцов, изготовленных».

Пункт 7.8.1 дополнить словами:

«Требования настоящего подраздела распространяются на футеровку промышленных печей и тепловых агрегатов, выполненную на месте монтажа, а также футеровку их отдельных частей (например, панели печи), выполненную на заводе-изготовителе».

Пункт 7.8.2 дополнить словами:

«Допускаемая глубина трещин шириной от 1 до 5 мм должна быть не более 50 % толщины слоя футеровки. Трещины шириной менее 1 мм допускаются на всю толщину слоя футеровки».

Подраздел 7.8 дополнить пунктом 7.8.8:

«7.8.8 Допускаются поверхностные отслоения бетонной футеровки, не превышающие 10 % общей толщины футеровки (но не более 15 мм), вызванные эффектом щелочного гидролиза и/или циклическими замораживаниями влаги в порах бетона. В этом случае рыхлый поверхностный слой должен быть удален и к полученной поверхности футеровки должны быть предъявлены предусмотренные настоящим стандартом требования по качеству.

Примечания

1 Щелочной гидролиз — это явление, возникающее в бетоне естественным образом во влажной среде. Эффект щелочного гидролиза и/или циклические замораживания влаги в порах бетона могут наблюдаться в случаях, когда бетонная футеровка не была подвергнута термической сушке в течение 6 месяцев после изготовления (особенно при хранении в зимний период).

2 В общем случае восстановление (ремонт) слоя бетонной футеровки после удаления рыхлого поверхностного слоя не требуется. Исключением является нормативное ограничение температуры корпуса футеруемого аппарата. В этом случае рекомендуется обратиться в организацию, выполнившую проект футеровки, для проверочного теплового расчета футеровки. Окончательное решение о возможности эксплуатирования такой футеровки принимают технические службы эксплуатирующей организации».

Пункт 7.9.1 дополнить абзацем:

«Требования настоящего подраздела распространяются на футеровку промышленных печей и тепловых агрегатов, выполненную на месте монтажа, а также футеровку их отдельных частей (например, панели печи), выполненную на заводе-изготовителе».

Пункт 7.9.2 изложить в новой редакции:

«7.9.2 Значения предельных отклонений размеров и форм поверхностей бетонной футеровки следует принимать в соответствии с таблицей 1а, если не указано иное в проекте футеровки. Допуск плоскостности принимают для всей рассматриваемой поверхности изделия в зависимости от большего номинального размера поверхности изделия в соответствии с ГОСТ Р 58942.

Таблица 1а — Предельные отклонения размеров и форм поверхностей бетонной футеровки

В миллиметрах

Наименование параметра	Диапазон значений	Предельное отклонение параметра
Линейные размеры и радиусы	До 20 включ.	± 1,2
	Св. 20 до 60 включ.	± 1,5
	Св. 60 до 120 включ.	± 2,0
	Св. 120 до 250 включ.	± 2,5
	Св. 250 до 500 включ.	± 3,0
	Св. 500 до 1000 включ.	± 4,0
	Св. 1000 до 1600 включ.	± 5,0
	Св. 1600 до 2500 включ.	± 6,0
	Св. 2500 до 4000 включ.	± 8,0
	Св. 4000 до 8000 включ.	± 10,0
	Св. 8000 до 16000 включ.	± 12,0
	Св. 16000 до 25000 включ.	± 15,0
	Св. 25000 до 40000 включ.	± 20,0
	Св. 40000 до 60000 включ.	± 25,0
Прямолинейность по всей длине, в любом сечении, для номинального размера	До 1000 включ.	± 6
	Св. 1000 до 1600 включ.	± 8
	Св. 1600 до 2500 включ.	± 10

Окончание таблицы 1а

В миллиметрах

Наименование параметра	Диапазон значений	Предельное отклонение параметра
Прямолинейность по всей длине, в любом сечении, для номинального размера	Св. 2500 до 4000 включ.	± 12
	Св. 4000 до 8000 включ.	± 15
	Св. 8000 до 16000 включ.	± 20
	Св. 16000 до 25000 включ.	± 25
	Св. 25000 до 40000 включ.	± 30
	Св. 40000 до 60000 включ.	± 40
Прямолинейность на участке 1000 мм в любом сечении		+ 3
Плоскостность относительно прилегающей поверхности для большего номинального размера	До 1000 включ.	+ 5
	Св. 1000 до 1600 включ.	+ 6
	Св. 1600 до 2500 включ.	+ 8
	Св. 2500 до 4000 включ.	+ 10
	Св. 4000 до 8000 включ.	+ 12
	Св. 8000 до 16000 включ.	+ 16
	Св. 16000 до 25000 включ.	+ 20
	Св. 25000 до 40000 включ.	+ 24
	Св. 40000 до 60000 включ.	+ 30
Перпендикулярность смежных поверхностей для номинальных размеров	До 250 включ.	± 2,5
	Св. 250 до 500 включ.	± 3,0
	Св. 500 до 1000 включ.	± 4,0
	Св. 1000 до 1600 включ.	± 5,0
	Св. 1600 до 2500 включ.	± 6,0
	Св. 2500 до 4000 включ.	± 8,0

».

Пункт 7.9.3. Заменить значения: «(5)» на «(6)» и «15» на «50».

Пункт 7.11.2. Первый абзац после слов «футерованного оборудования» дополнить словами: «(поставка оборудования укрупненными узлами и блоками, изготовленными в заводских условиях)».

Пункт 8.1.2. Заменить ссылку: «7.8.2» на «7.8.3».

Пункт 9.2. Заменить слова: «со специализированной организацией» на «с автором проекта футеровки и/или производителем огнеупорных смесей».

Элемент стандарта «Библиография». Позицию [5] исключить.

Позиция [2]. Перед словом «давлением» дополнить словом: «избыточным».

Позицию [7] изложить в новой редакции:

«[7] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением», утвержденные Приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 536».

(ИУС № 3 2024 г.)

gost.e-ecolog.ru