МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ **СП 83.13330.2016**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЕЧИ И КИРПИЧНЫЕ ТРУБЫ

Актуализированная редакция СНиП III-24—75

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2017

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ — Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 16 декабря 2016 г. № 947/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Пересмотр 83.13330.2011 «СНиП III-24—75 Промышленные печи и кирпичные трубы»

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2017
© Стандартинформ, 2017

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 3
4 Общие требования . . . 5
5 Промышленные печи . . . 8
5.1 Общие правила производства работ . . . 8
5.2 Кладка боровов . . . 12
5.3 Футеровка газовоздухопроводов . . . 13
5.4 Кладка рекуператоров, регенераторов . . . 14
5.5 Футеровка из волокнистых материалов и изделий . . . 15
5.6 Защитные огнеупорные обмазки . . . 16
5.7 Укладка жаростойких и огнеупорных бетонов . . . 16
5.8 Укладка бетона методом торкретирования . . . 17
5.9 Укладка пластических масс . . . 18
5.10 Контроль качества и приемка работ . . . 19
5.11 Производство работ в зимних условиях . . . 20
5.12 Требование к материалам, используемых для выполнения работ . . . 20
5.13 Кладка доменных печей . . . 22
5.14 Футеровка плавильных электропечей . . . 26
5.15 Кладка печей обжига анодов . . . 27
5.16 Кладка коксовых батарей . . . 27
5.17 Кладка печей для нагрева и термической обработки металла . . . 28
5.18 Футеровка вращающихся печей . . . 30
5.19 Кладка туннельных печей . . . 30
5.20 Кладка стекловаренных печей . . . 32
5.21 Футеровка реакторов и регенераторов нефтехимической промышленности . . . 35
5.22 Футеровка печей для производства аммиака . . . 36
5.23 Кладка отражательных печей . . . 37
6 Дымовые и вентиляционные трубы . . . 38
6.1 Кладка кирпичных труб . . . 38
6.2 Возведение монолитных железобетонных труб . . . 40
6.3 Монтаж сборных железобетонных труб . . . 44
6.4 Монтаж металлических труб . . . 45
6.5 Монтаж труб из полимерных композиционных материалов . . . 46
Приложение А (справочное) Состав основных жаростойких и огнеупорных бетонов . . . 49
Приложение Б (справочное) Состав растворов общего применения . . . 56
Приложение В (справочное) Состав воздушно-твердеющих огнеупорных растворов с жидким стеклом . . . 57
Приложение Г (справочное) Условные классы бетонов . . . 58
Библиография . . . 59

Введение

Настоящий документ является актуализированной редакцией СП 83.13330.2011 «СНиП III-24—75 Промышленные печи и кирпичные трубы».

Настоящий свод правил разработан с учетом обязательных требований, установленных в Федеральных законах от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Актуализация выполнена некоммерческой организацией «Ассоциация пече-трубостроителей и пече-трубопроизводителей России «РосТеплостройМонтаж» (Ассоциация «РосТеплостройМонтаж»).

Авторский коллектив: *Г.М. Мартыненко* — руководитель разработки, *Ю.П. Сторожков* (Ассоциация «РосТеплостройМонтаж»), *А.Ф. Федин* (СРО НП «МонтажТеплоСпецстрой»), *Б.П. Губин* (АО «Союзтеплострой»), *С.С. Егоров* (ЗАО «Тепломонтаж»), канд. техн. наук *А.Б. Жидков* (ООО «Алитер-Акси»), канд. техн. наук *М.В. Калачинсков* (ООО «Спецжелезобетонстрой»), канд. техн. наук *А.З. Корсунский* (ООО «ПСФ Энерго»), канд. техн. наук *В.А. Магилат* (ООО «Баштепломонтаж»), *С.И. Петрушкин* (ООО «Омсктепломонтаж»), *А.И. Птицын* (ЗАО «Трест «Уралдомнаремонт»), В.А. Сырых (ООО «Инженерный Центр АС Теплострой»), *Б.М. Юдинцев* (ЗАО «Коксохиммонтаж»), д-р техн. наук *В.В. Гранев*, канд. архитектуры *Д.К. Лейкина* (АО «ЦНИИПромзданий»).

СВОД ПРАВИЛ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПЕЧИ И КИРПИЧНЫЕ ТРУБЫ

Industrial furnaces and brick chimneys

Дата введения 2017—06—17

1 Область применения

1.1 Настоящий свод правил распространяется на промышленные печи, относящиеся к ним борова, газовоздухопроводы, рекуператоры, промышленные дымовые и вентиляционные трубы из различных материалов — кирпичные, железобетонные монолитные и сборные, металлические, трубы из композиционных материалов и устанавливает требования к производству работ, их контролю, правилам приемки при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте.

1.2 Свод правил не распространяется на выполнение работ по обмуровке паровых котлов и котлов-утилизаторов, сооружению электролизеров, промышленных дымовых и вентиляционных труб высотой менее 15 м.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.402—2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

ГОСТ 390—96 Изделия огнеупорные шамотные и полукислые общего назначения и массового производства. Технические условия

ГОСТ 474—90 Кирпич кислотоупорный. Технические условия

ГОСТ 530—2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия

ГОСТ 969—91 Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия

ГОСТ 2694—78 Изделия пенодиатомитовые и диатомитовые теплоизоляционные. Технические условия

ГОСТ 5264—80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5381—93 (ИСО 5019-1—84, ИСО 5019-2—84, ИСО 5019-5—84) Изделия высокоогнеупорные хромитопериклазовые. Технические условия

ГОСТ 7151—74 Изделия огнеупорные алюмосиликатные блочные для стекловаренных печей. Технические условия

ГОСТ 8179—98 (ИСО 5022—79) Изделия огнеупорные. Отбор образцов и приемочные испытания

ГОСТ 8691—73 (ИСО 5019-1—84, ИСО 5019-2—84, ИСО 5019-5—84) Изделия огнеупорные общего назначения. Форма и размеры

ГОСТ 10060—2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10178—85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

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

ГОСТ 10597—87 Кисти и щетки малярные. Технические условия

ГОСТ 10831—87 Валики малярные. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 11358—89 Толщиномеры и стенкомеры индикаторные с ценой деления 0,01 и 0,1 мм. Технические условия

ГОСТ 12730.1—78 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.5—84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 13078—81 Стекло натриевое жидкое. Технические условия

ГОСТ 17624—2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 18105—2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 20901—75 Изделия огнеупорные и высокоогнеупорные для кладки воздухонагревателей и воздухопроводов горячего дутья доменных печей. Технические условия

ГОСТ 20910—90 Бетоны жаростойкие. Технические условия

ГОСТ 21631—76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 21779—82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски

ГОСТ 22690—2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 23616—79 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности

ГОСТ 23619—79 Материалы и изделия огнеупорные теплоизоляционные муллитокремнеземистые стекловолокнистые. Технические условия

ГОСТ 24297—2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 24704—2015 Изделия огнеупорные корундовые и высокоглиноземистые. Технические условия

ГОСТ 24717—2004 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 24862—81 Порошки периклазовые и периклазоизвестковые спеченные для сталеплавильного производства. Технические условия

ГОСТ 26433.1—89 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления

ГОСТ 26433.2—94 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений

ГОСТ 28013—98 Растворы строительные. Общие технические условия

ГОСТ 28468—90 Изделия огнеупорные для футеровки дуговых сталеплавильных печей. Технические условия

ГОСТ 28833—90 Дефекты огнеупорных изделий. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 4759-1—2009 Изделия крепежные. Допуски. Часть 1. Болты, винты, шпильки и гайки. Классы точности A, B и C

ГОСТ Р 51262.4—99 Изделия огнеупорные фасонные общего назначения. Форма и размеры

ГОСТ Р 52541—2006 Бетоны огнеупорные. Подготовка образцов для испытаний.

ГОСТ Р 52643—2006 Болты и гайки высокопрочные и шайбы для металлических конструкций. Общие технические условия

ГОСТ Р 52644—2006 (ИСО 7411:1984) Болты высокопрочные с шестигранной головкой с увеличенным размером под ключ для металлических конструкций. Технические условия

СП 16.13330.2011 «СНиП II-23—81* Стальные конструкции» (с изменением № 1)

СП 28.13330.2012 «СНиП 2.03.11—85 Защита строительных конструкций от коррозии» (с изменением № 1)

СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01—2004 Организация строительства»

СП 70.13330.2012 «СНиП 3.03.01—87 Несущие и ограждающие конструкции»

СП 71.13330.2011 «СНиП 3.04.01—87 Изоляционные и отделочные покрытия»

СП 72.13330.2011 «СНиП 3.04.03—85 Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 126.13330.2012 «СНиП 3.01.03—84 Геодезические работы в строительстве»

Примечание — При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов 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 свода правил 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. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **анкер (крепление анкерное):** Металлическое или керамическое изделие, закрепленное на кожухе и служащее для опоры наносимой огнеупорной футеровки.

3.2 **агрегат тепловой:** Устройство для получения, передачи и использования теплоты, состоящее из различного оборудования, конструкций, материалов, приборов контроля и регулирования, трубопроводов подачи топлива, окислителя или электрической энергии, эвакуации продуктов сгорания и ряда других компонентов, объединенных в единый технологический комплекс.

3.3 **арка:** Несущая конструкция в форме кривого бруса для перекрытия проемов.

3.4 **арка полуциркульная:** Арка, отношение стрелы подъема которой к пролету равно 1/2 и центральный угол равен 180°.

3.5 **арка лучковая:** Арка, отношение стрелы подъема которой к пролету менее 1/2.

Примечание — Отношение стрелы подъема арки лучковой и свода лучкового к пролету, как правило, составляет 1/8, 1/12, 1/16 или 1/32, а центральный угол — от 120 до 180° соответственно.

3.6 **батарея коксовая:** Группа коксовых печей в едином тепловом агрегате с общими системами подвода топлива, отвода продуктов сгорания, механизмов загрузки и выдачи готовой продукции.

3.7 **бетон жаростойкий:** Бетон на основе огнеупорных ингредиентов, способный сохранять прочность при высоких температурах от 200 до 1580 °С.

3.8 **бетон огнеупорный:** Бетон с температурой применения свыше 1580 °С.

3.9 **боров:** Газоход прямоугольного сечения с арочным или плоским сводом из огнеупорных изделий, расположенный ниже уровня земли.

3.10 **бункер-смеситель:** Устройство, в котором перемешивается готовый строительный раствор для поддержания его пластичности.

3.11 **вороба:** Циркуль, разножка, кружало у каменщиков для очертания кругов, окружностей.

3.12 **газоход:** Трубопровод, футерованный огнеупорными материалами и служащий для эвакуации продуктов сгорания из теплового агрегата.

3.13 **горн:** Нижняя часть шахтной плавильной печи или зона обжига агломерационных и обжиговых машин, в которой происходит горение топлива.

3.14 **замок:** Изделие в верхней части арки или свода, придающее конструкции устойчивость за счет возникающего распорного усилия.

3.15 **изоляция тепловая:** Наружный или внутренний слой в тепловых агрегатах и трубопроводах, обладающий коэффициентом теплопроводности 0,9 Вт/(м·К) и ниже.

3.16 **калибровка:** Сортировка огнеупорных изделий по размерам, влияющим на толщину швов огнеупорной кладки.

3.17 **камера анодной печи:** Пространство между двумя поперечными стенами анодной печи, в которой размещены простенки для образования кассет.

3.18 **камера горения:** Элемент воздухонагревателя доменной печи, в котором происходит горение топлива, нагревающего насадку.

Примечание — Камера горения конструктивно бывает выносная и встроенная.

3.19 **камера радиантная:** Камера, в которой расположены реакционные трубы змеевиков, нагрев которых осуществляется при сгорании продуктов горения с помощью горелочных устройств.

3.20 **киянка:** Молоток с пластмассовым или резиновым бойком.

3.21 **кладка под лопатку:** Прием, при котором кирпич укладывают на раствор, разложенный тонким слоем при помощи кельмы.

3.22 **лестница ходовая:** Металлическая лестница для подъема и спуска персонала на светофорные площадки и балконы, состоящая из звеньев лестницы и ограждения.

3.23 **лещадка:** Огнеупорный кирпич, имеющий меньший размер по толщине, чем кирпич обычного размера.

3.24 **лещадь:** Под или дно в доменной печи, вагранке и ряде других шахтных или плавильных печей.

3.25 **материалы огнеупорные:** Материалы, выдерживающие действие температуры 1580 °С и выше.

3.26 **мертель:** Мелкозернистые смеси огнеупорной глины и порошков ряда огнеупорных материалов, служащих для приготовления растворов, применяемых в огнеупорной кладке для заполнения швов между огнеупорными изделиями.

3.27 **молниезащита:** Комплекс устройств защиты зданий и сооружений от прямого удара молнии.

3.28 **молниеприемник (молниеотвод):** Верхние конструкции молниезащиты.

3.29 **насадка:** Огнеупорная конструкция, служащая для нагрева воздуха или какого-либо газа.

3.30 **окат:** Слой футеровки в арках.

3.31 **опалубка при сооружении печей:** Совокупность элементов и деталей, предназначенных для возможности устройства сводов и арок, а также для придания конструкции нужной формы при укладке бетона.

3.32 **опалубка при сооружении труб:** Наружные панели и внутренние щиты инвентарной подъемно-переставной опалубки, входящей в состав подъемно-переставной опалубки для бетонирования монолитных железобетонных стволов труб вместе с рабочей площадкой.

3.33 **перевязка:** Рабочий прием при кладке из кирпича или огнеупорных изделий, исключающий возможность образования в конструкции сквозного шва или совпадения швов в соседних рядах кладки.

3.34 **печь промышленная:** Тепловой агрегат, предназначенный для осуществления высокотемпературного технологического процесса, в котором происходят образование теплоты из того или иного вида энергии и передача ее материалу, подвергаемому тепловой обработке в технологических целях.

3.35 **печь первичного риформинга:** Трубчатая печь в составе крупнотоннажного агрегата по производству аммиака, предназначенная для нагрева катализатора.

3.36 **площадка светофорная:** Площадка, предназначенная для размещения и обслуживания светосигнальных огней.

3.37 **проект производства работ (ППР):** Комплект документации, определяющий технологию выполнения работ, обеспечение персоналом, машинами и механизмами, сроки выполнения работ и мероприятия по осуществлению безопасного выполнения работ.

3.38 **пролет:** Расстояние между пятами свода или арки.

3.39 **простенок (перегородка) анодной печи:** Устройство из высокоогнеупорных изделий, в котором происходит процесс горения топлива с целью создания необходимой температуры на его наружных поверхностях для обжига загруженных анодов.

3.40 **пространство рабочее:** Камера горения, где происходит процесс тепловой обработки материала.

3.41 **пята:** Конструкция из кирпича, воспринимающая распорные усилия от арки и свода.

3.42 **раствор воздушно-твердеющий:** Раствор, обретающий прочность при температуре от 5 до 25 °С.

3.43 **реактор:** Тепловой агрегат в химической и нефтехимической промышленности с прочным металлическим корпусом, футерованный изнутри.

Примечание — Реактор обычно имеет цилиндрическую форму, оканчивающуюся полусферами, реже — шаровую форму.

3.44 **регенератор:** Теплообменник, в котором передача тепла осуществляется путем поочередного соприкосновения теплоносителя с одними и теми же поверхностями аппарата.

3.45 **рекуператор:** Теплообменный аппарат для использования теплоты отходящих газов, в котором теплота от горячего теплоносителя непрерывно передается холодному воздуху через разделяющую их стенку.

3.46 **руст:** Противоусадочный шов в торкрет-бетонных футеровках, наносимый специальным ножом до набора им прочности.

3.47 **свод:** Несущая пространственная конструкция из огнеупорных или иных изделий для перекрытия рабочего пространства печи или ее вспомогательного устройства.

3.48 **свод полуциркульный:** Свод, отношение стрелы подъема которого к пролету равно 1/2 и центральный угол равен 180°.

3.49 **свод лучковый:** Свод, отношение стрелы подъема которого к пролету менее 1/2.

3.50 **слой рабочий:** Слой футеровки, непосредственно контактирующий с горячими газами и нагревательным материалом в рабочем пространстве.

3.51 **ствол газоотводящий:** Канал, расположенный внутри оболочки трубы или несущего каркаса, служащий для эвакуации в атмосферу продуктов сгорания топлива.

3.52 **стрела подъема:** Расстояние между линией, соединяющей концы опорной поверхности пят, и низом центрального или замкового изделия арки или свода.

3.53 **тепляк:** Временное сооружение, предназначенное для создания положительной температуры в зоне выполнения огнеупорных работ.

3.54 **теска конструктивная:** Изменение формы или размеров огнеупорного изделия с применением кирочки.

3.55 **теска пригоночная:** Выравнивание поверхности огнеупорного изделия для получения заданной толщины шва с применением кирочки.

3.56 **торкретбетон:** Безопалубочный метод нанесения бетонных футеровок под давлением при помощи цемент-пушек.

3.57 **труба промышленная (труба):** Высотное сооружение для создания тяги и отвода газообразных продуктов сгорания топлива в атмосферу или воздуха с содержанием вредных примесей.

Примечание — Промышленные трубы, служащие для создания тяги и отвода газообразных продуктов сгорания топлива в атмосферу, называют дымовыми, а промышленные трубы, служащие для отвода воздуха с содержанием вредных примесей, называют вентиляционными.

3.58 **труба самонесущая:** Труба, в которой все внешние нагрузки приходятся исключительно на оболочку и вся конструкция, включая основание, остается устойчивой без дополнительных опорных сооружений.

3.59 **футеровка:** Огнеупорная конструкция из огнеупорных материалов, выполненная внутри металлического кожуха.

3.60 **футеровка трубы:** Одно- или многослойная система из различных материалов, предназначенная для исключения контакта отводимых газов с внутренней поверхностью несущей конструкции трубы.

3.61 **царга:** Деталь промышленной трубы, представляющая собой отрезок цилиндрической формы с элементами крепления между собой.

3.62 **цоколь:** Нижняя часть промышленной трубы с проемами или без них.

3.63 **шов:** В кладке — расстояние или зазор между поверхностями соседних огнеупорных, теплоизоляционных и керамических изделий.

3.64 **шов температурный:** Зазор (прорезь), разделяющий огнеупорные конструкции для устранения напряжений, вызываемых температурными деформациями материала.

3.65 **штраба:** Ступенчатый или вертикальный обрыв в кладке, позволяющий в дальнейшем продолжить кладку с перевязкой швов.

3.66 **ячейка насадки:** Отверстие, служащее для прохода газов и воздуха при нагреве.

4 Общие требования

4.1 Работы по огнеупорной кладке и футеровке промышленных печей, теплотехнических агрегатов, сооружению промышленных дымовых и вентиляционных труб (далее — труб) следует выполнять в соответствии с проектной и рабочей документацией, прошедшей входной контроль по СП 48.13330, и проектом производства работ (далее — ППР).

Проектная и рабочая документация должна быть допущена к производству работ застройщиком (заказчиком) или генподрядчиком подписью ответственного лица и штампом на каждом листе проекта.

ППР должен быть утвержден руководителем (главным инженером) организации, выполняющей работы, и согласован застройщиком (заказчиком) или генподрядчиком.

4.2 Перед началом работ по сооружению труб у исполнителя работ дополнительно должна быть в наличии следующая документация:

- заключение Государственной экспертизы проектной документации, если это предусмотрено в соответствии с [1];

- разрешение на строительство в соответствии с [2];

- паспорта, сертификаты на все используемые материалы, подтверждающие качество и соответствие их показателей и параметров проекту;

- акт освидетельствования грунтов основания и соответствие их геологическим данным, приведенным в проекте;

- акт на соответствие центра трубы со схемой привязки к геодезической разбивочной схеме, а также техническая документация на геодезическую разбивочную схему;

- исполнительные схемы конструктивных элементов с указанием высотных отметок и геометрических размеров, а также развертка и план расположения выпусков арматуры;

- акты освидетельствования скрытых работ по установке арматуры и закладных деталей, устройству гидроизоляции фундамента и контура заземления молниезащиты.

4.3 До начала проведения работ по огнеупорной кладке и футеровке промышленных печей, теплотехнических агрегатов, сооружению труб должны быть приняты по акту фундаменты под печь или трубу, каркасы и кожух печи. Акты подписывают представители организации, соорудившей или смонтировавшей принимаемые конструкции, заказчика и организации, выполняющей работы по сооружению печей и труб.

4.4 К актам приемки прилагают акты освидетельствования скрытых работ, документы геодезической проверки положения и основных размеров фундаментов и стальных конструкций, а также акты и протоколы испытаний плотности сварки кожухов, охладительных приборов, соединений трубопроводов и других конструкций.

4.5 Отклонения в размерах фундаментов не должны превышать значений, установленных в СП 70.13330, а отклонения в размерах металлических каркасов и кожухов печей, тепловых агрегатов и труб — значений, указанных в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Отклонения в размерах металлических каркасов и кожухов печей	Значение отклонения, мм, не более
Смещение оси стоек или колонн (в нижнем сечении) относительно разбивочных осей	± 5
Отклонения оси стоек или колонн от вертикали в верхнем сечении	± 15
Стрела прогиба (кривизна) стойки колонны	1/750 высоты, но не более 10
Отклонение отметок опорных узлов балки от проектных (подовой, продольной, поперечной и др.)	± 20
Стрела прогиба прямолинейного участка балки	1/750 длины балки между опорами *l*
Отклонение от горизонтали и отдельные выпуклости или углубления подподовых листов	± 10
Овальность и отдельные выпуклости и углубления цилиндрических кожухов	0,005 диаметра кожуха, но не более 30
Отклонение от оси цилиндрического кожуха или металлической дымовой трубы	± 20
Отклонение оси цилиндрического и прямоугольного кожуха печи или металлической дымовой трубы от вертикали	0,003 высоты трубы или кожуха, но не более 150 для труб и 30 для кожухов
Отклонение оси шахты от оси горна кожуха доменной печи	± 30
Отклонение в размерах прямоугольного кожуха печи в верхнем сечении: по длине и ширине	0,001 соответственно длины или ширины
Разность диагоналей в верхнем сечении по высоте верхней отметки кожуха	0,002 ширины 0,002 высоты
Отклонение по длине и ширине каркаса рекуператорной камеры	+ 20,0

Окончание таблицы 4.1

Отклонения в размерах металлических каркасов и кожухов печей	Значение отклонения, мм, не более
Отклонение в положении подпятовых балок: - по высоте - в горизонтальной плоскости от проектной оси - несовпадение стыков отдельных элементов балок	 ± 10 ± 10 10
Отклонение в положении рельсов туннельных печей: - расстояние между осями - отклонение рельса от продольной оси печи - разность отметки головки рельсов в одном поперечном сечении печи - разность отметки рельсов на длине *l* - взаимное смещение торцов смежных рельсов по высоте и в плане	 ± 3 – 1,5 ± 2 1/1000 *l* 2
Отклонение в положении рельсов печей (сушил) с выкатным подом: - расстояние между осями - отклонения рельса от продольной оси печи - разность отметки головки рельсов в одном поперечном сечении печи - разность отметок рельсов на длине *l*	 ± 10 ± 5 15 1/1000 *l*
Отклонение в положении рельсов печей (сушил) с выкатным подом: - взаимное смещение торцов смежных рельсов по высоте и в плане	 2
Отклонение песочного затвора туннельных печей с выкатным подом: - от продольной оси печи - от высотной отметки	 0, – 5 0, – 5
Отклонение в расстоянии между днищем доменной печи и осью чугунной летки	+ 20,0
Отклонения в конструкциях подвесного свода*: - выход из плоскости балочек каждого прямолинейного участка - осей смежных балочек - расстояние между осями балочек	 ± 5 ± 1 ± 10
* Нижние полки балочек свода должны иметь ровную поверхность без наплывов, а литые детали должны свободно надеваться на полки криволинейных балочек.	

4.6 Фундаменты и вентиляционные каналы перед сдачей под кладку должны быть очищены от мусора; опалубка, деревянные пробки, выступающая со стороны кладки арматура и монтажные приспособления (уголки, скобы, штыри и т. п.) должны быть удалены, если они не предназначены для дальнейшего использования.

4.7 В металлических каркасах и кожухах должны быть оставлены предусмотренные ППР проемы для подачи внутрь печи (трубы) материалов.

4.8 На фундаментах и металлических конструкциях, сдаваемых под кладку, должны быть нанесены разбивочные оси и высотные отметки.

4.9 Кладку печей, возводимых на бетонных и железобетонных фундаментах, разрешается начинать не ранее приобретения бетоном фундамента 40 % проектной прочности.

4.10 До начала проведения работ по кладке печей и сооружению труб должны быть выполнены следующие работы:

- закончено устройство кровли здания или сооружена временная кровля над печью;
- проведена обратная засыпка фундаментов и других подземных сооружений в соответствии с проектом;
- подготовлены площадка для складирования материалов или приобъектный склад для хранения запаса огнеупорных и других материалов;
- приобъектный склад и растворный узел должны располагаться в местах, обеспечивающих защиту их от атмосферных осадков;
- подготовлен растворный узел для приготовления огнеупорных растворов;
- выполнены все предусмотренные в ППР подготовительные работы, в том числе смонтированы строительные механизмы и приспособления, а также сооружены подъездные дороги;

- заготовлены в соответствии с ППР необходимые для кладки инструменты, огнеупорные, изоляционные и другие материалы;

- подведены электроэнергия и вода, при необходимости сжатый воздух, а при работах в зимних условиях — тепло;

- заложен заземляющий контур для молниезащиты труб, выполнены работы по освещению зоны производства работ.

4.11 При проведении работ по огнеупорной кладке и футеровке промышленных печей, теплотехнических агрегатов, сооружению труб на действующих предприятиях необходимо соблюдать правила безопасности и технической эксплуатации, установленные для данных предприятий, а также учитывать специфические условия работы по транспортированию материалов и использованию эксплуатационного подъемно-транспортного оборудования, информация о которых приведена в [6].

4.12 До начала работ по капитальному ремонту печей необходимо полностью отключить печь, воздухогазопроводы, воздухо- и газоподогреватели от действующих агрегатов и установить на них металлические заглушки. Все газопроводы должны быть продуты воздухом или азотом для удаления оставшегося в них газа, с инструментальным контролем концентрации газов в атмосфере на рабочих местах.

4.13 Работы по реконструкции печей в действующих цехах допускается начинать только после оформления акта-допуска для проведения строительно-монтажных работ на территории действующего предприятия и наряда-допуска на проведение работ в местах действия опасных или вредных производственных факторов.

4.14 При капитальном ремонте печей заменяемую кладку допускается разбирать только после обеспечения устойчивости остающихся конструкций и кладки. Штрабы остающейся кладки должны быть тщательно очищены от старого раствора и порошка. Кирпич в заменяемых участках следует укладывать вперевязку с оставшейся кладкой.

5 Промышленные печи

5.1 Общие правила производства работ

5.1.1 При кладке из огнеупорных изделий в зависимости от технологических требований установлены следующие категории проектной толщины шва, согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1

В миллиметрах

Категория кладки	Толщина шва
Вне категории	Не более 0,5
Первая	Не более 1
Вторая	Не более 2
Третья	Не более 3
Четвертая	Более 3
Примечание — В кладке из диатомитового или глиняного кирпича во внутренней кладке допускаются швы до 5 мм, а в наружной облицовочной — до 10 мм.	

5.1.2 Кладка из материалов одного типа ведется вперевязку, за исключением сводов при выполнении их кольцами. Слои кладки из различных материалов не перевязывают, за исключением мест, специально указанных в проекте.

5.1.3 Швы в кладке из штучных огнеупорных изделий должны быть заполнены раствором, при кладке насухо — огнеупорным порошком. Во избежание высыпания порошка допускается подмазывать торцевые швы огнеупорным раствором. Незаполненные швы не допускаются.

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

При выполнении кладки с толщиной шва менее 0,5 мм подгонку штучных огнеупоров осуществляют с использованием станков для резки огнеупоров, оснащенных керамическими и алмазными режущими дисками.

5.1.5 Основание пода перед кладкой в случае необходимости выравнивают при помощи растворов. При выравнивании с применением сухих порошков рекомендуется уплотнение с помощью пневмотрамбовок.

5.1.6 Верхний (лицевой) ряд пода печей и иных тепловых агрегатов надлежит выполнять, укладывая кирпич ложковой стороной поперек движения газов, шлака или металла, либо в «елочку».

5.1.7 При многослойных подинах и выстилках для перевязки продольных вертикальных швов по высоте направления их в каждом последующем слое смещают по отношению к предыдущему на 45 или 90°.

5.1.8 Сферические подины выкладывают по подстилающему слою из жаростойкого бетона или по шаблону, вытесанному из кирпича.

5.1.9 Кладку стен выполняют с перевязкой швов. Поперечные вертикальные швы кладки в рядах, лежащих в одной плоскости, перевязывают смещением кладки на 1/4 кирпича вдоль стены по отношению к предыдущему ряду.

5.1.10 Перевязку продольных вертикальных швов необходимо выполнять, чередуя тычковые и ложковые ряды по высоте кладки. Стены толщиной в один кирпич кладут только тычковыми рядами.

5.1.11 Откосы и наклонные стены выкладывают на плашку тычковыми рядами. Ложковые ряды применяют только для перевязки вертикальных продольных швов. Уклон откоса создается за счет уступа в каждом ряду кладки по принципу убегающей штрабы. Кладку выполняют по шаблонам, расположенным на расстоянии от 3 до 4 м друг от друга.

5.1.12 Кладку стен, расположенных в металлическом или бетонном кожухе, следует выполнять вплотную к кожуху с заполнением зазоров между кирпичом и кожухом густым раствором.

5.1.13 В стенах высотой более 1,5 м огнеупорную кладку соединяют с кладкой из красного глиняного кирпича или изоляционной кладкой через 5—8 рядов путем выпуска огнеупорного кирпича в наружный слой на 1/2 кирпича или металлическими, керамическими анкерами, закрепленными к каркасу печи.

5.1.14 Отверстия (проемы) шириной менее 450 мм допускается перекрывать напуском кирпичей не более чем на 75 мм в каждом ряду кладки с обеих сторон от отверстия (проема) или большеразмерными огнеупорными плитами.

Отверстия (проемы) шириной до 210 мм допускается перекрывать одним кирпичом.

5.1.15 Изоляционная кладка в стенах печей не должна доводиться до отверстий (проемов) на расстояние 1/2 кирпича. В этих местах кладку выполняют из огнеупорных материалов (кирпич, бетон).

5.1.16 Штрабы, устраиваемые при перерыве работ в кладке промышленных печей, следует выполнять с убегом (ступенчатыми). Вертикальные штрабы допускается оставлять только при устройстве временных проемов для подачи материалов.

5.1.17 При несовпадении рядов кладки и высотных проектных отметок допускается укладка в них лещадки или кирпича на ребро, а также подтеска кирпича. Толщина лещадки не может быть менее 30 мм.

Примечание — Данные требования не распространяются на кладку коксовых печей.

5.1.18 Допустимые отклонения кладки стен указаны в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Кладка стен печи от вертикали	± 5 мм на каждый метр высоты и ± 20 мм на всю высоту стены*
Оси горелочных камней	± 5 мм
Угол наклона горелочного туннеля от проектного	Предел ± 2° *
Кладка опорных столбов от вертикали	± 5 мм на каждый метр высоты и 15 мм на всю высоту столба
* За исключением случаев, указанных в проектах.	

5.1.19 Перед началом кладки арки проверяют правильность установки пятовых изделий. Опорная поверхность пятовых изделий должна совпадать с линией радиуса арки. Проверку проводят с помощью шаблона или прямого изделия, выполняющего роль шаблона.

5.1.20 Кладку арок ведут вперевязку. При толщине оката в полкирпича перевязку осуществляют половинками, при толщине оката в кирпич — полуторными изделиями, которые выкладывают в торце арки.

5.1.21 Арки, не несущие значительных нагрузок, допускается выкладывать кольцами. При кладке арок в несколько окатов между окатами устраивают подстилающий слой из густого пластичного раствора. Чтобы арка вписалась в прямоугольную кладку стены, по арке делают натес, то есть часть стены, примыкающую к арке сверху и выполненную из отесанных кирпичей, укладывают на плашку, на ребро и на торец.

5.1.22 Кирпич для выравнивания внешней поверхности арок допускается стесывать не более чем на половину его толщины.

5.1.23 Кладку арок и сводов выполняют равномерно от пят к замку.

5.1.24 Пяты сводов с пролетом более 1,5 м в печах с рабочей температурой выше 1200 °С должны быть заглублены в стены с отступом от внутренних их краев не менее чем на 30 мм.

5.1.25 Неплотности между пятовыми кирпичами и подпятовыми балками или каркасом печи не допускаются. Заполнение промежутка между пятовыми кирпичами и пятовыми балками теплоизоляционным кирпичом не допускается.

5.1.26 Кладку распорных сводов и арок следует выполнять из клинового или клинового и прямого кирпича с обеспечением проектной толщины швов.

5.1.27 Количество замковых кирпичей в сводах и арках должно быть при пролете до 3 м — один, а при пролетах более 3 м — три и более (нечетное количество) из расчета, чтобы расстояние между ними по дуге не превышало 1,5 м.

Боковые и центровые замки забиваются одновременно.

Теска замковых кирпичей, а также применение в качестве замкового кирпича клина по ребру не допускается. При необходимости кирпичи растесывают по обе стороны замкового ряда. Замковый кирпич должен входить в кладку при нажиме рукой не более чем на 2/3 толщины свода.

Забивку замковых кирпичей и их осаживание следует проводить пластмассовыми или деревянными киянками либо стальными молотками через деревянную подкладку.

Замковые кирпичи, поврежденные при забивке, подлежат замене.

5.1.28 При кладке распорного свода кольцами они должны быть перпендикулярны продольной оси свода.

5.1.29 Замки в кольцах свода следует забивать после того, как будет уложено не менее четырех колец, расположенных впереди забиваемого кольца или если кольца будут раскреплены другим способом. Одновременная забивка замков в нескольких кольцах не допускается.

5.1.30 Купольные своды следует выкладывать из фасонных огнеупорных изделий замкнутыми кольцами.

5.1.31 Кирпич для выравнивания внешней поверхности арок допускается стесывать не более чем на половину его толщины.

5.1.32 При кладке свода кольцами первое кольцо выкладывают от подпятовых балок к пучку, а следующие кольца выкладывают от поперечной оси симметрии к торцам. Одновременно ведут кладку трех-четырех колец с каждой стороны. Толщину швов обеспечивают предварительной кладкой изделия насухо.

5.1.33 Кладку лучковых сводов тепловых агрегатов с нежестким каркасом следует выполнять после затяжки металлических связей каркаса. В случае применения пружин они должны быть затянуты до усилия, при котором они не сжимаются от воздействия силы распора.

5.1.34 Разборку опалубки свода проводят после забивки замковых кирпичей, забутовки пазух сводов, а также окончательной затяжки связей каркаса.

5.1.35 Если свод выполнен на шамотно-глиняном растворе, опалубку можно разбирать не раньше чем через 3—4 ч после окончания кладки, когда раствор частично подсохнет и уплотнится.

5.1.36 При кладке на цементных растворах или на огнеупорных растворах с цементом необходимо выдержать кладку свода для того, чтобы раствор успел частично затвердеть.

5.1.37 При кладке сводов с изменяющимся пролетом или ступенчатых сводов для каждого участка свода устанавливают отдельную опалубку, а их ведут самостоятельно кольцами с устройством отрезных швов. Независимо от конфигурации стен пяты для каждого участка свода выставляют параллельно продольной оси свода (ступенчатого).

5.1.38 При кладке сводов с изменяющимся направлением каждый участок выполняют самостоятельно вперевязку с устройством отрезного шва. При пересечении сводов под прямым или острым углом кладку их в месте сопряжения осуществляют в «елочку» таким образом, что изделия основного и примыкающего сводов поочередно опираются один на другой. При этом изделия одного свода, на которые опираются изделия другого свода, затесывают вручную по месту под пяту по радиусу опирающегося свода.

5.1.39 Забивку замков сводов подземных боровов следует осуществлять только после окончания засыпки грунта у стен. Засыпку котлованов вокруг боровов следует осуществлять смесью влажной глины с песком или влажной землей с песком слоями от 200 до 250 мм с уплотнением каждого слоя.

5.1.40 Подвесные своды выкладывают из фасонных огнеупорных изделий по ГОСТ 24704 плоской или рифленой формы, подвешиваемых к каркасу с помощью балок и подвесок из жароупорной стали. Нижние кромки всех подвесок должны находиться в одной плоскости, что достигается подтягиванием или опусканием болтов подвесок.

Подвесные своды набирают рядами по ширине теплового агрегата, начиная от продольной его оси в обе стороны.

Криволинейный участок свода начинают набирать с нижней горизонтальной части. После окончания ее кладки набирают сначала клиновые изделия, а затем изделия вертикальной части участка.

Наклонные участки свода кладут, начиная с самой низкой части участка. Свод из гладких изделий кладут на полугустом растворе. Свод из рифленых изделий кладут насухо.

Свод сверху покрывают уплотнительной обмазкой.

5.1.41 Кладка купольного свода при незначительной стреле подъема осуществляется концентрическими кольцевыми рядами на торец с забивкой замка в каждом ряду. Центральную часть свода выполняют набивной или заделывают пробкой из фасонных изделий.

В купольных сводах пятой служит металлический бандаж, выполняемый из жаростойкой стали. Кладку купола со значительной стрелой подъема выполняют из фасонных изделий по ГОСТ 20901, имеющих форму усеченной четырехгранной пирамиды. Кладку осуществляют кольцами с перевязкой вертикальных швов. В качестве крепления используют скобу с клиньями, верхний конец которой удлинен. Для установки изделия в требуемое положение необходимо забить деревянный клин между нижним торцом изделия и скобой. После установки пяти — восьми изделий скобу с крайнего изделия снимают и используют ее для поддержки следующего устанавливаемого изделия. В верхней части купола, когда наклон рядов кладки к горизонту настолько велик, что приближается к вертикали, необходимо применять опалубку.

5.1.42 Допустимые отклонения при кладке арок, сводов не должны превышать значений, указанных в таблице 5.3.

Таблица 5.3

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Отклонение пятовых кирпичей от продольной оси сводов	± 5
Отклонение пятовых кирпичей от проектной отметки	± 5 на 1 м
Отклонение пятовых кирпичей на всю длину свода	± 10
Отклонение центрового замкового кирпича от оси симметрии свода или арки	0,003 размера пролета свода или арки, но не более ± 65
Отклонение центрового замкового кирпича от оси симметрии поднасадочной арки	± 10
Отклонение размера радиуса опалубки свода или арки от проектного	± 15

5.1.43 Места расположения, конструкции и методы выполнения температурных швов в кладке необходимо выполнять в соответствии с проектом.

5.1.44 При отсутствии указаний в проекте температурные швы в кладке стен на воздушно-твердеющих растворах следует выполнять вертикальными, а в иных случаях — змейкой, то есть с отклонениями от вертикали на 1/2 кирпича в каждом ряду.

5.1.45 Температурные швы сводов располагают в торцах, при примыкании к стенами выполняют отрезными.

При сводах длиной более 5 м устраивают дополнительные температурные швы. Шов сверху перекрывают кирпичом на плашку.

В подвесных сводах температурные швы выполняют по периметру свода и в местах, определенных проектной документацией.

5.1.46 При заделке в кладку металлических балок, блюмсов и т. п. между кладкой и металлом оставляют температурные швы для свободного расширения металла.

5.1.47 При кладке подины печей из магнезитового или хромомагнезитового кирпича температурные швы толщиной 2—3 мм устраивают через каждые три-четыре кирпича, закладывая в швы прокладки из легкосгораемого материала.

5.1.48 При укладке огнеупорных бетонов или набивных масс температурные швы составляют в среднем 5—6 мм на каждый погонный метр длины бетонируемого (набивного) элемента.

Точные значения швов рассчитывают на основе лабораторных испытаний бетона или указывают в проекте.

5.1.49 Ширину температурных швов при отсутствии указаний в проекте принимают, исходя из средних значений температурного шва на 1 м кладки, приведенных в таблице 5.4.

Таблица 5.4

В миллиметрах

Кладка*	Среднее значение температурного шва на 1 м кладки
Шамотная, полукислая, высокоглиноземистая	5—6
Динасовая	12
Магнезитовая, хромомагнезитовая, хромитовая для печей:	
- нагревательных	12—14
- сталеплавильных	20—25
Тальковая	8—10
Корундовая	8—9
* В кладке из керамического кирпича по ГОСТ 530, диатомитовых и пенодиатомитовых изделий по ГОСТ 2694 температурные швы не выполняют.	

5.1.50 В печах и тепловых агрегатах с цилиндрическим кожухом температурные швы выполняют в виде компенсационных зазоров между кладкой и кожухом, заполняемых каким-либо сжимаемым материалом плотностью не более 600 кг/м и пределом прочности при сжатии не более 1,2 Н/мм.

5.2 Кладка боровов

5.2.1 Диатомитовую кладку боровов следует выполнять с проектной толщиной швов до 8 мм, а кладку из глиняного кирпича — до 10 мм.

Диатомитовую кладку допускается вести на шамотном растворе.

5.2.2 В футеровке боровов из шамотного кирпича на растворе из шамотного мертеля должна соблюдаться следующая проектная толщина швов:

- до 3 мм — стены;
- до 2 мм — свод;
- до 5 мм — выстилка.

5.2.3 Кладку сводов боровов сложной конфигурации допускается выполнять кольцами без перевязки.

Кладку сводов боровов, расположенных на земле или эстакадах, при наличии каркаса с гибкими связями следует выполнять после затяжки последних.

Забивку замков сводов подземных боровов следует выполнять только по окончании засыпки грунта у стен.

5.2.4 Засыпку котлованов вокруг боровов следует выполнять смесью влажной глины с песком или влажной землей с песком слоями толщиной 200—250 мм с уплотнением каждого слоя трамбованием.

5.2.5 Установку дымовых шиберов (клапанов) и ходовых скоб в лазах следует выполнять в процессе кладки. Опорные поверхности под чаши газовоздушных и дымовых клапанов в кладке колодцев должны быть строго горизонтальными.

Ходовые скобы лазов следует закладывать в швы между кирпичами на глубину не менее чем 200 мм.

5.2.6 Места сопряжения закладных частей с кладкой должны быть выполнены без пустот густым раствором или другим материалом, предусмотренным проектом.

5.2.7 После заделки шиберов, клапанов и других движущихся устройств должна быть проверена правильность их установки и работы.

5.2.8 При футеровке боровов, выполненных из металлических или железобетонных труб, необходимо выполнять требования, изложенные в 5.3.1, 5.3.2.

5.2.9 Допустимые отклонения кладки боровов указаны в таблице 5.5.

Таблица 5.5

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Высота	± 15
Ширина	± 15
По горизонтали	± 10 на длине 2 м
Примечание — Данные требования не распространяются на кладку боровов коксовых батарей.	

5.3 Футеровка газовоздухопроводов

5.3.1 Футеровку газовоздухопроводов следует выполнять вперевязку, за исключением мест перегиба и конусных частей, где ее следует выполнять кольцами или отдельными панелями с толщиной швов, соответствующей проектной.

5.3.2 Стык футеровки газовоздухопровода и цилиндрического патрубка выполняют со свободным примыканием (без перевязки), за исключением футеровки воздухопроводов горячего дутья доменной печи.

5.3.3 Изоляционные листы при наличии их между футеровкой и кожухом следует наклеивать на кожух с помощью жидкого стекла или шамотного раствора по мере кладки футеровки.

5.3.4 Толщину слоев футеровки при ее диаметре до 2 м выполняют в полкирпича, а при большем диаметре — в кирпич. При многослойной футеровке каждый из слоев выполняют самостоятельно.

Примечание — Предпочтительно вести футеровку методом убегающей штрабы на себя, симметрично в обе стороны.

5.3.5 Футеровку нижней части газовоздухопроводов осуществляют до уровня, когда уложенные изделия начинают сползать с футеровки (приблизительно около 2/3 окружности). Оставшуюся часть футеровки выполняют несколькими способами в зависимости от диаметра газовоздухопровода:

- при диаметре газовоздухопровода не более 1,5 м футеровку замыкают по опалубке на длину одного-двух изделий и забивают замок сбоку. Дальнейшее сведение футеровки в замок осуществляют в образовавшуюся штрабу без опалубки;
- при диаметре газовоздухопровода от 1,5 до 2,0 м футеровку замыкают в забиваемый сбоку замок по передвижной опалубке шириной от 400 до 500 мм;
- при диаметре газовоздухопровода более 2 м футеровку замыкают по стационарной или передвижной опалубке шириной от 2 до 3 м. При этом настил опалубки прибивают только к нижней части для закрепления кружал. Настил укладывают по ходу футеровки с опережением на три или четыре ряда. Замыкают футеровку по опалубке симметрично с двух сторон для равномерного распределения нагрузки на опалубке. Последний замок в торце забивают прямым кирпичом снизу.

Если футеровку осуществляют только из клиновых изделий, то под прямой кирпич сбоку должны быть растесаны два клиновых кирпича.

5.3.6 Металлические газовоздухопроводы допускается футеровать отдельными царгами или секциями до установки их в проектное положение, заделывая стыки на месте установки газовоздухопроводов. Число стыков, их значение, размещение и метод заполнения мест стыкования определяет ППР.

5.3.7 Допускается футеровку газовоздухопроводов диаметром менее 600 мм в свету (500 × 600 мм при прямоугольном сечении) выполнять через отверстия, оставленные в кожухе через 1,0—1,5 м, которые заваривают по окончании футеровки.

5.4 Кладка рекуператоров, регенераторов

5.4.1 Кладку керамических рекуператоров следует начинать после выполнения работ по камере сгорания, включая устройство свода. Кладку верхней части камеры и защитных стенок металлических рекуператоров следует выполнять после установки секций рекуператоров и испытания их на герметичность.

5.4.2 Допустимая толщина швов и отклонения от проектных размеров кладки рекуператоров не должны превышать значений, указанных в таблице 5.6.

Таблица 5.6

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Толщина швов: - выстилка - стены - свод	 5 3 2
Ширина и длина камер рекуператоров: - металлических - керамических	 + 15 + 10
Внутренняя поверхность стен от вертикали	+ 8
Разность в длине двух диагоналей камеры	25
Смещение осей камеры от проектного положения	± 20
Расстояние между осями подрекуператорных каналов	± 1
Расстояние между осями подсадочных кирпичей	± 1
Отклонение от горизонтали поверхности стен и верхних граней поднасадочных кирпичей по всему сечению камеры	± 2
Отклонение от горизонтали верхней поверхности выстилки	± 10
Отметка верха кладки насадки, в том числе фасонных камней обрамления от проектной	± 20
Отклонение оси отверстий для чистки насадки от оси отверстий насадки	± 5

5.4.3 Верхний слой выстилки рекуператорной камеры следует укладывать кирпичами на ребро ложками поперек каналов.

5.4.4 Кладку насадки следует выполнять с предварительной верстовкой рядов насухо и приемкой каждого ряда заказчиком.

5.4.5 Отклонения кладки насадки не должны превышать значений, указанных в таблице 5.7.

5.4.6 Дымовые (воздушные) каналы после окончания кладки насадки должны быть очищены.

5.4.7 Металлическая облицовка торцевых стен рекуператора должна монтироваться после окончания кладки и установки пробок.

5.4.8 Выступающий внутрь трубок и вертикальных каналов раствор должен быть удален.

5.4.9 Уложенный на растворе ряд должен быть принят заказчиком, а замеченные дефекты в кладке должны быть немедленно устранены. Проверка щупом толщины швов кладки, уложенной на растворе, не допускается.

5.4.10 После окончания кладки каждый ряд насадки (два ряда) по всему сечению камеры должен быть выдержан в течение 24 ч при температуре не ниже 15 °С. При этом кладка не должна подвергаться механическим воздействиям.

Примечание — При необходимости форсирования работ по кладке рекуператоров допускается выдерживание каждого ряда насадки в течение 8 ч при повышенных температурах: в течение 4 ч — при температуре 20 °С и в течение следующих 4 ч — при температуре 30—35 °С.

5.4.11 Допускается вести одновременно кладку двух рядов насадки уступами. В этом случае подбирают насухо два ряда насадки.

Таблица 5.7

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Отклонение от горизонтали для насадки из изделий с четырьмя каналами по всей плоскости ряда	8
Отклонение от горизонтали для насадки из трубчатых изделий по плоскости одного ряда по ширине камеры	2
Разность уровней рядом стоящих изделий	1
Отклонение от проектной толщины швов	± 0,5
Напуск стенок в месте соприкосновения двух соседних рядов фасонных камней насадки для изделий с четырьмя каналами	3
Ось трубок	Строго вертикальная, совпадение с осью трубок, расположенных под ними
Отклонение от проектного размера зазора между крайними фасонными изделиями и боковыми стенками	1
Отклонение воздушных каналов, обрамляемых фасонными камнями, от вертикали по всей их высоте	5
Отклонение оси отверстий для чистки насадки от оси отверстий насадки	± 5

5.4.12 Кладку насадки следует выполнять параллельно с кладкой стен рекуператорной камеры или после окончания ее кладки.

5.4.13 Внутренняя поверхность обрамляющего кольца отверстий для выхода горячего воздуха должна совпадать с внутренней поверхностью футеровки воздухопровода. Патрубки воздухопровода вводятся в кладку стен вплотную к кольцам.

5.4.14 Кладка регенераторов должна начинаться с заложения стен регенеративной камеры и вывода их на высоту 2 м.

5.4.15 Продолжение кладки стены под насадку осуществляют таким образом, чтобы обеспечить при установке арки горизонтальную поверхность, на которую будет опираться насадка.

5.4.16 Насадка с закрытыми каналами должна выполняться горизонтальными рядами с перевязкой вертикальных швов.

5.4.17 Кладку насадки выполняют насухо и чередуют с кладкой стен камеры.

5.4.18 Верхний слой подины рекуперативной камеры металлических рекуператоров следует выкладывать на ребро ложками поперек канала. Кладку верхней части камеры и защитных стенок выполняют после установки секций рекуператоров и испытания их на герметичность.

5.5 Футеровка из волокнистых материалов и изделий

5.5.1 Футеровка тепловых агрегатов, работающих без наличия жидкой фазы и абразивного износа, может осуществляться с применением волокнистых огнеупорных изделий и материалов по ГОСТ 23619, монтируемых из нескольких слоев рулонных материалов и плит, собранных в определенной последовательности в пакет.

Примечание — Учитывая, что футеровки из волокнистых материалов и изделий не обеспечивают герметичности, их наносят на металлические листовые конструкции, обладающие жесткостью, позволяющей в процессе монтажа придать им удобное положение для ведения работ, а затем при монтаже уплотнить монтажные стыки.

5.5.2 Слой футеровки, обращенный в рабочее пространство, при скорости движения газов внутри печного пространства менее 7 м/с и температуре до 850 °С следует выполнять из муллитокремнеземистого войлока (войлок); при скорости до 40 м/с — из формованных плит на глиняной связке (ШВП-350) или теплоизоляционных композиций с прочностью не менее 1 МПа (10 кгс/см^2).

5.5.3 При скорости движения газов внутри печного пространства более 40 м/с или наличия истирающего воздействия футеровка из волокнистых огнеупорных материалов должна быть защищена от абразивного износа слоем огнеупорного кирпича или огнеупорного бетона.

5.5.4 Укладку рулона верхнего слоя осуществляют со смещением относительно нижнего по длине и ширине. Соединение полотен рулона выполняют способом поджатия и наложения. Методом поджатия возможно соединять рулонные материалы плотные и упругие, а материалы с более рыхлой структурой следует монтировать наложением одного слоя на другой.

5.5.5 Конструкции с вертикальным расположением полотен можно создавать постепенным наложением одного участка рулона на другой, загибая его после укладки отрезка длиной, равной толщине конструкции, или постепенно наворачивая рулон на специально изготовленную из проволоки рамку, ширина которой вместе с навернутыми слоями обеспечивает заданную толщину.

5.5.6 При укладке рулонов гофрированием полученный гофр скрепляют, пронизывая его на расстоянии от 5 до 7 см от одного из краев арматурой из обычной или низколегированной стали, за которую при монтаже крепят конструкцию к каркасу или кожуху.

5.5.7 При кладке рулонов на рамку элементы крепления располагают так, чтобы они, пронизывая пакет, находились внутри его металлической рамки. Жесткие плиты ставят в пакет на ребро, пронизывая их в холодной части металлическим стержнем, которым осуществляют крепление набранного пакета.

5.5.8 При монтаже футеровок значение дополнительного уплотнения войлока шайбами в местах установки анкеров принимают равным 20—25 мм — при толщине рабочего слоя до 50 мм и 30—35 мм — при толщине рабочего слоя войлока от 50 до 100 мм.

5.5.9 Швы по границам отдельных слоев войлока не устраивают, а полосы рулона слоев укладывают с перевязкой швов.

5.5.10 В футеровках стен высотой менее 3 м при значительной протяженности теплового агрегата укладывают слои войлока в горизонтальном направлении.

При высоте стен 3 м и более слои войлока укладывают в вертикальном направлении.

5.5.11 При горизонтальном расположении слоев войлока следует использовать металлические анкеры скрытого типа. Коэффициент уплотнения муллитокремнеземистого войлока в футеровках с горизонтальным расположением слоев войлока следует принимать равным 2.

5.5.12 Информация о футеровке тепловых агрегатов волокнистыми огнеупорными материалами и изделиями приведена также в [3].

5.6 Защитные огнеупорные обмазки

5.6.1 Защитные огнеупорные обмазки следует наносить на внутреннюю поверхность рабочего пространства камер и каналов после просушки кладки, предварительно очищенную от подтеков раствора и обеспыленную сжатым воздухом. Подготовленная таким образом поверхность кладки увлажняется водой, в которую вводят клеящую добавку, используемую при изготовлении обмазки.

5.6.2 Обмазку наносят широкой кистью ровными слоями за два или три раза. Толщина слоя не должна превышать 1 мм, общая толщина нанесенной обмазки должна составлять от 2 до 3 мм.

5.6.3 Обмазку наносят на теплую поверхность огнеупорной кладки, температура которой не должна превышать 70 °С. Обмазку, нанесенную на холодную поверхность, необходимо сразу просушить.

5.6.4 Общая толщина обмазки должна быть от 3 до 4 мм. При возникновении трещин их замазывают той же обмазкой, но более густой консистенции.

Примечание — Увеличение слоя обмазки снижает прочность ее сцепления с поверхностью кладки.

5.6.5 Обмазку, приготовленную на жидком стекле по ГОСТ 13078, наносят сразу после приготовления.

5.7 Укладка жаростойких и огнеупорных бетонов

5.7.1 Бетонную смесь следует готовить на стройплощадке непосредственно перед укладкой и перемешивать в бетоносмесителях принудительного действия.

5.7.2 Порядок загрузки компонентов бетонной смеси определяют инструкцией завода-изготовителя сухой смеси и проектной документацией.

5.7.3 Если составов бетона в проекте несколько, то каждый состав перемешивают в отдельном бетоносмесителе.

5.7.4 При поставке составляющих бетонной смеси раздельно необходимо обеспечить дозировку их с точностью, определенной инструкцией поставщика смеси или проектной документацией.

Примечание — В проектной документации также указывают подвижность бетонной смеси, время, в течение которого бетонная смесь должна быть уложена и уплотнена.

5.7.5 Перед укладкой бетона металлическая поверхность должна быть очищена от ржавчины, окалины, масляных пятен и пр. Степень очистки указывают в проекте.

5.7.6 При укладке бетона на пористую поверхность необходимо исключить непосредственный контакт свежеуложенного бетона с этой поверхностью путем окраски водоотталкивающими красками или укрытием поверхности водонепроницаемым материалом.

5.7.7 Для уплотнения бетона используют глубинные или площадочные вибраторы, марка и параметры которых указывают в проектной документации или ППР.

5.7.8 В процессе работ по укладке бетона необходимо изготавливать контрольные образцы из укладываемого бетона по ГОСТ Р 52541. Количество, размеры и периодичность отбора проб указывают в проектной документации.

5.7.9 После укладки бетона необходимо обеспечить температурно-влажностный режим, указанный в проектной документации.

5.7.10 Рабочая поверхность деревянной опалубки для бетонных работ должна быть пропитана водоотталкивающим составом или укрыта водонепроницаемым материалом для предотвращения отсоса влаги из бетона.

5.7.11 Основной состав бетонов указан в приложении А.

5.8 Укладка бетона методом торкретирования

5.8.1 До начала работ по торкретированию поверхность, на которую будет наноситься торкретбетон, должна быть принята по акту на соответствие требованиям проектной документации.

5.8.2 Для слаженной работы должна быть обеспечена устойчивая радио- или телефонная связь между машинистом цемент-пушки и торкретчиком.

5.8.3 Для отработки режима торкретирования до начала работ необходимо выполнить пробное нанесение бетона на переносной щит.

В зависимости от плотности и дальности подачи сухой бетонной смеси необходимо отрегулировать давление воздуха и соотношение давления воды и воздуха, а также количество подаваемого материала при пробном нанесении бетона на щит.

5.8.4 Торкретирование вертикальных поверхностей необходимо выполнять в направлении снизу вверх круговыми движениями.

5.8.5 Сопло во время работы должно быть направлено перпендикулярно к торкретируемой поверхности. Расстояние от сопла до поверхности должно быть в пределах от 0,8 до 1,2 м. В месте расположения анкеров торкретбетон следует наносить под углом, чтобы избежать образования пустот у основания и вокруг шпилек.

5.8.6 В особо стесненных местах при густом расположении анкеров их концы необходимо периодически (1—2 раза) очищать от налипшего материала во избежание образования пустот и неуплотненных участков.

5.8.7 Поверхность для нанесения торкретбетона должна быть разделена на карты (участки) прямоугольной формы со стороной примерно 1 м, если иное не указано в проекте. Граница карт должна проходить посередине двух рядов анкеров.

Участки разделяют между собой деревянными или металлическими перегородками, высота которых равняется толщине футеровки из бетона. Перегородки следует изготавливать зигзагообразной формы переменной толщины, чтобы шов между картами был несквозной.

Перегородки, изготовленные из дерева, пропитывают составами, уменьшающими адгезию между опалубкой и бетоном.

5.8.8 Торкретирование карт ведется в шахматном порядке, при этом процесс торкретирования внутри каждой карты должен быть непрерывным на всю толщину слоя бетона (за исключением бетонов на жидком стекле).

5.8.9 Тяжелый торкретбетон на жидком стекле наносят слоями по 50—60 мм и картами размером 500 × 1000 мм.

5.8.10 После затвердевания бетона в картах перегородки демонтируют и торкретируют участки между затвердевшим бетоном.

5.8.11 При двухслойной футеровке торкрет-бетон изоляционного слоя выполняют без образования карт сплошными последовательно наносимыми захватками прямоугольной формы.

5.8.12 При армировании сетками и длительных сроках схватывания бетона (на высокоглиноземистом цементе без добавок и на жидком стекле) тяжелые торкретбетоны допускается укладывать последовательно наносимыми захватками без образования карт.

5.8.13 В случае перерыва работы можно продолжать, если бетон не успел схватиться. Если бетон затвердел, необходимо его удалить полностью на всю толщину.

5.8.14 Для направленного образования трещин в рабочем слое бетона через 2—3 ч после его нанесения нарезают горизонтальные и вертикальные русты с шагом 500 × 500 или 600 × 600 шириной 3—4 мм и глубиной 25 мм.

5.8.15 Если бетонная футеровка состоит из изоляционного и рабочего слоев, необходимо наносить рабочий слой не ранее, чем через сутки после нанесения изоляционного слоя.

5.8.16 Излишек бетона срезают до проектной толщины, при этом заглаживать поверхность не допускается, она должна быть шероховатой.

5.8.17 Готовые поверхности футеровки (особенно днища) рекомендуется закрывать мешковиной, бумагой или пленкой, чтобы предотвратить налипание на них смеси при продолжении торкретирования.

5.8.18 При твердении нанесенного слоя торкретбетона необходимо соблюдать приведенные ниже требования:

- оптимальная температура выдержки торкретбетонов на цементных вяжущих составляет 15—20 °С, минимально допустимая температура — 5 °С. При минимальной температуре скорость твердения резко снижается, что вызывает необходимость увеличения сроков выдержки. Во всех случаях температура в твердеющем слое торкретбетона на глиноземистом цементе не должна превышать 40 °С;
- увлажнять торкретбетон на цементных вяжущих следует, распыляя воду при помощи сопла через 2—3 ч после схватывания. Увлажнение проводят до стекания воды с поверхности при температуре воздуха в печи 15—20 °С — через каждые 3 ч, при температуре воздуха в печи 30—35 °С — через каждый час;
- продолжительность выдержки торкретбетона во влажных условиях на глиноземистом цементе с момента нанесения до начала сушки — не менее 72 ч.

5.8.19 Для торкретбетона на высокоглиноземистом цементе рекомендуется выдержка при температуре выше 20 °С. Пропаривание при температуре 100 °С значительно ускоряет процессы гидратации высокоглиноземистого цемента.

5.8.20 На поверхности футеровки по окончании сушки и обжига допускаются усадочные трещины.

5.8.21 Информация о выполнении работ по торкретированию приведена в [4].

5.9 Укладка пластических масс

5.9.1 Пластические массы допускается укладывать свободно или в опалубке. Уплотнение пластической массы выполняют ручными пневматическими трамбовками массой от 2,5 до 5,0 кг. Частота ударов рабочей части трамбовки должна быть от 800 до 140 уд/мин. Рабочая часть трамбовки должна быть прямоугольной формы и иметь площадь около 20 $см^2$. В отдельных случаях пластическую массу допускается утрамбовывать деревянным молотком массой от 1,0 до 1,5 кг.

5.9.2 Первый слой слегка утрамбовывают молотком. Второй слой укладывают по возможности перевязкой с первым. Трамбовку второго слоя следует выполнять с такой интенсивностью, чтобы:

- произошло хорошее сцепление первого и второго слоев;
- не оставалось никаких полостей, не заполненных массой;
- масса на утрамбованном участке была бы монолитной и гомогенной.

Для достижения необходимого уплотнения каждый участок должен быть утрамбован 3—5 раз. Поверхность должна быть шероховатой для хорошего сцепления со следующим слоем.

Аналогично укладывают и утрамбовывают последующие слои. Трамбовку следует выполнять без перерыва. Если невозможно выполнить работу без перерыва, то поверхность последних утрамбованных слоев должна быть укрыта влажной мешковиной. При продолжительном перерыве в работе необходимо снять верхние слои до пластичного слоя.

Примечание — Продолжительность перерыва определяют по состоянию поверхности слоя. Если он затвердел, то наносить на него последующий слой не допускается.

5.9.3 Сразу после укладки массы, которая набивается несколько больше проектной толщины, ее излишки срезают специальной лопаткой. Срезанный материал может быть использован повторно.

5.9.4 Масса, уложенная в опалубке, не требует корректировки толщины, но после снятия опалубки рабочей поверхности футеровки необходимо придать шероховатость скребком с зубцами.

5.9.5 После снятия опалубки необходимо нанести усадочные выемки (русты). Расположение выемок указывается в проекте. Если в проекте отсутствует разметка усадочных выемок, их расшивают по сетке со стороной квадрата примерно 1 м. Располагать усадочные выемки в местах расположения

анкеров не рекомендуется. Для расшивки выемок служит специальный нож. Усадочные выемки имеют ширину от 1 до 2 мм и глубину 1/3 толщины футеровки, но не более 60 мм.

5.9.6 После устройства усадочных выемок необходимо сразу же проткнуть вентиляционные отверстия с помощью шила диаметром 4 мм. Отверстия должны быть проделаны на всю толщину футеровки и распределяться по всей поверхности с шагом от 100 до 150 мм.

5.9.7 Использовать переувлажненные пластические массы не допускается.

5.9.8 После окончания всех работ поверхность необходимо проверить на шероховатость и укрыть влажной мешковиной.

5.10 Контроль качества и приемка работ

5.10.1 Толщину швов огнеупорной кладки из штучных керамических изделий следует проверять щупами, имеющими ширину 15 мм. Толщину щупов выбирают равной проектной толщине шва.

Швы считают годными, если щуп, вводимый без особого усилия (удерживаемый двумя пальцами), не входит в шов или углубляется в него не более чем на 20 мм, а щуп на 0,1 мм толще допустимой толщины шва в шов не входит.

Контрольные измерения толщины швов в стенах, подинах и выстилках следует проводить не менее чем в десяти местах на каждые 5 $м^2$ поверхности каждого элемента. Кладка считается годной, если число утолщенных швов, не превышающих 50 % проектной толщины, не более пяти в выстилке и стенах и не более четырех — в остальных конструктивных элементах.

5.10.2 Отклонения кладки стен от вертикали не должны превышать 5 мм на каждый метр ее высоты и 20 мм на всю высоту стены, за исключением случаев, особо оговоренных в проектах.

Проверку правильности кладки стен проводят при помощи рейки, уровня, отвеса, шаблонов и воробы.

5.10.3 Проверку торкретбетона на наличие пустот проводят путем осмотра и простукивания поверхности затвердевшего бетона молотком массой от 150 до 300 г. Участки, издающие при простукивании глухой и дребезжащий стук, вырубают на всю толщину футеровки и заделывают вручную или торкретированием. Для определения прочности уложенного и просушенного бетона применяют также методы неразрушающего контроля (например, склерометр).

5.10.4 Приемку выполненных работ по кладке промышленных печей следует проводить в установленном порядке, по акту сдачи-приемки, до сушки печи.

К акту сдачи-приемки должны прикладываться:

- рабочие чертежи кладки с записями, сделанными лицами, ответственными за производство работ по кладке, о соответствии выполненных работ данным чертежам или внесенным в них изменениям;
- документы, удостоверяющие качество огнеупорных изделий, материалов и соответствие их проектным характеристикам;
- акты испытаний жаростойкого бетона и торкретбетона;
- акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки работ и конструктивных элементов печей;
- журнал производства работ;
- специальные журналы работ;
- паспортная книга и геодезический журнал (для коксовых батарей).

5.10.5 Промежуточной приемке с составлением актов подлежат следующие выполненные работы и законченные конструктивные элементы:

- основания, дренажные устройства и фундаменты;
- стальные конструкции и кожухи печей, установленные закладные детали и связи;
- борова, подземные газоходы и другие подземные каналы;
- поднасадочные устройства воздухонагревателей;
- отдельные ряды лещади доменных печей;
- очищенные поверхности перед торкретированием и анкера;
- газовоздухопроводы;
- участки примыкания к кладке газогорелочных устройств;
- участки прохода через кладку движущихся печных механизмов;
- насадка керамических рекуператоров.

5.10.6 Промышленные печи перед вводом в эксплуатацию должны быть просушены. Сушку и разогрев печей проводят эксплуатационным персоналом или специализированными пусконаладочными

организациями и осуществляют по графику подъема и распределения температуры внутри рабочего пространства. Сушку печей следует проводить только после холодного опробования и наладки работы механизмов и оборудования печей, а также проверки герметичности рабочего пространства печей, работающих с контролируемыми атмосферами, и керамических рекуператоров, работающих под давлением.

5.10.7 Во время сушки и разогрева печи должно вестись непрерывное наблюдение за состоянием температурных швов и сводов. У печей с гибкими связями каркаса значение подъема свода при необходимости должна регулироваться посредством болтовых связей (тяг).

5.10.8 При сушке печей должно быть обеспечено удаление паров воды. В печах с пролетом свода свыше 4 м должны быть установлены маяки, облегчающие наблюдение за состоянием свода.

5.10.9 Информация о сушке футеровки, выполненной методом торкретирования, приведена в [4].

5.11 Производство работ в зимних условиях

5.11.1 Огнеупорную кладку промышленных печей в зимних условиях следует проводить в утепленных зданиях или тепляках при температуре воздуха на рабочем месте не ниже 5 °С. При этом температура воздуха в любом месте тепляка должна быть положительной.

5.11.2 При выполнении работ по футеровке металлических конструкций температура на поверхности кожуха должна быть не ниже 5 °С.

5.11.3 Кладку насухо с засыпкой швов порошком допускается проводить при отрицательных температурах, при этом кирпичи не должны иметь следов наледи или снега, а порошок должен быть хорошо просушен.

5.11.4 Кладку из керамического кирпича на цементных или сложных растворах, а также кладку из диатомитового кирпича на цементно-диатомитовом растворе допускается вести методом замораживания (если она не перевязывается с огнеупорной кладкой). Кладку арок и несущих столбов из керамического кирпича вести методом замораживания не допускается.

5.11.5 Огнеупорная кладка в зимних условиях должна выполняться на подогретых растворах. Огнеупорный раствор при укладке должен иметь температуру не ниже 5 °С, а известково-цементный раствор и огнеупорный раствор на жидком стекле или с добавкой портландцемента — не ниже 15 °С.

5.11.6 Огнеупорный кирпич и фасонные изделия должны быть заблаговременно (до укладки) нагреты до положительной температуры, вода для растворов и бетонов — до 40 °С.

5.11.7 Футеровка из жаростойкого и огнеупорного бетона, выполненная в тепляках при отрицательной температуре наружного воздуха, должна быть выдержана при положительных температурах до ее сушки.

В случае, если бетонная футеровка в дальнейшем подлежит воздействию отрицательных температур, ее необходимо предварительно просушить до выведения из тела бетона свободной влаги.

5.11.8 При производстве работ в зимних условиях в журнале работ следует ежедневно указывать: температуру наружного воздуха, температуру воздуха на рабочем месте, температуру воздуха в тепляке для подогрева материалов и температуру раствора при выходе из растворомешалки и при укладке.

5.12 Требование к материалам, используемых для выполнения работ

5.12.1 Материалы и изделия, применяемые при кладке промышленных печей и других тепловых агрегатов, должны соответствовать спецификациям, указанным в проекте, государственным стандартам и техническим условиям, и иметь соответствующие сертификаты, технические паспорта или другие документы, подтверждающие качество материалов и изделий.

5.12.2 Материалы с истекшим сроком годности допускается применять при наличии документов, подтверждающих характеристики, указанные в сопроводительных документах (сертификате, паспорте и пр.), если установлен дополнительный срок, в течение которого эти материалы допускается использовать.

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

- огнеупорные материалы и изделия при транспортировании от завода-изготовителя до объекта должны быть защищены от увлажнения;
- на приобъектном складе материалы и изделия следует хранить в условиях, исключающих воздействие влаги;

- огнеупорные материалы необходимо поставлять в пакетах (на поддонах) в соответствии с ГОСТ 24717;

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

5.12.4 Материалы, изделия и конструкции, поступающие на объект, следует подвергать входному контролю по утвержденному плану в соответствии с ГОСТ 24297.

Приемку огнеупорных изделий следует проводить в соответствии с ГОСТ 8179.

До проверки материалов и изделий по плану входного контроля использование их в огнеупорной кладке не допускается.

5.12.5 Огнеупорный кирпич должен соответствовать ГОСТ 8691, при этом отклонения от размеров должны быть согласованы с поставщиком и обеспечивать требования проекта по толщине швов.

5.12.6 Кирпич, бывший в употреблении, допускается применять в кладке печей, если он правильной формы, очищен от раствора и шлака и не имеет трещин.

5.12.7 Кирпич, ошлакованный или пропитанный металлом, для кладки печей применять не допускается.

5.12.8 Бой кирпича размерами от 1/2 до 3/4 кирпича разрешается укладывать только в неответственные элементы кладки (массивы, выстилки, стены боровов, наружные стены регенераторов) с обязательной перевязкой.

5.12.9 В зависимости от толщины швов кладки применяют растворы жидкой, полугустой и густой консистенций.

5.12.10 Подвижность раствора для различных категорий кладки установлена в ГОСТ 28013 и указана в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Категория кладки	Марка по подвижности	Консистенция раствора
Вне категории	Пк4	Жидкий
Первая	Пк3	Жидкий
Вторая	Пк3	Жидкий
Третья	Пк2	Полугустой
Четвертая	Пк1	Густой

5.12.11 Для растворов марки по подвижности Пк3 следует применять мертели тонкого помола, для растворов марок по подвижности Пк2, Пк1 — крупного помола.

Предельные размеры зерен мертеля для шва вне категории (см. таблицу 5.1) — не более 0,25 мм (тончайший помол).

5.12.12 С момента загрузки всех составляющих продолжительность перемешивания должна составлять не менее 3 мин. Во время загрузки составляющих и воды растворосмеситель должен работать.

5.12.13 Заготовленный раствор необходимо хранить в плотно закрытой таре во избежание его загрязнения. Цементные растворы необходимо использовать до начала схватывания цемента.

Перед использованием раствор необходимо тщательно перемешивать во избежание расслоения и выпадения осадка.

5.12.14 При приготовлении воздушно-твердеющих растворов плотность жидкого стекла и его модуль указывают в проекте. Если таких указаний нет, то используют стекло модулем от 2,5 до 3,0 и плотностью от 1,35 до 1,38 г/см.

Растворы на жидком стекле следует приготавлять за период от 0,5 до 1,0 ч до укладки. Добавление жидкого стекла или воды к готовому раствору не допускается.

Применение воздушно-твердеющих растворов, схватывание которых уже началось, не допускается.

5.12.15 В качестве гидравлического вяжущего используют портландцемент по ГОСТ 10178, глиноземистый цемент и высокоглиноземистый цемент по ГОСТ 969.

5.12.16 При отсутствии проектных указаний состава растворов необходимо применять раствор по химическому составу, идентичный укладываемому огнеупорному изделию.

Основной состав растворов общего применения для огнеупорной кладки приведен в приложении Б.

Состав растворов на жидком стекле приведен в приложении В.

5.12.17 Для сохранения требуемой влажности пластическую массу следует хранить в сухом прохладном помещении в герметичной упаковке.

5.12.18 Пластические массы, потерявшие частично влагу при хранении, допускается восстанавливать до проектной влажности без снижения качества укрытием влажной мешковиной.

Примечание — Порядок определения и восстановление влажности пересушенной пластической массы устанавливает поставщик массы.

5.13 Кладка доменных печей

5.13.1 Материалы и изделия, применяемые при кладке доменных печей, должны соответствовать требованиям 5.12.

Кроме этого, устанавливают дополнительные требования к огнеупорным материалам и изделиям, используемым при кладке доменных печей.

5.13.1.1 Механическую обработку (шлифовку) огнеупорных изделий, отбор по внешнему виду и сортировку по размерам с соответствующей маркировкой следует проводить на заводах — изготовителях огнеупоров таким образом, чтобы обеспечить требования по толщине швов. Допуски по кривизне должны быть не более половины размера шва для всех видов огнеупорных изделий.

5.13.1.2 Для кладки лещади и горна поставляют шлифованные, калиброванные по рядам и замаркированные огнеупорные изделия, графитированные и углеродистые блоки. Каждый ряд лещади, выкладываемый из алюмосиликатных изделий, комплектуют изделиями одной из групп по длине и ширине; заплечиков и распара — изделиями одной группы по толщине; горна — по длине и ширине; районов чугунных леток — по длине, ширине, толщине.

5.13.1.3 Перед применением огнеупоров в кладку на рабочем месте проводят осмотр и отбраковку изделий, имеющих дефекты. Запыленные изделия тщательно очищают щетками. Изделия, не поддающиеся чистке, в кладку не допускаются. Тесаные изделия в кладку массива лещади не допускаются, за исключением ее периферийной части.

5.13.1.4 При всех указанных операциях и при укладке должны быть приняты меры к предупреждению возможности смешивания изделий разных классов, сортов и толщин.

5.13.1.5 Во время кладки необходимо контролировать консистенцию растворов путем отбора пробы на рабочих местах в следующем порядке:

- в начале, середине и в конце кладки — в лещади;
- в начале и в конце кладки — в горне;
- в начале кладки и через каждые 40—50 рядов — в распаре и шахте;
- в начале кладки и через каждые 90—100 рядов — в воздухонагревателе и пылеуловителе;
- в начале кладки и через 50—60 рядов — в трубопроводах.

5.13.1.6 Массы, кроме муллитовой и углеродистой, приготавливают путем тщательного смешивания составляющих частей и легкого увлажнения. Масса считается готовой, если дает нерассыпающийся ком при сжатии в руке.

5.13.1.7 Во фракции углеродистого заполнителя менее 0,5 мм должно быть 70 % фракции менее 0,2 мм.

5.13.1.8 Допускается замена термографита фракции 0,5—2,0 мм добавлением боя заготовок электродов той же фракции.

5.13.1.9 Приготовление углеродистого бетона, как правило, проводится в бетономешалке принудительного действия. При приготовлении бетона в барабан загружают все сухие материалы и перемешивают их в течение 1 мин. После этого в смесь заливают жидкое стекло и перемешивают бетонную смесь до полной однородности не менее 5 мин.

5.13.1.10 Допускается замена чугунной стружки колошниковой пылью в тех же процентах.

5.13.1.11 Чугунную замазку приготавливают путем тщательного смешивания составных частей в сухом виде с добавлением воды температурой 20—40 °С.

5.13.2 Отклонения от проектных размеров кладки не должны превышать значений, указанных в таблице 5.9.

Таблица 5.9

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения	Наименование инструмента
Лещадь		
Отклонение по вертикали разных точек основания лещади после шлифовки при наличии просветов между двухметровой линейкой и основанием лещади не более 3 мм	± 10	—
Отклонение проектного размера по высоте от оси чугунной летки до основания лещади	± 20	—
Зазоры между блоками (графитированные и углеродистые) при сборке насухо	0,6	—
Горизонтальность поверхности графитированных блоков	2	2-метровая металлическая линейка и уровень
Вертикальность графитированных блоков	3	контрольная рейка и отвес
Прямолинейность графитированных блоков	5	2-метровая контрольная рейка
Отклонение внутренней поверхности кладки колец периферийных углеродистых блоков верхней лещади от проектного радиуса	± 15	—
Расстояние между вертикальными швами периферийных углеродистых блоков верхней лещади в смежных по высоте рядах	100	—
Горн		
Совпадение радиальных швов в смежных рядах кладки	Не более чем в четырех местах	—
Ширина и высота проема в углеродистых блоках в районе летки для чугуна	± 1,0	—
Распар и шахта печи		
Эксцентриситет внутренней поверхности кладки по отношению к центру шахты (вертикальная ось, соединяющая центры маратора и опорного колошникового кольца)	± 30	—
Воздухонагреватель		
Разница в высотных отметках диаметрально противоположных точек собранного поднасадочного устройства	± 2	—
Смещение ячеек плиток и поднасадочных решеток	8	—
Несовпадение верхних плоскостей соседних плиток из жаропрочного чугуна	0,5	—
Несовпадение верхних плоскостей соседних насадочных изделий	2	—
Минимальные зазоры между насадкой и стенами камеры насадки и камеры горения в зонах огнеупоров: - динасовых муллитокорундовых - шамотных ШВ 42 - шамотных ШВ 37 и ШВ 28	 50 30 15	—
Примечание — Допускается увеличение толщины последующих кольцевых швов одного ряда в стенах не более чем на 50 %.		

5.13.3 Толщина швов углеродистой, алюмосиликатной и динасовой кладки не должна превышать значений, приведенных в таблице 5.10.

Таблица 5.10

В миллиметрах

Узлы, конструкции и изделия	Категория кладки	Толщина шва
Лещадь		
Алюмосиликатные изделия высотой 550 мм:		
- горизонтальный шов	I	1,0
- вертикальный шов	Вне категории	0,7
Графитированные блоки:		
- горизонтальный шов	I	1,0
- вертикальный шов	III	2,5
Углеродистые блоки:		
- лещадь цельноуглеродистая		
- горизонтальный шов	I	1,0
- вертикальный шов	II	1,5
- лещадь комбинированная		
- горизонтальный шов	I	1,0
- вертикальный шов:	Вне категории	
- для импортных блоков	—	0,5
- отечественных блоков	—	0,7
Горн (включая рамы леток для чугуна, область фурм и леток для чугуна и шлака)		
Шамотные изделия	Вне категории	0,5
Углеродистые блоки:		
- горизонтальный шов	I	1,0
- вертикальный шов:	Вне категории	
- для импортных блоков	—	0,5
- отечественных блоков	—	0,7
Шамотные изделия для защиты углеродистых блоков	III	3,0
Заплечики		
Шамотные изделия	I	1,0
Распар		
Шамотные изделия	I	1,0
Шахта		
Шамотные изделия:		
- в зоне холодильников	II	1,5
- неохлаждаемой зоне	II	2,0

Окончание таблицы 5.10

Узлы, конструкции и изделия	Категория кладки	Толщина шва
- под несменяемыми холодильниками маратора и в зоне футеровочных плит колошника	III	3,0
Защита кожуха в районе чугунных леток - шамотные изделия	III	3,0
Воздухонагреватель		
Огнеупорная кладка: - стены	II	2,0
- арки, люки и лазы	II	2,0
- штуцеры	II	1,5
- купол	II	1,5
- днище	III	3,0
- изоляционная кладка: - динасовые, шамотно-каолиновые и шамотные легковесные изделия	III	3,0
Воздухопровод горячего дутья		
Алюмосиликатные изделия	II	1,5
Шамотно-каолиновые и шамотные легковесные изделия	III	3,0
Пылеуловитель		
Шамотные изделия	III	3,0
Газопроводы грязного газа		
Шамотные изделия	III	2,5
Примечание — При кладке лещади и горна контролю подвергают толщину каждого шва.		

5.13.4 Алюмосиликатная кладка лещади и горна подлежит переделке, если из 20 подряд замеренных швов свыше четырех будут иметь толщину более проектной на 50 %.

5.13.5 Размеры щупов для проверки швов в углеродистой кладке должны составлять: ширина 30 мм, длина 300 мм и толщина, равная допускаемой толщине испытуемого шва. При проверке щуп не должен заходить в шов более чем на 10 мм.

5.13.6 После укладки каждого ряда лещади печи составляют акт скрытых работ по значению зазоров и качеству кладки.

5.13.7 Контроль кладки остальных элементов печи и стен воздухонагревателей проводят согласно 5.10.

5.13.8 В случае возникновения разногласий в определенном месте должны находиться контрольные щупы, не бывшие в употреблении. Проводить рядовую приемку кладки контрольными щупами не допускается.

5.13.9 Качество кладки стен горна, заплечиков, распара и шахты печи постоянно контролируют по ходу работ. Контролю подвергают горизонтальность рядов, радиусы колец, перевязку и толщину швов.

5.13.10 Горизонтальность рядов кладки проверяют металлической линейкой длиной 2 м и уровнем. Между металлической линейкой и поверхностью кладки допускается следующий просвет при кладке:

- лещади — 2 мм;
- горна и заплечиков — 3 мм;
- распара и шахты печи — 5 мм;
- стен воздухонагревателей — 5 мм.

Уклон поверхности ряда кладки к центру печи не должен превышать 3 мм, а к периферии — 10 мм на толщину кладки.

5.13.11 Правильность геометрических размеров кладки горна, распара, шахты доменной печи, а также купола воздухонагревателя проверяют подвижным радиусом, закрепленным в центре. Отклонение от проектного радиуса допускается не более ± 20 мм.

5.13.12 Контроль качества кладки воздухонагревателя осуществляют в процессе работы. Контролю подвергают вертикальность стен, форму и размеры камеры горения, горизонтальность рядов кладки, перевязку и толщину швов, а также качество изделий.

5.13.13 Правильность кладки стен камеры горения по форме контролируют при помощи шаблона.

5.13.14 Вертикальность стен и каналов насадки воздухонагревателя и стен камеры горения проверяют отвесом. Отклонения допускаются не более 2 мм на 1 м кладки и 20 мм на всю высоту стен. При уклоне верхней поверхности стены внутрь воздухонагревателя более 20 мм выравнивание проводят путем подтески изделий.

5.13.15 По окончании кладки первого ряда принимают меры для обеспечения вертикальности каналов ячеек, подсчитывают количество полных ячеек первого ряда, составляют карту фактического количества ячеек насадки и по ней ведут дальнейшую проверку всех ячеек, отмечая засоренные.

5.13.16 Полными ячейками считаются те, которые со всех сторон ограничиваются телом насадочных изделий. Данные проверки укладки первого ряда и количество полных ячеек по первому ряду заносят в акт, составляемый строительной организацией с представителями заказчика. Указанное в акте количество полных ячеек первого ряда насадки при дальнейшем определении процента потерянных при кладке насадки ячеек принимают за 100 %.

5.13.17 По окончании кладки насадки проводят проверку каналов ячеек и их окончательную прочистку. Ячейка считается чистой и годной, если через нее на всю высоту проходит контрольный стальной отвес длиной 250 мм и диаметром 25 мм, опускаемый сверху на тросе. Длина троса должна быть на 3—4 м больше высоты насадки.

5.13.18 По окончании всех работ по прочистке ячеек и фиксировании на карте положения и количества потерянных ячеек составляют акт сдачи насадки, в который в числе прочих заносят следующие данные о насадке:

- количество полных ячеек по первому ряду насадки;
- количество чистых ячеек в насадке;
- количество и процент ячеек, потерянных вследствие засорения.

5.13.19 Для вновь строящегося воздухонагревателя или при полной замене его насадки, засоренность ячеек не должна превышать 2 % общего количества полных ячеек первого ряда насадки, а при частичной замене насадки — не более 3 %.

5.13.20 При кладке насадки из шестигранных насадочных изделий на поднасадочную решетку укладывают один ряд плиток из жаропрочного чугуна. Смещение ячеек плиток и поднасадочных решеток не должно превышать 8 мм. Несовпадение верхних плоскостей соседних плиток не должно превышать 0,5 мм.

5.14 Футеровка плавильных электропечей

5.14.1 Футеровку подин, откосов и стен с использованием огнеупорных изделий по ГОСТ 28468 и порошков выполняют с учетом требований 5.1 и 5.9.

5.14.2 Сталевыпускные отверстия футеруют из специальных фасонных изделий в соответствии с техническими условиями на данное изделие.

5.14.3 При выполнении набивки увлажненными порошками в качестве связок следует применять водный раствор жидкого стекла по ГОСТ 13078 плотностью от 1,15 до 1,17 г/см^3 в количестве от 5 до 8 %, каменноугольную смолу, пек и др.

5.14.4 Набивку осуществляют слоями пневматическими трамбовками при давлении воздуха 0,6 МПа. Наиболее оптимальная площадь на одну трамбовку от 2,0 до 2,5 м^2.

5.14.5 Толщина одного слоя набивной массы перед началом набивки должна составлять от 100 до 150 мм, после трамбования — от 50 до 80 мм.

Перед набивкой второго и последующих слоев поверхность предыдущего слоя разрыхляют на глубину 10 мм специальной гребенкой.

5.14.6 По окончании набивки слоя необходимо определять его плотность посредством забивки молотком гвоздя длиной 150 мм и диаметром 5 мм.

Плотность набивки считается достаточной, если гвоздь не забивается глубже 50 мм.

5.15 Кладка печей обжига анодов

5.15.1 Фасонные огнеупорные изделия для кладки простенков следует поставлять с отклонениями по размерам не более ± 1 мм для размера более 150 мм и не более 0,7 мм — для размера менее 150 мм. Отбитость углов, ребер не должна превышать 5 мм. Трещины не допускаются.

5.15.2 Допустимые отклонения огнеупорной кладки и размеров каркаса печи указаны в таблице 5.11.

Таблица 5.11

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения
Огнеупорная кладка	
Верхняя плоскость поверхности простенков	± 15
Горизонтальная поверхность днища каркаса	± 5 от проектной геодезической отметки на 1 м в любом направлении и не более 10 на всю поверхность
Каркас печи	
Размеры каркаса: - длина - ширина - высота	 ± 20 ± 8 ± 5

5.15.3 Контроль качества кладки должен быть обеспечен в соответствии с требованиями 5.10.

5.16 Кладка коксовых батарей

5.16.1 Допускаемые отклонения при выполнении геодезических и разметочных работ не должны превышать значений, указанных в таблице 5.12.

Таблица 5.12

В миллиметрах

Наименование операции	Значение отклонения
Перенос осей и высотных отметок от постоянных знаков на плиту, контрфорсы и обноски	± 1
Установка обноски (по верхней кромке)	± 5
Разбивка осевых расстояний и ширины стен и простенков на обносках	± 1
Установка вертикальных порядовочных реек по отвесу	± 1
Перенос главных уровней на вертикальные порядовочные рейки	± 1
Разбивка высоты рядов на рейках	+ 1; 0
Перенос отвесами осей на кладку от проволочных осей	+ 2; 0
Разметка конструктивных элементов кладки горизонтальными разметочными рейками	± 2

5.16.2 Отклонения от проекта при кладке подовых каналов не должны превышать указанных в таблице 5.13.

Таблица 5.13

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения
Толщина материальных швов	От 2 до 7
Ширина подового канала	± 5
Отклонение головок от фасадной линии	± 3
Ровность поверхности стен по правилу	± 5
Вертикальность по отвесу	± 5
Расстояние осей газоподводящих каналов от центральной оси батареи	± 2

5.16.3 Отклонения кладки колосниковой решетки от проектных отметок и сечений не должны превышать, мм:

верхняя поверхность колосниковой решетки ..... ± 5;

сечение отверстий в колосниковых кирпичах ..... ± 1;

ширина температурных швов ..... ± 2.

5.16.4 Отклонение от высотных отметок верха простенков регенераторов допускается не более ± 5 мм. Разность уровней между смежными простенками по верху регенераторов не должна превышать 3 мм.

5.16.5 Отклонения от проектных размеров при кладке зоны косых ходов не должны превышать указанных таблице 5.14.

Таблица 5.14

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения
Толщина материальных швов	От 2 до 8
Ширина температурных швов	± 2
Расстояние между осями смежных косых ходов на выходе их в вертикалы	+ 3; – 2
Расстояние между осями вертикальных газоподводящих каналов:	
- смежных простенков и по их длине	± 2
- длина и ширина косых ходов по рядам от 1 до 8	± 2
- длина и ширина выходного сечения косых ходов	± 1
Неровности:	
- подов камер по горизонтали (по правилке)	± 5
- подов камер коксования	+ 6; – 4
- выступы и неровности на поверхности косых ходов	± 2

5.17 Кладка печей для нагрева и термической обработки металла

5.17.1 При кладке печей для нагрева и термической обработки металла необходимо соблюдать толщину швов, указанную в таблице 5.15, если иное не указано в проектах печей.

Таблица 5.15

Элементы печей для нагрева и термообработки металла	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
Вентиляционные каналы боровов и подподовая кладка из глиняного обыкновенного кирпича	—	—	—	10
Поды печей в зонах возможного образования шлаков и поды, не защищенные набивкой	—	1,5	—	—
Остальные поды	—	2	—	—
Своды, арки и крышки всех типов при температуре рабочего пространства выше 1400 °С и лучковые при пролете более 4 м	—	1,5	—	—
Остальные своды, арки и крышки	—	2	—	—
Стены печей, работающие при температуре рабочего пространства выше 1400 °С, и разделительные стены	—	2	—	—
Остальные стены и опорные столбы	—	—	3	—
Горелочные амбразуры	0,5	—	—	—
Наружная изоляция печей (свода, стен, пода) из кирпича:				
- легковесного огнеупорного	—	—	3	—
- диатомитового	—	—	—	5
- обыкновенного глиняного	—	—	—	8

5.17.2 Кладку печей для нагрева и термической обработки металла следует выполнять на растворе, за исключением мест, особо оговоренных в проекте.

5.17.3 Отклонения от проектных размеров кладки по наружному габариту печи, а также по ширине вентиляционных коробов не должны превышать 10 мм.

5.17.4 Отклонения от проектных размеров зазоров в кладке печи, предназначенных для свободного перемещения пода и печных механизмов, не должны превышать 10 мм, если нет других указаний в проекте печи.

5.17.5 Кожухи рабочего пространства печей, работающих с контролируемыми атмосферами, должны быть испытаны на герметичность до начала кладки.

5.17.6 Вентиляционные каналы после окончания кладки должны быть очищены от остатков раствора и строительного мусора и сданы по акту на скрытые работы.

5.17.7 Кладку пода печи необходимо выполнять с перевязкой вертикальных швов с соблюдением требований 5.1. Отклонение от горизонтали диатомитовой кладки пода не должно превышать 5 мм на всю его длину.

5.17.8 Верхние ряды кладки пода из шамотного и хромомагнезитового кирпича следует укладывать на ребро (в печах проходного типа вдоль хода металла), вплотную к стенам печи без перевязки с ними.

5.17.9 Температурные швы кладки пода из магнезитового или хромомагнезитового кирпича следует устраивать через каждые три-четыре кирпича путем укладки толевых или деревянных прокладок толщиной 2—3 мм и перекрывать вышележащими рядами. Температурные швы в стенах следует выполнять замкового типа. В изоляционной кладке температурные швы не оставляют. В стенах с горелками температурные швы оставляют посередине, между горелочными туннелями.

5.17.10 Хромомагнезитовый и магнезитовый кирпич следует укладывать насухо с заполнением швов, предварительно просушенным магнезитовым порошком.

5.17.11 Кладку стен из двух или трех слоев огнеупорных изделий одного типа (высокоглиноземистых, шамотных, шамотных легковесных) необходимо вести одновременно и перевязывать между собой по всей высоте стен. При этом более огнеупорные изделия следует выпускать в слой менее огнеупорных.

Наружный слой из диатомитового кирпича с огнеупорным слоем не перевязывают. Зазоры между диатомитовой и огнеупорной кладкой и между кладкой и металлическим каркасом следует заполнять густым раствором.

5.17.12 В печах с подвесным сводом верхний ряд стен следует выкладывать после наборки свода.

5.17.13 Монтаж горелок и гляделок должен быть выполнен, как правило, до начала кладки стен. Отклонение угла наклона горелочного туннеля от угла наклона горелки должно быть в пределах ± 1°.

5.17.14 Отклонение поверхности кирпичной кладки под песочные затворы от горизонтали не должно быть более ± 10 мм на всю длину затвора.

5.17.15 Торцевую стену со стороны загрузки кладут вперевязку с разделительными стенами методической зоны. Рабочие окна набирают из специальных фасонных изделий по ГОСТ Р 51262.4. При кладке горелочных торцов необходимо добиваться максимальной соосности горелочных камней по ГОСТ Р 51262.4 с направлением факела.

5.17.16 Глиссажные трубы и трубы шагающего пода необходимо изолировать огнеупорными блоками или жаростойким бетоном по ГОСТ 20910.

5.17.17 Подину и боковые стены окалиносборников, подвергающиеся действию окалины, изготавливают из жаростойкого бетона по ГОСТ 20910 или набивной массы по техническим условиям на данное изделие.

5.17.18 Для смены роликов свод печи должен быть выполнен из отдельных съемных секций. При кладке фасонных изделий по ГОСТ Р 51262.4 в поясе прохода через стены печи роликов между каждой их парой создают температурный шов в виде прокладки из толя или другого выгорающего материала толщиной 3 мм.

5.17.19 При кладке нагревательных колодцев кривизну кладки стен необходимо проверять шаблонами через каждые пять рядов кладки. Завалы кладки стен внутрь ячеек не допускаются; отклонения от проектных размеров ячейки по длине и ширине допускаются в пределах ± 10 мм.

5.17.20 Верх кладки песочного затвора не должен превышать проектной отметки. Значение зазора между кладкой ячейки и низом футеровки крышки должно быть не менее 50 мм.

5.17.21 Хромитовую набивку пода, засыпку коксиком и набивку вокруг горловины нагревательных колодцев следует проводить непосредственно перед постановкой колодцев на сушку.

5.18 Футеровка вращающихся печей

5.18.1 Футеровку вращающихся печей необходимо выполнять после окончания монтажных работ, отрегулированных ходовых частей и после ее холодной обкатки, что должно быть указано в акте сдачи-приемки.

5.18.2 Для армирования жаростойкого бетона, укладываемого в цепной зоне вращающихся печей, должна применяться объемно-спиральная арматура, выполненная из стальной проволоки диаметром от 5 до 7 мм. Диаметр кольца спирали должен быть равен примерно 2/3 толщины укладываемого бетона, шаг между кольцами спирали должен быть от 40 до 80 мм. Арматура должна быть приварена к корпусу печи, в местах стыка с ним скрыта слоем бетона толщиной от 20 до 40 мм. Толщина бетона в цепной зоне должна быть 150 мм, а в зоне периферийного теплообменника — 180 мм таким образом, чтобы расстояние между соседними рядами не превышало 1 м.

5.18.3 В местах установки креплений для навески цепей толщина бетонной футеровки должна составлять:

- 150 мм — между креплениями;
- 120 мм — на расстоянии 60 мм со стороны головки болта крепления цепи.

5.18.4 При футеровке вращающихся печей необходимо соблюдать толщину швов, указанную в таблице 5.16, если иное не указано в проектах печей.

Таблица 5.16

Материал кладки вращающихся печей	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
Шамотные обычные и уплотненные, а также высокоглиноземистые изделия:				
- в пыльных камерах	—	—	3	—
- в остальных элементах	—	2	—	—
Легковесные шамотные изделия	—	—	3	—
Тальковые изделия	—	—	2,5	—
Высокоглиноземистые изделия в кладке теплообменника	1	—	—	—
Хромомагнезитовые, магнезитовые на шпинельной связке, магнезито-хромитовые и периклазошпинелидные изделия на растворе:				
- продольные швы	—	—	2,5	—
- поперечные швы	—	2	—	—
То же на плоских пластинах	—	—	2,5	—

5.18.5 Максимальная толщина горизонтальных швов газохода ступени I должна быть 2 мм, а вертикальных — 3 мм.

5.18.6 Поворачивать печь с футеровкой, уложенной без применения раствора на стальных пластинах, а также при незатвердевшем растворе, до разогрева футеровки до 800 °С не допускается.

5.18.7 Температурные швы следует оставлять между панелями; у печей для обжига керамзита в зоне вспучивания температурные швы не оставляют.

5.19 Кладка туннельных печей

5.19.1 Отклонения в размерах металлических каркасов, положении рельсов и других металлоконструкций туннельной печи не должны превышать значений, указанных в таблице 4.1, если иное не указано в проекте.

5.19.2 При кладке туннельных печей необходимо соблюдать толщину швов, указанную в таблице 5.17, если иное не указано в проектах печей.

5.19.3 При приемке туннельных печей на стены должны быть нанесены номера позиций размещения в печи вагонеток (место установки вагонетки соответствует номеру позиции).

5.19.4 При пропускании через печь контрольной вагонетки с установленным на ней шаблоном по внутреннему габариту печи проверяют:

Таблица 5.17

Элементы туннельных печей для обжига огнеупорных, керамических, фасонных и других изделий	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
Стены наружные и столбики в нижней части печи над фундаментной плитой, кладка во всех зонах из глиняного обыкновенного кирпича				
Стены внутренние, кладка:	—	—	—	8
- в зоне подогрева — из шамотных или полукислых изделий	—	—	3	—
- в зоне обжига — из алюмосиликатных, магнезито-хромитовых, хромомагнезитовых или динасовых изделий	—	2	—	—
- в зоне охлаждения				
- из шамотных или полукислых изделий	—	—	3	—
- из глиняного обыкновенного кирпича	—	—	—	8
Изоляция наружная во всех зонах из кирпича:				
- диатомитового	—	—	—	5
- шамотного легковесного	—	—	3	—
Каналы, кладка в зоне обжига из шамотных, динасовых или хромомагнезитовых изделий	—	2	—	—
Своды, кладка:				
- в зонах подогрева и охлаждения — из шамотных или полукислых изделий	—	2	—	—
- в зоне обжига — из алюмосиликатных, магнезито-хромитовых или динасовых изделий	—	2	—	—
Изоляция свода в зоне обжига:				
- из шамотного легковеса	—	—	3	—
- диатомитового кирпича	—	—	—	5
Средний изоляционный слой в стенах зоны обжига:				
- из диатомитового кирпича	—	—	—	5
- из шамотного легковеса или шамотных изделий	—	—	3	—
Футеровка трубопровода и горелок из шамотного кирпича или шамотного легковеса	—	—	3	—
Футеровка вагонеток:				
- из шамотного легковеса или шамотных изделий	—	—	3	—
- из диатомитовых кирпичей	—	—	—	5

Окончание таблицы 5.17

Элементы туннельных печей для обжига огнеупорных, керамических, фасонных и других изделий	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
Стены наружные во всех зонах, кладка из глиняного обыкновенного кирпича	—	—	—	8
Внутренняя футеровка стен в зоне обжига из шамотных изделий марки ШБ	—	—	3	—
Своды, кладка во всех зонах:				
- основного слоя из шамотных изделии марки ШБ	—	2	—	—
- защитного слоя из глиняного обыкновенного кирпича	—	—	—	8
Футеровка горелок из шамотного легковеса БЛ-0,8 или шамотных кирпичей	—	—	3	—
Футеровка трубопровода из шамотных клиновых кирпичей или шамотного легковеса	—	—	3	—
Футеровка вагонеток из шамотных изделий или диатомитовых кирпичей	—	—	—	5

- правильность геометрических размеров печи и ее внутреннего сечения, вертикальность стен и значения зазоров между шаблоном и проектным профилем печи на всем ее протяжении;
- отметки и горизонтальности рам песочного затвора по всей длине печи;
- правильность расположения и центровки осей горелочных плит, контрольных трубок и гляделок, проемов для примыкания труб.

5.19.5 Перед футеровкой вагонеток должны быть приняты по акту металлоконструкции вагонеток согласно проекту.

5.19.6 При приемке вагонеток каждую из них пропускают через контрольный шаблон, и принятые вагонетки нумеруют. Вагонетки, не прошедшие приемку по контрольному шаблону, загонять в печь не допускается.

5.19.7 Футеровку вагонеток выполняют с соблюдением правил 5.1 и таблицы 12.

5.19.8 При футеровке вагонеток следует строго соблюдать габаритные размеры относительно продольной оси. Верхняя поверхность футеровки не должна отклоняться от проектной отметки более чем на 3 мм.

5.20 Кладка стекловаренных печей

5.20.1 При кладке стекловаренных печей необходимо соблюдать толщину швов, указанную в таблице 5.18, если иное не указано в проектах печей.

Таблица 5.18

Элементы стекловаренных печей	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
Основания под вспомогательные устройства, кладка из шамотного кирпича	—	2	—	—
Опорные стены и столбы	—	—	—	8
Регенераторы				
Стены с подогревом газа и воздуха, кладка из огнеупорного кирпича:				
- шамотного, динасового, магнезито-хромитового, форстеритового	—	2	—	—
То же с подогревом только воздуха	—	—	3	—

Продолжение таблицы 5.18

Элементы стекловаренных печей	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
Стены из глиняного обыкновенного кирпича	—	—	—	8
Поднасадочные арки:				
- из кирпича	1	—	—	—
- блоков	—	2	—	—
Своды	—	2	—	—
Кольца-окаты и перекидные арки под стены горелок	1	—	—	—
Горелки				
Стены	—	—	3	—
Щечки из динаса или электроплавленных огнеупоров	—	2*	—	—
Выстилка пода из динаса или электроплавленных огнеупоров	—	2*	—	—
Своды и понурые своды	—	2	—	—
«Языки» и разделительные стенки	1	—	—	—
Ванна печи				
Дно бассейна из шамотных брусьев	1	—	—	—
То же с последующей выстилкой плиткой из электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—
Выстилка дна плиткой из электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—
Окружка бассейна из брусьев:				
- керамических	1	—	—	—
- электроплавленных	—	2	—	—
Подвесные стены из динаса или электроплавленных огнеупоров	—	2*	—	—
Влеты				
- из динаса	1	—	—	—
- из электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—
Главный свод	—	2	—	—
Плоские арки сыпочного кармана из динаса	1	—	—	—
Арки сыпочного кармана из электроплавленного огнеупора	—	2*	—	—
Плоские арки из динаса в пережиме печи	1	—	—	—
Арки и протоки из электроплавленных огнеупоров в пережиме	—	2*	—	—
Разгрузочные арки в стенах из динаса	1	—	—	—
Машинные каналы и выработочные части				
Дно бассейна из шамотных брусьев	1	—	—	—
То же с выстилкой плиткой из электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—
Окружка бассейна:				
- из керамических брусьев	1	—	—	—

Окончание таблицы 5.18

Элементы стекловаренных печей	Категория кладки			
	I	II	III	IV
	толщина швов, мм			
- из электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—
Стены выше окружки бассейна	—	—	3	—
Своды динасовые	—	2	—	—
Мосты керамические машинных каналов вертикального вытягивания стекла (ВВС)	1	—	—	—
Поплавки и противосвильные мосты машинных каналов безлодочного вертикального вытягивания стекла (БВВС) из электроплавленных огнеупоров	1	—	—	—
Теплоизоляционная кладка	—	—	—	5
Горшковые печи				
Под:				
- из керамических брусьев	1	—	—	—
- электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—
Кади (горелки) из динаса или электроплавленных огнеупоров	—	2	—	—

* При поставке динасовых и электроплавленных изделий с поверхностью, обработанной на заводе-изготовителе, толщина шва не должна превышать 1.

5.20.2 Отклонения от проектной отметки поверхности чугунных плит под прогоны не должны быть более ± 1,5 мм.

5.20.3 Швы в кладке дна по длине и ширине печи должны быть прямолинейными. В процессе кладки каждый выложенный поперечный ряд донных брусьев во избежание сдвига отдельных брусьев и засорения швов необходимо временно закреплять.

5.20.4 В местах перехода кладки дна с одного уровня на другой крайний ряд брусьев должен заходить на нижележащий ряд не менее чем на 500 мм. При этом верхний ряд брусьев необходимо выкладывать в виде обратной арки или из брусьев с кажущейся плотностью не менее 2700 кг/м^3.

5.20.5 Кронштейны лафетов крепятся на печных колоннах строго горизонтально. Допускаемое отклонение от проектных размеров по горизонтали 0,5 мм.

5.20.6 Кладку зуба выполняют с температурными швами. Нижняя поверхность зуба должна иметь зазор с верхом стены бассейна не менее 15 мм.

5.20.7 Кладку рядов главного свода выполняют таким образом, чтобы на краях секций не оказалось кирпичей, короче 2/3 длины кирпича.

5.20.8 Между динасовыми изделиями и шамотным окатом должен быть предусмотрен зазор шириной 20 мм.

5.20.9 По окончании кладки главного свода его затягивают с помощью поперечных связей. Для безопасного снятия опалубки главного свода в процессе затяжки необходимо, чтобы свод приподнялся над опалубкой на 10 мм.

5.20.10 До начала кладки ванны брусья в соответствии с ГОСТ 7151 сортируют по размерам. Одновременно с сортировкой по размерам отбраковывают брусья, имеющие просечки, раковины, отбитости ребер и углов по ГОСТ 28833. Брусья с отбитыми ребрами и углами (с одного торца) допускается укладывать концевыми в поперечных рядах.

5.20.11 Дно ванны следует выполнять из брусьев насухо. Толщину швов проверяют щупами в соответствии с 5.10 и электролампой на просвет.

5.20.12 Брусья окружки укладывают насухо, перевязывая вертикальные швы в смежных рядах. Толщина швов не должна превышать 1 мм для всех брусьев, кроме нешлифованных бакоровых, толщина швов между которыми допускается до 5 мм. Кладку следует выполнять только из отсортированных по высоте и сгруппированных по рядам брусьев.

5.20.13 Изоляцию свода ванны, горелок, высоких регенераторов, машинных каналов и выработочных частей, а также нанесение газонепроницаемой уплотнительной обмазки на своды и стены регенераторов и горелок необходимо проводить после выводки печи, изоляцию остальных конструктивных элементов печи — в процессе их возведения.

В местах температурных швов кладку сводов на ширину до 250 мм с каждой стороны не изолируют.

5.20.14 Толщина выравнивающего слоя раствора под кладку выстилки регенераторов не должна превышать 15 мм. Выстилку регенераторов из глиняного обыкновенного кирпича следует укладывать на плашку.

Кирпичи выстилки из шамотного кирпича в верхнем ряду должны быть уложены на ребро поперек движения газов с перевязкой поперечных швов.

Отклонение поверхности выстилки регенераторов от горизонтали допускается не более 5 мм на длине 2 м.

5.20.15 Кладку стен газовых и воздушных регенераторов необходимо выполнять одновременно. На отдельных участках допускается кладка ступенчатой штрабой, но не более чем на десять рядов.

5.20.16 Кладку поднасадочных арок следует выполнять на растворе, а насадки — насухо с перевязкой швов и строгим соблюдением вертикальности и прямоугольности ячеек.

5.20.17 Отклонение ячеек насадки от проектных размеров не должно превышать 8 мм. Кирпичи насадки, опирающиеся на две опоры, должны заходить на нижележащий кирпич не менее чем на 25 мм, а при кладке из магнезито-хромитового кирпича — не менее чем на 65 мм.

Отклонение верхней плоскости насадки от горизонтали не должно превышать 8 мм.

5.20.18 В рубашках регенераторов окна для продувки и осмотра насадки должны точно совпадать с каналами в насадке. Между кладкой насадки и стенами камер регенераторов должны быть оставлены зазоры 25—30 мм.

5.20.19 Перевязка вертикальных швов в кладке разделительной (промежуточной) стены в регенераторах должна быть не менее 20 мм.

5.20.20 Огнеупорную кладку регенераторов и горелок при высоте стен более 1 м следует перевязывать с наружной кладкой в местах совпадения рядов (через семь-восемь рядов).

5.20.21 Отклонения от проектного расстояния в плане между поднасадочными арками не должно превышать ± 5 мм. Поверхность натеса на всех арках должна лежать в одной горизонтальной плоскости с отклонением не более ± 5 мм.

5.20.22 Зазор между кладкой насадочной решетки и стенами регенераторов должен быть не менее 10 мм.

5.20.23 Кладку сводов регенераторов следует выполнять вперевязку, кроме участков под стенами горелок.

5.20.24 В печах с поперечным направлением пламени отклонение осей кладки горелок, противоположно расположенных друг от друга, допускается не более ± 25 мм.

5.20.25 В местах температурных швов кладку сводов на ширину до 250 мм с каждой стороны не изолируют.

Расстояние между связями и поверхностью изоляции должно быть не менее 50 мм.

5.21 Футеровка реакторов и регенераторов нефтехимической промышленности

5.21.1 Материалы, применяемые для выполнения торкретных работ, выбираемые в зависимости от вида оборудования и зоны реактора и регенератора, указаны в таблице 5.19.

Таблица 5.19

Футеруемое оборудование	Рекомендуемые бетоны для футеровки	
	Установки каталитического крекинга	Установки дегидрирования изобутана
Реактор или регенератор. зона повышенного абразивного износа футеровки (ниже уровня кипящего слоя катализатора)	Однослойная футеровка. Бетоны класса 5а	Двухслойная футеровка. Рабочий слой — бетоны класса 5б. Теплоизоляционный слой — бетоны класса 1 или 2
	Двуслойная футеровка. Рабочий слой — бетоны класса 5а. Теплоизоляционный слой — бетоны класса 1 или 2	Двуслойная с панцирной сеткой. Рабочий слой — бетоны класса 6б. Теплоизоляционный слой — бетоны класса 1 или 2

Окончание таблицы 5.19

Футеруемое оборудование	Рекомендуемые бетоны для футеровки	
	Установки каталитического крекинга	Установки дегидрирования изобутана
Реактор или регенератор. зона футеровки, не подверженная абразивному износу (выше уровня кипящего слоя катализатора)	Однослойная футеровка. Бетоны класса 3	—
Транспортные линии	Однослойная футеровка. Бетоны класса 4, 5а, 5б	Двухслойная футеровка. Рабочий слой — бетоны класса 3б. Теплоизоляционный слой — бетоны класса 1 или 2
	Двуслойная с панцирной сеткой. Рабочий слой — бетоны класса 6б. Теплоизоляционный слой — бетоны класса 1 или 2	Двуслойная с панцирной сеткой. Рабочий слой — бетоны класса 4, 6б. Теплоизоляционный слой — бетоны класса 1 или 2
Примечание — Классы бетонов указаны в приложении Г.		

5.21.2 Перед проведением торкретных работ необходимо подготовить торкретируемую поверхность путем дробеструйной или пескоструйной обработки. Степень очистки поверхности следует принимать по ГОСТ 9.402.

5.21.3 Температура воды не должна превышать 25 °С, так как это может привести к более быстрому схватыванию и плохой укладке торкрет-смеси.

5.21.4 Футеровку после затвердения следует осмотреть и простучать молотком массой до 0,5 кг на наличие пустот. Участки, издающие при простукивании глухой и дребезжащий звук, вырубают. При нарушении геометрии армирующих элементов их необходимо срезать и приварить новые, нанести новую футеровку.

5.21.5 При торкретировании следует соблюдать требования 5.8.

5.22 Футеровка печей для производства аммиака

5.22.1 Алюмосиликатные огнеупорные изделия: шамотный кирпич, легковесные огнеупорные изделия, используемые для кладки стен, туннелей и подины радиантной камеры, защитных отбойных стен в конвекционной камере печи первичного риформинга, вспомогательного котла, должны соответствовать ГОСТ 390 и ГОСТ 8691.

5.22.2 Мертель для связывания алюмосиликатных изделий в огнеупорной кладке должен соответствовать ГОСТ Р 53859.

5.22.3 Жаростойкие бетонные блоки для сооружения туннелей, горелочных амбразур в тепловых агрегатах по производству аммиака, изготавливаемые в заводских условиях, должны соответствовать согласованным с заказчиком техническим условиям, разработанным заводами — поставщиками изделий. Жаростойкие бетонные блоки должны быть просушены на заводе-изготовителе по специальным графикам сушки, разработанным заводом — изготовителем жаростойких блоков.

5.22.4 Жаростойкие бетонные блоки для сооружения туннелей, горелочных амбразур в тепловых агрегатах по производству аммиака, изготавливаемые в заводских условиях, должны соответствовать согласованным с заказчиком техническим условиям, разработанным заводами — поставщиками изделий. Жаростойкие бетонные блоки должны быть просушены на заводе-изготовителе по специальным графикам сушки, разработанным заводом — изготовителем жаростойких блоков.

5.22.5 Если в слое жаростойкого бетона будут выявлены дефектные места, они должны быть вырублены на всю глубину слоя, при этом плоскости вырубки должны иметь уклон внутрь вырубки 5—10 °С, образуя пирамиду, поверхность основания которой, обращенная к обшивке или готовому слою футеровки, больше, чем верхняя часть на поверхности бетона ремонтируемого слоя. Это условие необходимо, чтобы создать клиновидную форму замененного участка, предотвратив его выпадение из рабочего слоя футеровки.

5.22.6 Технологию нанесения футеровки из жаростойких легковесных бетонов, огнеупорной кладки из кирпича и жаростойких блоков, футеровки из керамического огнеупорного волокна и допустимые отклонения необходимо соблюдать в соответствии с 5.1, 5.5 и 5.7.

5.22.7 Отклонения по толщине слоев футеровки из жаростойкого бетона толщиной от 75 до 150 мм, выполненных укладкой за опалубку, не должны превышать ± 3 мм.

5.22.8 Отклонения по толщине слоев футеровки из жаростойкого бетона толщиной от 75 до 150 мм, выполненных методом торкретирования, не должны превышать ± 4 мм.

5.22.9 Особо требуется контролировать просвет между низом обмуровки коллекторов реакционных труб и футеровкой пода радиантной камеры печи первичного риформинга. Отклонение может быть только в сторону увеличения просвета.

5.22.10 Информация о выполнении работ методом торкретирования приведена в 5.8 и [4].

5.23 Кладка отражательных печей

5.23.1 Кладка плавильных печей для плавки медных концентратов

5.23.1.1 Кирпич для футеровки должен быть откалиброван по размеру, чтобы отклонения в размерах обеспечивали получение шва соответствующей категории кладки.

Кладку каждого ряда рабочего слоя стен, пода откоса, порога проводят из одной группы откалиброванного кирпича.

5.23.1.2 Если в проектной документации не указано иное, то при кладке плавильных отражательных печей должна соблюдаться толщина швов, указанная в таблице 5.20.

Таблица 5.20

Элементы плавильных отражательных печей	Категория кладки				
	вне категории	I	II	III	IV
	толщина швов, мм				
Кладка стен:					
- от фундамента до уровня ванны в печах с набивным подом	—	—	2	—	—
- то же в печах с арочным подом	—	—	1,5	—	—
- от уровня ванны до свода рабочего пространства печи	—	—	2	—	—
- в зоне шпуровых отверстий	0,5	—	—	—	—
- вертикальной арки в торцевой стене печи (со стороны борова)	—	1	—	—	—
- двухскатного обратного свода, оформляющего верх торцевой стены ванны (со стороны борова)	0,5	—	—	—	—
Свод рабочего пространства печи	—	1	—	—	—
Кладка обратных арок пода печи	—	1	—	—	—
Кладка пода от фундамента до жаростойкой бетонной или кварцевой подготовки для кладки арочного пода	—	1	—	—	—
Теплоизоляция стен печи	—	—	—	—	5

5.23.1.3 Продольные и поперечные температурные швы в кладке пода необходимо перекрывать вышележащими рядами кладки; в зонах с охлаждением кладку следует выполнять вплотную к охлаждаемым элементам.

5.23.1.4 Кладку выстилки пода из изоляционного кирпича следует выполнять насухо; кладку пода из хромомагнезитового — по ГОСТ 5381, периклазошпинелидного или хромитопериклазового — в соответствии с техническими условиями на данные виды кирпича следует выполнять на торец насухо с засыпкой швов высушенным хромомагнезитовым по ГОСТ 24862, магнезитохромитовым или хромитопериклазовым порошком с крупностью зерен до 1 мм.

5.23.1.5 Зазор между арками пода должен иметь ширину 10—15 мм и заполняться порошком одинакового с материалом арок состава.

5.23.1.6 Кладку стен ниже уровня ванны необходимо выполнять на растворе, выше уровня ванны — на порошке одинакового состава с материалом кладки стен.

5.23.1.7 Кладку из теплоизоляционного кирпича в продольных стенах следует выполнять вперевязку с кладкой из огнеупорного кирпича путем выпуска огнеупорного кирпича в изоляционную кладку в местах совпадения рядов. Величина зерен порошка должна быть менее проектной толщины шва.

5.23.1.8 Огнеупорную кладку стены у шлаковых окон и шпуровых отверстий следует выполнять впритык к арматуре печи в зоне до 300—500 мм от края отверстия.

5.23.1.9 Свод печи следует выкладывать отдельными секциями с перевязкой швов насухо. Между секциями должны быть оставлены температурные швы, которые с наружной стороны перекрывают термостойким магнезитохромитовым кирпичом на плашку. Подвесные своды следует выполнять в соответствии с 5.1.

5.23.1.10 По окончании кладки свода до снятия опалубки швы необходимо заполнить порошком однородного состава с материалом кладки.

Швы кладки, раскрывшиеся после разогрева печи, следует уплотнить.

5.23.1.11 Покрытие сводов уплотнительной обмазкой следует проводить после разогрева печи.

5.23.2 Кладка отражательных печей для рафинирования меди

5.23.2.1 Если в проектной документации не указано иное, то при кладке печей для рафинирования меди должна соблюдаться толщина швов, указанная в таблице 5.21.

Таблица 5.21

Элементы отражательных печей	Категория кладки				
	вне категории	I	II	III	IV
	толщина швов, мм				
Стены рабочего пространства, кладка:					
- от лещади печи до уровня ванны	—	1	—	—	—
- выше уровня ванны	—	—	2	—	—
- у шпуровых отверстий	—	1	—	—	—
Свод рабочего пространства	—	1	—	—	—
Под ванны	0,5	—	—	—	—
Кладка из теплоизоляционного кирпича	—	—	—	—	5
Примечание — Увеличение толщины кольцевых швов во всех элементах кладки допускается не более чем на 50 %.					

5.23.2.2 Форма основания из жаростойкого бетона арочного пода печи должна соответствовать радиусу арки и требуемому уклону к выпускному отверстию.

5.23.2.3 Кладку арок пода следует выполнять кирпичом на торец насухо с засыпкой швов порошком одинакового с материалом кладки состава.

5.23.2.4 Зазоры между арками пода при кладке из динасового кирпича следует заполнять кварцевым песком крупностью до 3 мм с содержанием кремнезема не менее 95 % и оксида алюминия не более 1,5 %, а при кладке пода из хромомагнезитового или периклазошпинелидного кирпича — магнезитохромитовым порошком.

5.23.2.5 Кладка стен ниже уровня ванны должна быть выполнена на растворе, а выше уровня ванны — насухо, с засыпкой швов порошком одинакового состава с материалом кладки.

Температурные швы в стене с рабочими окнами не выполняют.

6 Дымовые и вентиляционные трубы

6.1 Кладка кирпичных труб

6.1.1 Раствор для кладки ствола трубы, поступающий, как правило, из централизованного растворного узла, должен приниматься в бункер-смеситель.

6.1.2 Кирпич, используемый для кладки ствола трубы должен соответствовать ГОСТ 530. Кирпич перед укладкой в летний период должен быть увлажнен. Характеристики кирпича должны удовлетворять следующим нормам:

- морозостойкость — не менее 35 циклов (F35);
- прочность — не ниже марки 125;
- водопоглощение — не более 15 %.

6.1.3 При содержании в отходящих газах агрессивных реагентов в футеровки применяют кислотоупорный кирпич по ГОСТ 474.

6.1.4 В растворе для кладки ствола следует использовать сложные марки не ниже 50.

Подвижность раствора для кладки ствола перед использованием должна соответствовать марке Пк3 по ГОСТ 28013.

6.1.5 Все закладные металлические детали должны поступать на приобъектный склад обработанными антикоррозионым составом.

6.1.6 Толщина горизонтальных и вертикальных швов кладки ствола трубы не должна превышать 12 мм; при этом допускается увеличение толщины швов, но не более чем на 5 мм в пяти швах на десять проб, взятых на 5 м^2 поверхности кладки.

Вертикальные и горизонтальные швы должны быть тщательно заполнены. Наружные швы должны быть расшиты, а внутренние — затерты.

6.1.7 При кладке ствола трубы для подачи материалов должны быть оставлены следующие проемы:

- шириной 0,8—1,2 м и высотой 1,8 м — для труб диаметром устья до 2 м;
- шириной 1,5 м и высотой 1,8 м — для труб диаметром устья более 2 м.

6.1.8 Вертикальные кольцевые швы должны быть перевязаны на 1/2 кирпича, а радиальные — на 1/4 кирпича. При наружном диаметре до 5 м кладка должна выполняться тычковыми рядами, а при наружном диаметре более 5 м допускается ложковыми рядами.

6.1.9 Стержни вертикальной арматуры должны составлять в длину не более 3 м. В местах установки стержней вертикальные швы разрешается увеличивать до 14 мм. Стыкование вертикальной арматуры следует выполнять внахлестку длиной, равной 30 диаметрам стыкуемых стержней. Стыки вертикальной арматуры должны быть расположены вразбежку так, чтобы в одном сечении находилось не более 50 % общего числа стыков стержней.

6.1.10 Кладку футеровки из глиняного кирпича следует выполнять под лопатку с заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и с перевязкой.

6.1.11 Кладку футеровки из глиняного кирпича для дымовых труб с температурой удаляемых газов до 350 °С выполняют на глиняном растворе, при температуре удаляемых газов более 350 °С — на жаростойком растворе. Кладку футеровки из кислотоупорного кирпича выполняют на андезитовой или диабазовой замазке.

6.1.12 Кладку футеровки выполняют с перевязкой швов на 1/2 кирпича при толщине футеровки 125 мм и на 1/4 кирпича при большей толщине.

6.1.13 Футеровку толщиной 125 мм выкладывают только ложковыми рядами, а при большей толщине футеровку выкладывают с чередованием ложковых и тычковых рядов.

6.1.14 Швы лицевой поверхности футеровки должны быть тщательно затерты.

6.1.15 Для свободной деформации в местах сопряжения звеньев футеровки оставляют воздушный зазор 10—15 мм, который перекрывают выступающими четырьмя рядами кирпичей верхнего звена.

6.1.16 При кладке футеровки из глиняного кирпича толщина швов не должна превышать 8 мм. Допускается увеличение толщины на 4 мм в пять из десяти проб, взятых на 5 м^2 поверхности.

6.1.17 При кладке из шамотного или кислотоупорного кирпича толщина швов не должна превышать 4 мм. Допускается увеличение толщины на 2 мм в пяти из десяти проб, взятых на 5 м^2 поверхности.

6.1.18 При установке внутренних ходовых скоб под ними оставляют зазор 30 мм для свободного роста футеровки.

6.1.19 В футеровке не допускается установка шанцевых кирпичей за исключением мест установки кран-укосины.

6.1.20 Отклонение от вертикали оси трубы для труб высотой до 100 м должно быть не более 0,002 высоты трубы, но не более 150 мм на всю высоту трубы, а для труб высотой более 100 м — соответственно 0,0015 высоты трубы, но не более 200 мм.

6.1.21 Отклонение от проектного размера диаметра трубы в любом сечении и неровности на поверхности ствола (выпуклости и впадины) должны быть не более 1 % размера диаметра трубы.

6.1.22 Уклон кладки должен проверяться не менее одного раза в сутки специальным сбавочным уровнем, настроенным на уменьшение радиуса трубы по высоте в соответствии с проектным значением.

6.1.23 Вертикальность оси трубы и размеры горизонтального сечения ствола должны проверяться через каждые 5 м по высоте.

6.1.24 Кирпичные трубы перед вводом в эксплуатацию должны быть просушены. Сушка проводится эксплуатационным персоналом или специализированной пусконаладочной организацией в соответствии с действующими инструкциями.

6.2 Возведение монолитных железобетонных труб

6.2.1 Работы по возведению монолитных железобетонных труб могут выполняться с применением подъемно-переставной или скользящей опалубки.

6.2.2 Подъем скользящей опалубки должен проводиться со скоростью, исключающей возможность сцепления уложенного бетона с опалубкой. Бетон, выходящий из опалубки, должен обладать структурной прочностью от 0,1 до 0,5 МПа, достаточной для сохранения формы сооружения, а остающиеся на его поверхности следы от опалубки должны легко разглаживаться теркой.

6.2.3 При возведении железобетонных стволов труб в скользящей опалубке должны соблюдаться следующие требования:

- закладные детали должны устанавливаться заподлицо с поверхностью стенок стволов труб. Высота и ширина закладных деталей должны быть не более 700 мм, масса — не более 70 кг. Закладные детали не должны располагаться в зоне домкратных рам;
- диаметры вертикальной и горизонтальной арматур не должны превышать 28 мм;
- длина арматурных стержней, устанавливаемых под углом 45°, не должна превышать 3 м;
- стержни вертикальной арматуры должны размещаться с учетом расположения конструкций подъемных сооружений.

6.2.4 При сооружении железобетонных труб в подъемно-переставной опалубке бетонирование ствола трубы осуществляется секциями по 2,5 м.

6.2.5 Подача бетонной смеси, арматуры и других материалов производится в грузовых клетях шахтного подъемника.

6.2.6 Отрыв панелей (щитов) наружной опалубки от поверхности бетона проводится после набора 70 % прочности бетона. Точные сроки отрыва опалубки устанавливают в ППР и уточняют в лаборатории.

6.2.7 Арматурные работы следует выполнять в соответствии с требованиями СП 71.13330 и 6.2.5—6.2.9.

6.2.8 Отклонение от проектной толщины защитного слоя бетона не должно выходить за пределы от плюс 20 мм до минус 10 мм.

6.2.9 Пересечения вертикальной и горизонтальной арматур в стенке ствола трубы должны перевязываться вязальной проволокой в шахматном порядке, при этом в каждом ряду должно быть перевязано не менее 50 % пересечений.

6.2.10 При наращивании вертикальной арматуры и соединении между собой стержней горизонтальной арматуры стыки должны быть перевязаны не менее чем в трех местах.

6.2.11 Стержни арматуры перед установкой должны быть очищены от ржавчины. На поверхности арматуры не должно быть масляных следов, краски и других загрязнений.

6.2.12 Кольцевую (горизонтальная) арматуру, укладываемую по вертикальным стержням ствола трубы, следует устанавливать на высоту бетонирования одной секции.

6.2.13 Закладные детали для крепления металлических конструкций (ходовых лестниц, светофорных площадок, молниезащиты и др.) к стенкам ствола трубы должны крепиться к арматуре. При установке закладные детали должны плотно прижиматься торцом к поверхности опалубки, а отверстия в них во избежание заполнения бетонной смесью заполняют паклей.

6.2.14 Предельные отклонения положения разбивочных осей при установке закладных деталей не должны превышать 0,0002 высоты возведенной части сооружения в соответствии с СП 126.13330.

Допускаемые отклонения закладных деталей в плане относительно разбивочных осей и по отметкам не должны превышать ± 10 мм.

6.2.15 При возведении сооружений в скользящей опалубке в целях наблюдения за правильностью установки верхний ряд горизонтальной арматуры в процессе работы всегда должен находиться выше уровня уложенной бетонной смеси.

6.2.16 Сдачу установленной арматуры необходимо осуществлять до укладки бетонной смеси и оформлять актом освидетельствования скрытых работ на каждую секцию ствола трубы при возведении в подъемно-переставной опалубке. При возведении трубы в скользящей опалубке акты освидетельствования скрытых работ следует оформлять на каждые 3 м высоты сооружения.

6.2.17 Бетонную смесь следует укладывать в опалубку ствола трубы слоями от 0,20 до 0,25 м.

6.2.18 Укладка следующего слоя бетонной смеси допускается до начала схватывания цементного теста в бетоне предыдущего слоя*. Продолжительность перерыва между укладкой предыдущего и последующего слоев бетонной смеси без образования рабочего шва устанавливают в зависимости от температуры наружного воздуха, температуры бетонной смеси, вида применяемого цемента, вида и количества химических добавок.

6.2.19 Укладку в опалубку бетонной смеси осуществляют способами, исключающими ее расслоение — разделение составных частей, происходящее вследствие различия в размерах частиц и удельных весов. При появлении на поверхности шва бетонирования цементного молочка уплотнение в этом месте следует прекратить.

6.2.20 Для оптимального процесса твердения, получения наибольшей плотности, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и предохранения от усадки бетон стволов труб, а также других конструктивных элементов следует защищать от высыхания до достижения им 70 % проектной прочности. При температуре наружного воздуха от 10 до 25 °С следует проводить непрерывное увлажнение бетона, при этом поливать водой бетон не допускается. При производстве бетонных работ в жаркую сухую погоду при температуре воздуха выше 25 °С и относительной влажности менее 50 %, после распалубки бетон должен быть защищен влагоемким теплоизоляционным покрытием и поддерживаться в увлажненном состоянии до достижения им не менее 50 % проектной прочности. Рабочие швы бетонирования следует защищать от солнечной радиации сразу после укладки бетона и выдерживать во влажном состоянии до укладки следующего слоя бетона.

6.2.21 Бетонные работы в зимних условиях при ожидаемой среднесуточной температуре наружного воздуха ниже + 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0 °С следует выполнять в соответствии с СП 70.13330 и 6.2.22, 6.2.33.

6.2.22 При возведении трубы в зимних условиях необходимо применять бетонные смеси с противоморозными добавками, которые следует вводить в бетонную смесь в комплексе с пластифицирующими добавками. Количество и марку добавок определяют при разработке ППР в зависимости от условий укладки бетонной смеси и способа возведения ствола трубы.

6.2.23 Способы проведения бетонных работ в зимних условиях должны обеспечивать получение в заданные сроки бетона проектного класса по прочности на сжатие и проектных марок по морозостойкости и водонепроницаемости.

Прочность бетона к моменту замерзания (после его выдерживания) должна составлять для ствола трубы не менее 70 %. Прочность бетона с противоморозными добавками к моменту охлаждения должна соответствовать СП 70.13330, если ППР не предусмотрены более высокие требования к прочности бетона к моменту его охлаждения.

Если труба до окончания зимнего периода будет работать при полной нагрузке, бетон следует выдерживать при положительной температуре до достижения им требуемой прочности.

6.2.24 Для выдерживания бетона конструктивных элементов трубы в зимних условиях следует проводить тепловую обработку в подвижном тепляке с использованием в качестве источника тепла отопительных агрегатов и обогрев бетона нагревательными проводами в соответствии с ППР, исходя из требуемой температуры твердения бетона.

6.2.25 Бетонирование ствола трубы следует выполнять при температуре наружного воздуха не ниже минус 20 °С, а всех остальных конструкций труб — не ниже минус 30 °С.

Бетонирование ствола трубы при температуре наружного воздуха до минус 30 °С допускается при использовании комбинированного метода тепловой обработки бетона и обеспечении необходимой положительной температуры.

6.2.26 После выдерживания бетона при снятии опалубки разность температур открытых поверхностей бетона и наружного воздуха не должна превышать 20 °С.

Прогретый бетон до остывания не должен подвергаться ударным нагрузкам.

6.2.27 Уход за твердеющим бетоном следует проводить после наступления устойчивых положительных температур не ниже 10 °С.

---

* Начало схватывания допускается определять погружением в уложенный слой бетона арматуры или металлического штыря диаметром 10 мм. Арматура (штырь) должен заходить в бетонную смесь не более чем на 0,5 м.

6.2.28 Для защиты мест приемки бетонной смеси от ветра и осадков следует устраивать утепленные помещения.

6.2.29 Температура бетонной смеси во время укладки в опалубку ствола трубы должна составлять:

- не ниже 15 °С — при выдерживании бетона методом «термоса» в подвижном тепляке;
- не ниже 5 °С — при электрообогреве бетона.

6.2.30 Каждый уложенный слой бетонной смеси следует перекрывать следующим в сроки, не допускающие снижение температуры на поверхности предыдущего слоя ниже 5 °С.

Не допускается укладывать бетонную смесь на поверхность ранее обогретого бетона, если его температура превышает температуру свежей смеси более чем на 20 °С.

6.2.31 Рабочие швы бетонирования должны быть очищены от наледи, грязи и цементной пленки (после ее схватывания) и продуты сжатым воздухом.

6.2.32 Метод выдерживания бетона указывают в ППР, исходя из набора показателей требуемой прочности в течение заданного периода времени.

6.2.33 Метод «термоса» при выдерживании бетона следует применять при нулевых температурах наружного воздуха, а также в сочетании с активным тепловым воздействием на бетон при более низких температурах.

6.2.34 При контроле качества работ по возведению железобетонных дымовых труб используют визуальный, инструментальный и лабораторный контроль.

6.2.35 Допустимые отклонения от проектных размеров не должны превышать указанных в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Наименование отклонения	Значение отклонения, мм, не более
Геометрические размеры ствола трубы: - радиус секции ствола трубы - толщина стенки ствола трубы - проемы для газоходов (ширина, высота)	 + 50 + 15 + 50
Расстояния между отдельными установленными стержнями	± 20
Расстояния при расположении стыков арматуры	± 25
Проектная толщина защитного слоя бетона при толщине стенки, мм: - до 200 включ. - от 201 до 300 включ. - св. 300	 От + 8 до – 5 От + 10 до – 5 От + 15 до – 5
Положения разбивочных осей при установке закладных деталей	0,0002 высоты возведенной части сооружения
Накладные детали в плане относительно разбивочных осей и по отметкам	± 10
Неровности на поверхности футеровки в радиальном направлении	1 % размеров внутреннего диаметра
Отклонение от вертикали оси трубы для труб высотой до 100 м	0,002 высоты трубы, но не более 150 на всю высоту трубы
Отклонение от вертикали оси трубы для труб высотой более 100 м	0,0015 высоты трубы, но не более 200
Толщина швов кладки футеровки*: - керамический кирпич - кислотоупорный кирпич - шамотный кирпич	 8 4 4
* Допускается утолщение швов в пределах 4 мм для глиняного и 2 мм для кислотоупорного и шамотного кирпича, если количество таких утолщений швов на десять проб, взятых на 5 м^2 поверхности, не превышает семи — для глиняного кирпича и шести — для шамотного и кислотоупорного.	

6.2.36 Проверку правильности геометрических размеров ствола трубы следует выполнять на каждой секции ствола трубы с использованием измерительных приборов — рулетки, теодолита, дальномера.

6.2.37 Изготовление контрольных образцов для определения прочности бетона в трубах следует выполнять на месте укладки бетонной смеси от каждой секции ствола трубы.

6.2.38 Бетон ствола трубы определяют на прочность и однородность в соответствии с ГОСТ 18105.

Прочность бетона следует определять по контрольным образцам, изготовленным по ГОСТ 10180.

Плотность бетона следует определять по ГОСТ 12730.1.

6.2.39 Испытания бетона на водонепроницаемость по ГОСТ 12730.5 и морозостойкость по ГОСТ 10060 необходимо выполнять изготовителем бетона по пробам бетонной смеси, отобранным перед началом приготовления каждого состава бетона, и далее не реже одного раза в квартал, а также при изменении состава бетона или характеристик используемых материалов.

6.2.40 При контроле температуры бетона термометры следует вставлять в температурные скважины глубиной от 50 до 250 мм. В перерывах между измерениями температуры скважины должны быть закрыты пробками.

Количество температурных скважин в сечении ствола трубы определяется ППР, но должно быть не менее четырех.

6.2.41 На месте укладки бетонной смеси от каждой из одновременно бетонируемых секций ствола трубы должен проводиться отбор проб бетона, из которых изготовляют по девять образцов.

Образцы необходимо выдерживать в условиях, максимально приближенных к условиям твердения бетона в стволе трубы.

6.2.42 При всех способах бетонирования, выполняемого при отрицательных температурах, контроль прочности и однородности бетона в трубах следует проводить также неразрушающими методами по ГОСТ 22690, ГОСТ 17624, а при положительной температуре — по ГОСТ 18105.

6.2.43 Монтаж стальных конструкций следует проводить в соответствии с 6.2.44—6.2.47, СП 70.13330 и ППР.

6.2.44 Все стальные конструкции труб должны быть огрунтованы и окрашены на предприятии-изготовителе в соответствии с указаниями проекта и требованиями СП 72.13330.

6.2.45 Предельные отклонения элементов стальных конструкций от линейных размеров не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.2.

Таблица 6.2

В миллиметрах

Наименование элемента конструкции	Отклонение в положении центров отверстий по оси		Отклонение от проектных линейных размеров
	продольной	поперечной	
Кронштейны балконов и светофорных площадок	5	2	3
Панели настила балконов и светофорных площадок	—	2	3
Наружная ходовая лестница	—	2	5

6.2.46 Предельные отклонения закладных деталей в плане относительно разбивочных осей и по отметкам не должны превышать ± 10 мм.

6.2.47 Конструкции наружной ходовой лестницы, балконов и светофорных площадок следует монтировать одновременно с возведением железобетонного ствола трубы.

6.2.48 Работы по антикоррозионной защите труб следует осуществлять в соответствии с проектом, ППР, СП 72.13330, СП 28.13330 и 6.2.46—6.2.49.

6.2.49 Поверхность бетона, на которую наносят лакокрасочные составы, должна быть в воздушно-сухом состоянии при влажности бетона не более 6 %.

6.2.50 Антикоррозионную защиту труб в зимних условиях проводят с обогревом внутреннего пространства тепловыми агрегатами. Температура окружающего воздуха и поверхности бетона ствола трубы при использовании лакокрасочных материалов на основе эпоксидных и полиуретановых составов не должна быть ниже 15 °С.

6.2.51 Температура материалов, применяемых для антикоррозионной защиты труб, должна быть не ниже температуры поверхности защищаемой конструкции.

6.2.52 Покрытие наружной поверхности железобетонного ствола должно включать в себя маркировочную окраску и защиту железобетона от воздействия дымовых газов.

Информация о цвете лакокрасочных покрытий, наносимых на наружную поверхность ствола трубы, приведена в [5].

6.2.53 Футеровочные и теплоизоляционные работы следует осуществлять в соответствии с требованиями СП 71.13330, СП 72.13330 ППР и 6.2.54—6.2.56.

6.2.54 Технология и последовательность проведения работ по устройству теплоизоляции и футеровки должны содержаться в ППР и соответствовать требованиям проекта.

6.2.55 При выполнении футеровочных и теплоизоляционных работ необходимо соблюдать следующие правила:

- кладку выполнять «под лопатку» с тщательным заполнением горизонтальных и вертикальных швов раствором или замазкой с перевязкой в 1/2 кирпича при толщине кладки в 1/2 кирпича и перевязкой в 1/4 кирпича при большей толщине кладки;
- кладку толщиной в 1/2 кирпича обыкновенным глиняным кирпичом выполнять ложковыми рядами, а при большей толщине (в один кирпич и более), чередующимися ложковыми и тычковыми рядами;
- воздушный зазор между стволом и футеровкой необходимо предохранять от попадания в него раствора и осколков кирпича;
- швы лицевой поверхности футеровки необходимо тщательно затирать;
- кладку выполнять на ровной, сухой и чистой поверхности консоли;
- выравнивать кладку за счет утолщения швов не допускается;
- гнезда в футеровке от прогонов защитных перекрытий необходимо заделывать кирпичом с тщательным заполнением раствором;
- во избежание перекоса кладки укладывать более трех рядов до замыкания кладки по всему периметру не допускается;
- при кладке вентиляционных окон во избежание сползания кирпича необходимо пользоваться шаблоном.

6.2.56 Толщина швов футеровки должна соответствовать значениям, указанным в таблице 6.3.

Таблица 6.3

В миллиметрах

Вид кладки	Толщина швов
Для керамического кирпича	8—10
Для кислотоупорного кирпича	5—6
Для шамотного кирпича	3—4
Для пенодиатомитового кирпича	9—11
Для блоков теплоизоляционных из пеностекла на растворе	8—9
Для блоков теплоизоляционных из пеностекла на кислотоупорной замазке	4—6

6.2.57 Трубы с футеровкой из штучного кирпича (блоков), жаростойкого и огнеупорного бетона перед вводом в эксплуатацию должны быть просушены. Сушку проводят эксплуатационным персоналом или специализированной пусконаладочной организацией в соответствии с действующими инструкциями.

6.3 Монтаж сборных железобетонных труб

6.3.1 Допустимые отклонения оси трубы от вертикали должны быть не более 0,002 высоты трубы.

6.3.2 Допустимые линейные отклонения царг указаны в таблице 6.4.

Таблица 6.4

В миллиметрах

Наименование отклонения	Значение отклонения
Высота	± 8
Наружный диаметр	± 2
Толщина стенки	± 5
Расстояние от опорной поверхности накладок до торцевой поверхности царг	± 2

6.3.3 Предельно допустимые размеры раковин, наплывов, отколов царг указаны в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Вид бетонной поверхности	Предельно допустимые размеры, мм				
	раковин		местных наплывов (высота) и впадин (глубина)	отколов бетона ребер	
	диаметр	глубина		глубина	длина на 1 м ребра
Лицевая (наружная) неотделанная	10	4	4	6	60
Нагреваемая (внутренняя) неотделанная	15	5	5	7	70
Нелицевая, невидимая в условиях эксплуатации	15	5	5	10	100
Лицевая наружная, предназначенная под отделку плитами	20	10	5	15	100

6.3.4 Перед началом работ по монтажу трубы осматривают каналы стакана фундамента, проводят их очистку и проверяют состояние опорных пластин шпилек крепления.

6.3.5 Затяжку шпилек необходимо проводить до усилия 10 т (шпильки М24) и до усилия 14 т (шпильки М27).

6.3.6 Стык царг должен быть заполнен раствором с наружной и внутренней сторон.

Пустоты в заполнении швов снаружи и внутри трубы не допускаются.

6.3.7 Отделку стыка царг выполняют установкой декоративного пояса из листового алюминия по ГОСТ 21631 толщиной от 1 до 2 мм и шириной 500 мм. Длину пояса определяют по диаметру царги.

6.3.8 Монтаж сборных железобетонных труб в зимнее время при температуре до минус 15 °С выполняют с применением противоморозных добавок.

При температуре наружного воздуха ниже минус 15 °С необходимо обеспечить твердение раствора в швах и бетона в нишах при температуре плюс 5 °С до набора 70 % прочности раствора и бетона.

6.4 Монтаж металлических труб

6.4.1 Работы по возведению металлических дымовых и вентиляционных труб следует проводить в соответствии с требованиями настоящего свода правил, СП 70.13330 и утвержденным ППР, в котором наряду с общими требованиями соответствующих стандартов и рабочих чертежей марок КМ и КМД должны быть предусмотрены:

- последовательность установки конструкций;
- мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки;
- пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и установки в проектное положение;
- устойчивость конструкций и частей трубы в процессе возведения;
- степень укрупнения конструкций и безопасные условия труда.

6.4.2 Работы по антикоррозионной защите труб следует осуществлять в соответствии с проектом, ППР, СП 72.13330.

6.4.3 На монтируемых конструкциях, имеющих лишь частичное покрытие (не все слои лакокрасочного покрытия нанесены на заводе-изготовителе), по завершении монтажных работ необходимо нанести окончательные слои лакокрасочного покрытия дымовой трубы в соответствии с проектом.

6.4.4 Работы по нанесению слоя лакокрасочного покрытия следует выполнять вертикальными захватками на всю высоту сооружения по периметру дымовой трубы.

Окраску больших площадей следует проводить аппаратами безвоздушного распыления краски. Мелкие детали окрашивают с применением кистей по ГОСТ 10597 и валиков по ГОСТ 10831.

Толщину наносимого покрытия контролируют с помощью электронного толщиномера по ГОСТ 11358.

6.4.5 Геометрические параметры конструкций труб контролируют на соответствие измеренных значений, указанных в чертежах. При отсутствии в рабочих чертежах специальных требований на предельные отклонения размеров, определяющих собираемость конструкций (длина элементов, рас-

стояние между группами монтажных отверстий), при сборке отдельных конструктивных элементов и блоков предельные отклонения не должны превышать значений, приведенных в ГОСТ 23118 (таблицы Б.2, Б.3).

6.4.6 Бетонные и железобетонные конструкции фундаментов труб или части сооружений, служащих опорными конструкциями труб, должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 6.6.

Таблица 6.6

В миллиметрах

Параметр	Значение отклонения
Отметки поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для конструкций труб	– 5
Уклон опорных поверхностей фундаментов при опирании башени стволов труб без подливки	0,0007
Расположение анкерных болтов: - в плане внутри контура опоры - по высоте	 5 + 20
Расстояние между центрами фундаментов одной башни	10 + 0,001 расстояния по проекту, но не более 25

6.4.7 Сварные швы должны удовлетворять СП 70.13330, ГОСТ 5264 и следующим требованиям:

- иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу;
- швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, несплавления по кромкам;
- шлаковые включения и поры не допускаются;
- металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины;
- кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания — заварены.

6.4.8 Номинальные диаметры отверстий под болтовые соединения различных видов классов точности A, B и C по ГОСТ Р ИСО 4759-1, а также высокопрочных болтов по ГОСТ Р 52643 и ГОСТ Р 52644 следует принимать по СП 16.13330.

6.4.9 Вертикальность оси трубы следует выполнять поярусно после монтажа каждого элемента (царги, блока).

6.4.10 Качество антикоррозионных покрытий надлежит проверять в соответствии с требованиями СП 28.13330.

6.4.11 Окрасочное защитное и антикоррозионное покрытия конструкций и их отдельных элементов подлежат визуальному осмотру для контроля сплошности нанесенного покрытия и соответствия цвета покрытия проекту.

Толщину покрытия контролируют неразрушающими методами контроля и проверяют на соответствие фактической толщины слоя покрытия проектным требованиям.

Контроль толщины лакокрасочного покрытия выполняют толщиномерами по ГОСТ 11358 с ценой деления 0,01 и 0,1 мм.

6.5 Монтаж труб из полимерных композиционных материалов

6.5.1 По конструкции дымовые и вентиляционные трубы из композитных материалов подразделяют на самонесущие и газоотводящие стволы, установленные или подвешенные в несущих конструкциях сооружения.

6.5.2 По видам соединения элементов конструкции подразделяют:

- на болтовые;
- раструбные;
- стыковые с бандажом.

6.5.3 Все элементы конструкций труб должны проходить контрольную сборку на заводе-изготовителе с нанесением на элементах ориентирующей маркировки.

6.5.4 Общую маркировку следует наносить на каждый элемент (царгу) внутренней поверхности вблизи их торцов.

6.5.5 Ориентирующая маркировка (при наличии указаний в проектной документации) должна быть нанесена в дополнение к общей маркировке и содержать маркировочные знаки, указывающие: место строповки, место опирания и установочные риски для состыковки и совмещения конструкций.

6.5.6 Допустимые отклонения конструкций стеклопластиковых газоотводящих стволов дымовых и вентиляционных труб не должны превышать указанных в таблице 6.7.

Таблица 6.7

Наименование отклонения	Значение отклонения, не более
Геометрические размеры царг: - по диаметру - длине - толщине стенки - овальность	 ± 0,5 % ± 0,5 % ± 0,3 % ± 0,3 %
Наружная поверхность труб* - риски от разметки: - глубина - длина и количество - местные вмятины, забоины (глубина) - уступы, нахлесты ткани, гофры, складки (высота)	 0,5 мм Не регламентируется 1 мм 2 мм
Внутренняя поверхность труб - вмятины (глубина) - местные вздутия - забоины, риски (глубина) - оголения материалов защитных слоев в местах нахлестов - надрезы стеклоткани - отпечатки, уступы для труб диаметром более 3000 мм от оснастки (высота)	 0,5 мм Допускается 2 мм 0,5 мм 0,5 мм 5 мм
Расслоения в конструкционном слое стенки секций труб	Не допускается
* Риски, вмятины, забоины больших размеров до 3 мм и отслоения слоев стеклоткани необходимо отремонтировать в заводских условиях либо на строительной площадке.	

6.5.7 При монтаже труб с растяжками следует соблюдать требования СП 70.13330.

6.5.8 Выбор методов и средств измерений геометрических параметров конструкций при контроле следует проводить по ГОСТ 23616.

6.5.9 Правила выполнения измерений геометрических параметров следует принимать по ГОСТ 26433.1 и ГОСТ 26433.2.

6.5.10 Контроль внутреннего диаметра, толщины стенки и овальности труб проводят измерительными инструментами с допускаемой погрешностью измерения.

6.5.11 Внутренний диаметр труб и овальность определяют измерением диаметров трубы в двух взаимно перпендикулярных направлениях с обоих концов трубы. За результат принимают среднеарифметическое четырех измерений.

6.5.12 Требования, предъявляемые к законченным бетонным и железобетонным конструкциям фундаментов труб или частям сооружений, служащих опорными конструкциями труб, должны соответствовать приведенным в таблице 6.8.

Таблица 6.8

В миллиметрах

Параметр	Значение отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отметки поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для конструкций труб	± 5	Измерительный, каждый опорный элемент, исполнительная схема
Уклон опорных поверхностей фундаментов при опирании стеклопластиковых стволов труб без подливки	0,0007	Измерительный, каждый фундамент, исполнительная схема
Расположение анкерных болтов: в плане внутри контура опоры по высоте	 ± 5 + 20	Измерительный, каждый фундаментный болт, исполнительная схема

6.5.13 Предельные отклонения фактического положения смонтированных ранее металлических конструкций, служащих для опирания или подвески на них композитных стволов труб, должны соответствовать требованиям, указанным в ППР, действующих стандартах и не превышать указанных в таблице 6.9.

Таблица 6.9

В миллиметрах

Параметр	Значение отклонения	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Разность отметок опорных поверхностей ствола трубы на противоположных сторонах опоры (соседних колонн и опор по ряду и в пролете)	3	Измерительный, каждая колонна и опора, геодезическая исполнительная схема
Смещение осей колонн и опор относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	

Приложение А
(справочное)

Состав основных жаростойких и огнеупорных бетонов

Таблица А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы [1], кг/м^3				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м^3		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
1	1800	Ортофосфорная кислота[3] 70-процентной концентрации-220	—	Корундовая-500 или муллитокорундовая-540	Корундовый-2160	70	100	—	2800	± 0,2	2,4	30	—
2	1800	Ортофосфорная кислота[3] 70-процентной концентрации-220	—	Корундовая-500 или муллитокорундовая-540	Муллитокорундовый-1900	70	100	—	2500	± 0,2	2,1	30	—
3	700	Высокоглиноземистый цемент-400	—	—	Корундовый-2200	40	30	2800	2700	– 1	2,4	20	Стоек в условиях газовой среды окиси углерода и водорода
4	1600	Жидкое стекло-400	Кремнефтористый натрий[4]-40 или нефелиновый шлам-50, или саморассыпающие шлаки-50	Магнезитовая-500 или цирконовая-500	Периклазошпинелидный или цирконовый-2200	25	70	3100	2900	– 0,6	2	10	Стоек в расплавах медеплавильных производств и кислой газовой среды
5	1600	Высокоглиноземистый цемент-400	—	—	Хромоглиноземистый шлак-2300	40	30	3000	2800	– 1	2	10	—
6	1500	Высокоглиноземистый цемент-400	—	—	Муллитокорундовый-2200	40	30	2800	2700	– 1	2,2	20	Стоек в условиях газовой среды окиси углерода
7	1500	Ортофосфорная кислота[3] 70-процентной концентрации-260	—	Цирконовая-1000	Цирконовый-2300	50	100	—	3400	± 0,5	4	20	—

Продолжение таблицы А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м[3]				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м[3]		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
8	1400	Жидкое стекло-400	Кремнефтористый натрий[4]-40 или нефелиновый шлам-50, или саморассыпающие шлаки-50	Магнезитовая-600	Магнезитовый-1750	25	50	2600—2500	2400—2500	– 1	1,6	4	Стоек к расплавам солей натрия и содорегенерационным расплавам
9	1400	Высокоглиноземистый цемент-400	—	—	Шамотный-1400	30	30	2100	1900	– 1	0,7	20	—
10	1400	Высокоглиноземистый цемент-400	—	—	Титаноглиноземистый шлак-2340	40	30	3000	2800	—	2,4	10	—
11	1400	Глиноземистый цемент-400	—	—	Муллитокорундовый-2200	30	30	2800	2700	– 0,6	2,2	10	—
12	1400	Ортофосфорная кислота[3] 70-процентной концентрации-260	—	Шамотная-500	Шамотный-1400	30	100	—	2000	± 0,5	0,7	30	Стоек в условиях резкой смены температур
13	1300	Глиноземистый цемент-400	—	—	Шамотный-1400	30	30	2100	1900	– 1	0,7	10	—
14	1300	Глиноземистый цемент-400	—	—	Муллитокордиеритовый-1500	40	30	2200	2000	– 1	0,6	100	Стоек в условиях резкой смены температур
15	1300	Жидкое стекло-400	Кремнефтористый натрий[4]-40 или нефелиновый шлам-50, или саморассыпающие шлаки-50	Магнезитовая-600	Шамотный-1200	20	50	2100	1900	– 0,4	0,8	15	Стоек к расплавам солей натрия и содорегенерационным расплавам
16	1200	Портландцемент-350 или быстротвердеющий портландцемент-350	—	Шамотная-120 или глиноземистый цемент-70	Шамотный-1300	35	30	2000	1800—1900	– 0,6	07—0,8	12	—

Продолжение таблицы А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м^3				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м^3		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
17	1200	Жидкое стекло-400	Нефелиновый шлам-100 или саморассасывающийся шлак-100	Шамотная-400	Шамотный-1250	20	100	2100	1900	– 0,6	0,75	25	Стоек в условиях резкой смены температур, кислых газов и сред
18	1200	Глиноземистый цемент-400	—	—	Кордиеритовый-1400	30	30	2100	1900	– 0,6	0,7—0,8	100	Стоек в условиях резкой смены температур
19	1100	Жидкое стекло-400	Нефелиновый шлам-150 или саморассасывающийся шлак-150	Шамотная-240	Смесь шамотного-800 и карборундового-800	25	80	2300	2200	– 0,6	0,9—1,2	40	Стоек в условиях резкой смены температур
20	1100	Жидкое стекло-400	Нефелиновый шлам-100 или саморассасывающийся шлак-100	Шамотная-400	Кордиеритовый-1200	20	80	2100	1900	– 0,6	0,8	50	Стоек в условиях резкой смены температур
21	1100	Портландцемент-350 или быстротвердеющий портландцемент-350	—	Шамотная-120, или бетонная-120, или глиноземистый цемент-70	Бетонный-1300	25	30	2000	1800—1900	– 0,5	0,8	12	—
22	1100	Портландцемент-350	—	Кордиеритовая-120	Кордиеритовый-1300	30	30	2000	1800—1900	– 0,6	0,7—0,85	50	Стоек в условиях резкой смены температур
23	1000	Портландцемент-350	—	Шамотная-250	Керамзитовый[4]-850	15	40	1700	1500	– 0,6	0,6—0,8	—	—
24	1000	Портландцемент-350	—	Шамотная-210	Огнеупорный аглопорит-860	20	40	1600—1800	1400—1600	– 0,6	0,6	—	—
25	1000	Жидкое стекло-400	Кремнефтористый натрий[3]-40	Шамотная-500	Шамотный-120	25	70	2100	1900	– 0,4	0,8	12	Стоек в условиях сернистого газа

Продолжение таблицы А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м^3				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м^3		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
26	900	Портландцемент-350	—	Шамотная-120, или из золы-уноса-120, или из боя обыкновенного глиняного кирпича-120	Из боя керамического кирпича-1200	15	30	1900	1700—1800	– 0,4	0,6—0,85	10	—
27	800	Портландцемент-350	—	Из шлаковой пемзы или литого шлака	Шлаковая пемза	20	30	2000	1800—1900	– 0,4	0,6—0,85	5	—
28	700	Портландцемент[6]-350	—	Из золы-уноса-120 или из боя обыкновенного глиняного кирпича-120	Из доменного отвального шлака-1900, или диабазовый-1750, или диоритовый-1750, или андезитовый-1750, или базальтовый-1750	40	40 (после 700 °С)	2400—2500	2300—2400	– 0,2	1,2—1,4	7	Фундаменты под тепловые агрегаты
29	600	Портландцемент[6]-400	—	Смесь хромитовой-120 и шлаковой-720	Смесь гранулированного-240 и литого шлака-560	40	50 (после 600 °С)	2300	2150	– 0,2	1,2—1,4	—	Для полов горячих цехов
30	600	Жидкое стекло-300	Кремнефтористый натрий[4]-40	Шамотная-500	Андезитовый-1600, или базальтовый-1600, или диоритовый-1600, или диабазовый-1600	30	80 (после 600 °С)	2500	2300	—	—	—	Стоек в условиях кислых сред

Продолжение таблицы А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м[3]				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м[3]		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
31	300	Портландцемент-350 или шлакопорландцемент-350	—	—	Из доменного отвального шлака-2000 или андезитовый-1900, базальтовый-1900, диоритовый-1900, диабазовый-1900	40	80 (после 350 °С)	2400—2500	2300—2400	– 0,1	—	—	—
32	1300	Ортофосфорная кислота[3] 50-процентной концентрации-430	—	Шамотная-330	Шамотный легковесный[4]-360	7	80	—	900	– 0,4	0,5	—	—
33 (33)	1100	Глиноземистый цемент-370	—	—	Вермикулит-180	1,5	40	—	600	– 1	0,23—0,3	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
34 (34)	1100	Глиноземистый цемент-370	—	—	Смесь керамзитового[5]-280 и вермикулита-100	3,5	40	—	800	– 1	0,27—0,35	12	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
35	1100	Жидкое стекло-370	Нефелиновый шлам-150 или саморассыпающийся шлак-150	Шамотная-110	Керамзитовый[5]-430	2,5	70	950	800	– 0,6	0,32	10	Стоек в условиях сернистого газа при температуре выше 200 °С
36 (26)	1000	Портландцемент-300	—	Шамотная-120	Вермикулит-150	1,5	40	—	600	– 1,1	0,25	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
37 (25)	1000	Портландцемент-320	—	Шамотная-100	Смесь керамзитового[5]-280 и вермикулита-100	3,5	40	—	850	– 0,6	0,35	12	—

Продолжение таблицы А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м³				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м³		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
38	1000	Портландцемент-330 или быстро твердеющий портландцемент-330	—	Силикат-глыба-60 или глиноземистый цемент-60	Смесь вермикулита-100, хризотила-40 и керамзитового[5]-60	1,5	30	—	700	– 1,5	0,25	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
39	1000	Ортофосфорная кислота[3] 20-процентной концентрации-500	—	Магнезитовая-120	Смесь хризотила-200 и вемикулита-20	1	100	—	500	– 1,5	0,18	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
40 (24)	1000	Портландцемент-220	—	Шамотная-90	Керамзитовый[5]-460	5	40	950—1000	800—900	– 0,6	0,4	10	—
41 (37)	1000	Глиноземистый цемент-300	—	—	Перлит-450	5	30	1000	800	– 0,6	0,3	—	—
42	800	Жидкое стекло-250	Кремнефтористый натрий[6]-25	Шамотная-180	Керамзитовый[5]-470	5	70	900	800	– 0,4	0,4	10	Стоек в условиях сернистого газа при температуре выше 200 °С
43	800	Жидкое стекло-360	Кремнефтористый натрий[6]-36	Шамотная-200	Смесь керамзитового[5]-400 и вермикулита-150	5	70	1000	900	– 0,4	0,35	12	Стоек в условиях сернистого газа при температуре выше 200 °С
44	800	Жидкое стекло-360	Кремнефтористый натрий[6]-55	Шамотная-200	Вермикулит-140	2,5	50	110	700	– 1	0,25	10	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя
45	600	Портландцемент-300 или шлакопортландцемент-300	—	Шамотная-90	Перлит-450	2,5—5,0	40 (после 600 °С)	950—1100	800—900	– 0,4	0,24—0,32 (при средней температуре 300 °С)	—	Рекомендуется в качестве теплоизоляционного слоя

Окончание таблицы А.1

№ состава	Предельно допустимая температура, °С	Исходные материалы и их ориентировочные расходы[1], кг/м^3				Максимально возможная контрольная прочность, МПа	Остаточная прочность, %	Средняя плотность, кг/м^3		Температурная усадка (–) или рост (+), %, не более	Теплопроводность[2], Вт/(м·°С)	Терметическая стойкость в водных теплосменах, число циклов[1]	Примечание
		вяжущее	отвердитель	тонкомолотая добавка	заполнитель			Р20	Р110				
46	600	Жидкое стекло-250	Кремнефтористый натрий[6]-40 или нефелиновый шлам-100, или саморассыпающиеся шлаки-100	Шамотная-100	Перлит-450	4	50 (после 600 °С)	1000	800	– 0,5	0,25—0,27 (при средней температуре 300 °С)	—	—

[1] Ориентировочные расходы материалов рекомендуется уточнять пробными замесами или расчетом.
[2] При средней температуре 600 °С.
[3] Расход ортофосфорной кислоты приведен в литрах.
[4] Заполнитель из боя легковесных изделий ШЛБ-0,4.
[5] Керамзит с насыпной плотностью 650 кг/м^3.
[6] Бетоны на жидком стекле с кремнефтористым натрием не рекомендуется применять при воздействии пара и воды.

Приложение Б
(справочное)

Состав растворов общего применения

Таблица Б.1

Огнеупорные растворы	Составляющие	Объемный состав сухой массы, %	Ориентировочное количество воды на 1 м^3 сухой смеси, л
Высокоглиноземистый полугустой	Мертель высокоглиноземистый пластифицированный марки ВТ1 или ВТ2	100	350
Высокоглиноземистый жидкий	Мертель высокоглиноземистый пластифицированный марки ВТ1 или ВТ2	100	450
Шамотный густой	Мертель шамотный пластифицированный марки ШК1, ШК2 или ШК3	100	350
	Шамотный порошок Огнеупорная глина	60—70 40—30	400
Шамотный полугустой	Мертель шамотный пластифицированный марки ШК1, ШК2 или ШК3	100	450
	Шамотный порошок Огнеупорная глина	60—70 40—30	500
Шамотный жидкий	Мертель шамотный пластифицированный марки ШК1, ШК2 или ШК3	100	550
	Шамотный порошок Огнеупорная глина	70—80 30—20	600
Полукислый густой	Мертель полукислый пластифицированный марки ПК2	100	350
Полукислый полугустой	Мертель полукислый пластифицированный марки ПК2 или ПК1	100	450
Полукислый жидкий	Мертель полукислый пластифицированный марки ПК1	100	550
Динасовый полугустой	Мертель динасовый пластифицированный марки МД1 или МД2	100	400—500
	Динасовый порошок Огнеупорная глина	85—90 15—10	500
	Мертель динасовый пластифицированный марки МЛН1 или МЛН2	100	400—500
Динасовый	Мертель динасовый пластифицированный марки МД1 или МД2	100	550
Углеродистый	Углеродистая паста	100	—
	Коксовая пыль Огнеупорная глина	80 20	600
Хромисто-глиняный	Хромитовый порошок Огнеупорная глина	90 10	400
Магнезитовый или хромомагнезитовый на смоле	Магнезитовый или хромомагнезитовый порошок Каменноугольная смола обезвоженная	90 10	— —

Примечания

1 Перемешивание в растворомешалке огнеупорных растворов общего применения должно продолжаться не менее 5 мин.

2 Для кладки со швами до 2 мм включительно применяются мертель и порошки тонкого помола, для кладки со швами более 2 мм — крупного помола.

Приложение В
(справочное)

Состав воздушно-твердеющих огнеупорных растворов с жидким стеклом

Таблица В.1

Раствор	Консистенция	Осадка конуса, см	Состав смеси, % по массе					Сульфитно-спиртовая барда (считая на сухое вещество), % массы шамотного порошка и боксита	Вода от смеси, %, ориентировочно
			Шамотный порошок	Огнеупорная глина	Глинозем технический	Боксит	Жидкое стекло плотностью 1,35—1,4		
Шамотно-глиноземистый	Жидкий	7,5—8,0 7,0—7,5 7	70—72 70—72 77—76	8 8 8	8 8 4	— — —	13 13 13	— — —	33—35 31—33 29—31
Шамотно-глиноземистый	Полугустой	5—6	90	—	10	—	15	—	—
Шамотный	Полугустой Густой	5—6 3—5	78—80 78—80	8 8	— —	— —	13 13	— —	26—29 23—26
Шамотно-бокситовый	Полугустой	5—6	90	—	—	10	15	—	15—20
Шамотно-бокситовый пластифицированный	Полугустой	5—6	90	—	—	10	15	0,1	12—18

Приложение Г
(справочное)

Условные классы бетонов

Таблица Г.1

Класс бетона	Плотность, г/см^3	Теплопроводность при 500 °С, Вт/(м·°К)	Предел прочности при сжатии после обжига при 800 °С, Н/мм^2	Температура применения, °С
1	0,5—0,6	0,13—0,16	0,8—1,5	1000
2	0,8—1,0	0,20—0,25	2—8	1000
3	1,2—1,6	0,35—0,60	5—15	1350
4	1,8—2,1	0,8—1,1	15—30	1350
5а	1,9—2,3	0,8—1,3	25—50	1350
5б			80—120	
6а	2,7—2,9	2,0—2,5	150—200	1350
6б				
7	2,2—2,5	1,5—2,0	30—50	1450
8	2,6—2,9	2,2—2,5	50—100	> 1700
9	2,3—2,6	1,6—1,9	60—120	> 1650

Библиография

[1] Постановление Правительства РФ от 5 марта 2007 г. № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»

[2] Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс РФ»

[3] ВСН 429—81 Инструкция по проектированию футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов

[4] ВСН 412—80 Инструкция по выполнению футеровок тепловых агрегатов методом торкретирования

[5] Приказ Федеральной аэронавигационной службы от 28 ноября 2007 г. № 119 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Размещение маркировочных знаков и устройств на зданиях, сооружениях, линиях связи, линиях электропередачи, радиотехническом оборудовании и других объектах, устанавливаемых в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов»

[6] Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 ноября 2013 г. № 533 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения»

УДК 693.22:[66.041+697.8](083.75) ОКС 91.200

Ключевые слова: промышленные печи, дымовые трубы, вентиляционные трубы, правила производства работ, правила приемки работ

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *И.В. Белюсенко*

Сдано в набор 01.08.2017. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 7,44.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком свода правил

Набрано в ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001, Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru