

Модуль №5. Инновации в технологии устройства промышленных печей и домовых труб. Показатели и критерии качества устройства промышленных печей и дымовых труб

5.1 Кладка промышленных печей

Работы по кладке, монтажу из блоков и футеровке должны выполняться в соответствии с рабочими чертежами и проектом производства работ (ППР).

До начала производства работ по кладке печей и труб должны быть приняты по акту фундаменты под печь или трубу, каркасы и кожуха печи. Акты подписываются представителями организации, соорудившей или смонтировавшей принимаемые конструкции, технадзором заказчика и организацией, выполняющей огнеупорные работы. Возможность совмещения работ по монтажу каркасов и кожухов и работ по кладке печей решается при разработке ППР.

К актам приемки прилагаются: 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.

Отклонения в размерах фундаментов не должны превышать величин, установленных в главе СНиП III-24-75 по сооружению бетонных и железобетонных конструкций.

Отклонения в размерах металлических каркасов и кожухов печей и труб не должны превышать величин, указанных в табл.1 СНиП III-24-75.

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.

В металлических каркасах и кожухах должны быть оставлены предусмотренные проектом производства работ проемы для подачи во время кладки внутрь печи (трубы) пакетов материалов и блоков из жаростойкого бетона.

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

До начала поступления на строительство огнеупорных материалов должны быть сооружены склады, оборудованные механизмами для приема и погрузки материалов, поступающих на поддонах и в контейнерах.

До начала производства работ по кладке печей и труб должны быть выполнены следующие работы:

- закончено устройство кровли здания или сооружена временная кровля над печью;
- произведена засыпка грунтом фундаментов и других подземных сооружений в зоне печи (трубы) до проектной отметки;
- подготовлена площадка для складирования материалов;
- 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 все необходимые для кладки инструменты, огнеупорные, изоляционные и другие материалы;
- подведены электроэнергия и вода, а при работах в зимних условиях - тепло;
- заложен заземляющий контур для молниезащиты труб и выполнены работы по освещению зоны производства работ.

При производстве работ по кладке промышленных печей и возведению труб должны соблюдаться требования главы СНиП III-24-75 по технике безопасности в строительстве, а также правил по противопожарной безопасности.

Резка огнеупорных изделий должна производиться при помощи станков с пылеудалением.

При кладке печей и труб, как правило, должны применяться инвентарные леса и подмости, и при необходимости, осуществляться вентиляция замкнутых пространств с подогревом воздуха, а

также применяться бесперегрузочная и механизированная доставка материалов и изделий преимущественно в пакетах непосредственно к рабочим местам огнеупорщиков.

При производстве огнеупорных работ на действующих предприятиях должны соблюдаться правила безопасности и технической эксплуатации, установленные для этих предприятий, а также учитываться специфические условия работы по транспортированию материалов и использованию эксплуатационного подъемно-транспортного оборудования.

До начала работ по реконструкции печей необходимо полностью отключить печь, воздухогазопроводы, воздухо- и газоподогреватели от действующих агрегатов и установить на них металлические заглушки. Все газопроводы должны быть продуты для удаления оставшегося в них газа.

Работы по реконструкции печей в действующих цехах разрешается начинать только после получения письменного разрешения дирекции предприятия на производство работ.

При реконструкции печей заменяемую кладку разрешается 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.

Материалы и изделия, применяемые при кладке печей и труб

Материалы и изделия, применяемые при кладке печей и труб, должны соответствовать спецификациям, указанным в проекте, государственным стандартам и техническим условиям, и иметь соответствующие сертификаты, технические паспорта или другие документы, удостоверяющие качество материалов и изделий.

При транспортировании и хранении материалов и изделий должны выполняться требования, предусмотренные стандартами и техническими условиями на эти материалы и изделия. При этом:

- огнеупорные материалы во всех случаях при хранении должны быть защищены от увлажнения и размещаться по маркам, классам, сортам и назначению в соответствии с очередностью их укладки в сооружения;

- мертели и порошки следует хранить отдельно по маркам в условиях, исключающих их загрязнение и перемешивание между собой.

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

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

Бой кирпича размерами от до кирпича разрешается укладывать только в неответственные элементы кладки (например, массивы, выстилки, стены боровов, наружные стены регенераторов) с обязательной перевязкой.

Поставка огнеупорных изделий для коксовых и других печей с большим количеством фасонных изделий должна производиться по зонам с учетом порядка очередности кладки.

Отклонения от проектных размеров жаростойких бетонных и железобетонных блоков, колонн и плит не должны превышать указанных в табл.2 СНиП III-24-75.

В блоках, колоннах и плитах не допускаются: сквозные трещины, отбитость ребер и углов на рабочей стороне глубиной более 15 мм и на нерабочей - более 25 мм, углубления и выпуклости поверхности высотой - более 5 мм, искривление граней от оси - более 5 мм на 1 м и 10 мм - по всей длине грани, отклонения в расположении монтажных петель или отверстий под цанговые захваты более 40 мм.

Растворы для огнеупорной кладки, а также уплотнительные и защитные обмазки должны применяться в соответствии с проектом.

При отсутствии указаний в проекте о составе растворов должен применяться раствор, соответствующий по своему химическому составу укладываемому кирпичу (блокам).

Составы растворов, применяемых для кладки промышленных печей, приведены в приложении. Составы строительных, а также жаростойких растворов следует применять в соответствии с инструкцией по приготовлению и применению строительных растворов.

Приготовление растворов должно производиться, как правило, централизованно на механизированных или автоматизированных растворных узлах производительностью, обеспечивающей потребность в растворах заданного объема работ. Доставка раствора на объекты должна осуществляться растворовозами, контейнерами или в специально приспособленных для этой цели автосамосвалах. Для небольших объектов огнеупорные растворы следует готовить в инвентарных передвижных растворосмесительных установках.

В зависимости от категории кладки печей должны применяться растворы консистенции, указанной в табл.3 СНИП III-24-75.

Консистенция растворов определяется глубиной погружения в раствор малого конуса (СтройЦНИЛа) весом 100 г.

Для кладки вне категории, I и II категорий следует применять огнеупорные мертели и порошки тонкого помола, а для III и IV категорий - крупного помола.

При одновременном приготовлении разных растворов каждый вид раствора следует готовить в отдельной растворомешалке и транспортировать в отдельных емкостях.

При переходе на приготовление другого раствора растворомешалки и ящики тщательно очищаются от старого раствора.

Применение воздушно-твердеющих растворов, схватывание которых уже началось, не разрешается. Раствор перед употреблением должен тщательно перемешиваться.

Составы жаростойких бетонов, торкрет-бетонов и набивных масс, установленные проектом, окончательно подбираются лабораторией строительной организации.

Кладка ствола кирпичных труб должна выполняться из глиняного кирпича для дымовых труб марки, указанной в проекте. Допускается кладку ствола выполнять из отборного целого обыкновенного глиняного кирпича пластического прессования марки, указанной в проекте, но не ниже марки 100.

Применение половняка при кладке ствола труб допускается в количестве не более 30% только на участках кладки стен толщиной более кирпича при условии равномерного чередования половинок с целым кирпичом и тщательной перевязки швов.

Применение половняка при кладке стен труб толщиной кирпича и менее допускается во внутренних и наружных лицевых рядах только в целях обеспечения нормальной перевязки швов. Кирпичный бой размером менее кирпича для кладки труб не допускается.

Трубы высотой 30-45 м рекомендуется выполнять сборными из жаростойких железобетонных царг.

Общие правила производства работ по кладке промышленных печей

Устанавливается следующая градация проектной толщины швов кладки промышленных печей в зависимости от технологических требований к кладке:

–вне категории - до 0,5 мм

–I категория - до 1 мм

–II категория - до 2 мм

–III категория - до 3 мм

–IV категория - более 3 мм

Категория кладки и проектная толщина швов для конструктивных элементов отдельных видов промышленных печей устанавливаются в соответствующих инструкциях.

Места расположения, конструкции и методы выполнения температурных швов в кладке, а также способы кладки сводов и арок должны приниматься в соответствии с проектом.

Ширина температурных швов при отсутствии указаний в проекте принимается исходя из средних величин температурного шва на 1 м кладки, приведенных в табл.4 СНИП III-24-75 «Правила производства и приемки работ. Промышленные печи и кирпичные трубы», а швы располагаются через 2-10 м, в зависимости от конструкции кладки.

Швы огнеупорной кладки должны быть заполнены раствором, а при кладке насухо - огнеупорным порошком. Во избежание высыпания порошка допускается подмазывать торцевые швы огнеупорным раствором. Толщина швов огнеупорной кладки проверяется шупами,

имеющими ширину 15 мм для проверки швов в кладке из мелких изделий и кирпича, и 35-40 мм - в кладке из крупных блоков. Толщина щупов принимается равной проектной толщине контролируемого шва. Швы считаются годными, если щуп, вводимый без особого усилия, не входит в шов или углубляется в шов не более чем на 20 мм. Не допускается пользоваться щупом с изношенным или заостренным концом.

Контрольные замеры толщины швов огнеупорной кладки печей должны производиться не менее чем в 10 местах (для доменных печей - в 20 местах) на каждые 5 м² поверхности кладки каждого элемента печи. При этом число мест с утолщенными швами до 50% против проектной толщины шва допускается не более пяти в выстилке и стенах и не более четырех в остальных конструктивных элементах кладки. Наименьшая (против проектной) толщина швов не нормируется. Кладка промышленных печей, выполняемая из материала одного типа, ведется, как правило, в перевязку, за исключением сводов, при выполнении их кольцами.

Слои кладки из различных материалов между собой не перевязываются, за исключением мест, указанных в проекте. Отклонения кладки стен печи от вертикали не должны превышать ± 5 мм на каждый метр высоты и ± 20 мм на всю высоту стены, за исключением случаев, особо оговоренных в инструкциях и проектах.

Отклонение осей горелочных камней от проектного положения не должно превышать 5 мм. Отклонение угла наклона горелочного туннеля от проектного должно лежать в пределах ± 2 град., если в проекте не приведены особые требования. Отклонение кладки опорных столбов от вертикали не должно превышать 5 мм на каждый метр их высоты и 15 мм на всю высоту столба. Кладку печей, возводимых на кирпичных фундаментах, разрешается начинать немедленно по окончании кладки фундамента, а возводимых на бетонных и железобетонных фундаментах - не ранее приобретения бетоном фундамента 40% проектной прочности. Верхний ряд пода и выстилки печей, каналов и боровов надлежит выполнять, укладывая кирпич ложками поперек движения газов, металла или шлака, либо в елку.

Штрабы, устраиваемые при перерыве работ в кладке промышленных печей, должны выполняться с убогом (ступенчатыми). Вертикальные штрабы допускается оставлять только при устройстве временных проемов для подачи материалов. Отверстия шириной менее 450 мм допускается перекрывать в кладке путем напуска кирпичей; напуск кирпичей не должен превышать 75 мм в каждом ряду кладки с каждой стороны. Если верхние ряды кладки не совпадают с проектными размерами по высоте, то разрешается укладка в них лещадки или кирпичей на ребро, а также подтеска кирпича. Пяты распорного свода должны быть расположены на проектной отметке и иметь ровную опорную поверхность в радиальном направлении. 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.

Не допускаются неплотности между пятовыми кирпичами и пятовыми балками или каркасом печи. Заполнение промежутка между пятовыми кирпичами и пятовыми балками теплоизоляционным кирпичом не допускается.

Отклонение пят от продольной оси сводов не должно превышать ± 5 мм, от проектной отметки на 1 м - ± 5 мм и на всю длину свода - ± 10 мм.

Кладка распорных сводов и арок должна производиться из клинового или клинового и прямого кирпича с обеспечением проектной толщины швов; количество кирпичей в ряду должно быть, как правило, нечетным.

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, за исключением распорно-подвесных сводов мартеновских печей, где вне зависимости от величины пролета забивается один замок.

Отклонение центрального замкового кирпича от оси симметрии свода или арки допускается равным не более 0,03 размера пролета свода или арки, но не более ± 65 мм, а в поднасадочных арках - не более ± 10 мм. Боковые замки должны быть расположены на равном расстоянии от оси свода или арки.

Отклонение размера радиуса опалубки свода или арки от проектного допускается не более

±15 мм. В торцах сводов перевязка должна осуществляться полуторными кирпичами.

Кладка сводов печей с нежестким каркасом должна производиться после затяжки связей каркаса.

Разборка опалубки свода производится после забивки замковых кирпичей, разбутки пазух сводов, а также окончательной затяжки связей каркаса. В случае применения пружин последние должны быть затянуты из расчета, чтобы они не срабатывали при передаче на них строительного распора свода.

Теска замковых кирпичей, а также применение в качестве замкового кирпича клина по ребру запрещается. При необходимости кирпичи растесываются по обе стороны замкового ряда. Замковый кирпич должен входить в кладку при нажиме рукой не более чем на $\frac{2}{3}$ толщины свода. Забивка замковых кирпичей и их осаживание должны производиться пластмассовыми или деревянными молотками, либо стальными молотками через деревянную подкладку. Замковые кирпичи, поврежденные при забивке, подлежат замене.

При кладке распорного свода кольцами они должны быть перпендикулярны продольной оси свода. 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 разрешается. Купольные своды следует выкладывать из фасонных огнеупорных изделий замкнутыми кольцами. Отесанные поверхности кирпичей не следует обращать внутрь рабочего пространства или внутрь каналов печи. Кирпич для выравнивания внешней поверхности арок допускается стесывать не более чем на половину его толщины. Изоляционная кладка в стенах печей не должна доводиться до отверстий на толщину в $\frac{1}{2}$ кирпича и в этих местах кладка должна выполняться из огнеупорных изделий.

Уплотнительная обмазка кладки должна наноситься на поверхность после ее очистки. Защитная обмазка должна наноситься на кладку после ее просушки, очистки и увлажнения водным раствором клеящей добавки, применяемой для приготовления обмазки. Нанесенная защитная обмазка должна быть просушена сразу после ее нанесения.

Обмазка должна изготавливаться непосредственно перед употреблением. Температура поверхности кладки во время нанесения на нее обмазок не должна превышать 70 °С.

Защитную обмазку следует наносить на поверхность кладки слоями толщиной каждого 1-2 мм, а уплотнительную обмазку - толщиной до 10 мм.

Допускаемые отклонения в размерах на длине 2 м для конструктивных элементов кладки печей должны в натуре измеряться:

- отклонения от горизонтали - металлической линейкой длиной 2 м и уровнем;
- отклонения от вертикали - отвесом;
- неровности поверхностей - металлической линейкой длиной 2 м.

При измерении допускаемых отклонений величиной более 3 мм разрешается применять деревянную линейку («правило»).

Кладка стен

Прямые стены в полкирпича выполняют ложковой кладкой с перевязкой вертикальных швов. Расстояние между швами в смежных по высоте рядах составляет половину кирпича. При этом необходимо нечетные ряды начинать с целого кирпича, а четные - с половинки или наоборот.

Стены в один кирпич выкладывают тычковыми рядами. Расстояние между вертикальными швами в смежных по высоте рядах составляет четверть кирпича. Для перевязки швов в начале четных рядов укладывают трехчетвертные изделия.

Стены в полтора кирпича выкладывают из тычковых и ложковых рядов; вертикальный продольный шов перевязывают взаимной заменой ложкового и тычкового рядов в четных рядах кладки относительно нечетных. При этом перевязывают и вертикальные поперечные швы за счет укладки в начало тычкового ряда двух трёхчетвертных по длине или полуторных по ширине изделий.

Стены в два кирпича должны выкладываться следующим образом. Четные ряды набираются из тычковых кирпичей, нечетные - из ложковых по краям и тычковых посередине. При таком порядке перевязываются продольные вертикальные швы. Поперечные вертикальные швы перевязываются при укладке трехчетвертных или полуторных изделий в начале ложкового и тычкового рядов.

Кладка арок

Кладку арок выполняют из клиновых изделий или их комбинаций с прямыми изделиями в зависимости от конфигурации и ширины проема, а в ряде элементов - из специальных фасонных изделий.

Кладку арок ведут по опалубке, изготавливаемой из древесины. Основным элементом опалубки является кружало. Верхним его очертанием является часть окружности с радиусом нижней поверхности арки, уменьшенным на толщину доски настила. Кружала могут быть различных конструкций, из сплошных досок или в виде решетчатой формы. Для настила используют рейки или доски шириной не более 100 мм с просветом между ними от 20 до 30 мм.

Установку кружал опалубки ведут на стойках или на пальцах. Стойки расшивают для придания им устойчивости, после чего на них прибивают обрезную доску толщиной от 30 до 50 мм. Нужное положение опалубки регулируется клиньями, устанавливаемыми между кружалом и опорной доской. Отклонение от проектного размера радиуса опалубки допускается в пределах не более ± 15 мм.

Перед началом кладки арки проверяют правильность установки пятовых изделий. Опорная поверхность пятовых изделий должна совпадать с линией радиуса арки. Проверку производят с помощью шаблона или прямого изделия, выполняющего роль шаблона. Отклонение замкового изделия от оси симметрии допускается равным 0,03 величины пролета, но не более чем на 65 мм. Замковое изделие должно входить в кладку арки на 2/3 длины от нажатия на него рукой, после чего, избегая повреждения, его забивают пластмассовыми или деревянными молотками, либо стальными молотками через прокладку из доски. Замок должен быть из целого изделия. Если целое изделие не входит в кладку арки, необходимо растесать соседние, не примыкающие к замку. Запрещается растесывать замковые изделия или применять в качестве замка кирпич, тесанный по ребру. Для правильного подбора замкового изделия кладку арки ведут с предварительной наборкой насухо и с последующей укладкой на растворе. Число замковых изделий зависит от размера пролета. При пролете до 3 м забивают один замок, при пролете более 3 м должно быть забито три и более замков (число замков должно быть обязательно нечетным), располагаемых на расстоянии не более 1,5 м один от другого и симметрично относительно стрелы подъема. Боковые и центральные замки забивают одновременно.

Кладку арок ведут вперевязку. При толщине оката в полкирпича перевязку осуществляют половинками, при толщине оката в кирпич - полуторными изделиями. 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, т.е. часть стены, примыкающую к арке сверху и выполненную из отесанных кирпичей, укладывают на плашку, на ребро и на торец.

Отесанные поверхности огнеупорных изделий нельзя обращать внутрь рабочего пространства и каналов тепловых агрегатов. Кирпич для выравнивания внешней поверхности арок допускается стесывать не более чем на половину его толщины.

Кладка лучковых сводов кольцами и вперевязку

В своде, выполненном кольцами, каждое изделие зажато двумя соседними изделиями. При кладке 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.

Кладка лучковых сводов тепловых агрегатов с жестким каркасом должна производиться после затяжки металлических связей каркаса. В случае применения пружин они должны быть

затянуты до усилия, при котором они не сжимаются от воздействия силы распора. Замковые изделия устанавливают в один ряд, образуя замковый ряд. Число таких рядов зависит от пролета и может колебаться от одного до трех и более. Место устройства в своде замкового ряда указывают условным знаком на опалубке. Отклонение центрального замкового изделия от оси симметрии свода допускается равным 0,03 размера пролета свода, но не более ± 65 мм. Боковые замки должны быть расположены на равном расстоянии от продольной оси свода, в полутора метрах от центрального. Отклонение размера радиуса опалубки свода от проектного допускается в пределах ± 15 мм. При кладке распорного свода кольцами они должны быть перпендикулярны продольной оси свода. 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 разрешается.

После окончания кладки производится разборка опалубки, при этом необходимо убедиться в том, что свод способен сохранить свое положение, не опираясь на опалубку.

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). 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.

Забивка замков сводов подземных боровов должна производиться только после окончания засыпки грунта у стен. Засыпка котлованов вокруг боровов должна производиться смесью влажной глины с песком или влажной землей с песком слоями от 200 до 250 мм с уплотнением каждого слоя.

Подвесные своды выкладывают из фасонных огнеупорных изделий (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.

Кладка купольного свода при незначительной стреле подъема осуществляется концентрическими кольцевыми рядами на торец с забивкой замка в каждом ряду по опалубке. 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 (ГОСТ 20901), имеющих форму усеченной четырехгранной пирамиды. Производят кладку кольцами с перевязкой вертикальных швов. В нижних рядах купола швы между рядами должны иметь незначительный уклон к горизонту.

В качестве крепления используют скобу с клиньями, верхний конец которой удлинен. Это позволяет зацеплять скобу крючком за нижележащий, уже закрепленный замковыми изделиями, ряд. Для установки изделия в требуемое положение необходимо забить деревянный клин между нижним торцом изделия и скобой. После установки 5-8 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.

Футеровка газовоздухопроводов

Футеровка газовоздухопроводов должна выполняться вперевязку, за исключением мест перегиба и конусных частей, где ее следует выполнять кольцами или отдельными панелями с толщиной швов, соответствующей проекту. Стык футеровки газовоздухопроводов и цилиндрического патрубка выполняется со свободным примыканием без перевязки, за исключением футеровки газовоздухопроводов горячего дутья доменной печи.

Толщину слоев футеровки при её диаметре до 2 м выполняют в полкирпича, а при большем диаметре - в кирпич. Для футеровки применяют клиновые изделия, ребровые тупые и острые изделия, торцевые тупые, острые и прямые изделия, а также муллитокремнеземистый (ГОСТ 23619) или иной изоляционный картон, предусмотренный проектом. Футеровку производят участками, ограниченными отрезными температурными швами, сразу в нескольких местах. При многослойной футеровке каждый из слоев выполняют самостоятельно. 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 газовоздуховода.

Если диаметр газовоздухопровода не более 1,5 м, то футеровку их замыкают по опалубке на длину одного-двух изделий и забивают замок сбоку. Дальнейшее сведение футеровки в замок осуществляют в получившуюся штрабу без опалубки. При диаметре газовоздухопровода от 1,5 до 2 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 3 или 4 ряда. Замыкают футеровку по опалубке симметрично с двух сторон для равномерного распределения нагрузки на опалубку. Последний замок в торце забивают прямым кирпичом. Один огнеупорщик укладывает по месту замковый кирпич, а другой забивает снизу прямой кирпич. Если футеровку осуществляют только из клиновых изделий, то под прямой кирпич сбоку должны быть растёсаны два клиновых кирпича. Контроль толщины швов в арках и газовоздухопроводах производится в соответствии с 6.5.2 СТО НОСТРОЙ 2.31.5-2011 «Промышленные печи и тепловые агрегаты. Строительство, реконструкция, ремонт. Выполнение, контроль выполнения и сдача работ». Муллитокремнеземистый картон (ГОСТ 23619) или иные изоляционные изделия, предусмотренные проектом, при наличии их между футеровкой и кожухом, должны наклеиваться на кожух с помощью жидкого стекла (ГОСТ 13078) или шамотного раствора. Металлические газовоздухопроводы футеруют отдельными царгами или секциями до установки их в проектное положение, заделывая стыки на месте установки газовоздухопроводов. Число стыков, их величина, размещение и метод заполнения мест стыкования определяются ППР. Футеровку газовоздухопроводов диаметром менее 600 мм производят через отверстия, оставленные в кожухе с интервалом от 1 до 1,5 м, которые завариваются по окончании футеровки.

Кладка регенераторов

Кладка регенераторов должна начинаться с заложения стен регенеративной камеры и вывода их на высоту 2 м. При разбивке положения стен обеспечивают их примыкание под прямым углом, измеряя диагонали камеры. Продолжение кладки стены под насадку осуществляют таким образом, чтобы обеспечить при установке арки горизонтальную поверхность, на которую будет опираться насадка.

Кладку насадки с открытыми каналами начинают от дальней стены и ведут параллельными рядами. Для обеспечения одинакового расстояния между укладываемыми изделиями применяют шаблон в виде гребенки. Насадку выкладывают уступами, используя нижние уступы как подмости для кладки верхних рядов. Кладка должна осуществляться на себя, уходя от дальней стены к выходу из регенеративной камеры. Насадка с закрытыми каналами должна выполняться горизонтальными рядами с перевязкой вертикальных швов. Начинают ее строго по шнуру закладкой в центре камеры по диаметру или по оси симметрии (в камерах прямоугольного сечения) «креста» из центровых ниток. Кладку насадки выполняют насухо и чередуют с кладкой стен камеры. Кладка керамических рекуператоров должна начинаться после выполнения работ по камере сгорания, включая устройство свода. Перед закладкой камер необходимо выложить один ряд рекуперативной насадки насухо и стены камеры заложить точно по габаритам насадки. Перед началом работы отсортировывают все огнеупорные изделия с трещинами и рассортировывают трубы и изделия с каналами по высоте, а звездочки, промежуточные верхние и нижние плитки - по толщине.

Фасонные изделия должны быть тщательно подогнаны одно к другому, торцы труб и изделий с каналами обычно шлифуют на заводе-изготовителе. На каждый горизонтальный ряд набирают элементы одной высоты (отклонения не должны превышать ± 1 мм). Кладка каждого ряда насадки керамического рекуператора должна начинаться со стороны, противоположной подаче материалов, от продольной оси камеры и по уровню в направлении к стенам. Каждый выложенный ряд до полного схватывания раствора должен быть выдержан 24 ч без механического воздействия на него. Раствор в швы между изделиями с каналами и промежуточными плитками в рекуператорах второго типа должен укладываться особенно тщательно с удалением лишнего раствора во избежание наплывов внутри трубок и каналов, уменьшающих их рабочее сечение. Запрещается отбивать застывшие наплывы. Швы необходимо уплотнять на ощупь пальцами или палочкой с заостренным концом, обмотанным куском материи.

Кладку насадки керамических рекуператоров необходимо выполнять при температуре не ниже 15°C с предварительной верстовкой рядов насухо и сдачей каждого ряда. При этом необходимо проверять:

- горизонтальность ряда измерением величины отклонения от горизонтали для насадки из изделий с четырьмя каналами по всей плоскости ряда. Оно должно быть не более 8 мм, а для насадки из трубчатых изделий по плоскости одного ряда по ширине камеры - не более 2 мм. Разность уровней рядом стоящих изделий в обоих случаях не должна превышать ± 1 мм;

- соблюдение толщины швов (отклонение от проектной толщины швов должно быть не более $\pm 0,5$ мм);

- правильность расположения воздушных каналов, в насадке из изделий с четырьмя каналами (напуск стенок в месте соприкосновения двух соседних рядов фасонных изделий насадки должен быть не более 3 мм);

- правильность расположения изделий в трубчатой насадке (ось трубок должна быть строго вертикальной и совпадать с осью трубок, расположенных под ними);

- соблюдение зазора между крайними фасонными изделиями и боковыми стенками (допускаемое отклонение от проектного размера ± 1 мм);

- отклонение воздушных каналов, обрамляемых фасонными изделиями, от вертикали допускается не более 5 мм по всей высоте;

- шов между шлифованными торцами изделий не должен превышать 1 мм, остальные швы в кладке насадки - 4 мм. Проверка швов, уложенных на растворе, щупом не допускается.

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

Кладка боровов

Диатомитовая кладка боровов должна выполняться с проектной толщиной швов до 8 мм, а кладка из глиняного кирпича - до 10 мм.

Диатомитовую кладку допускается вести на шамотном растворе.

В футеровке боровов из шамотного кирпича на растворе из шамотного мертеля должна соблюдаться следующая проектная толщина швов: стен - до 3 мм, свода - до 2 мм и выстилки - до 5 мм.

Кладка стен боровов, заключенных в бетонные или металлические короба, должна выполняться вплотную к коробам. Зазоры между коробами и кладкой, а также между разными видами кладки заполняются густым раствором.

При устройстве между кладкой стены борова и стены короба вентиляционных каналов последние не должны быть засорены раствором и строительным мусором, что подтверждается актом освидетельствования скрытых работ.

Кладку сводов боровов сложной конфигурации разрешается выполнять кольцами без перевязки.

Кладка сводов боровов, расположенных на земле или эстакадах, при наличии каркаса с гибкими связями, должна производиться после затяжки последних.

Забивка замков сводов подземных боровов должна производиться только по окончании засыпки грунта у стен.

Засыпка котлованов вокруг боровов должна производиться смесью влажной глины с песком или влажной землей с песком слоями толщиной 200-250 мм с уплотнением каждого слоя трамбованием.

Отклонения от проектных размеров в кладке боровов* должны быть не более:

–по высоте и ширине - ± 15 мм;

–по горизонтали - + 10 мм на длине 2 м.

Установка дымовых шиберов (клапанов) и ходовых скоб в лазах должна выполняться в процессе кладки. Опорные поверхности под чаши газовоздушных и дымовых клапанов в кладке колодцев должны быть строго горизонтальными.

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

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

Ходовые скобы лазов должны закладываться в швы между кирпичами на глубину не менее чем 200 мм.

При футеровке боровов, выполненных из металлических или железобетонных труб, должны выполняться требования, изложенные в пп.5.1 и 5.2 СНиП III-24-75.

Кладка рекуператоров

В рекуператорных камерах при кладке стен, выстилок и сводов из шамотного кирпича на шамотном растворе должна соблюдаться следующая проектная толщина швов: стен - до 3 мм, выстилки - до 5 мм и свода - до 2 мм.

Верхний слой выстилки рекуператорной камеры должен выкладываться кирпичами на ребро ложками поперек каналов.

Кладку верхней части камеры и защитных стенок металлических рекуператоров следует выполнять после установки секций рекуператоров и испытания их на герметичность.

Кладку насадки следует выполнять с предварительной верстовкой рядов насухо и приемкой каждого ряда техническим надзором заказчика. При этом проверяется:

а) горизонтальность ряда - отклонение от горизонтали для насадки из изделий с четырьмя каналами по всей плоскости ряда должно быть не более 8 мм, а для насадки из трубчатых изделий по плоскости одного ряда по ширине камеры - не более 2 мм. Разность уровней рядом стоящих изделий в обоих случаях не должна превышать 1 мм;

б) соблюдение толщины швов - отклонение от проектной толщины швов - должно быть не более +0,5 мм;

в) правильность расположения воздушных каналов в насадке из изделий с четырьмя каналами - напуск стенок в месте соприкосновения двух соседних рядов фасонных камней насадки должен быть не более 3 мм;

г) правильность расположения изделий в трубчатой насадке - ось трубок должна быть строго вертикальной и совпадать с осью трубок, расположенных под ними;

д) соблюдение зазора между крайними фасонными изделиями и боковыми стенками - допускаемое отклонение от проектного размера - 1 мм;

е) отклонение воздушных каналов, обрамляемых фасонными камнями, от вертикали - допускается не более 5 мм по всей их высоте.

При невозможности подобрать ряд точно по ширине камеры следует в этом месте переложить боковую стену или подтеской ее добиться того, чтобы между крайними фасонными камнями и боковыми стенами был оставлен зазор, предусмотренный проектом. Подтеска фасонных камней, за исключением предусмотренной проектом, не допускается.

После приемки наверстанного насухо ряда насадки он укладывается на шамотно-бокситовом растворе с жидким стеклом. Шов между шлифованными торцами изделий не должен превышать 1 мм; остальные швы в кладке насадки выполняются толщиной до 4 мм. Кладка должна вестись при

температуре не ниже +15 °С. Поверхность рекуператорных изделий перед нанесением раствора должна быть тщательно очищена.

Раствор должен заполнять весь зазор между уплотнительными кирпичами и пробками, а также между торцами трубок и звездочками при кладке насадки из трубчатых фасонных изделий и между шлифованными торцами изделий - при кладке насадки из фасонных изделий с четырьмя каналами.

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

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

После окончания кладки каждый ряд насадки 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.

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.

Разрешается вести одновременно кладку двух рядов насадки уступами. В этом случае подбирается насухо два ряда насадки.

Кладку насадки следует выполнять параллельно с кладкой стен рекуператорной камеры или после окончания ее кладки. При этом, во избежание засорения, поверхность рекуператорных насадок в процессе работы следует перекрывать деревянными щитами, открывая их только на участке, где ведется кладка насадки.

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.

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

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

Общие положения для проектирования футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов

Изделия на основе огнеупорных волокнистых материалов следует применять после проведения технико-экономического анализа в тех случаях, когда достигается экономический эффект благодаря:

- экономии топлива в период эксплуатации печей;
- повышению производительности печей в результате сокращения цикла термообработки в печах периодического действия или увеличения рабочего пространства печи;
- уменьшению трудозатрат при монтаже, а также сокращению сроков строительства и ремонта, в первую очередь, вследствие применения панельных конструкций футеровок максимальной заводской готовности.

Конструкции тепловых агрегатов с применением огнеупорных волокнистых материалов следует проектировать, как правило, сборными из крупноразмерных элементов и панелей с выполнением футеровки до монтажа печи. В отдельных случаях, в основном при производстве ремонтных работ, допускается применение конструкций, предусматривающих монтаж футеровки непосредственно в тепловом агрегате на готовом металлическом кожухе. Газоплотность промышленных печей с футеровками из огнеупорных волокнистых материалов обеспечивают стальным листом панелей или кожухом печи. Конструкции стыков сборных панелей, оформление отверстий для термопар, гляделок и других технологических отверстий должны обеспечивать газоплотность печей.

Приваривать металлические элементы креплений к кожуху печи следует, как правило, сварочными пистолетами. Металлические анкеры и детали креплений из жаростойкой стали

приваривают к металлическому основанию. Сушку футеровок, выполненных из изделий на основе огнеупорных волокнистых материалов, не производят. Скорость разогрева этих футеровок не лимитируют. Сушку и разогрев футеровки тепловых агрегатов, в которых наряду с футеровкой из огнеупорных волокнистых материалов применена футеровка из штучных огнеупорных изделий или огнеупорных бетонов, производят согласно указаниям, регламентирующим скорости сушки и разогрева печей из этих материалов. Сушку промышленных печей с монолитными футеровками на основе огнеупорных волокнистых материалов (теплоизоляционные композиции) также не производят. Однако в процессе первого разогрева теплового агрегата следует устраивать площадки выдержки при температурах 150 °С и 300 °С на горячей поверхности футеровки (продолжительностью 4-8 каждая).

При применении футеровок на основе огнеупорных волокнистых материалов в тепловых агрегатах, работающих на сернистых мазутах, должны быть приняты специальные меры с целью защиты металлического кожуха и деталей креплений футеровки от коррозии.

Кладка промышленных печей в зимних условиях

Огнеупорная кладка промышленных печей в зимних условиях должна производиться 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.

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

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

Огнеупорная кладка в зимних условиях должна производиться 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 +10 °С.

Огнеупорный кирпич и фасонные изделия должны быть заблаговременно (до укладки) нагреты до положительной температуры.

При производстве работ в зимних условиях в журнале работ должна ежедневно указываться: температура наружного воздуха, температура воздуха на рабочем месте, температура воздуха в тепляке для подогрева материалов и температура раствора при выходе из растворомешалки и при укладке.

Кладка, выполненная в тепляке, должна выдерживаться при положительной температуре до постановки печи на сушку.

Возведение кирпичных труб в зимних условиях

Кладка кирпичных труб в зимних условиях должна производиться в передвижных тепляках с обогревом внутреннего пространства трубы или без тепляков, с обогревом внутреннего пространства трубы до уровня рабочего настила подмостей; при этом кладку выше уровня подмостей допускается временно замораживать с обогревом ее после переноса подмостей на следующий ярус.

Кладка должна быть выдержана в передвижном тепляке в течение 4-5 дней при температуре не менее +15 °С.

Температура внутри трубы под решеткой при кладке без тепляка с внутренним обогревом должна поддерживаться:

- не менее +15 °С - при температуре наружного воздуха от 0 до -10 °С;
- не менее +20 °С - при температуре наружного воздуха от 10 до -20 °С;
- не менее +25 °С - при температуре наружного воздуха ниже -20 °С.

Кладка части трубы, ослабленной проемами, должна производиться в тепляке и

выдерживаться не менее семи суток при температуре не ниже +15 °С.

Кладка кирпичных труб высотой до 60 м в условиях устойчивых отрицательных температур допускается производить способом замораживания при условии, что расчетные напряжения в кладке труб в период оттаивания не превышают значений, приведенных в табл. 5. До наступления периода неравномерного весеннего обогрева выполненная этим способом часть кладки должна быть отогрета изнутри трубы на всю высоту.

Если часть ствола трубы высотой более 60 м выложена в летних условиях, то на ней допускается возводить методом замораживания оставшуюся часть ствола высотой до 60 м при условии, что расчетные напряжения в кладке, ведущейся методом замораживания, не превосходят значений, приведенных в табл.5 СНиП III-24-75.

Кладку, выполненную методом замораживания, необходимо отогревать по окончании сооружения стволов труб постепенно в соответствии с заданным графиком так, чтобы кладка прогревалась равномерно по всему периметру трубы, и в первый период твердение раствора происходило лишь во внутренней части кладки.

Кладка должна отогреваться при поддержании внутри трубы положительной температуры до приобретения кладкой требуемой прочности (7-14 сут в зависимости от толщины кладки).

Если труба, выложенная способом замораживания, имеет футеровку, то трубу следует обогревать (до набора раствором проектной прочности) не менее 10 сут, из них первые трое суток при температуре в трубе 120 °С, а затем - 200-250 °С.

Предусмотренные проектом стяжные кольца должны быть поставлены на всю высоту до начала отогревания трубы.

Кирпич для кладки в зимнее время должен быть тщательно очищен от снега и наледи.

Марка раствора при кладке кирпичных труб в зимних условиях должна быть повышена на одну ступень против марки раствора, применяемого для кладки в летних условиях.

Раствор в момент укладки должен иметь температуру не ниже +10 °С. В зависимости от температуры наружного воздуха раствор в момент его укладки рекомендуется применять подогретым до температуры согласно табл.6 СНиП III-24-75.

Ускорение твердения и повышение прочности раствора допускается производить добавкой хлористого кальция в количестве не более 2% веса цемента.

В период отогревания кладки необходимо производить наблюдение за осадкой и вертикальностью трубы. При появлении деформаций отогревание должно быть прекращено до выявления причин и устранения их.

Футеровка кирпичных и металлических труб огнеупорным, кислотоупорным и на глиняном растворе глиняным кирпичом в зимних условиях должна производиться в отапливаемых стволах труб при положительной температуре.

Температура воздуха на рабочем месте при футеровке труб огнеупорным или глиняным кирпичом должна быть не менее +5 °С, а при футеровке кислотоупорным кирпичом - не менее +10 °С.

Футеровка кирпичных и металлических труб из глиняного кирпича на сложных и цементных растворах допускается способом замораживания.

Работы по защите от коррозии, защите ствола и футеровки труб должны производиться при положительных температурах.

ВСН 429-81 «Инструкция по проектированию футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов» п.1.1-1.4, п.1.4-1.8;

СТО НОСТРОЙ 2.31.5-2011 «Промышленные печи и тепловые агрегаты. Строительство, реконструкция, ремонт. Выполнение, контроль выполнения и сдача работ» п.6.9.1-6.9.4, п.6.9.7-6.9.13; п.6.8.1-6.8.10; п.6.7.1, п.6.7.3-6.7.8; п.6.6.1-6.6.7; п.6.4.1-6.4.4;

СНиП III-24-75 «Правила производства и приемки работ. Промышленные печи и кирпичные трубы» п. 1.2-п.2.12, п. 3.1-3.26, п.4.1-п.4.9, п.6.1-п.6.7, п.8.1-п.8.11

5.2 Монтаж печей из сборных элементов повышенной заводской готовности

В многослойных футеровках с рабочим слоем из плит ШВП-350 в качестве внутреннего, теплоизоляционного слоя, нагретого до температуры выше 600 °С, следует применять муллитокремнеземистый войлок МКРВ-200. При монтаже футеровки и определении расхода материала необходимо учитывать коэффициент уплотнения войлока во внутреннем слое теплоизоляции, равный 1,5.

Для крепления футеровки стен к металлическому листу панелей или к кожуху печи при температурах до 1200 °С следует применять керамические или скрытые металлические анкеры. Скрытые металлические и керамические анкеры устанавливают в горизонтальных швах между плитами (по два анкера на плиту с каждой стороны). Швы необходимо заполнять огнеупорным войлоком. В футеровках стен и сводов при температурах до 1000 °С следует применять металлические анкеры в виде штырей. Крепление футеровки выполняют при помощи шайб и гаек, навинчиваемых на штыри, снабженные резьбой, либо при помощи шайб, привариваемых к штырям. На каждую плиту устанавливают по четыре таких штыря (на расстоянии 100 мм от каждой из сторон плиты). В этом случае плиты устанавливают вплотную друг к другу.

При проектировании футеровок (раскладке плит и назначении мест приварки анкеров) следует исходить из минимальных размеров сторон плит. Для плит ШВП-350 этот размер равняется 480 мм. В футеровках стен, высота которых превышает 4 м, а температура службы - 900 °С (при применении скрытых анкеров), необходимо предусматривать устройство разгрузочного горизонтального пояса, воспринимающего нагрузку от массы вышележащих плит. В электропечах сопротивления с расположением электронагревателей на стенах и сводах необходимо применять плиты ШВП-350 толщиной 120 мм. Для крепления плит футеровки и электронагревателей следует использовать керамические или металлические анкеры, не выступающие на наружную поверхность футеровки. Высота стен электропечей сопротивления с расположением электронагревателей на стенах не должна превышать 1,5 м.

В футеровках стен электропечей следует применять металлические анкеры скрытого типа или в виде штырей, располагаемых в углублениях плит. В футеровках сводов для крепления плит необходимо применять анкеры типа штырей, располагаемые в углублениях. По окончании монтажа футеровки углубления заделываются огнеупорной массой на основе огнеупорных волокнистых материалов. При проектировании панелей футеровок из огнеупорных волокнистых материалов и изделий, обладающих малой объемной массой, следует максимально укрупнять их размеры. Перед монтажом на рабочей площадке следует производить укрупнительную сборку панелей в единый монтажный элемент.

При разработке конструкций печей из панелей конструктивные решения могут быть в виде:

- каркасно-панельных конструкций
- панельных конструкций, образующих каркас печи

Каркасы в каркасно-панельных конструкциях воспринимают все статические и динамические нагрузки, в том числе и от собственной массы ограждающих панелей футеровки.

В панельных конструкциях печей все нагрузки воспринимают панели, образующие каркас печи. При проектировании панельных конструкций печей их общая устойчивость должна обеспечиваться соответствующим конструированием узлов и включением в работу дополнительных элементов печи (лестниц, площадок и т.п.).

Металлоконструкции сборных панелей должны иметь по периметру листа металлическую обвязку, обеспечивающую прочность и жесткость панелей при транспортировании и монтаже. Обвязку панелей необходимо использовать также в качестве элементов для стыковки панелей между собой или к элементам каркаса печи. Для этого в панелях следует предусматривать отверстия для их болтового крепления. Монтажные петли панелей крепят или приваривают к металлической обвязке. Для удобства монтажа целесообразно петли выполнять съемными и располагать ближе к центру тяжести панели. Очертания торцевых поверхностей панели должны обеспечивать простоту различных узлов сопряжений элементов футеровки и удобство выполнения швов. При проектировании панелей футеровки из огнеупорных волокнистых материалов следует предусмотреть между ними уплотнительные прокладки и (при необходимости) устройство

компенсаторов между элементами стыкуемых панелей для обеспечения газоплотности и свободы температурных деформаций кожуха футеровки. Конструкции металлического несущего каркаса печей должны обеспечивать простоту и удобство монтажа и демонтажа крупноразмерных панелей. При конструировании панелей следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие сохранность футерованных панелей в период транспортирования и защиту их от увлажнения.

ВСН 429-81 «Инструкция по проектированию футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов» п.4.8-4.14, п.5.1-5.10

5.3 Электролизеры для алюминиевой промышленности

Продукцию для алюминиевой промышленности получают по классической технологической схеме электродного производства, включающей в себя из термических переделов, как правило, только обжиг.

Футеровка катодного устройства электролизера (далее - футеровка катода) для получения алюминия включает в себя следующие операции:

- кладка цоколя
- устройство подушки
- изготовление и установка подовых секций
- кладка бровки
- установка боковых блоков
- набойка швов подины

Кладка цоколя производится из диатомитового, пенодиатомитового, легковесного теплоизоляционного и шамотного кирпича, а также вермикулитовых плит в зависимости от вида материала, указанного в проекте. Перед укладкой первого ряда цоколя производится засыпка металлического днища кожуха шамотным заполнителем. Выравнивание слоя засыпки производится с помощью выравнивающей рейки с уровнем. Нижние четыре ряда цоколя должны выполняться «насухо» без раствора с заполнением швов порошком. Верхний, пятый слой цоколя, должен выкладываться на огнеупорном растворе.

При выполнении работ по кладке цоколя необходимо соблюдать следующие требования к толщине швов при их перевязке:

- швов между кирпичами в слое - не менее 50 мм
- продольных швов между кирпичами соседних слоев - не менее 50 мм
- поперечных швов между кирпичами соседних слоев - не менее 20 мм

Перепад отметок по высоте каждого слоя на длине 1 м допускается не более 5 мм. Разрешается выполнение части цоколя из жаропрочного бетона, а также из насыпных материалов, если это предусмотрено проектом. Толщина швов при кладке цоколя не должна превышать для теплоизоляционного кирпича 7 мм, для шамотного - 2 мм.

Подушка под угольные подовые блоки может быть угольной или насыпной. Угольная подушка выполняется как подовой массой, нагретой предварительно до 160 °С, так и холоднонабивной. Размеры в плане и толщина подушки должны соответствовать проекту. Насыпные подушки выполняются из глинозема, барьерной смеси и других насыпных материалов, предусмотренных проектом. Перед укладкой у подушки из углеродистой массы поверхность цоколя должна быть очищена от мусора. При температуре воздуха в корпусе электролизера ниже 15 °С поверхность цоколя должна быть нагрета от 90 °С до 110 °С. При применении холоднонабивной массы цоколь не прогревается. Разравнивание насыпного материала при выполнении насыпной подушки следует производить при помощи выравнивающей рейки. Уплотнение подушки из угольных и насыпных материалов производится с помощью специальных катков, виброуплотнителей или трамбовок. При наличии дефектов в накатанной подушке (пустоты, неровности) они исправляются путем подсыпки подовой массы или насыпного материала с последующей трамбовкой, после чего производится проверка поверхности подушки на горизонтальность при помощи рейки.

Сборка подовых секций должна производиться в следующей последовательности:

- приварка катодных спусков к стальному стержню
- установка стержня со спусками в катодный угольный блок
- заливка подовых секций
- измерение электросопротивления соединения между угольным блоком и катодным стержнем

Приварка катодных спусков к стальным стержням производится на стыковарочных машинах типа МС-3201. Катодные стержни перед сборкой стержней тщательно очищают от окалины и загрязнений до металлического блеска. При сборке подовых секций катодные стержни должны

устанавливаться так, чтобы длина выступающей части стержня и расстояние между ним и стенками паза соответствовали размерам на чертежах проекта. Перед заливкой в блок устанавливаются перегородки из огнеупорной глины или керамические перегородки таким образом, чтобы паз блока делился на отдельные ячейки длиной от 200 до 300 мм. После установки катодного стержня со спуском производится заливка подовых секций. Заливка подовых секций производится литейным чугуном. Температура чугуна непосредственно перед заливкой должна быть не ниже 1250 °С. Проверка температуры чугуна производится с помощью оптического пирометра. Подовые секции после заливки чугуном охлаждаются естественным путем до температуры поверхности паза под «потай» от 150 °С до 270 °С, после чего доформовывается подовой массой. Разрешается применять для сборки подовых секций холоднабивную теплопроводную массу (ТУ 48-12-60-89). Разрешается также применение бетонной смеси для заливки подовых секций в пространстве потая, при сборке подовых секций, когда по ширине катодного кожуха устанавливается один катодный блок с двумя катодными стержнями со спусками.

При заливке подовых секций чугуном после их естественного охлаждения производится их разбраковка по трещинам. Трещины с внутренних углов паза, выходящие на торец, не допускаются. На боковых поверхностях блока, ребрах не допускаются трещины более 0,5 мм. Суммарная длина трещин шириной до 0,5 мм не должна быть более 10% длины блока. Электросопротивление контакта между угольным блоком и катодным стержнем измеряется в нескольких точках. Для секций длиной от 800 до 1200 мм измеряется в 4 точках; от 1400 до 1800 мм измеряется в 6 точках; от 2000 до 2400 мм - в 8 точках.

Среднее сопротивление контакта не должно превышать для секций:

- от 800 до 1200 мм - 250 мкОм
- от 1400 до 1800 мм - 190 мкОм
- от 2000 до 2400 мм - 130 мкОм

Чем больше секция, тем меньше сопротивление.

Установка подовых секций при двух секциях по ширине катодного кожуха производится с перевязкой швов в соответствии с проектом. Ширина швов между блоками секций с учетом допусков на подовые блоки должна быть от 25 до 50 мм. Разность в высоте подины по высоте не должна превышать 10 мм. Пустоты и зазоры между подовыми блоками и подушкой не допускаются. Кладка бровки выполняется на растворе с перевязкой швов. Размер шва допускается не более 2 мм. По продольным сторонам электролизера у катодных стержней кирпичи кладут с притиркой друг к другу и к стержням. Зазоры между катодным стержнем и кирпичом должны быть не более 1 мм. Между кожухом и бровкой выполняется зазор в соответствии с проектом. Зазор с торцов электролизера и по продольным сторонам засыпается материалами с последующей трамбовкой. В боковых блоках разрешается выборка паза под кронштейн шириной до 80 мм и глубиной в соответствии с проектом. Ширина швов между блоками допускается не более 1 мм. Зазор швов между бровкой и боковыми блоками не должен превышать 3 мм. Пустоты под боковыми блоками не допускаются. Зазор между боковой угольной футеровкой и кожухом выполняется по проекту. При установке боковых блоков полукруглые замковые пазы забиваются разогретой подовой массой или холоднабивной подовой массой 8-12 засыпок. Перед набойкой замковых пазов блоки должны быть надежно раскреплены.

Набойка швов подины производится углеродистой подовой массой или холоднабивной. Перед набойкой швов подины углеродистой подовой массой производится прогрев её до температуры рабочей поверхности блоков, но не выше 180 °С. Температура самой подовой массы перед набойкой должна составлять:

- антрацитовой - 190 °С
- коксовой - от 110 °С до 150 °С

Для набойки швов подины должны использоваться специальные машины - вибрационные, электрические или пневматические. Разрешается производить набойку швов с помощью пневматических трамбовок (перфораторов).

Набойка ведется 8-10 засыпок толщиной от 40 до 60 мм. Число подсыпок периферийного

шва должно быть на 2 подсыпки больше, чем в центральных швах. Периферийные швы между подовыми и боковыми блоками набиваются с подъемом к периферии.

Уплотнение швов ведется одновременно несколькими пневматическими трамбовками с таким расчетом, чтобы на одну трамбовку (перфоратор) приходилось от 11 до 15 м шва. Для электролизеров мощностью до 110 кА число трамбовок должно быть 5, а для электролизеров мощностью от 130 до 260 кА - 6-8 шт. Набойка швов подины производится в один прием без перерывов до ее окончания. Нагрев блоков перед набойкой швов подины холоднабивной массой не производится. Холоднабивная подовая масса непосредственно перед набойкой должна иметь температуру не менее 15 °С.

Во время набойки швов подины систематически должны контролироваться: температура поверхности блоков, температура поступающей подовой массы, давление воздуха, плотность и непрерывность набойки, температура инструмента и чистота рабочего места. Набойка зазора между боковыми блоками и фланцевым листом производится подовой массой после установки и приварки фланцевых листов. Если зазор между ними составляет менее 25 мм, то допускается его заполнение гипсовым раствором или торкрет-массой. Наличие пустот в подфланцевом зазоре не допускается. После окончания работ по каждой из перечисленных операций составляется акт сдачи-приемки скрытых работ и дается разрешение к производству работ по следующей операции.

Установки электролиза алюминия

Электрическую изоляцию от земли должны иметь следующие конструкции:

- фундаменты электролизеров и подземные каналы
- опорные колонны электролизеров и междуэтажного перекрытия

Металлические перекрытия поперечных каналов токопроводов в корпусах электролиза должны иметь электрическую изоляцию, а на участках между смежными электролизерами эти перекрытия должны иметь электроизолирующие вставки. Металлические перекрытия продольных проемов и каналов токопроводов должны иметь электрическую изоляцию от этих проемов и каналов, а на участках между смежными электролизерами должны иметь электроизолирующие вставки. Металлические перекрытия проемов и каналов токопроводов у электролизеров должны иметь потенциал катода электролизера. Напольные вентиляционные решетки в корпусах электролиза и электролитического рафинирования алюминия следует укладывать на электроизоляционные основания. Металлические переплеты в окнах и аэрационных шахтах допускается устанавливать на высоте не менее 3 м от уровня пола в одноэтажных и второго этажа в двухэтажных корпусах.

Торцы первого этажа в двухэтажных корпусах электролиза и электролитического рафинирования алюминия должны быть ограждены металлической сеткой, электрически изолированной от строительных конструкций, или перегородкой из неэлектропроводных материалов на высоту не менее 1,7 м от уровня земли. В ограждении должны быть ворота или двери, запираемые замком. Корпуса электролиза должны иметь вдоль наружных стен аэрационные проемы, закрытые на высоту не менее 1,7 м от уровня земли надежно заземленными металлическими сетками, которые не должны затруднять вентиляцию корпуса.

Лестницы на второй этаж и площадки второго этажа, а также перильные ограждения второго этажа в двухэтажных корпусах электролиза должны выполняться из неэлектропроводных материалов. Допускается изготовление перил и лестниц из металла с покрытием пластиком или другими электроизоляционными материалами. Между выступающими частями электролизеров при их продольном расположении расстояние должно быть не менее 0,7 м. Это расстояние между торцами электролизеров может быть уменьшено до пределов, допускаемых конструкцией электролизеров, если нахождение людей в указанной зоне исключено. Между стенками продольных каналов токопроводов (проемов) в центральном проходе корпуса расстояние должно быть не менее 3,5 м. Металлические трубопроводы сжатого воздуха и вакуума, а также магистральные металлические газоходы системы верхнего газоотсоса для электролизеров с боковым токоподводом и обожженными анодами, проложенные вдоль корпуса, должны иметь электроизоляционные вставки через каждые 40 м. Магистральные металлические газоходы от

электролизеров с верхним анодным токоподводом должны иметь перед входом в подземный канал две последовательно установленные электроизоляционные вставки. Газоотсосные патрубки электролизеров должны иметь электрическую изоляцию от магистральных газоотсосных трубопроводов. Газоотсосные патрубки электролизеров с подземной системой газоотсоса должны иметь электрическую изоляцию от строительных конструкций.

У электролизеров с боковым токоподводом и с самообжигающимся анодом должны иметь электрическую изоляцию:

- катодный кожух - от фундамента или от опорных строительных конструкций;
- металлоконструкции электролизеров - от анода и от катодного кожуха;
- шторные укрытия - от катодного кожуха;
- анодные пакеты шин - от металлоконструкций;

–крюки для временной подвески анода - от металлоконструкций или же должен быть узел электрической изоляции непосредственно на переносных тросах для временной подвески анода при перетяжке анодной рамы.

У электролизеров с обожженными анодами должны быть электроизолированы:

- катодный кожух - от фундамента или опорных строительных конструкций;
- металлоконструкции анодной части - от катодного кожуха;

–металлоконструкции, установленные на специальных опорах, - от этих опор, опоры - от земли (опоры должны быть электрически соединены с катодным кожухом);

- домкраты механизма подъема анодов и анодного токоподвода - от анодной рамы;
- укрытия - от катодного кожуха.

У электролизеров с верхним токоподводом и с самообжигающимся анодом должны иметь электрическую изоляцию:

- катодный кожух - от фундамента или опорных строительных конструкций;

–домкраты основного механизма подъема - от специальных опор (при их установке на специальные опоры), специальные опоры - от земли (опоры должны быть электрически соединены с катодным кожухом);

- домкраты вспомогательного механизма подъема анода - от анодного кожуха.

Система электроизоляции в корпусах электролиза должна исключать наличие потенциала «земля» в ремонтных зонах напольных рельсовых машин и местах загрузки их сырьем до уровня подкрановых балок.

Рельсы для напольных рельсовых машин должны иметь электроизоляционные вставки на участках между электролизерами. Участки должны иметь потенциал катода соответствующего электролизера, а на участках ремонтных зон - потенциал крайнего в ряду электролизера.

У напольной рельсовой машины должны быть электроизолированы:

- ходовые колеса - от металлоконструкций;

- привод ходовых колес - от металлоконструкций;

- механизм продавливания корки электролита - от металлоконструкций;

–соединительное устройство аэрожелоба или монжусных труб - от металлоконструкций машины и соприкасающихся с ними элементов корпуса электролизера;

- аэрожелоб и монжусные трубы - от металлоконструкций;

–трубопроводы - от металлоконструкций в месте перехода их в исполнительный орган механизма продавливания корки электролита;

–стыковочное устройство машины - от металлоконструкций корпуса, число ступеней изоляции должно быть не менее трех;

–выдвижной конвейер для загрузки машины анодной массой - от металлоконструкций корпуса, число ступеней изоляции должно быть не менее трех.

Подкрановые пути в корпусах электролиза алюминия должны быть заземлены. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом. Электробезопасность при ремонтах электролизеров должна обеспечиваться системой аварийной сигнализации, срабатывающей при потенциале электролизера по отношению к земле свыше 50 В и при

замыкании на землю главных цепей выпрямленного тока на других участках серии. Нейтраль в электроустановках напряжением до 1 кВ переменного тока в корпусах электролиза может быть как изолированная, так и глухозаземленная.

Отключение при первом замыкании в электроустановках напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью в корпусах электролиза в соответствии с требованиями технологии недопустимо. Для таких электроустановок должен быть предусмотрен контроль изоляции с действием на сигнал. Звуковой и световой сигналы о снижении изоляции ниже заданного значения должны передаваться в помещения с постоянным пребыванием обслуживающего персонала. Световой сигнал должен указывать магистраль, на которой произошло снижение изоляции.

Электродвигатели, расположенные на изолированной от земли анодной раме электролизера, должны иметь надежное электрическое соединение болтами их корпусов с металлоконструкцией, на которой они установлены. При этом специальный проводник, соединяющий корпус электродвигателя с металлоконструкцией для его установки, не требуется. Эти двигатели могут иметь нормальную изоляцию и должны присоединяться к трансформатору общего назначения с изолированной нейтралью через групповые разделительные трансформаторы с напряжением вторичной обмотки до 220 В, в остальном должны выполняться требования, приведенные в 7.10.18 Правил устройства электроустановок раздел 7 «Электрооборудование специальных установок» глава 7.10 «Электролизные установки и установки гальванических покрытий». Электроприемники мостовых кранов и напольно-рельсовых машин должны присоединяться к трансформатору общего назначения с изолированной нейтралью.

Пусковая аппаратура и аппаратура управления механизмами установок электролиза, по возможности, должна располагаться в специальных электротехнических помещениях. При размещении такой аппаратуры в шкафах у электролизеров металлические конструкции шкафов должны иметь электрическую изоляцию от пола и других строительных элементов, исключающую возможность попадания потенциала «земля» на корпус шкафа. В двухэтажных корпусах электролиза алюминия допускается устройство специальных сварочных магистралей для сварки выпрямленным током путем отбора электроэнергии от работающих электролизеров. Использование таких магистралей для электрической сварки заземленных конструкций не допускается, за исключением электросварочных работ при капитальном ремонте электролизеров. Сварочные магистрали для отбора электроэнергии от главного токопровода выпрямленного тока должны быть секционированы. Электротехнические устройства для присоединения сварочных трансформаторов (подключительные пункты) должны быть изолированы от строительных конструкций и присоединяться к силовой сети с изолированной нейтралью через разделительный трансформатор.

Металлические трубопроводы, проложенные вдоль корпусов электролиза на высоте менее 3,5 м, должны иметь электроизоляционные вставки через каждые 4 электролизера, а расположенные вертикально или поперек электролизных серий - через каждые 3 м.

Электролитическое производство алюминия

Металлические перекрытия каналов и проемов, проложенных вдоль корпусов, должны быть электроизолированы от опорных стенок и иметь электроизоляционные вставки не менее 30 мм на участках между смежными электролизерами. Указанные перекрытия должны быть уложены ровно и устойчиво. Металлические перекрытия шинных каналов и проемов в зоне электролизера должны иметь потенциал кожуха (катода) электролизера.

Металлические перекрытия шинных каналов, проложенных поперек электролизной серии (корпуса), должны быть электроизолированы от опорных стенок и иметь электроизоляционные вставки шириной не менее 60 мм между рядами электролизеров. Крышки проемов между электролизерами в перекрытии второго этажа, а также перекрытия проемов реконструируемых электролизеров должны быть электроизолированы от кожухов соседних электролизеров. Для ремонта крупногабаритного оборудования (мостовых кранов, напольных рельсовых машин, электролизеров и т.п.), складирования материалов и механизмов должны быть предусмотрены специальные площадки, обеспечивающие размещение их не ближе 2,5 м от шинопроводов и

частей электролизеров, находящихся под напряжением. Если указанные требования на действующих заводах выполнить невозможно, должны быть разработаны меры, обеспечивающие безопасность производства работ по ремонту каждого вида оборудования.

В двухэтажных корпусах электролиза кожухи электролизеров, ошиновка и их опорные конструкции, расположенные на первом этаже, должны быть ограждены решеткой, изолированной от строительных конструкций, или стенкой из неэлектропроводных материалов. Аэрационные проемы в продольных стенах корпуса должны быть закрыты заземленными металлическими решетками (сетками), не затрудняющими вентиляцию корпуса. Вход людей и въезд транспорта на первый этаж разрешается по наряду-допуску. Лестницы между этажами, ограждения лестниц и проемов в двухэтажных корпусах электролиза должны быть выполнены из неэлектропроводных материалов. Допускается изготовление их из металла с последующим покрытием деревом, пластиком или другим неэлектропроводным материалом.

При проектировании и эксплуатации электролизеров с обожженными анодами должна быть обеспечена безопасность обслуживания механизмов и оборудования, размещенного на анодной раме. Перетяжка анодов должна осуществляться со специальных устройств, оборудованных лестницами и ограждениями. Расстояние между стояками шинопроводов и выступающими частями электролизеров при их продольном расположении должно быть не менее 0,7 м. Если между торцами электролизеров не предусматривается нахождение людей, то это расстояние может быть уменьшено до размеров, допускаемых конструкцией электролизеров. Во вновь строящихся корпусах электролиза ширина зоны обслуживания электролизеров со стороны продольных сторон должна быть не менее 2,5 м. Расстояние между стенками продольных шинных каналов (проемов) в центральном проходе корпуса должно быть не менее 3,5 м.

Подключение к питающей сети электродвигателей, установленных на электролизерах, должно осуществляться через групповые разделительные трансформаторы. К одному трансформатору должны подключаться электродвигатели, установленные не более чем на 15 электролизерах. Магистральные металлические газоходы, расположенные в корпусах электролиза, у входа в сборный газход, должны иметь изоляцию из двух последовательно установленных электроизоляционных вставок.

У электролизеров с боковым токоподводом к самообжигающемуся аноду должны быть электроизолированы следующие элементы:

- а) катодный кожух от фундамента или опорных строительных конструкций
- б) металлоконструкции электролизера от анодного и катодного кожухов
- в) штормные укрытия от катодного кожуха
- г) анодные пакеты шин от металлических конструкции

д) крюки временной подвески анода от металлоконструкций или должен быть узел изоляции непосредственно на переносимых тягах для временной подвески анода при перетяжке анодной рамы.

На электролизерах с обожженными анодами должны быть электроизолированы:

- а) катодный кожух от фундамента или опорных строительных конструкций
- б) металлоконструкции анодной части от катодного кожуха
- в) металлоконструкции анодной части, установленные на спецопорах, от этих опор, опоры - от земли (опоры должны быть электрически соединены с катодным кожухом)
- г) домкраты механизма подъема анодов от анодной рамы и ошиновки
- д) укрытия от катодного кожуха

На электролизерах с верхним токоподводом к самообжигающемуся аноду должны быть электроизолированы:

- а) катодный кожух от фундамента или опорных строительных конструкций
- б) домкраты основного механизма подъема анода от катодного кожуха
- в) домкраты основного механизма подъема анода от спецопор при установке на спецопоры, а спецопоры - от земли (опоры должны быть электрически соединены с катодным кожухом)
- г) домкраты вспомогательного механизма подъема анода от анодного кожуха

На электролизерах электролитического рафинирования должны быть электроизолированы:

- а) кожух электролизера от земли, строительных конструкций корпуса электролиза и металлоконструкций катодной части электролизера
- б) пакет катодных шин от домкратов механизма перемещения катодов
- в) металлоконструкции электролизера от опорных стоек газоотсосного трубопровода
- г) газосборный колпак от патрубка газоотсосного трубопровода

Система электроизоляции в корпусах электролиза должна исключать наличие потенциала «земля» в ремонтных зонах напольных рельсовых машин и местах загрузки их сырьем до уровня подкрановых балок.

Схема контроля электроизоляции оборудования электролизных серий от земли должна включать обязательную проверку изоляции следующих элементов:

- а) электролизеров и ошиновки
- б) перекрытий шинных каналов и рабочих площадок для обслуживания электролизеров
- в) металлических деталей систем приточной вентиляции, особенно расположенных у пола и стен корпусов
- г) металлических трубопроводов, бронированных кабелей, защитных коробок, кронштейнов и других несущих металлоконструкций в корпусе, расположенных ниже 3,5 м от пола
- д) металлических крышек люков подземных боровов и каналов
- е) узлов изоляции подвески крюков мостовых кранов
- ж) внутренних поверхностей стен на высоту до 3 м и колонн на высоту 3,5 м от уровня пола

Сопротивление изоляции вышеперечисленных устройств и конструктивных элементов должно быть:

по пп.»б», «в», «г», «д», «ж» - не менее 0,05 МОм

по п.»е» - не менее 1,5 МОм для каждой ступени изоляции.

Сопротивление изоляции конструктивных элементов, указанных в п.»а» для новых или капитально отремонтированных электролизеров до подключения их к общесерийной ошиновке, должно быть не менее 0,5 МОм.

Рельсы напольных машин для обслуживания электролизеров должны иметь электроизоляционные вставки между соседними в ряду электролизерами. Участки рельсов в зоне электролиза должны иметь потенциал катодного кожуха, а на участках ремонтных зон - потенциал катода крайнего в ряду электролизера. Сопротивление изоляции вставок должно быть не менее 0,5 МОм.

В конструкциях напольных рельсовых машин для обслуживания электролизеров должны быть предусмотрены следующие узлы электроизоляции:

- а) ходовые колеса от металлоконструкций
- б) привод ходовых колес от металлоконструкций
- в) механизм продавливания корки электролита от металлоконструкций
- г) соединительное устройство аэрожелоба или монжусных труб от металлоконструкций машины и соприкасающихся элементов корпуса электролизера
- д) аэрожелоб или монжусные трубы от металлоконструкций
- е) трубы от металлоконструкций в месте перехода их в исполнительный орган механизма продавливания корки электролита
- ж) стыковочное загрузочное устройство машины от металлоконструкций корпуса; число ступеней изоляции устройства должно быть не менее трех
- з) выдвижной конвейер для загрузки анодной массы от металлоконструкций корпуса машины; число ступеней изоляции должно быть не менее трех

Сопротивление изоляции перечисленных выше элементов напольных рельсовых машин должно быть: по пп.»а»-»е» - не менее 1,5 МОм, по пп.»ж», «з» - не менее 0,5 МОм.

Проверка сопротивления электроизоляции ошиновки и конструкций электролизера от земли должна проводиться после монтажа и капитального ремонта. За состоянием электроизоляции оборудования, указанного в пп.2.5.42-2.5.44 Правил устройства электроустановок раздел 7 «Электрооборудование специальных установок» глава 7.10 «Электролизные установки и установки гальванических покрытий», должен быть установлен периодический (не реже одного раза в месяц)

контроль, который осуществляется согласно инструкции, утвержденной техническим руководителем организации. Обнаруженные дефекты изоляции должны немедленно устраняться. При эксплуатации электролизеров с верхним токопроводом к самообжигающемуся аноду расстояние от подошвы анода до концов нижнего ряда штырей должно быть не менее 200 мм. Перед проведением операции по перестановке штырей на электролизерах с верхним токопроводом к самообжигающемуся аноду должны быть выставлены знаки, запрещающие вход в опасную зону. При извлечении и подъеме штыря из анодного гнезда в течение первых двух минут с начала подъема не допускается пребывание людей на аноде, анодной площадке и на расстоянии ближе 6 м от анода. В корпусах электролиза должен осуществляться автоматический контроль за содержанием фтористого водорода в воздухе рабочих зон с устройством световой и звуковой сигнализации, срабатывающей при приближении его концентрации к предельно допустимой. Не допускается во время ликвидации анодного эффекта на электролизере проводить другие работы на нем. Уровень металла в вакуум-ковше должен быть ниже летки не менее чем на 100 мм. Переливка металла из вакуум-ковшей в литейные должна быть механизирована. При транспортировании ковшей с металлом на тележках поворотный механизм должен быть застопорен предохранительной защелкой. Чистка и ремонт ковшей должны производиться в специально отведенном месте. Самоходные безрельсовые механизмы для обслуживания электролизеров и транспорт должны быть снабжены колесами с литыми или надувными шинами. Не допускается перемещать и складировать длинномерные металлические предметы поперек электролизного корпуса. Не допускается одновременный ремонт напольной рельсовой машины и мостового, штыревого или комплексного анодного крана в одной ремонтной зоне.

В корпусе электролиза должен находиться комплект защитных средств от поражения электрическим током, состоящий из диэлектрических перчаток, бот, ковриков и инструмента с электроизолированными ручками.

Понятия, относящиеся к продукции для алюминиевой и электродной промышленности

Блоки подовые: Элементы составной футеровки подины алюминиевых электролизеров, одновременно служащие катодом в процессе электролитического производства алюминия.

Блоки подовые также относят к классу угольной (углеграфитовой) продукции, так как при их производстве используют антрацит газовой и электрической кальцинации и искусственный графит в различном соотношении. В качестве перспективных марок подовых блоков рассматриваются графитированные подовые блоки. Технология производства графитированных блоков предусматривает использование в качестве сырья коксов и включает в себя термический передел - графитацию.

Блоки боковые и угловые: Элементы бортовой футеровки подины алюминиевых электролизеров. Блоки боковые и угловые также относят к классу угольной (углеграфитовой) продукции, так как при их производстве используют антрацит газовой и электрической кальцинации и искусственный графит в различном соотношении.

Блоки анодные: Токоподводы в процессе электролитического производства алюминия.

Изготавливают на основе коксов. Блоки имеют форму призмы с усеченной верхней частью и с фасками по вертикальным граням. Вверху блоки имеют ниппельные гнезда. Размеры блоков 840х550 мм высотой 435-470 мм, 1220х700 мм высотой 600 мм.

Заготовки прессованные для производства подовых блоков: Прессованные заготовки, отпускаемые в виде товарной продукции, предназначены для изготовления из них подовых блоков для алюминиевых электролизеров.

Заготовки прессованные и обожженные для графитированной продукции: Заготовки прессованные и обожженные (полуфабрикаты) на основе коксов, отпускаемые в виде товарной продукции, предназначены для изготовления из них графитированных электродов и ниппелей к ним и фасонных изделий.

Заготовки прессованные на основе игольчатого кокса для графитированных ниппелей и тиглей для плавки металлов: Заготовки прессованные на основе игольчатого кокса, выпускаемые в виде товарной продукции, предназначены для приготовления из них

графитированных ниппелей к ним и тиглей для плавки металлов.

Заготовки обожженные на основе игольчатого кокса для графитированных ниппелей: Заготовки обожженные на основе игольчатого кокса, отпускаемые в виде товарной продукции, предназначены для изготовления из них графитированных ниппелей к электродам.

Заготовки графитированные на основе игольчатого кокса для графитированных ниппелей: Заготовки графитированные на основе игольчатого кокса, отпускаемые в виде товарной продукции, предназначены для изготовления из них графитированных ниппелей к электродам.

Заготовки графитированные диаметром 710, 610, 555, 500, 400 мм: Заготовки графитированные, предназначены для изготовления тиглей для плавки металла.

ГОСТ Р 54256-2010 «Продукция электродная. Термины и определения» п.2.3 примечание 2, п.2.28-2.36%

Федеральный горный и промышленный надзор России постановление от 24 апреля 2003 года №20 об утверждении «Правил безопасности при производстве глинозема, алюминия, магния, кристаллического кремния и электротермического силумина» п.2.5.25-2.5.57;

СТО НОСТРОЙ 2.31.5-2011 «Промышленные печи и тепловые агрегаты. Строительство, реконструкция, ремонт. Выполнение, контроль выполнения и сдача работ» п.11.2.1.1-11.2.1.19;

Правила устройства электроустановок раздел 7 «Электрооборудование специальных установок» глава 7.10 «Электролизные установки и установки гальванических покрытий» п.10.70 53-7.10.78

5.4 Футеровка промышленных дымовых и вентиляционных каналов и труб

Футеровка газовоздухопроводов

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

Стык футеровки газовоздухопровода и цилиндрического патрубка выполняется со свободным примыканием (без перевязки), за исключением футеровки воздухопроводов горячего дутья доменной печи. Асбестовые листы при наличии их между футеровкой и кожухом должны наклеиваться на кожух с помощью жидкого стекла или шамотного раствора по мере кладки футеровки. Металлические газовоздухопроводы рекомендуется футеровать отдельными царгами или секциями до установки их в проектное положение, заделывая стыки на месте установки газовоздухопроводов. Количество стыков, их величина, размещение и метод заполнения мест стыкования определяются ППР. Допускается футеровку газовоздухопроводов диаметром менее 600 мм в свету (500х600 мм - при прямоугольном сечении) производить через отверстия, оставленные в кожухе через 1-1,5 м, которые завариваются по окончании футеровки.

Возведение промышленных кирпичных труб

Кладка ствола кирпичных труб должна производиться на растворе с подвижностью, соответствующей осадке стандартного конуса 8-10 см. Вертикальные и горизонтальные швы должны быть тщательно заполнены. Наружные швы кладки по всей высоте трубы должны быть расшиты, а внутренние - затерты. Кирпич перед укладкой в летних условиях должен быть увлажнен.

При кладке ствола трубы для подачи материалов должны быть оставлены монтажные проемы следующих размеров:

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

Толщина горизонтальных и вертикальных швов кладки 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 м² поверхности кладки.

Вертикальные кольцевые швы должны быть перевязаны на $\frac{1}{2}$ кирпича, а радиальные - на $\frac{1}{4}$ кирпича (для лекального кирпича - на $\frac{1}{2}$ ширины).

Кладка круглых цоколей и стволов труб при наружном диаметре до 5 м должна производиться тычковыми рядами, а при наружном диаметре более 5 м и многогранных цоколей допускается ложковыми рядами. Ряды кладки должны быть горизонтальными или иметь уклон к центру трубы, равный уклону наружной поверхности ствола.

Уклон кладки должен проверяться не менее одного раза в сутки косым (сбавочным) уровнем. Вертикальность оси и размеры горизонтального сечения ствола должны проверяться через каждые 5 м по высоте. 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. 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. Для проверки вертикальности оси трубы в центре фундамента должен быть заделан металлический штырь. Стержни вертикальной арматуры должны иметь длину не более 3 м и устанавливаться в вертикальные швы кладки. В местах установки арматуры диаметром 10-12 мм швы разрешается утолщать до 14 мм, а при большем диаметре арматуры - следует выполнять приколку кирпича. Стыкование вертикальной арматуры должно производиться нахлесткой длиной, равной не менее 30 диаметрам стыкуемых стержней. Крюки в вертикальной арматуре следует отгибать под прямым углом и при установке обращать внутрь ствола. Стыки вертикальной арматуры должны быть расположены вразбежку так, чтобы в одном горизонтальном сечении находилось не более 50% общего числа стыков стержней. Футеровка кирпичных труб должна выполняться, как правило, одновременно с возведением

ствола трубы. Кладка футеровки в трубах должна производиться под лопатку с заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и с перевязкой в $\frac{1}{2}$ кирпича при футеровке толщиной в $\frac{1}{2}$ и в $\frac{1}{4}$ кирпича - при большей толщине футеровки. Кладка футеровки толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича должна производиться кирпичом для дымовых труб и обыкновенным глиняным кирпичом - ложковыми рядами, а при большей толщине - чередующимися ложковыми и тычковыми рядами. При футеровке из огнеупорного кирпича разрешается применять ребровый клин, укладываемый на торец, а также кирпичи радиальной формы.

Воздушный зазор между стволом трубы и футеровкой должен быть предохранен от попадания в него раствора и осколков кирпича; швы лицевой поверхности футеровки должны быть затерты. Штрабы при кладке футеровки устраивать не допускается. В футеровке запрещается установка шанцевых кирпичей (выпуск отдельных кирпичей с доведением их до стенки ствола), за исключением мест установки крана-укосины, где футеровка должна расpirаться шанцевыми кирпичами. Кирпичи противоосадочных поясов не должны доходить до стенки стволов на 15-20 мм. Неровности (выпуклости и впадины) на поверхности футеровки не должны превышать 1% размера внутреннего диаметра футеровки.

Правильность устройства воздушных зазоров, а также укладки изоляции должна систематически контролироваться в процессе производства работ. Замена минераловатных матов на вату минеральную рассыпную не разрешается. Толщина швов футеровки из глиняного и диатомитового кирпича не должна превышать 8 мм, а из шамотного, кислотоупорного и тугоплавкого кирпича - 4 мм. При этом допускается увеличение толщины швов, но не более чем на 50% в 7 пробах из десяти, взятых на 5 м² поверхности кладки из глиняного и диатомитового кирпича, и в 6 пробах из десяти - при кладке из шамотного, кислотоупорного и тугоплавкого кирпича. Гнезда от пальцев, оставшиеся в кладке стволов и футеровке после разборки рабочих подмостей, должны быть заложены кирпичом на растворе. Под внутренними ходовыми скобами в футеровке труб должны оставляться сквозные отверстия высотой не менее 40 мм для свободного температурного роста футеровки. Отверстия заполняют смесью волокнистой асбестовой мелочи с глиняным раствором. При наличии противокоррозионной защиты трубы внутренние ходовые скобы перед устройством ее срезают. Ходовые скобы, детали каркаса ограждения и другие закладные стальные части кирпичных труб должны устанавливаться в процессе кладки ствола трубы и заделываться на глубину не менее 250 мм, а крепежи для токопроводов молниезащиты - на 125 мм. Стяжные кольца на кирпичных трубах должны изготавливаться по проекту из стали марки СтЗсп или СтЗспкс ГОСТ 380-71. Стяжные кольца должны быть установлены на трубы до начала сушки труб и плотно охватывать поверхность кладки. Стяжные замки колец должны располагаться по высоте трубы в шахматном порядке. Применять сварные кольца не допускается. На участках ствола, где установка стяжных колец невозможна, например, район проемов, кладка должна армироваться горизонтальной кольцевой арматурой.

Молниезащита труб должна выполняться в соответствии с требованиями к проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений. При возведении и эксплуатации труб высотой более 70 м, а также труб, возводимых на просадочном грунте, независимо от их высоты, заказчиком должны проводиться инструментальные наблюдения за осадкой трубы по трем реперам, заложенным в стволе трубы на высоте 0,5 м выше отметки верха стакана фундамента.

Изделия применяемые для футеровки труб и вентиляционных каналов промышленных печей

Изделия, применяемые для кладки воздухонагревателей доменных печей, в зависимости от мест кладки и формы подразделяют на:

- стеновые (прямоугольные и клиновые);
- купольные (фасонные, в т.ч. клиновые);
- опорные (клиновые);
- насадочные (прямоугольные и фасонные)

Изделия для воздухопроводов горячего дутья, штуцеров воздухонагревателей и фурменных

зон доменных печей

Изделия, применяемые для кладки воздухопроводов горячего дутья, штуцеров воздухонагревателей и фурменных зон доменных печей, в зависимости от формы подразделяют на прямоугольные и клиновые.

Допускается по соглашению сторон изготавливать изделия других форм и размеров по чертежам заказчика с указанием предельных отклонений размеров и мест кладки в доменной печи.

Комбинированные футеровки

Футеровки отдельных узлов с плоскими поверхностями или поверхностями незначительной кривизны осуществляют путём сочетания волокнистых материалов (ГОСТ 23619) и жаростойкого бетона. Нанесение футеровок осуществляют при горизонтальном расположении поверхностей последовательными слоями, которые не требуют их монтажа. Закрепление футеровки происходит при нанесении слоя жаростойкого бетона, который после набора им прочности удерживает все ранее нанесенные слои через общую систему анкерных креплений.

Укладку бетонного слоя на промежуточные слои, смонтированные из жестких или полужестких волокнистых плит, осуществляют после разметки и приварки анкерных креплений к кожуху каркаса. Затем монтируют последовательно слои высокотемпературной изоляции (ГОСТ 23619) и водонепроницаемого материала (пленки, крафт-бумаги) и разводят «усы» анкерных креплений. При осуществлении футеровки торкретированием по слою изоляции должны укладываться плёнка, пергамент и прижиматься сеткой 50 × 50 мм. Сетка закрепляется на анкерах.

СТО НОСТРОЙ 2.31.5-2011 «Промышленные печи и тепловые агрегаты. Строительство, реконструкция, ремонт. Выполнение, контроль выполнения и сдача работ» п.-6.11.1-6.11.3;

ГОСТ Р 54300-2011 «Изделия огнеупорные для кладки воздухонагревателей и воздухопроводов горячего дутья доменных печей» п.5.1.1-5.1.2, п.5.2;

СНиП III-24-75 «Правила производства и приемки работ. Промышленные печи и кирпичные трубы» п. 5.1-5.3, п.7.1-7.15