

## **ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МИНЕРАЛОВАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Конструктивные особенности и технологические параметры работы печи полимеризации должны в полной мере реализовать возможности физико-химических преобразований в структуре минераловатных изделий на стадии сушки исходного слоя и отверждения связующего.

Слоевой режим обезвоживания волокнистых материалов методом продува-прососа теплоносителя сопровождается возникновением в слое зоны переувлажнения, присутствие которой замедляет процессы влагоудаления. В этой связи одним из эффективных мероприятий для улучшения технико-экономических показателей работы теплового агрегата является интенсификация тепломассообменных процессов на стадии предварительного подогрева исходных материалов. Особенно актуальна эта задача при тепловой обработке высоковлажных материалов с использованием гидромассы. Как показывает практика промышленного производства таких материалов, реализация предварительной тепловой обработки сырого минераловатного слоя может быть осуществлена в отдельном агрегате типа камеры вакуумирования с утилизацией тепла продуктов горения или горячего теплоносителя других камер.

Конструктивные особенности теплового агрегата для получения формованных теплоизоляционных материалов и их технологические параметры должны находиться в полном соответствии со свойствами исходных материалов. Поэтому первоначальным этапом при проектировании печи полимеризации должно быть установление производственной программы по выпуску готовых изделий и оценка их свойств. Для этого необходимы данные о характеристике продукции (размер, плотность) и способе введения в минераловатный ковер связующего для установления влажности исходных материалов. Исходя из требований к свойствам готовых изделий устанавливаются технологические параметры их тепловой обработки (температура, длительность).

Выбирая общие габаритные размеры тепловых камер, необходимо основываться на их параметрах, которые устанавливаются на основе опыта эксплуатации аналогичных агрегатов или расчета. Исходя из закономерностей струйного движения теплоносителя в рабочем пространстве агрегата, высоту рабочего пространства следует

ограничивать 2,0–2,5 м, длину – 5,0–6,0 м. Ширина камеры определяется исходя из требуемой производительности технологической линии с учетом возможностей сетчатого транспортера.

Температурный режим тепловой обработки минераловатных изделий наиболее целесообразно организовывать по циркуляционной схеме с подачей теплоносителя в первой камере снизу вверх и последующим реверсом потока газов по камерам. Для предотвращения перетока теплоносителя между камерами и утечек его из рабочего пространства наиболее целесообразным является установка продольных и поперечных уплотнений. Требуемые температуры исходного теплоносителя обеспечиваются факельным сжиганием внешнего топлива в отдельных топках с последующим разбавлением продуктов сгорания рециркулятом. Иногда в целях экономии топлива в качестве потока исходного теплоносителя используют отходящие газы других технологических агрегатов.

Количество необходимых тепловых камер определяется кинетикой сушки изделий и уровнем требуемой производительности.

Сброс избытка отработанных газов из печи целесообразно осуществлять через промежуточные тамбуры, расположенные со стороны входа минераловатного ковра и со стороны его выхода из печи полимеризации.

По экспериментальным данным, интенсивность удаления влаги из слоя зависит от плотности нагреваемых материалов и определяется уровнем температуры и влажности используемого теплоносителя, а также скоростью его фильтрации. Высокая температура фильтруемых газов способствует ускорению процессов обезвоживания нагреваемых изделий практически во всем допустимом диапазоне его изменения вплоть до 300 °С. Однако степень влияния этого параметра на сушку изделий различной плотности и влажности неодинакова. Увеличение температуры теплоносителя на низкоплотных изделиях до 205–255 °С, а на высокоплотных (более 125 кг/м<sup>3</sup>) до 275–280 °С способствует возрастанию скорости их обезвоживания. При более высокой температуре газов средняя скорость удаления влаги минераловатных изделий снижается в связи с ускорением процесса формирования зоны переувлажнения. Следует также отметить, что максимальный уровень тепловой обработки необходимо ограничивать также в связи с особенностями развития реакции поликонденсации связки, сопровождающейся выделением избыточной влаги, термическое удаление которой сопровождается разупрочнением уже затвердевшего связующего в районе температур выше 160–170 °С. Поэтому максимальный температурный уровень разогрева изделий в тепловых камерах следует ограничивать не выше 170–200 °С.

Вторым важным параметром, определяющим тепловую обработку минераловатных изделий, следует считать скорость фильтрации.

Низкотемпературный характер протекания основных физико-химических преобразований в слое определяет преимущественно конвективный характер теплопередачи от газов к материалам. Поэтому скорость фильтрации теплоносителя в тепловой камере должна приближаться к максимальному значению. Однако в соответствии с кинетикой слоевой сушки минераловатных изделий скорость движения газов через слой минераловатных изделий при перекрестной схеме ограничивается величиной порядка 0,62–0,65 м/с. Превышение указанного уровня скоростей приводит к ускорению формирования в изделиях зоны переувлажнения, возрастанию гидравлического сопротивления слоя и увеличению общего времени влагоудаления из него.

Предварительными исследованиями было показано, что наиболее эффективной схемой движения газов в печи полимеризации является циркуляция теплоносителя в системе «тепловая камера – отдельная топка». При этом в подающей части тепловой камеры создается давление, величина которого будет определяться состоянием отводящей части агрегата. Наиболее целесообразным следует считать расположение подводящего патрубка в удаленной от входа части рабочего пространства для реализации режима противотока. Для уменьшения величины подсосов холодного воздуха из атмосферы удаление отработанных газов следует осуществлять рассредоточено. Основной поток рециркулята отбирается из тепловой камеры через патрубок, располагаемый на противоположной стороне ковра ближе к входу нагреваемых изделий. Геометрические размеры газопроводов выбираются исходя из максимально возможных значений скоростей движения газов по ним 10–15 м/с.

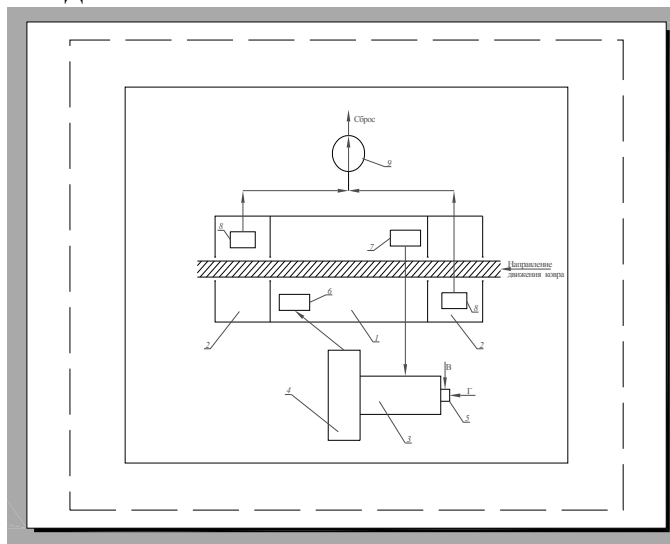


Рис. 1. Рациональная схема газопотоков в камере тепловой обработки волокнистых материалов: 1 – тепловая камера; 2 – отделительные тамбуры; 3 – топка; 4 – циркуляционный вентилятор; 5 – горелка; 6 – патрубок подвода теплоносителя; 7 – патрубок отвода циркулята; 8 – сброс избыточного газа; 9 – сбросной вентилятор

Отбор избыточного количества газов из рабочего пространства необходимо организовывать через отдельные входные и выходные тамбуры, устанавливаемые в начале и конце печи полимеризации, с целью снижения подсосов холодного воздуха из атмосферы. В промежуточных камерах многокамерных печей сброс газов осуществляется по отдельному патрубку через регулировочный шибер.

Работа тепловых камер требует уплотнения минераловатного ковра между подающими и отводящими их частями. Отсутствие или неудовлетворительное состояние этих устройств приводят к вредным дополнительным подсосам холодного воздуха в рабочее пространство тепловых камер либо к утечкам газов из них.

Наличие неорганизованных подсосов из атмосферы или перетоков газов между подающей и отводящей частями рабочего пространства понижают действительную скорость фильтрации газов через слой, замедляя процессы тепловой обработки, снижая производительность агрегата и всей технологической линии в целом.

Требование обеспечения рациональных значений скоростей фильтрации 0,6–0,7 м/с предполагают выбор типа циркуляционного вентилятора Д-11,5 либо Д-13,5 или их аналогов. Для конкретизации выбора типа этого аппарата следует производить расчет гидравлического сопротивления всей газовой сети.

Основные конструктивные параметры печи полимеризации должны определяться на основании их теплового расчета. Методически его следует производить, рассматривая каждую тепловую камеру как отдельный тепловой агрегат, состоящий из ее рабочего пространства и топки. При этом по расчету теплового баланса тепловой камеры первоначально определяется температура сбрасываемых газов, а по данным теплового баланса отдельной топки устанавливают общий расход топлива на отопление тепловой камеры.

Используя разработанную методику, устанавливаются основные конструктивные и технологические параметры всего теплового агрегата.

Проверку правильности ее использования проводили при составлении технического задания на реконструкцию печей полимеризации ОАО «Нижне-Тагильский завод теплоизоляционных материалов», ОАО «Красноярский завод теплоизоляционных материалов». Исходные данные, подготовленные для выполненного и реализованного проекта изготовления двухкамерной печи полимеризации для производства легкой плиты П-125 на ОАО «Билимбаевский завод термоизоляционных материалов», полностью совпали с результатами промышленных испытаний.