

Изобретение относится к нагревательным устройствам, использующим теплоту продуктов сгорания, в частности, к устройствам для подогрева шихты перед плавкой, преимущественно в стекловаренных печах.

Температура отходящих продуктов сгорания таких печей (в частности печей для плавления кускового базальта и гранулированной стекольной шихты) составляет 1100-1300°C, что при отсутствии утилизации приводит к значительным тепловым потерям и повышению удельных расходов топлива. Использование теплоты отходящих продуктов сгорания для предварительного подогрева воздуха и (или) для подогрева шихты существенно сокращает расход топлива на печь. Причем, чем ниже температура отходящих продуктов сгорания после тепло-утилизирующего устройства, тем глубже степень утилизации теплоты и тем больше экономия топлива.

Для утилизации теплоты отходящих продуктов сгорания указанных печей используют рекуператоры и устройства для подогрева шихты. Совместное использование существующих рекуператоров и устройств для подогрева шихты экономически не оправдано, вследствие громоздкости, большой металлоемкости и дополнительных капитальных затрат при совмещении таких устройств. Следовательно, известные устройства не обеспечивают оптимального решения задачи снижения расхода топлива.

Известные устройства предназначены для раздельного подогрева шихты и воздуха. Последовательная установка их на печи экономически нецелесообразна, так как экономический эффект от снижения расхода топлива будет перекрыт величиной затрат на создание металлоемкой, громоздкой, не достаточно газоплотной системы утилизации теплоты отходящих продуктов сгорания.

Известен рекуператор, содержащий кольцевой воздухопровод, обрамляющий центральный газоход, в полости которого соосно установлена с образованием кольцевого зазора перфорированная обечайка вторичного излучателя, причем обечайка вторичного излучателя выполнена в виде усеченного конуса, обращенного меньшим основанием вниз [1].

В таком рекуператоре интенсифицируется теплоотдача от продуктов сгорания к стенкам кольцевого воздухопровода, так как стенки воздухопровода кроме теплоты, полученной непосредственно от продуктов сгорания, получают дополнительную теплоту излучением от нагретого продуктами сгорания вторичного излучателя. Причем в верхней части рекуператора, где температура продуктов сгорания ниже, теплообмен интенсифицируется за счет большей поверхности излучателя. Однако, в таком рекуператоре сложно осуществить глубокую утилизацию теплоты отходящих продуктов сгорания и температура их после рекуператора остается не ниже 700-800°C. Известно устройство, содержащее футерованную шахту с зонами подогрева, обжига и охлаждения и с выполненной по высоте зоны обжига кольцевой камерой, причем кольцевая камера размещена с наружной стороны шахты, при этом верхняя часть камеры снабжена распределителем подвода воздуха. Здесь кольцевая камера служит не для утилизации теплоты отходящих продуктов сгорания, а для уменьшения потерь тепла через кладку шахтной печи [2].

В качестве прототипа выбрано устройство для предварительного подогрева кусковой шихты продуктами сгорания [3]. Это устройство предназначено для термической обработки кускового сырья и содержит центральный газоход для продуктов сгорания, расположенный над ним бункер для шихты и наклонные газораспределительные каскадно расположенные подины. При этом подина в зоне охлаждения выполнена в виде каскадно закрепленных пластин, причем она снабжена горизонтальной перегородкой, установленной неподвижно между зоной охлаждения и зоной обжига, а подины прикреплены к стенам корпуса под углом не менее угла естественного откоса обрабатываемого материала, при этом подины в зонах сушки и обжига выполнены в виде каскадно закрепленных пластин, а угол наклона пластин не более угла естественного откоса. Такое устройство обеспечивает эффективную передачу теплоты от продуктов сгорания к кусковой шихте. Однако такое устройство невозможно установить непосредственно за плавильной печью для нагрева шихты. Это связано с тем, что температура продуктов сгорания после плавильных печей составляет 1100-1300°C, а при нагреве шихты она должна быть не выше 700-800°C, так как при более высоких температурах шихта становится вязкой и теряет свойство сыпучести. Снижение температуры продуктов сгорания до 700-800°C путем разбавления их атмосферным воздухом не эффективно, так как снижает полноту использования теплоты продуктов сгорания. В основу изобретения поставлена задача создания подогревателя шихты, в котором в результате введения узла для подогрева воздуха отходящими дымовыми газами и усовершенствования узла для подогрева шихты обеспечивается совместное нагревание как шихты, так и воздуха, поступающих в технологический процесс, за счет чего достигается дополнительная экономия топлива.

Поставленная задача решена тем, что подогреватель шихты, содержащий центральный газоход для продуктов сгорания с расположенным над ним бункером для шихты, согласно изобретению, снабжен наружной обечайкой, образующей с центральным газоходом кольцевой воздухопровод с входным и выходным коллекторами и песочным затвором между газоходом и бункером, а последний выполнен в виде перевернутого перфорированного полого усеченного конуса, к большему отверстию которого присоединена цилиндрическая стенка, соединенная с крышкой, снабженной патрубками для подачи шихты и отвода продуктов сгорания, а в меньшем отверстии усеченного конуса установлена -с зазором цилиндрическая вставка с прикрепленными к ее боковой поверхности желобообразными направляющими, размещенными по многозаходной винтовой линии.

Обрамление газохода на участке выхода из печи до бункера с нагреваемой шихтой, кольцевым воздухопроводом обеспечивает высокую степень утилизации теплоты продуктов сгорания при компактности всего устройства в целом. Соединение бункера с верхней частью кольцевого воздухопровода при помощи песочного затвора позволяет направить продукт сгорания через отверстия перфорации для нагрева кускового шихтового материала, заполняющего бункер.

Кусковой шихтовый материал при перемещении по желобообразным направляющим дополнительно нагревается отходящими продуктами сгорания. Количество теплоты, передаваемой нагреваемым частицам шихты, прямо пропорционально времени их перемещения по направляющим - чем большее время перемещения (чем длиннее направляющая), тем больше теплоты получают частицы. Длину направляющей при фиксированном размере цилиндрической вставки определяют углом подъема винтовой линии, по профилю которой направляющую прикрепляют к цилиндрической вставке. Чем больше угол подъема, тем длиннее направляющая. Однако, для того, чтобы материал продвигался вниз под действием собственного веса, угол подъема α должен быть меньше $\alpha < 90^\circ - \varphi$ где φ - угол трения скольжения кускового шихтового материала (Угол трения - это

максимальный угол наклона плоскости и горизонтальной оси, при котором тело, расположенное на этой плоскости, еще находится в состоянии покоя). При $\alpha \geq 90^\circ - \varphi$ кусковой шихтовый материал не сможет двигаться под действием собственного веса. Угол трения скольжения зависит от формы и физических свойств шихтового материала. Таким образом, для обеспечения перемещения всех частиц по направляющей, последняя прикреплена к цилиндрической вставке по винтовой линии, угол подъема которой меньше $\alpha < 90^\circ - \varphi$.

При одновременном подогреве воздуха и шихты более полно утилизируется теплота отходящих, продуктов сгорания, что приводит к сокращению расхода топлива на печь.

На чертеже представлен продольный разрез подогревателя шихты.

Подогреватель шихты содержит центральный газоход 1 для продуктов сгорания с расположенным над ним бункером для шихты А. Газоход 1 снабжен наружной обечайкой 2, которая совместно с газоходом 1 образует кольцевой воздуховод В с входным 3 и выходным 4 коллекторами, снабженными, соответственно, подводящим 5 и отводящим 6 патрубками, и песочным затвором 7 между газоходом 1 и бункером для шихты А.

Бункер А выполнен в виде перевернутого полого усеченного конуса 8, перфорированного отверстиями 9. К большому отверстию конуса 8 присоединена цилиндрическая стенка 10, соединенная с крышкой 11, снабженной патрубками для подачи шихты 12 и отвода продуктов сгорания 13. В меньшем отверстии конуса 8 установлена с зазором 14 цилиндрическая вставка 15 с прикрепленными к ее боковой поверхности, желобообразными направляющими 16, размещенными по многозаходной винтовой линии. В бункере А размещен также дозатор 17 со штоком 18 для регулирования подачи шихты.

Подогреватель шихты работает следующим образом. Отходящие продукты сгорания поступают в центральный газоход 1, а затем через отверстия перфорации 9 усеченного конуса 8 попадают внутрь бункера для шихты А. Продукты сгорания проходят через слой кускового шихтового материала, который попадает в бункер через патрубок 12. Нагреваемый, вследствие контакта с фильтрующимися продуктами сгорания, шихтовый материал продвигают к меньшему отверстию усеченного конуса 8 при помощи периодически поднимающегося дозатора 17. При поднятии дозатора 17 шихтовый материал через зазор 14 попадает в желобообразные направляющие 16, размещенные на цилиндрической вставке 15 по многозаходной винтовой линии. Холодный воздух через патрубок 5 подают в коллектор 3 и далее в кольцевой воздуховод В. Двигаясь по кольцевому воздуховоду В, воздух нагревается и через патрубок 6 коллектора 4 поступает потребителю.

