



Повышение температуры отходящих газов доменных воздухонагревателей при использовании высокоэффективных форм регенеративной насадки

Рассмотрено влияние диаметра ячеек насадки с горизонтальными проходами на ее высоту и массу. Показано, что увеличение диаметра проходов позволяет увеличить среднюю температуру отходящих дымовых газов, интенсифицировать теплообмен в насадке и повысить эффективность использования системы утилизации теплоты отходящих дымовых газов. Ил. 3. Библиогр.: 2 назв.

Ключевые слова: воздухонагреватель, теплообменники, высота насадки, масса насадки, температура дымовых газов

The influence of the nozzle cell diameter with horizontal passes on its height and weight is considered. It is shown that the increase of diameter of the passes can increase the average temperature of the exhaust gases, intensify heat exchange in the nozzle and increase effectiveness of usage of heat utilization system of exhaust gases.

Keywords: stove, heat exchangers, nozzle height, nozzle weight, exhaust gases temperature

Введение

В настоящее время на существующих воздухонагревателях со встроенной камерой горения, где используется насадка с каналами Ø 41 мм, а также на воздухонагревателях с купольным отоплением конструкции Я.П. Калугина и насадкой с каналами Ø 30 мм, ее высоту выбирают с учетом допустимой максимальной температуры уходящих дымовых газов за цикл до 400 °С. При этом средняя температура за цикл составляет 250-280 °С, что позволяет использовать этот потенциал для подогрева воздуха, идущего на горение при разогреве насадки.

Однако дальнейшая утилизация теплоты уходящих дымовых газов со столь низкой температурой вызывает значительные трудности, связанные со стойкостью теплообменников и обеспечением заданной температуры подогрева компонентов горения [1].

Постановка задачи исследований и их результаты

В связи с использованием высокоэффективных форм насадок, например, с горизонтальными каналами Ø 30 мм, а в некоторых случаях и с Ø 15 мм имеется возможность значительно снизить высоту насадки, что приведет к уменьшению статических нагрузок на поднасадочное устройство. Это дает возможность увеличить максимальную температуру отходящих дымовых газов до значений, когда фактические нагрузки не будут превышать допустимые. Это приведет не только к улучшению параметров теплообмена в нижней части насадки и повышению средней температуры нагрева дутья, но и к более эффективному использованию теплоты отходящих дымовых газов для нагрева компонентов горения.

Ниже исследовано влияние заданной температу-

ры уходящих дымовых газов на конструктивные характеристики насадки и параметры теплообмена в ней. Для этого выполнены сравнительные теплотехнические расчеты доменных воздухонагревателей с различными температурами уходящих дымовых газов для следующих условий:

- температура под куполом - 1350 °С;
- температуры холодного и горячего дутья, соответственно, - 100 и 1230 °С;
- доменный газ с теплотой сгорания $Q_H^p = 3415$ кДж/м³ и подогревом компонентов горения;
- расход дутья, подаваемого в доменную печь, - 41,35 м³/с.

Расчеты показали (рис. 1), что при увеличении средней температуры уходящих дымовых газов с 285 до 400 °С высота насадки с каналами Ø 30 мм снижается на 38 % (с 23,5 до 17 м), а с каналами Ø 15 мм на 44 % (с 17,3 до 12 м). В то же время расходы доменного газа, воздуха горения и продуктов сгорания увеличиваются (рис. 2): продуктов сгорания на 14,6 % (с 20,5 до 23,5 м³/с), доменного газа и воздуха горения на 19 % (соответственно, с 12,5 до 15,0 м³/с и с 8,7 до 10,3 м³/с).

Зависимость массы насадки от средней температуры уходящих дымовых газов приведено на рис. 3. Видно, что при увеличении этой температуры с 290 до 400 °С масса насадки с каналами Ø 30 мм снижается с на 35 %, а с каналами Ø 15 мм на 50 %.

Таким образом, использование высокоэффективных форм насадок и увеличение средней температуры отходящих дымовых газов снижает удельную поверхность нагрева и массу насадки, однако это практически не сказывается на температуре нагреваемого

дутья за счет повышения расходов доменного газа (продуктов сгорания).

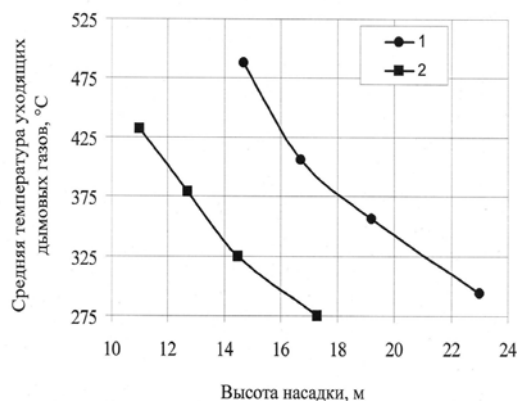


Рис. 1. Зависимость средней температуры уходящих дымовых газов от высоты насадки: 1 – насадка с каналами Ø 30 мм; 2 – насадка с каналами Ø 15 мм

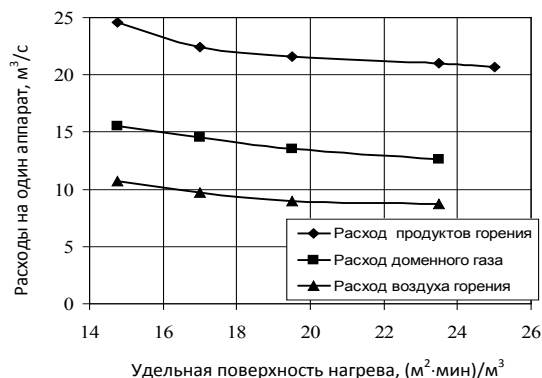


Рис. 2. Зависимость расходов сред на один аппарат с каналами Ø 30 мм от удельной поверхности нагрева

При увеличении максимальной температуры уходящих дымовых газов улучшаются параметры теплообмена в насадке, особенно в нижней ее части.

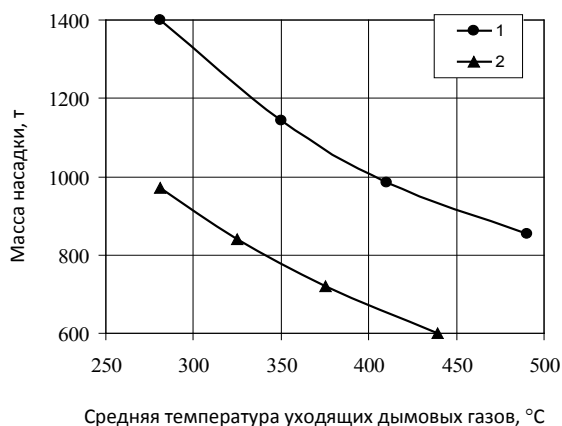


Рис. 3. Зависимость массы насадки от средней температуры уходящих дымовых газов: 1 – насадка с каналами Ø 15 мм; 2 – насадка с каналами Ø 30 мм

Результаты расчетов параметров теплообмена в насадке с каналами Ø 30 мм при средней температуре уходящих дымовых газов, °C: 295; 414; 487, показали, что при повышении средней температуры уходящих дымовых газов с 295 до 414 °C (на 48,7 °C) коэффициент теплоотдачи конвекцией от дымовых газов к на-

садке (λ_K^D) для первого ее яруса из динасового огнеупора увеличивается на 39,0 %, а для нижней зоны из шамотного огнеупора типа ШВ-37 этот рост составляет 22,6 %. Коэффициент теплоотдачи конвекцией от насадки к нагреваемому дутью (λ_K^H) практически не изменяется по всей высоте насадки. Коэффициент теплоотдачи излучением для первого яруса насадки также мало отличается при изменении температуры дыма на выходе из насадки, а для нижнего яруса увеличивается на 76 %.

Коэффициент теплопередачи (X) для первого яруса насадки практически постоянен, а для нижнего яруса увеличивается на 16,7 % (15,3 %).

Средняя температура дутья в первом ярусе насадки воздушонагревателя возрастает на 12 °C, зато в нижнем ярусе этот рост составляет 202 °C. Что касается изменения средней температуры нагреваемого дутья, то она не изменяется в первом ярусе, а в нижнем ярусе увеличивается на 123 °C.

Таким образом, повышение максимальной температуры уходящих дымовых газов способствует улучшению параметров теплообмена по высоте насадки, особенно в ее нижнем ярусе. Средняя температура нагреваемого дутья на выходе из воздушонагревателя не изменяется, однако при этом значительно сокращается общая высота насадки при неизменной общей площади ее сечения. Целесообразность использования этого мероприятия очевидна, так как при этом не только снижается материалоемкость воздушонагревателей, но и увеличивается эффективность, стойкость и надежность системы утилизации теплоты отходящих дымовых газов за счет снижения конденсации паров на поверхностях теплообмена рекуперативного теплообменника и интенсивности кислотной коррозии труб [2].

Выводы

1. Замена насадки с каналами Ø 41 мм на Ø 30 или 15 мм с горизонтальными проходами позволяет значительно снизить материалоемкость воздушонагревателей за счет уменьшения их высоты и массы насадки. Это значительно уменьшает статические нагрузки на поднасадочное устройство, что позволяет увеличить среднюю температуру уходящих дымовых газов, улучшить параметры теплообмена в насадке, особенно в ее нижней части, а также увеличить стойкость и надежность системы утилизации теплоты уходящих дымовых газов.

Библиографический список

1. Теплообменники доменных печей: Монография / Л.П. Грес, С.А. Карпенко, А.Е. Миленина / под общей ред. д.т.н., проф. Л.П. Греса. – Днепропетровск: Пороги, 2012. – 491 с.
2. Повышение срока службы системы утилизации теплоты отходящих дымовых газов блока доменных воздушонагревателей / Л.П. Грес, А.Е. Миленина, С.А. Карпенко // *Металлург. и горноруд. пром-сть*. – 2011. – № 2. – С. 108-110.

Поступила 05.02.2013