

## Применение регенеративных горелок в металлургических нагревательных печах

Студент гр. 10406112 Сильченко А. А., студент гр. 10405315 Храменков Д. В.  
Научный руководитель – Кабишов С. М.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Нагревательные пламенные печи являются основным видом печей для нагрева и термообработки металлоизделий в металлургии и машиностроении. Наиболее эффективным средством повышения коэффициента использования топлива является утилизация теплоты уходящих из печи газов, в частности, путем нагрева воздуха и газообразного топлива в рекуператорах или регенераторах.

В рекуператорах доля теплоты, передаваемой воздуху по отношению к теплоте уходящих дымовых газов, составляет 30–40 %. Остальная часть теплоты выносится в атмосферу. На печах большой мощности устанавливают энергетические котлы-утилизаторы. Однако присущая нагревательным печам работа с переменной производительностью создает ненормальные условия для эксплуатации дорогостоящих котлов-утилизаторов.

Причины низкой эффективности существующих рекуператоров таковы:

1. Температура дымовых газов перед металлическим рекуператором не может быть выше 900–1000°C по условиям его долговечности.

2. Фактически температура дыма на входе в рекуператор значительно ниже в результате подсоса холодного воздуха в дымовой канал за печью, поэтому температура подогрева воздуха (либо газа) не превышает 300–400°C.

3. Керамические рекуператоры способны подогреть воздух до более высокой температуры, однако они громоздки и негерметичны. Утечки воздуха через неплотности достигают 50 %, в результате чего снижается тепловая мощность печи и нарушается регулирование горения.

Перспективным направлением развития конструкций нагревательных печей в XXI веке является применение для утилизации теплоты печных газов малогабаритных, в частности, шариковых регенераторов. Регенеративные печи нового типа получают распространение в мире по мере накопления опыта их эксплуатации [1–3]. Насадка малогабаритных регенераторов, применяемых в промышленных нагревательных печах, состоит из корундовых окатышей диаметром 20–25 мм, содержащих 98 %  $Al_2O_3$ . Поверхность нагрева 1 м<sup>3</sup> такой насадки в 10–15 раз больше, чем кирпичной насадки типа Сименс. Поэтому шариковый регенератор имеет небольшие габариты и может устанавливаться в стенах печи или в так называемой регенеративной горелке. Чтобы возвратить в печь с нагретым воздухом и, при необходимости, с газом как можно больше теплоты, уносимой дымом, насадка регенератора не должна прогреться по всей высоте, поэтому через 1–3 минуты делают перекидку клапанов – дымовоздушных и газовых, при этом температура дыма на выходе из регенератора не превышает 150–200°C.

Шариковые регенераторы возвращают в печь 85–90 % теплоты уходящих из печи газов. Температура подогрева воздуха примерно на 100°C ниже температуры дыма на выходе из печи. Расход топлива на печь сокращается в 1,5–2,0 раза. Наибольший эффект относится к печам, не имевшим рекуператоров. Перевод действующих печей на регенеративное отопление требует установки дымососа для преодоления аэродинамического сопротивления шариковой насадки.

В методических и кольцевых регенеративных печах не нужна неотопливаемая зона, в которой понижали температуру уходящих газов с целью экономии топлива. В печах с регенеративными горелками удельный расход топлива не зависит от температуры уходящих газов в связи с глубокой утилизацией их теплоты в шариковых регенераторах,

предусматривающей охлаждение дыма до 150–200°C. Дымовые газы уходят из печи через горелочные отверстия, расположенные в каждой зоне. Поэтому температурный режим каждой зоны регулируется автономно.

#### **Список использованных источников**

1. Сезоненко, Б. Д., Орлик, В. Н., Алексеенко, В. В. Повышение эффективности использования природного газа при отоплении промышленных печей регенеративными горелками. // Экотехнологии и ресурсосбережение, 1996, № 1. – С. 14–18.
2. Хоу Чэн Лян. Современное состояние и перспективы развития высокопроизводительных регенеративных печей в КНР // «Металлургическая теплотехника». Сборник научных трудов Государственной металлургической академии Украины. В 2-х томах. Т. 1 – Днепропетровск: ГМетАУ, 1999. – 214 с.
3. Дистергефт, И. М., Дружинин, Г. М. и другие. Регенеративные системы отопления для нагревательных печей прокатного и кузнечного производства (История развития, теория и практика) // «Металлургическая теплотехника». Сборник научных трудов Национальной металлургической академии Украины. Том 5. Днепропетровск: НМетАУ, 2002. – 196 с.

УДК 669

#### **Снижение энергопотребления в металлургических печах**

Студент гр.10405313 Городник П. А., студент гр. 10405314 Менчицкая Т. Н.  
Научный руководитель – Кабишов С. М., Ратников П. Э.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В настоящее время снижение потребления энергетических и природных ресурсов и уменьшение отрицательного воздействия производства на окружающую среду входят в число основных приоритетов развития металлургических технологий и оборудования. Очевидно, что эти задачи тесно связаны между собой. Несмотря на высокий уровень внедрения новейших технических достижений, металлургические предприятия служат источниками вредных выбросов и крупными потребителями энергоресурсов. В связи с этим поиск рациональных методов, позволяющих улучшить ситуацию, является актуальным и необходимым.

Значительные объемы энергоресурсов, потребляемые металлургическими и машиностроительными предприятиями, является основной причиной увеличения выбросов парниковых газов и оксидов азота энергогенерирующими установками. Поэтому разработка и внедрение технологий, обеспечивающих снижение энергопотребления на стадии выплавки стали, которая является одним из наиболее энергоемких технологических переделов черной металлургии, положительно отражается на общей экологической ситуации. В условиях современных металлургических предприятий для получения стального расплава используются две основные технологии: передел жидкого чугуна и переплав стального лома. Следует отметить, что на практике технология выплавки стали и в кислородных конвертерах, и дуговых сталеплавильных печах зачастую включает элементы как первого, так и второго вариантов. Кроме того, в последние десятилетия все большее развитие получают технологии, связанные с применением железа прямого восстановления (DRI) и горячбрикетированного железа (HBI) при выплавке стали. Данные шихтовые материалы характеризуются низкой концентрацией вредных примесей (S, P, Cu, Ni, Cr, Sn, и As), что позволяет получать высококачественную металлопродукцию. Но замена 1 % лома металлургическим сырьем при степени металлизации окатышей (горячбрикетированного железа) 92–93 % и содержания в них 4–5 % пустой породы требует ввода до 2 кВт·ч/т дополнительной энергии. И, напротив, замена 1 % стального лома передельным чушковым чугуном позволяет дополнительно ввести 1,1 кВт·ч/т энергии за счет окисления C и Si.