

Эффективность использования регенеративных нагревательных колодцев

/Rusmet.ru, Ольга Фомина/ Подсчитано, что основным резервом экономии топлива при работе металлургических печей является утилизация теплоты отходящих газов путем нагрева воздуха, топлива, материалов перед печью, а также получения горячей воды и пара. Теплота дымовых газов в основном утилизируется в рекуператорах и регенераторах. Наиболее высокотемпературный подогрев воздуха можно получить в регенеративных теплообменниках. Сегодня все более широкое распространение получают системы отопления с шариковыми регенераторами. Эксплуатация первого в Украине и СНГ нагревательного колодца с шариковыми регенераторами была осуществлена на комбинате "Криворожсталь" (сегодня – "Арселор Миттал Кривой Рог"). Здесь в настоящее время работают уже три таких колодца, а в планах на 2012 год значится реконструкция еще одного.

Развитие технологии

В Украине еще с 90-х годов на кафедре теплотехники и экологии металлургических печей (ТЭМП) Национальной металлургической академии Украины (НМетАУ) ведутся работы по исследованию и разработке систем отопления с применением малогабаритных шариковых регенераторов. В 2000 году была построена и испытана первая в Украине опытная нагревательная печь камерного типа, оборудованная системой регенеративных горелок (компактное устройство, в котором объединены горелка и шариковый регенератор) с насадкой, состоящей из корундовых шариков диаметром 20–5 мм. В испытании принимали участие представители крупных металлургических предприятий и ведущих проектных институтов Украины. Экономия природного газа от применения регенеративного отопления составила более 40% при степени регенерации теплоты, равной 0,83.

Рабочий проект реконструкции закалочной печи с выкатным подом был выполнен НМетАУ в 2002 году для комбината "Криворожсталь". Проектом предусматривалось применение горелок с шариковыми регенераторами. Расчетная экономия топлива составляла 28%, максимальный расход природного газа по проекту снижался от 320 до 240 куб м/час. Срок окупаемости за счет экономии природного газа в ценах 2001 года при условии работы печи 330 суток в год оценивался в 0,5 года.

Сегодня использование рекуперативных нагревательных колодцев из-за применяемых в них неэффективно работающих и дорогих в ремонте керамических трубчатых рекуператоров считается экономически и энергетически не оправданным, их рекомендуется менять во время капитальных ремонтов колодцев. Действительно, из-за малой газоплотности керамических рекуператоров утечка воздуха в них составляет от 50% и более, вследствие чего тепловая мощность уменьшается более чем в 2 раза. Температура подогрева воздуха между капитальными ремонтами колодцев снижается до 450–500 градусов при проектном значении 850 градусов, а также затрудняется регулирование соотношения топливо – воздух. Плюс ко всему в ходе эксплуатации рекуператоры засоряются шлаком и пылью, что приводит к их периодической полной замене. В результате неудовлетворительной работы рекуператоров происходит

перерасход топлива на нагреве слитков, что увеличивает расходы на передел и себестоимость проката.

Первая ласточка

По проекту кафедры ТЭМП в 2003-2004 годах на "Криворожстали" в рамках общей модернизации нагревательных устройств комбината была осуществлена реконструкция системы отопления типового рекуперативного нагревательного колодца цеха блюминг №1. Реконструкция предусматривала замену устаревших трубчатых керамических рекуператоров, которые нагревали воздух в колодце до 600 градусов, на современные малогабаритные шариковые регенераторы с насадкой, состоящей из корундовых окатышей, поддерживающие 1000-градусную температуру. Срок эксплуатации корундовых шариков не ограничен, а керамические трубки служат, как правило, до 30 месяцев. Все это сокращает количество ремонтов обновленных ячеек, а соответственно – увеличивает срок эксплуатации футеровочных материалов.

Первый в Украине и СНГ регенеративный нагревательный колодец цеха блюминг №1 "Криворожстали" был введен в промышленную эксплуатацию в мае 2004 года. Отличие конструкции этого нагревательного колодца состоит в том, вместо традиционных для регенеративной системы отопления двух горелочных устройств, соединенных с соответствующими регенераторами, тут используется одна горелка, расположенная в центре колодца и работающая без отключения. В горловине горелки расположены два канала, которые разделены герметичной стенкой. Каждый из каналов соединяется с отдельным регенератором и служит поочередно для подачи воздуха и отвода дыма. Горелочное устройство рассчитано таким образом, что реверсивная схема сжигания топлива и движения газов обеспечивает рециркуляцию печных газов, регламентированное перемешивание компонентов горения, переводит факельный режим сжигания топлива в объемный. Отличительной особенностью объемного горения топлива является отсутствие высокотемпературных локальных зон в печи, что способствует повышению равномерности нагрева слитков и снижению угара металла.

Данная схема обладает теми же преимуществами, которые присущи регенеративным горелкам и позволяет глубоко утилизировать теплоту уходящих дымовых газов. Температура дыма за регенераторами не превышает 200 градусов. В данной системе отопления предусмотрена также очистка дымовых газов от пыли и шлака. Для переключения регенераторов с дыма на воздух и обратно служит один перекидной клапан, оборудованный специальным устройством для самоочистки его рабочих поверхностей от пыли. Применение такого клапана позволило отказаться от большого числа перекидных устройств классической системы отопления.

В результате реконструкции были снижены продолжительность нагрева слитков и угара металла, расходы на холодные ремонты колодца, связанные с заменой керамических рекуператоров. Удельный расход условного топлива уменьшился, в среднем, на 30% или 6 кг/т. Срок окупаемости затрат на реконструкцию составил 1 год.

Эксплуатация первого в Украине и СНГ регенеративного нагревательного колодца

показала высокую работоспособность систем автоматического управления технологическим процессом, надежную работу клапана и системы автоматики перекидки дыма и воздуха по регенераторам.

Это только начало

Позднее были изменены элементы конструкции камеры насадки регенератора с целью экономии огнеупорных материалов и трудозатрат без снижения эксплуатационных характеристик нагревательного колодца. В начале октября 2007 года в цехе блюминг №1 ОАО "Арселор Миттал Кривой Рог" был введен в эксплуатацию еще один регенеративный нагревательный колодец с модернизированной камерой регенератора, конструкция которой, помимо экономии материалов, имела большую пропускную способность.

За весь период работы модернизированных колодцев удалось достичь значительных результатов. Например, благодаря объемному сжиганию топлива, реверсу и рециркуляции газов при работе нагревательного колодца с шариковыми регенераторами отсутствует перепад температур по высоте камеры, характерный для рекуперативных колодцев с отоплением из центра подины. Также в связи с выравниванием температуры в колодце жидкий шлак из ячеек удаляется при 1340–1350 градусов, что ниже, чем в рекуперативных колодцах. Наконец, условия службы и износа огнеупорной футеровки стен, крышки и подины по сравнению с рекуперативными колодцами не ухудшаются, а регенераторы не нуждаются в ремонте или промывке шариков, так как сопротивление насадки не изменяется, она не заносится пылью. Благодаря выравниванию температуры в нагревательных колодцах с шариковыми регенераторами общая продолжительность нагрева, время пребывания слитков при высокой температуре и угар металла значительно ниже по сравнению с рекуперативным отоплением. Температура подогрева воздуха в шариковых регенераторах колодца превышает 1000 градусов, в результате чего коэффициент использования теплоты топлива увеличивается от 0,55 до 0,75.

Достигнутые результаты эксплуатации регенеративных нагревательных колодцев, доказанная работоспособность всех систем печи предопределила дальнейшее развитие в направлении применения современной регенеративной системы отопления при модернизации печи. В итоге третий нагревательный колодец был реконструирован и введен в работу в конце мая 2010 года. А в 2012 году планируется реконструкция еще одного нагревательного колодца в цехе блюминг №1 ОАО "Арселор Миттал Кривой Рог".
-- Русмет