

повышение эффективности тепловой работы. Учитывая особенности тепловой работы методических печей, функционирующих в условиях металлургического и машиностроительного производства Республики Беларусь, рассмотрены два направления модернизации:

I. Снижение топливопотребления нагревательными и термическими печами на машиностроительных предприятиях, включая:

- использование систем рекуперации теплоты уходящих газов (подогрев воздуха горения до температур 200...400 °С увеличивает коэффициент полезного действия печи на 15...20 % и снижает удельный расход топлива на 15...25 %);

- снижение потерь теплоты через ограждения печи и на аккумуляцию теплоты обмуровкой для печей периодического действия (позволяет повысить к.п.д. на 6...8% и сэкономить 25...30 % и более топлива);

- использование современных газогорелочных устройств с автоматическим регулированием соотношения «газ-воздух» (повышает к.п.д. на 4...6 % и обеспечивает экономию топлива до 10 %), а также применение регенеративных и рекуперативных горелок;

- автоматизация теплового режима работы печи (экономия топлива до 15%);

- сокращение продолжительности тепловой обработки (за счет интенсификации теплообмена), что позволяет сократить удельный расход теплоты на 12...15 %, причем без каких-либо существенных дополнительных затрат на действующем оборудовании;

- создание экономичных тепловых режимов.

- оптимизация загрузки; оптимизация теплового режима;

- сокращение продолжительности холостого хода (работа печи без металла);

- соблюдение режимно-эксплуатационной и нормативно-производственной дисциплины.

II. Совершенствование тепловых режимов методических печей на металлургических предприятиях, включая:

- уменьшение теплового дефицита металла;

- снижение потерь теплоты из рабочего пространства печи через футеровку и окна в окружающую среду, а также на разогрев футеровки до рабочей температуры (в случае простоя печи);

- повышение коэффициента использования теплоты топлива;

- рациональное перераспределение тепловой нагрузки по длине методической печи.

Показано, что разработка рациональных режимов тепловой обработки металла в методических печах базируется на использовании системного анализа, предусматривающего применение методов математического моделирования, адаптацию математических моделей по результатам экспериментальных исследований и проведение многочисленных расчетов с целью выбора оптимальных режимов.

УДК 621.745.669.13

### **Эффективность использования дутья, обогащенного кислородом, в нагревательных и термических печах**

Студент гр. 104140 Кобрин П. В.

Научный руководитель – Ратников П.Э.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

В настоящее время к числу прогрессивных технологий топливоиспользования в энергетике и промышленности следует отнести топливо-кислородные и комбинированные топливо-электрические. Топливо-кислородный источник энергии является результатом технического прогресса техники 20 века и открывает следующие возможности:

- снижение выноса технологических материалов и загрязнения окружающей среды, снижение общих габаритов и конструктивных схем установок;
- резкое снижение удельного выхода продуктов сгорания;
- снижение расхода топлива и, соответственно, выбросов вредных и парниковых газов.

По сравнению с топливно-воздушным источником энергии топливно-кислородный (топливно-воздушно-кислородный) обеспечивает более высокий темп снижения удельного расхода топлива, так замена воздуха кислородом на 500 – 900 °С повышает температуру газовых топлив, в 3,5 раза уменьшает объем продуктов сгорания и количество уносимого ими тепла при одинаковой температуре на выходе из печи и почти в 2 раза повышает излучательную способность факела. Эти свойства газокислородного пламени создают предпосылки для широкого применения кислорода в процессах сжигания топлив, и в первую очередь, в нагревательных и термических печах. В тоже время обогащение воздушной смеси кислородом приводит к повышению температуры в рабочем пространстве и к росту образования оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ). В данной работе проанализированы исследования энергетической, экологической и экономической эффективности применения топливно-кислородных технологий в теплогенерирующих установках (котлы, нагревательные печи и т.д.).

Анализ результатов использования обогащенного дутья в теплогенерирующих установках и нагревательных печах показали, что по мере увеличения содержания кислорода в исходной смеси при прочих равных условиях, объем  $\text{NO}$  в продуктах сгорания уменьшается. При концентрации 40%  $\text{O}_2$  в подаваемом на горение воздухе объем выбросов  $\text{NO}$  сокращается на 12%, а при повышении содержания кислорода до 50% – на 21,5%.

Установлено, что обогащение воздуха горения кислородом выше 40-50 %  $\text{O}_2$  малоэффективно, так как по мере роста концентрации  $\text{O}_2$ , прирост коэффициента использования топлива резко уменьшается и одновременно увеличиваются затраты на производство кислорода. Таким образом, с точки зрения экологии применение кислорода для обогащения воздушного дутья при сжигании топлива в котлах и промышленных печах является целесообразным и позволит существенно сократить объемы выбросов  $\text{NO}_x$  в окружающую среду.

Сокращение массового расхода дымовых газов может привести к снижению требуемой мощности газоочистных систем (например, пылеулавливающего оборудования или систем очистки дымовых газов от  $\text{NO}_x$ , если необходимость в таких системах сохраняется) и соответствующего энергопотребления.

Проведен анализ применения топливнокислородных технологий в промышленности и энергетике. По сравнению с топливно-воздушным источником энергии топливно-кислородный обеспечивает более высокий темп снижения удельного расхода топлива. Замена воздуха кислородом на 500 – 900 °С повышает температуру газовых топлив, в 3,5 раза уменьшает объем продуктов сгорания и количество уносимого ими тепла при одинаковой температуре на выходе из печи и почти в 2 раза повышает излучательную способность факела.

Примеры применения кислорода в процессах нагрева металла в печах за рубежом подтверждают данные результаты: увеличение производительности печей, снижение удельного расхода топлива, снижение образования окалины, снижение вредных выбросов при определенных условиях сжигания, упрощение конструкции и эксплуатации печи, возможность отказа от рекуператоров и регенераторов, высокую маневренность производства.

Таким образом, с учетом перспектив развития мирового рынка энергоресурсов и ростом цен на природный газ уже сейчас необходимо активно рассматривать возможности внедрения кислородных технологий на производстве. Прежде всего, это касается предприятий металлургического и машиностроительного комплекса, где эксплуатируются высокотемпературные газопламенные печи. Для решения поставленной задачи следует создать новые конструкции газогорелочных устройств и разработать мероприятия, обеспечивающие безопасность производства при использовании кислорода.