

## Использование современных горелочных устройств с целью снижения выбросов NO<sub>x</sub>

Студенты гр. 10405118 Мякинник Я.Л., Величко В.В.  
Научный руководитель – Трусова И.А.  
Белорусский национальный технический университет

Известно, что в топливных плавильных и нагревательных печах непрерывного действия достаточно широко используют подогрев воздушного дутья, идущего для сжигания топлива. Недостатком высокотемпературного подогрева воздуха является образование оксидов азота, являющихся основными загрязнителями, что напрямую связано с температурой факела.

В связи с этим большое внимание уделяется разработке конструкций горелок и технологических приемов, обеспечивающих пониженное образование оксидов азота.

На основании анализа литературных источников показано, что основными методами снижения образования NO<sub>x</sub> являются:

Двух- и многоступенчатое сжигание топлива.

Неадиабатическая рециркуляция продуктов сгорания в факел, топливо, окислитель.

Балластировка факела водой или водяным паром, а также инертными газами.

Интенсификация теплоотдачи от факела.

В настоящее время при проектировании и модернизации действующих нагревательных и термических печей, функционирующих в металлургическом и машиностроительном производстве, широкое распространение получают рекуперативные и регенеративные горелки. Их использование позволяет существенно повысить предварительный нагрев воздуха по сравнению с применением традиционного рекуператора (до 750°C вместо 400-500 °C). Несмотря на высокую стоимость рекуперативных горелок, они имеют более высокие экологические показатели (по выбросам оксидов азота) по сравнению с дутьевыми горелками с подогревом воздуха до 400°C.

Изменение типа горелочных устройств и переход на использование горелок low-NO<sub>x</sub> могут принципиально улучшить показатели выхода NO<sub>x</sub> в нагревательных печах. Так, low-NO<sub>x</sub> горелки радиационные фирмы Bloom обеспечивают при холодном воздушном дутье концентрацию NO<sub>x</sub> [NO<sub>x</sub>]<sub>3%O<sub>2</sub></sub> в 3 раза ниже, чем при работе обычных горелок того же типа. Подогрев воздушного дутья вызывает более резкое расхождение [NO<sub>x</sub>] на выходе из топки при ее отоплении обычными и low-NO<sub>x</sub> горелками. При подогреве воздушного дутья до 810 К отмечается шестикратное повышение [NO<sub>x</sub>] по сравнению с базовой концентрацией на холодном воздухе при использовании обычных горелок.

Таким образом, использование low-NO<sub>x</sub> горелочных устройств может удовлетворить жесткие современные экологические нормативы различных государств.

В качестве примера можно отметить, что с 2015 г. на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» в СПЦ-2 функционируют печи с использованием схем косвенного нагрева (радиационные трубчатые нагреватели). Печь с роликовым подом для непрерывного отжига заготовок общей длиной 110 м включает 70 рекуперативных горелок ЕСОМАХ 2СВ545 мощностью 60 кВт и 14 горелок ВЮ 65НВ мощностью 30 кВт. Для повышения безопасности и удобства эксплуатации каждая горелка оборудована автоматом управления горелкой ВСУ.