

# МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАГРЕВА И ХАРАКТЕРИСТИК РЕКУПЕРАТОРОВ НА ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РЕКУПЕРАЦИИ

Косолюкин Д.А.(ПТТ-10м)\*  
Донецкий национальный технический университет

В Украине большой вес в структуре затрат на производство конечного продукта в металлургии имеет расход газообразного топлива. Поэтому экономия топлива – первоначальная задача любого субъекта данной отрасли промышленности. Для утилизации тепла уходящих газов используют специальные теплообменники, называемые рекуператоры. В зависимости от типа рекуператора разнятся значения коэффициента теплопередачи.

Для анализа эффективности тепловой работы нагревательных печей принято использовать коэффициент использования топлива, соответствующего доле химической энергии топлива, оставленной в рабочей камере.

При заданных параметрах нагрева расход топлива будет определен средневзвешенным значением коэффициента использования топлива за весь период нагрева:

$$V = \frac{m \cdot c \cdot \Delta t + Q_{пот} \cdot \tau_n}{\eta_{св} \cdot Q_n^p} \quad (1)$$

где  $Q_n^p$  – теплота сгорания топлива, кДж/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса заготовки, кг;

$\eta_{св}$  - средневзвешенный коэффициент использования топлива (КИТ);

$c$  - теплоемкость продуктов горения, Вт/м<sup>3</sup>К;

$\Delta t$  - температурный перепад, С;

$Q_{пот}$  - тепловые потери, кДж.

Значительное влияние на средневзвешенный коэффициент использования топлива оказывает коэффициент рекуперации. Для анализа влияния различных факторов на величину коэффициента рекуперации предложена аналитическая методика, базирующаяся на уравнениях теплового баланса и теплопередачи в рекуператоре:

$$Q = V_{nc} \cdot c_{nc} \Big|_{t_{nc}^x}^{t_{nc}^r} \cdot (t_{nc}^r - t_{nc}^x) = V_B \cdot c_B \Big|_{t_B^x}^{t_B^r} \cdot (t_B^r - t_B^x) = k \cdot F \cdot \Delta t \quad (2)$$

где  $V_{nc}$ ,  $V_B$  – объемные расходы продуктов сгорания и воздуха через рекуператор, м<sup>3</sup>/с;

---

\*Научный руководитель : доц. каф. «Техническая теплофизика» Бирюков А.Б.

$t_{\text{пс}}^{\text{x}}, t_{\text{в}}^{\text{x}}, t_{\text{пс}}^{\text{r}}, t_{\text{в}}^{\text{r}}$  – температуры продуктов сгорания на выходе, воздуха на входе, продуктов сгорания на входе, воздуха на выходе из рекуператора, соответственно, °С;

$c_{nc} \Big|_{t_{\text{пс}}^{\text{x}}}^{t_{\text{пс}}^{\text{r}}}$   $c_{\text{в}} \Big|_{t_{\text{в}}^{\text{x}}}^{t_{\text{в}}^{\text{r}}}$  – средние объемные теплоемкости продуктов сгорания и воздуха при температурах их нахождения в рекуператоре соответственно, Дж/(м<sup>3</sup>·К);

$k$  – коэффициент теплопередачи в рекуператоре, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$F$  – поверхность теплообмена рекуператора, м<sup>2</sup>;

$\Delta t$  – среднелогарифмический температурный напор в рекуператоре, °С.

В результате решения системы уравнений получим выражения для определения неизвестных температур через заданные параметры:

$$t_{\text{в}}^{\text{r}} = \frac{t_{\text{пс}}^{\text{r}} \cdot (e^{-mkF} - 1) + t_{\text{в}}^{\text{x}} \cdot \left( 1 - \frac{V_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \Big|_{t_{\text{в}}^{\text{x}}}^{t_{\text{в}}^{\text{r}}}}{V_{\text{пс}} \cdot c_{\text{пс}} \Big|_{t_{\text{пс}}^{\text{x}}}^{t_{\text{пс}}^{\text{r}}}} \right)}{e^{-mkF} - \frac{V_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \Big|_{t_{\text{в}}^{\text{x}}}^{t_{\text{в}}^{\text{r}}}}{V_{\text{пс}} \cdot c_{\text{пс}} \Big|_{t_{\text{пс}}^{\text{x}}}^{t_{\text{пс}}^{\text{r}}}}}, \quad (3)$$

где  $m$  - параметр, определяемый на основании водяных эквивалентов расходов теплообменивающихся сред, К·с/Дж ;

После решения системы имеется возможность определения температурного перепада в рекуператоре в зависимости от параметров нагрева. Температура продуктов горения  $t_{\text{пс}}^{\text{x}}$  определяется аналогично. В результате определения величин  $t_{\text{пс}}^{\text{x}}, t_{\text{в}}^{\text{r}}$  появляется возможность вычислить значение коэффициента рекуперации в зависимости от параметров нагрева и конструкции рекуператора. Таким образом, на основании физического смысла коэффициента рекуперации составляем выражение для функционального определения этой величины в зависимости от заданных параметров.

$$k_{\text{r}} = \frac{k \cdot F \cdot \Delta t}{V_{\text{пс}} \cdot c_{\text{пс}} \Big|_{t_{\text{пс}}^{\text{x}}}^{t_{\text{пс}}^{\text{r}}}} \cdot t_{\text{пс}}^{\text{r}}, \quad (4)$$

Вывод: Создана методика для анализа влияния различных конструктивных и технологических параметров на значение коэффициента рекуперации. Проанализировано влияние коэффициента рекуперации на средневзвешенный коэффициент использования топлива.