

## ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА НА ОХЛАЖДАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЕЧИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гераскина Э.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса).

**В статті представлені результати дослідження інтенсивності теплообміну на поверхні обертової печі для виробництва будівельних матеріалів. Результати роботи узагальнені у вигляді критеріального рівняння.**

Совершенствование энергосберегающих систем для вращающихся печей обжига строительных материалов на основе воздухоструйной интенсификации со стабилизацией теплообменных процессов охлаждения связано с дальнейшим уточнением методики конструктивно-технологического расчета разрабатываемых укрытий [1,2].

Исследованием процесса теплоотдачи с различной конфигурацией внутренних каналов и разного рода жидкостями занимались авторы [3,4].

Обобщая результаты, этих исследований наиболее точной для определения теплоотдачи была установлена следующая зависимость [5]

$$Nu = 0,021 Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left( \frac{Pr_J}{Pr_C} \right)^{0,25} \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon \quad (1)$$

Определяющей температурой здесь является средняя температура жидкости, а определяющим размером — эквивалентный диаметр

$$d_{\text{э}} = \frac{4f}{u}, \quad (2)$$

где  $f$  — площадь поперечного сечения канала  $\text{м}^2$ ;  $u$  — полный периметр канала,  $\text{м}^2$ .  
Для труб круглого сечения берется геометрический диаметр.

$\left( \frac{Pr_J}{Pr_C} \right)^{0,25}$  — поправка, учитывающая зависимость физических свойств

теплоносителя от температуры.

Для воздуха формула (1) упрощается и принимает вид [5]

$$Nu = 0,018 Re^{0,8} \quad (3)$$

Для случая течения воздуха вдоль по кольцевому каналу, образованному трубами разных диаметров, когда внутренняя труба имеет температуру выше, чем наружная, применима зависимость с учетом соотношения диаметров [6]

$$Nu = 0,023 \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^{0,45} \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4}, \quad (4)$$

где:  $d_1$  — наружный диаметр внутренней трубы, м;  $d_2$  — внутренний диаметр внешней трубы, образующей кольцевой канал, м.

Зависимость (4) применима для кольцевых каналов при значениях

данные по теплоотдаче внутреннего цилиндра на основе критерия Рейнольдса. Для турбулентного течения с макровихрями была получена зависимость

$$Nu = 0,018 Re^{0,8} \left[ 1 + 2,4 \left( \frac{Re_{окр}}{Re} \right)^2 \right]^{-0,4} \quad (5)$$

где:  $Re_{окр} = \frac{v \cdot 2(r_2 - r_1)}{\nu}$  ;  $v = \omega_1 r_1$ ,  $r_1$  — радиус внутреннего цилиндра, м;  
 $\omega_1$  — скорость вращения внутреннего цилиндра, м/с.

Коэффициент теплоотдачи отнесен к поверхности внутреннего цилиндра, а в качестве определяющей использована средняя температура жидкости между начальным и конечным ее значением в процессе теплообмена.

Как следует из вышперечисленного, ни одна из рассмотренных зависимостей не учитывает особенностей процессов теплообмена, происходящих на поверхности укрытого участка цилиндрической печи, где переменный расход охлаждаемого теплоносителя, истекающего из внешнего канала, воздействует на поверхность теплоисточника.

Была проведена серия экспериментальных исследований интенсивности теплообмена на экспериментальной установке.

На основании результатов проведенных экспериментов установлена зависимость, график которой представлен на рис.1. Она позволяет определить коэффициент теплообмена на внешней поверхности укываемого участка печи при поперечном омывании воздушным потоком в предложенной конструкции теплоутилизатора для принятого диапазона измеряемых параметров

$$Nu = c \cdot Re^x, \quad (6)$$

где значения "с" меняются в пределах  $0,0935 \div 0,097$  в зависимости от мощности установки, значение "х" равно 0,8.

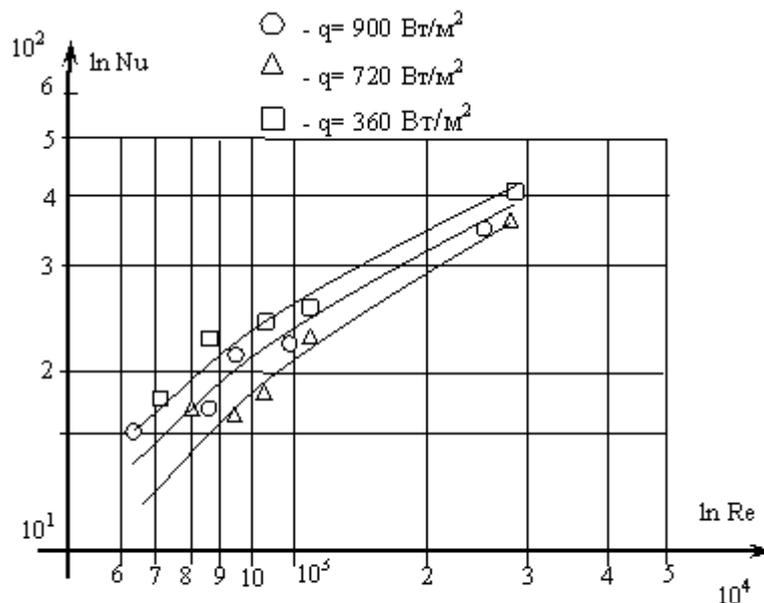


Рис. 1. Изменение коэффициента теплообмена на внешней поверхности участка печи

## *Вывод*

В результате исследований установлена зависимость, позволяющая определить коэффициент теплообмена на внешней поверхности укываемого участка печи при поперечном омывании воздушным потоком в предложенной конструкции теплоутилизатора для принятого диапазона измеряемых параметров.

## **SUMMARY**

**On the basis of these studies established the regime parameters of heat recovery from the kiln with the stabilization of thermal processes.**

## *Литература*

1.Петраш В.Д., Гераскина Э.А., Кочкин М.М. Исследование теплоаэродинамических параметров нового теплоутилизатора для обжиговой печи/Известия Вузов. Строительство и архитектура.- 1988.- №10.-с.115.

2.Гераскина Э.А. Взаимосвязь конструктивных параметров укрытий теплоисточников для обеспечения режима воздушоструйной интенсификации теплообмена на охлаждаемой поверхности // Вестник ОГАСА. Сборник научных трудов.- Выпуск 5.- Одесса.- 2001.-с.25

3. Мосяк А.А. Тепло- и массообмен от вращающегося цилиндра при развитом турбулентном течении // Инженерно-физический журнал.- 1977. – № 5. – с .914.

4.Шерстюк А.Н. Коэффициенты трения и теплоотдачи вращающегося круглого цилиндра // Теплоэнергетика. – 1985. – №2. – с 10.

5.Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи.– М.:Энергия, 1977.–346 с.