

ния использовались вставки массой 0,8 % от металлоемкости формы с содержанием магния в пределах 10–11 %. Изменение температуры заливки форм от 1613 до 1673 К значительно влияет на скорость плавления МВ. Термическое зондирование показало, что в первые 1–5 с идет плавление сечений вставок с толщиной до 15–20 мм. В результате прогрева расплавляется более массивная центральная часть. За счет введения в конструкцию остроугольных элементов практически исключен инкубационный период взаимодействия с расплавом. На рис. 2 представлено распределение меди и магния в различных элементах опытной пробы при температуре заливки 1653 К. Заметно также равномерное распределение сфероидизирующего элемента в различных частях отливки.

Проведенные исследования показали возможность использования для внутриформенного модифицирования компактных вставок. Данный процесс способствует снижению в 1,5–2 раза металлоемкости литниковой системы по сравнению с традиционной технологией, легко поддается автоматизации и контролю.

*УДК 669.162.252(430.1)*

**О.А. БЕЛЫЙ**, канд.техн.наук,  
**В.И. ГЛУХОВСКИЙ**,  
**А.Ф. ВАСКЕВИЧ** (БПИ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБАХ ВЕНТУРИ**

Особенностью процесса теплообмена в трубах Вентури является то, что орошающая жидкость подается в зону скоростей более высоких, чем в других пылеулавливающих аппаратах.

Кроме того, удельное орошение высокоскоростных аппаратов мало по сравнению с другими аппаратами.

В проведенных исследованиях оценка эффективности теплообмена производилась с помощью коэффициента теплопередачи:

$$K_{\text{усл}} = \frac{Q}{\sigma_r \Delta t},$$

где  $Q$  – количество тепла, перешедшее от охлаждаемого газа к охлаждающей жидкости, т.е. тепловая нагрузка на трубу Вентури, кДж/ч;  $\sigma_r$  – расход охлаждаемого газа, кг/ч;  $\Delta t$  – температурный напор (средняя логарифмическая разность температур).

При проведении эксперимента правильно было бы определять охлаждение газов раздельно: в трубе Вентури и в каплеуловителе. Однако такой эксперимент невозможно осуществить из-за трудностей определения средней температуры газов и капель на границе между трубой Вентури и каплеуловителем. Поэтому в опытах исследовался суммарный эффект охлаждения газов установки, а при обобщении экспериментальных данных принималось, что суммарный эффект охлаждения в решающей степени обусловлен от газов к каплям в трубе Вентури.

Т а б л и ц а 1. Уровни независимых переменных

Независимые переменные	$X_1$ (м кг/м <sup>3</sup> )	$X_2$ (Т <sub>в</sub> , К)	$X_3$ (Т <sub>г</sub> , К)
Основной уровень ( $X_{i0}$ )	0,5	293	363
Интервал варьирования ( $\Delta X_i$ )	0,4	10	60
Верхний уровень ( $X_i = 1$ )	0,9	303	423
Нижний уровень ( $X_i = -1$ )	0,1	283	303

Для описания процесса теплообмена в трубе Вентури был использован полный факторный эксперимент 2<sup>3</sup> с равномерным дублированием опытов. В качестве независимых переменных были выбраны: удельное орошение ( $X_1$ ), температура орошающей жидкости ( $X_2$ ) и поступающего на очистку газа ( $X_3$ ). Зависимой переменной был выбран условный коэффициент теплопередачи. Было решено варьировать независимые переменные на двух уровнях. Интервалы варьирования переменных и их значения в натуральном масштабе на основном, верхнем и нижнем уровнях указаны в табл. 1.

После реализации полного факторного эксперимента 2<sup>3</sup> и проверки статической значимости коэффициентов было получено следующее уравнение регрессии в кодовом масштабе [1]:

$$y = 0,638 + 0,138 X_1 + 0,113 X_2 + 0,038 X_3 - 0,038 X_1 X_2 - 0,013 X_1 X_3 + 0,0125 X_2 X_3.$$

Гипотеза об адекватности модели проверялась с помощью критерия Фишера. Анализируя полученную модель, необходимо отметить, что все соображения о направлении и силе влияния изученных факторов на условный коэффициент теплопередачи можно высказать только для выбранных в работе интервалов их изменения. В этих интервалах оказалось слабым влияние начальной температуры газов, подаваемых на очистку, а также соотношений удельного орошения и температуры орошающей жидкости, начальной температуры газа и орошающей жидкости.

Сильно влияющим фактором является удельное орошение. Одновременно необходимо отметить, что интенсификация процесса теплообмена происходит при увеличении всех трех изучаемых независимых переменных.

Данную математическую модель можно использовать для построения номограмм.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А д л е р Ю.П. Введение в планирование эксперимента. — М.: Металлургия, 1969. — 158 с.