

А.Н. Иванистов,  
Г.С. Кабалдин, канд. техн. наук

## АНАЛИЗ И РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВА В ПРОЦЕССАХ СУШКИ

Статистические методы планирования эксперимента являются активными для ведения экспериментов и нашли применение в практике [1].

В данном исследовании анализируется работа сушильного барабана и определяется полиномиальная зависимость удельного расхода топлива ( $b$ ) от основных факторов, влияющих на процесс сушки. При этом используется метод планирования эксперимента.

По экспертной оценке выделены основные факторы процесса: производительность барабана по влажному материалу ( $G$ ), начальная влажность материала ( $\omega_1$ ), расход первичного воздуха на сжигание мазута ( $A_1$ ) и температура дымовых газов на входе в барабан ( $T_1$ ).

В дальнейшем для удобства расчетов были использованы безразмерные, кодированные величины:

$$X_1 = \frac{G - 72,5}{7,5}; X_2 = \frac{\omega_1 - 8,5}{0,5}; X_3 = \frac{A_1 - 15,5}{2};$$

$$X_4 = \frac{T_1 - 850}{50} \quad (1)$$

Таблица 1

Факторы	Уровни факторов			Интервал варьирования
	(-)	(0)	(+)	
Производительность барабана, т/ч	65	72,5	80	7,5
Начальная влажность материала, %	8,0	8,5	9,0	0,5
Температура дымовых газов на входе в барабан, °С	800	850	900	50
Расход первичного воздуха, тыс. нм <sup>3</sup> /ч	13,5	15,5	17,5	2

Уровни факторов и интервалы их варьирования приведены в табл. 1.

Расчеты проводились с применением матрицы планирования полного факторного эксперимента [1].

Получено следующее интерполяционное уравнение удельного расхода топлива:

$$\bar{b} = 10,61 - 1,3X_1 + 0,058X_2 + 1,62X_3 + 0,878X_4 - 0,1X_1X_2 - 0,1X_1X_3 + 0,04X_1X_4 + 0,093X_2X_3 + 0,02X_2X_4 + 0,014X_3X_4. \quad (2)$$

Для оценки коэффициентов уравнения регрессии определим дисперсию адекватности

$$S_b^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (b_i - \hat{b}_i)^2}{n - k} = 0,0282, \quad (3)$$

где  $\hat{b}_i$  - значение удельного расхода топлива, найденное по уравнению регрессии (2) для  $i$ -ой точки;  $b_i$  - экспериментальное значение удельного расхода в  $i$ -ой точке;  $n$  - число опытов;  $k$  - количество коэффициентов модели.

Ошибка в определении коэффициентов регрессии

$$S_a = \sqrt{\frac{S_b^2}{n}} = 0,042.$$

Для  $P = 0,95$  и  $f = 16$  значение критерия Стьюдента равно  $t = 2,12$ , тогда  $S_a \cdot t = 0,09$ , т.е. значимыми являются те коэффициенты, которые по абсолютной величине более 0,09. В результате получим

$$\bar{b} = 10,61 - 1,3X_1 + 1,62X_3 + 0,878X_4 - 0,1X_1X_2 - 0,1X_1X_3 + 0,114X_3X_4. \quad (4)$$

Критерий Фишера  $F = 6,6$ , а  $F_{\text{таб}} = 8,7$ , т.е. уравнение адекватно описывает зависимость удельного расхода топлива от основных факторов процесса сушки.

Уравнение регрессии в натуральных величинах имеет вид

$$b = 13,21 + 0,157 G + 1,933 \omega_1 + 0,324A_1 - 0,0267 G \omega_1 - 0,00667 G \cdot A_1 + 0,00114A_1 \cdot T_1. \quad (5)$$

Анализ уравнения (5) показывает: удельный расход топлива увеличивается с уменьшением производительности барабана; повышение расхода первичного воздуха и температуры дымовых газов на входе в барабан увеличивают удельный расход топлива.

Полученная зависимость удельного расхода топлива справедлива для барабанов диаметром 3,2 м и длиной 22 мм при высушивании хлористого калия и изменении параметров процесса в следующих пределах: расход топлива (мазут М-100) 600 - 1200 кг/ч, производительность по влажному материалу 65 - 80 т/ч, начальная температура газов на входе в барабан - 800 - 900 °С, конечная влажность продукта 2%, начальная влажность материала 7 - 10%.

Резюме. Обоснована возможность применения метода планирования эксперимента для расчета удельного расхода топлива при высушивании хлористого калия с учетом влияния на него производительности барабана, начальной влажности материала, расхода первичного воздуха и температуры на входе в сушильный барабан.

Полученная зависимость  $b = f(G, \omega_1, A_1, T_1)$  может быть использована при анализе и планировании удельного расхода топлива в сушильном барабане.

#### Л и т е р а т у р а

1. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.

УДК 697.92

Л.И. Темкин, А.П. Несенчук, канд. техн. наук

#### ОХЛАЖДЕНИЕ ФОРМОВОЧНОГО ПЕСКА В ВИХРЕВОМ ПОТОКЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

В пескоприготовительных отделениях литейных цехов ряда машиностроительных заводов песок, идущий на приготовление стержней, имеет высокую температуру. Так, для Минского автомобильного завода температура песка составляет примерно 323 - 333 К, для Бобруйского машиностроительного завода - 343 К.

Высокая температура песка отрицательно влияет на физические свойства материала при изготовлении стержней, что в свою очередь ведет к значительному браку (величина его составляет 20 - 30%). Применяемое в настоящее время естественное охлаждение в бункерах не обеспечивает достаточного снижения температуры (293 - 303 К).

В данной работе необходимо было изучить и выработать практические мероприятия и рекомендации для их дальнейшего ис-