

Шалевская И.А., Тарасевич Н.И.¹, Токарева О.О.¹
(ВНУ им. В. Даля, г. Северодонецк, ¹ФТИМС НАН Украины, г. Киев)
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЛИТЕЙНЫХ ПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ
 E-mail: into66@mail.ru

Проблема загрязнения атмосферы промышленными выбросами является глобальной. В литейных цехах около 40...50% газообразных и пылевых отходов приходится на долю плавильных агрегатов. В связи с актуальностью вопроса в работе было проведено исследование образования выбросов загрязняющих веществ из плавильных печей с целью определения возможности математического моделирования процесса.

Результатом проведенной работы стали анализ полученных данных, построение регрессионных моделей и проверка их адекватности.

Изучалось влияние технологических параметров и температурных показателей процесса плавки чугуна на количество выбросов вредных веществ.

Было проведено 16 экспериментов, при этом независимых параметров было 6, функций отклика – 4 (табл. 1).

Таблица 1 – Перечень факторов

Исследуемые факторы					Контролируемые показатели, г/т				
C	Si	S	P	Mn	Q	SiO ₂	NO ₂	SO ₂	CO
%					кг				

Поскольку количество экспериментов недостаточно для получения моделей вида «полный квадрат» (линейные члены, квадраты и взаимодействия факторов), были получены модели, включающие только линейные члены и квадраты:

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 = & 13661,0 - 6883,73 C - 19,9192 \text{ Si} C + 90973,7 S - 81138,9 P + 0,740571 Q + \\ & + 952,624 C^2 - 1853140,0 S^2 + 491311,0 P^2 + 29,1594 \text{ Mn}^2 - 0,000120754 Q^2; \\ R^2 = & 99,5977; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{NO}_2 = & (- 5071,4) + 3086,43 C + 154,946 \text{ Si} - 1550,04 S + 7,03491 \text{ Mn} - 0,45843 Q - - 427,386 \\ & C^2 - 36,7815 \text{ Si}^2 + 0,0000845438 Q^2; R^2 = 68,5521; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{SO}_2 = & (- 19547,7) + 11791,6 C + 842,173 \text{ Si} - 214423,0 S + 33,1728 \text{ Mn} - \\ & - 1632,65 C^2 - 197,257 \text{ Si}^2 + 4387140 S^2; R^2 = 74,0515; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{CO} = & 19551,7 - 323,099 C - 3345,29 \text{ Si} - 695254,0 P + 10,1948 Q + 774,095 \text{ Si}^2 + \\ & + 4219890 P^2 + 193,952 \text{ Mn}^2 - 0,00185573 Q^2; R^2 = 64,8641. \end{aligned} \quad (4)$$

Для наглядной демонстрации влияния отдельных факторов в многофакторных моделях были построены графики зависимости функций отклика от каждого из независимых параметров в пределах их области определения.

В результате проведения научных исследований получены следующие результаты:

- определена зависимость между образованием выбросов вредных веществ из плавильных печей и технологическими параметрами плавки:

1) при содержании в сплаве углерода в пределах 3,60...3,62% увеличивается количество выбросов окислов азота (NO₂) и серы (SO₂), при этом количество выбросов пыли (SiO₂) и окислов углерода (CO) незначительно уменьшается;

2) содержание фосфора (P) и серы (S) в сплаве незначительно влияют на количество выбросов в связи с малым интервалом варьирования;

3) во всех моделях прослеживается увеличение количества выбросов при увеличении содержания марганца;

4) для минимизации количества выбросов содержание кремния (Si) должно приближаться к верхнему уровню, то есть 2,18...2,20%, марганца (Mn) – к нижнему 0,50...0,55%, содержание углерода (C) – 3,4...3,5%; объем плавки (Q) в трехтонной печи составлять 2500...2650 кг;

- предложена математическая модель образования выбросов;
- построены графики зависимости функций отклика от каждого из независимых параметров.

Предложенные регрессионные модели можно применять для расчета вентиляции, реконструкции производства, а также расчета и согласования предельно допустимых показателей выбросов.