

И. В. Я р о щ у к, С. Н. Г о н ч а р е н к о (Москва, МГТУ). **Применение детерминированных и нечетких моделей для оперативного прогнозирования свойств строительного кирпича.**

Производство кирпича многостадийно, со сложными взаимосвязями между параметрами различных процессов, входящих в технологическую цепочку. Важнейшим из этих процессов является обжиг, т. к. именно во время него формируются физико-механические свойства готовой продукции.

К показателям качества керамического кирпича относят механическую прочность, морозостойкость, водопоглощение, количество и вид трещин, визуальные дефекты (оплавление, подвар и т. д.).

Для прогнозирования конечных свойств изделий предложено использовать модели двух типов: 1) детерминированные (регрессионные) — для параметров, измеряемых лабораторно, прочности, морозостойкости и водопоглощения; 2) нечеткие — для визуально определяемых трещин.

Модели первого типа имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} VP &= a_0 + a_1 T_1 + a_2 T_2 + a_3 T_3 + a_4 K_p + a_5 T_2 C_{(CaO+MgO)} + a_6 (T_2 C_{(CaO+MgO)})^2, \\ P &= b_0 + b_1 T_1 + b_2 T_2 + b_3 T_3 + b_4 K_p + b_5 W_0 + b_6 T_1^2 + b_7 T_2^2 + b_8 T_1 C_{Al_2O_3} \\ &\quad + b_9 T_1 C_{Al_2O_3} + b_{10} T_2 C_{(CaO+MgO)} + b_{11} T_1 C_{Al_2O_3} \\ &\quad + b_{12} (T_1 C_{Al_2O_3})^2 + b_{13} (T_2 C_{Al_2O_3})^2, \end{aligned}$$

где VP — водопоглощение; P — среднее значение прочности в садке; T_1 – T_3 — наибольшие температуры в зоне обжига; K_p — степень переработки шихты; $C_{(CaO+MgO)}$, $C_{Al_2O_3}$ — концентрация $(CaO + MgO)$ и Al_2O_3 в шихте; W_0 — остаточная влажность полуфабриката после сушки; a_1 – a_6 , b_1 – b_{13} — параметры регрессионных уравнений.

В моделях второго типа для управления процессом обжига используется визуальная информация о трещинах в изделиях (сетка трещин и волосяные трещины).

Например, для сетки трещин модель имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} f_1(k; 10, 20) &= \begin{cases} 1, & k \leq 10, \\ 2 - k/10, & 10 < k < 20, \\ 0, & k \geq 20, \end{cases} \quad \text{— «мало»,} \\ f_2(k; 10, 20, 30) &= \begin{cases} 0, & k \leq 10, \\ k/10 - 1, & 10 < k \leq 20, \\ 3 - k/10, & 20 < k < 30, \\ 0, & k \geq 30, \end{cases} \quad \text{— «много»,} \\ f_3(k; 20, 35) &= \begin{cases} 0, & l \leq 20, \\ (k - 20)/15, & 20 < k < 35, \\ 1, & K \geq 35, \end{cases} \quad \text{— «очень много»,} \end{aligned}$$

где k — количество волосяных трещин.

Аналогично, разработана модель и для волосяных трещин.

В качестве контролируемых входных переменных обозначены такие лингвистические переменные, как интервал проталкивания вагонов в печь, подсосы воздуха, температура атмосферного воздуха, остаточная влажность полуфабриката. Для управления данными переменными предложены следующие управляющие воздействия: расход отбираемого воздуха в зонах быстрого и медленного охлаждения, расход газа в зоне быстрого нагревания.

Таким образом, предложенный математический аппарат позволяет оперативно прогнозировать все имеющиеся качественные показатели кирпича еще на стадии обжига, что позволяет проводить оперативное управление, тем самым снижая риск получения брака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Льюис К.Д.* Методы прогнозирования экономических показателей. М.: Финансы и статистика, 1986, 133 с.
2. *Жученко А. И., Ярощук И. В.* Математическое моделирование некоторых качественных показателей керамического кирпича. — Научные вести НТУУ «КПИ», 2002, № 4, с. 121–127.
3. *Леоненков А. В.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ–Петербург, 2003, 736 с.