

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ СМЕСЕПРИГОТОВЛЕНИЕМ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СВОЙСТВ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ

Е.В. ФИЛИПЕНКО

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. П.О.Сухого»

Гомель, Беларусь

Способ получения отливок в обычные сырые песчано-глинистые формы, особенно в массовом производстве остается наиболее распространенным, а, в некоторых случаях и единственным. Это объясняется их относительно низкой стоимостью, технологической надежностью процесса, возможностью получать отливки любой массы и сложности. Процесс изготовления песчано-глинистых форм механизирован и автоматизирован, разработаны и крупномасштабно внедрены в производство автоматические линии.

В тоже время возникает потребность в новом подходе к оценке качества песчано-глинистых формовочных смесей, требуется создание принципиально новых автоматизированных систем управления процессом смесеприготовления на основе непрерывного контроля состава и свойств формовочных смесей.

Для автоматического контроля и управления свойствами формовочной смеси описан ряд различных методов оценки свойств смесей, каждый из которых является важным и необходимым. Однако для того, чтобы создать условия для автоматизации контроля, предлагаемые методы контроля должны обеспечить: высокую степень корреляции, близкую к функциональной; некоррелированность измеряемых параметров между собой; возможность создания простой, надежной и точной аппаратуры.

В последние годы для решения задачи управления свойствами формовочных смесей широко применяется расчетно-аналитический метод, использующий модели планируемого эксперимента. Такой подход открывает новые возможности для управления свойствами формовочных смесей за счет повышения оперативности регулирования процесса при изменении свойств исходных материалов и номенклатуры изготавливаемых отливок. Только на основе этого подхода возможно создание автоматизированных систем управления процессами приготовления формовочных смесей.

С учетом этого были разработаны математические модели, коэффициенты которой определены в результате обработки данных промышленных экспериментов. Для этого был реализован центральный

композиционный план эксперимента. Он предназначен для получения регрессионной модели в виде:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + \dots + B_k X_k + B_{12} X_1 X_2 + B_{13} X_1 X_3 + \dots + B_{k-1,k} X_{k-1} X_k + B_{11} X_1^2 + \dots + B_{kk} X_k^2$$

Параметрами оптимизации являлись: формуемость (Y_1), уплотняемость (Y_2), прочность формовочной смеси в сыром состоянии (Y_3), объемная плотность (Y_4). В качестве независимых переменных были приняты: содержание бентонита (X_1), крахмалита (X_3) и влажность (X_2).

В качестве экспериментальных данных использовались результаты трех реплик построенного центрального композиционного плана. Для оценки результатов эксперимента применялись статистические методы, а также использовался программный продукт STATISTICA 6.0.

Была получена следующая система уравнений:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 124,720 - 30,515 X_2 + 0,915 X_1 X_2 ; \\ Y_2 &= 28,900 - 16,480 \ln X_1 + 41,001 \ln X_2 ; \\ Y_3 &= 0,086 - 1,155 \frac{1}{X_1} + 0,651 \frac{1}{X_2} - 1,094 \frac{1}{X_2^2} + 1,803 \frac{1}{X_1 X_2} \\ Y_4 &= 1,044 + 0,206 \ln X_1 - 0,588 \ln X_2 + 0,012 \ln X_3 . \end{aligned}$$

Полученные регрессионные модели являются статистически значимыми, что подтверждается значением $F_{набл} > F_{крит}$ при $\alpha = 0,05$, показателем значимости F -статистики, а также значениями $t_{набл} > t_{кр}$ при коэффициентах регрессии и показателями их значимости, тестами на гетероскедастичность (тест Уайта), автокорреляцию остатков (тест Дарбина-Уотсона), мультиколлинеарность, нестохастичность объясняющих переменных, нормальность распределения остатков (тест Бера-Жарка), правильность определения формы зависимости (RESET-тест).

Полученные зависимости могут быть непосредственно использованы для формирования корректирующего воздействия в процессе смесеприготовления, так как они отражают связь свойств формовочной смеси с ее компонентами.

Разработанная методика управления и стабилизации опирается на надежные математические модели повышенной точности, полученные на основе активного эксперимента в производственных условиях, и может быть использована для решения разнообразных задач, связанных с управлением качества отливок.