

УДК 621.742.5.06

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СМЕСЕПРИГОТОВЛЕНИЕМ

Андрей Дмитриевич Новичков

*Студент 6 курса, специалитет,  
кафедра «Литейные технологии»,  
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: Д. Н. Карпенко,  
ассистент кафедры «Литейные технологии»*

Целью работы было построение математической модели адаптивной системы управления смесеприготовлением, которая позволит в автоматическом режиме определять требуемое количество освежающих добавок для поддержания требуемого состава смеси. Статьи [1; 2] указывают, что содержание влаги и бентонита оказывает определяющее влияние на свойства смеси.

Чтобы получить формульные зависимости, необходимые для создания математической модели, были оцифрованы и аппроксимированы графики из статей [1; 2]. Для оцифровки использовали программу Романа Осипова для оцифровки графиков [3], написанную в среде *Wolfram Mathematica*. Аппроксимация оцифрованных зависимостей была выполнена посредством встроенных функций *Wolfram Mathematica*. В результате получены формульные зависимости: газопроницаемости от влажности, оптимальной влажности от процента бентонита, прочности на сжатие от процента бентонита, времени перемешивания от содержания бентонита и номограмма для определения степени освежения песчано-бентонитовых смесей.

В модели учитываются следующие свойства смеси: газопроницаемость, прочность на сжатие и на срез.

Все данные, используемые в модели можно разделить на четыре группы:

- параметры литейной технологии;
- параметры смесеприготовления;
- параметры смеси;
- параметры точности дозирования.

Исходными данными являются параметры литейной технологии, такие как: металлоемкость формы, количество мелкой фракции, потери при прокаливании, точность дозирования каждого из компонентов.

Выходные данные: параметры смесеприготовления (время перемешивания и состав смеси) и параметры смеси (свойства смеси с учетом погрешности).

Модель состоит из трех блоков:

- блок расчета освежения;
- блок параметров смесеприготовления;
- блок параметров управления.

Структурно модель работает следующим образом.

1. Блок предварительного расчета на основании исходных данных с помощью номограммы рассчитывает необходимое количество освежающих добавок.
2. Блок параметров смесеприготовления на основании этих данных, а также данных по составу оборотной смеси с помощью простых процентных соотношений рассчитывает состав твердых компонентов смеси. С использованием аппроксимированных зависимостей получают

оптимальные для текущего состава значения влажности и времени перемешивания.

3. Блок параметров управления использует аппроксимированные зависимости, чтобы на основании данных по составу и влажности рассчитать значения контролируемых свойств смеси. Для расчета погрешностей свойств используется моделирование методом Монте-Карло с использованием тех же зависимостей при том же составе, с учетом известной точности дозирования.

Описанная модель позволяет по известным параметрам литейной технологии не только рассчитывать требуемый состав смеси, но и ожидаемые свойства с учетом погрешностей, вызванных неточностями дозирования компонентов. Данные модели могут динамично обновляться в каждом цикле смесеприготовления. Все это позволяет использовать созданную модель как часть адаптивной системы управления смесеприготовлением.

### Литература

1. Карпенко В. М., Филипенко Е. В. Разработка автоматизированной системы управления свойствами формовочной смеси на основе регулирования ее состава // Библиотечка литейщика. – 2016. – № 2. – С. 21–25.
2. Исмаилов Н. Ш., Дышин О.А. Оптимальные физико-механические свойства формовочной смеси на основе полного факторного эксперимента // Литейное производство. – 2010. – № 7. – С. 12–18.
3. Осипов Р. Программа для оцифровки графиков [Электронный ресурс] // wolframmathematica.ru. URL: <http://wolframmathematica.ru/forum/готовые-программы/13228-программа-для-оцифровки-графиков-с-изображений-фото-и-т-п> (дата обращения: 22.09.2016).