

ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛОТОПРОЦЕССА НА МОДЕЛИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКЕ ЭМУ-10

В. И. Салыга

Харьков

Сущность моделирования [1] заключается в замене реального объекта моделью, по своим свойствам идентичную исследуемому объекту. Основной задачей при моделировании процесса флотации угля была проверка адекватности полученного автором математического описания объекта [2, 3].

Уравнения связи по шести основным каналам управления процессом были получены методами корреляционного анализа

$$A_{\kappa}^c = 6,148 + 0,0138\delta + 0,925 \cdot 10^{-5}\delta^2; \quad (1)$$

$$A_{\kappa}^c = 5,50 + 0,0385Q_n - 0,82 \cdot 10^{-4}Q_n^2; \quad (2)$$

$$A_{\kappa}^c = 7,17 + 0,800Q_p - 0,0740Q_p^2; \quad (3)$$

$$A_{\text{хв}}^c = 48,7 + 0,315\delta - 0,8 \cdot 10^{-3}\delta^2; \quad (4)$$

$$A_{\text{хв}}^c = 109,0 - 0,485Q_n + 12,2 \cdot 10^{-4}Q_n^2; \quad (5)$$

$$A_{\text{хв}}^c = 50,91 + 6,890Q_p - 0,300Q_p^2; \quad (6)$$

где A_{κ}^c , $A_{\text{хв}}^c$ — вероятные значения зольности концентрата и хвостов;

δ — плотность пульпы;

Q_n — расход пульпы;

Q_p — расход реагентов.

Передаточные функции по тем же каналам

$$W_1(p) = \frac{0,023}{27,78p^3 + 36,867p^2 + 10,203p + 1} e^{-3p}; \quad (7)$$

$$W_2(p) = \frac{0,02}{33,71p^3 + 28,21p^2 + 8,568p + 1} e^{-1p}; \quad (8)$$

$$W_3(p) = \frac{0,1}{55,89p^3 + 36,86p^2 + 9,75p + 1} e^{-2p}; \quad (9)$$

$$W_4(p) = \frac{0,143}{68,11p^3 + 56,74p^2 + 12,458p + 1} e^{-6p}; \quad (10)$$

$$W_5(p) = \frac{0,2}{73,92p^3 + 56,03p^2 + 12,394p + 1} e^{-5p}; \quad (11)$$

$$W_6(p) = \frac{16,7}{43,38p^3 + 38,31p^2 + 10,24p + 1} e^{-3p}. \quad (12)$$

Предварительно упрощенная модель объекта была набрана на моделирующей установке МН-7. Набор производился в два этапа: вначале исследовалась модель по выходному каналу — зольность концентрата, а затем — зольность хвостов. Несмотря на это, моделирование процесса даже по одному из каналов потребовало использование двух установок МН-7.

В дальнейшем для моделирования процесса флотации использовался комплекс электронной аппаратуры моделирования типа ЭМУ-10. Это позволило набрать всю модель флотопроцесса на одной установке. Кроме того, установка ЭМУ-10 обеспечивает моделирование дифференциальных уравнений более высокого порядка и с большей точностью. Аппаратура моделирования ЭМУ-10 в дальнейшем может быть использована при решении задач оптимизации процесса флотации.

Структурная схема моделирования флотопроцесса приведена на рис. 1. На блоках нелинейности БН₁₋₃ были набраны в определенном масштабе статистические характеристики (1)–(6). На рис. 1 изображена половина структурной схемы набора модели, вторая половина аналогична. Отличие состоит в величине передаточных коэффициентов блоков.

В модель входят (рис. 1): блоки нелинейности — 3 шт.; сумматоры-интеграторы — 3; интеграторы — 6 шт.; инверторы — 3; сумматоры — 1 шт.

На исследуемую модель были поданы записанные в реальных условиях на Суходольской ЦОФ входные параметры. Для преобразования в электрический сигнал записанных на бумажную ленту изменений входных переменных использовались преобразовательные устройства, аналогичные описанным в работе [4]. С помощью последних был обеспечен синхронный ввод входных параметров.

При нулевых начальных условиях на моделирующей установке ЭМУ-10 исследовалось изменение зольности концентрата и хвостов в функции от расхода пульпы, плотности пульпы и расхода реагентов. Общий вид установки моделирования флотопроцесса представлен на рис. 2. В правом нижнем углу показаны устройства ввода осциллограмм в исследуемую модель. На выходе модели также в виде напряжений получали значения зольности концентрата и хвостов. Изменение этих величин регистрировалось шлейфовым и электронно-лучевым осциллографом.

В течение исследуемого периода на выходе флотомашины отбирали пробы концентрата и хвостов с интервалом 15 мин. Для сравнения значений зольности конечных продуктов, полученных на флотомашине в реальных условиях и на модели, составлена таблица

№ пробы	Время, мин	Зольность концентрата на выходе флотомашины A_{K}^C , %	Зольность концентрата на модели $A_{K(M)}^C$, %	Зольность хвостов на выходе флотомашины A_{XB}^C , %	Зольность хвостов на модели $A_{XB(M)}^C$, %
1	22.00	9,1	9,0	74,0	74,5
2	15	9,2	9,0	73,0	74,0
3	30	9,0	9,0	74,0	74,0
4	45	9,0	9,0	72,0	74,0
5	23.00	8,9	9,0	73,0	74,0
6	15	8,8	8,9	74,0	74,0
7	30	8,7	8,8	72,0	73,0
8	45	8,6	8,6	71,0	71,0
9	24.00	8,5	8,5	69,0	70,0
10	15	8,4	8,4	69,0	69,0
11	30	8,5	8,4	66,0	68,0
12	45	8,6	8,5	70,0	71,0
13	1.00	8,7	8,8	72,0	73,0
14	15	8,6	8,7	73,0	74,0
15	30	8,5	8,7	74,0	74,0
16	45	8,7	8,7	72,0	74,0
17	2.00	8,7	8,7	74,0	74,0

Анализируя данные таблицы, можно отметить, что набранная модель реального технологического процесса показала хорошее соответствие с

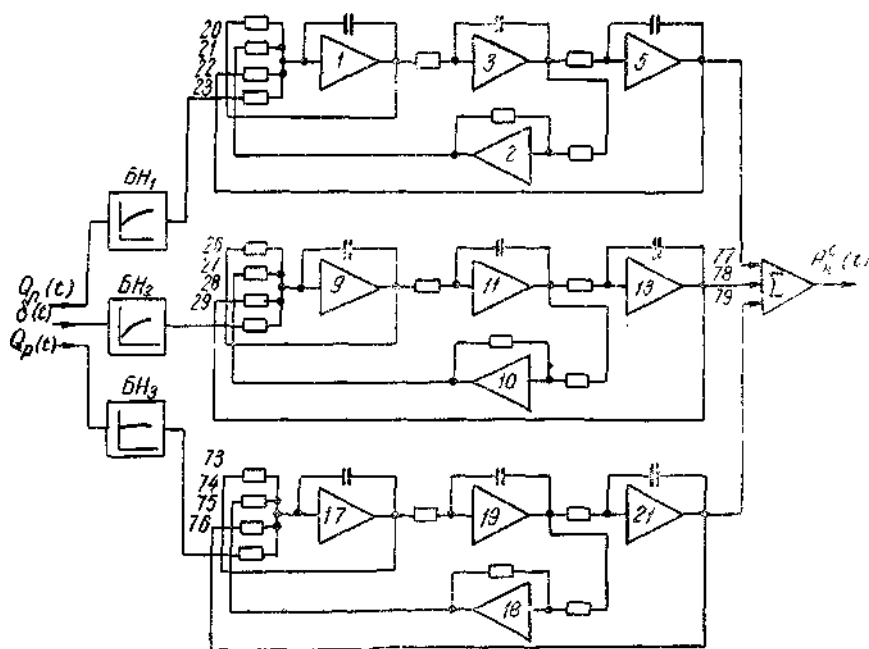


Рис. 1.

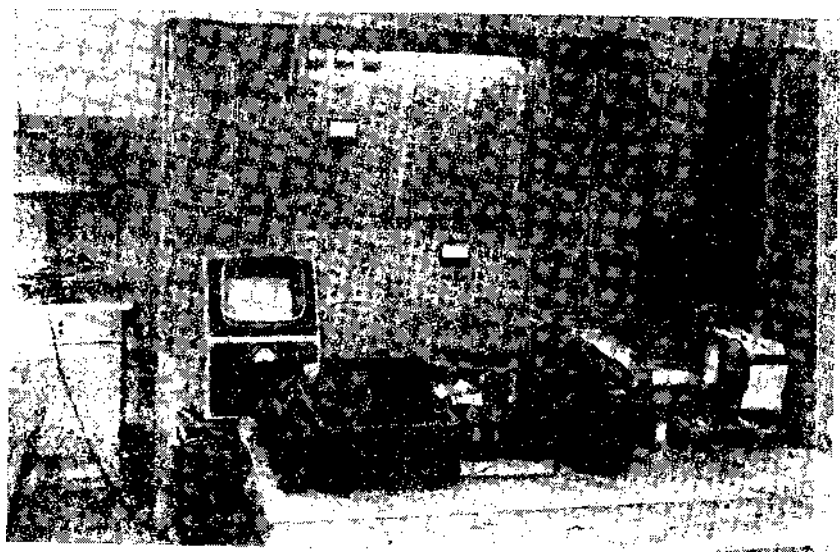


Рис. 2.

объектом. Некоторое расхождение величин зольности можно объяснить тем, что в набранной модели не учитывалось влияние зольности исходного шлама и гранулометрических характеристик. Однако налицо основные закономерности в поведении объекта и набранной модели.

Предлагаемая модель процесса флотации может быть использована при оптимизации флотопроцесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Бусленко. Математическое моделирование производственных процессов. Изд-во «Наука», 1964.
 2. В. И. Салыга. Математическое описание статистики процесса флотации. Сб. «Приборы и системы автоматики», вып. 5. Изд-во ХГУ, Харьков, 1967.
 3. В. И. Салыга. Экспериментальное исследование динамики процесса флотации угля. Сб. «Приборы и системы автоматики», вып. 6. Изд-во ХГУ, Харьков, 1967.
 4. В. В. Солодовников. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. Физматгиз, 1960.
-