ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА ПРИ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ

В. И. Салыга, Н. Р. Хаджиков

Харьков

Реагентный режим является одним из наиболее эффективных каналов регулирования промышленного флотопроцесса. Реагенты вводятся в пульпу для ускорения процесса, повышения эффективности и из-

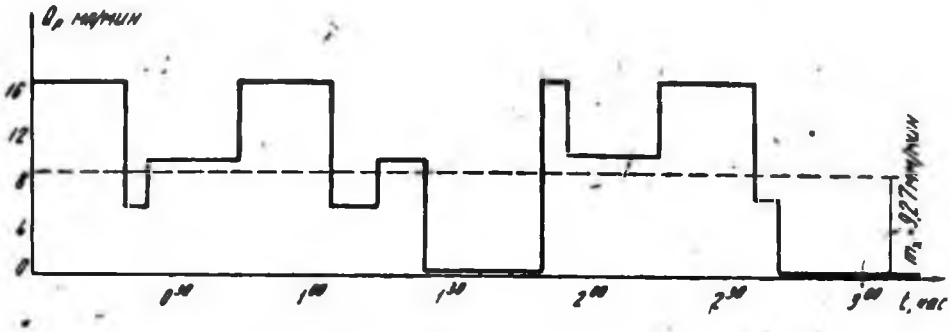

Рис. 1.

бирательности флотации. На результативный признак при этом влияют состав, сочетание, температура и порядок подачи реагентов.

Большинство из этих факторов для конкретной обогатительной фабрики являются стабильными, обусловленными технологическим процессом. Для каждой углеобогатительной фабрики характерны колебания расхода реагентов, поскольку они определяются изменением таких параметров процесса, как количество флотируемой пульпы, ее плотность, аэрированность и гранулометрический состав угля.

Большое количество случайных возмущающих воздействий приводит к тому, что расход реагентов также является случайной функцией времени.

Определение вероятностных характеристик реагентного режима позволит найти вероятное значение расхода реагентов в единицу времени, а также в сочетании с результативными признаками динамические характеристики по каналам «реагенты — зольность концентрата» и «реагенты — зольность хвостов».

В настоящей работе использовались данные реагентного режима по Горловской ЦОФ (рис. 1). В качестве собирателя на фабрике применяется синтетический спирт, а вспенивателя — керосин. Подача реагентов производится в агрегат приготовления пульпы. Изменение количества реагента рассматривается как функция, принимающая слу-

чайные значения, сохраняемые постоянными в случайных по длительности промежутках времени.

При этом учитывается, что значения функции, принимаемые в этих различных случайных по длительности промежутках, являются независимыми и вероятность изменения значения функции $p(\tau)$ в любом интервале t, $t+\Delta\tau$ зависит только от длительности времени, а не от поведения функции вне этого интервала.

Поскольку значения, принимаемые $x(t)$, и вероятность изменения их от времени начала отсчета не зависит, можно рассматривать $x(t)$ как случайную функцию, стационарную в узком смысле.

Основные характеристики в этом случае определяются из следующих выражений:

а) математическое ожидание

$$m_x = \int_{-\infty}^{\infty} x f_x(x)\,dx;$$

б) корреляционная функция

$$R_{xx}(\tau) = M\left[\{x(t) - m_x\}\right]\left[\{x(t+\tau) - m_x\}\right].$$

Если моменты t и $t+\tau$ относятся к интервалу постоянства $x(t)$, то $x(t) = x(t+\tau)$, если же к разным промежуткам, то $x(t)$ и $x(t+\tau)$ — независимые случайные величины. Обозначим через $p(\tau)$ вероятность того, что в любом интервале от t до $t+\tau$ $x(t)$ изменит свое значение; тогда $1-p(\tau)$ — вероятность того, что на том же интервале $x(t)$ останется постоянной.

Тогда $R_{xx}(\tau) = |1 - p(\tau)| \cdot M\left[(x_n - m_x)(x_n - m_x)\right] + p(\tau) \cdot M\left[(x_n - m_x) \times (x_k - m_x)\right]$,

где $k \neq n$ — номер интервала постоянства функции. Так как значения случайной функции $x(t)$ в различных промежутках времени между собой независимы, то

$$M\left[(x_n - m_x)(x_k - m_x)\right] = M\left[(x_n - m_x)\right] M\left[(x_k - m_x)\right] = 0.$$

Далее

$$M\left[(x_n - m_x)(x_n - m_x)\right] = D_{xx},$$

где D_{xx} — дисперсия стационарной случайной функции.

Таким образом, выражение для корреляционной функции

$$R_{xx}(\tau) = D_{xx}\left[1 - p(\tau)\right].$$

Выразим вероятность того, что в интервале t, $t+\tau$ функция не изменит своего значения, через математическое ожидание числа перемен значения функции в единицу времени α.

Для этого разобьем интервал от t до $t+\tau$ на малые равные участки длительностью Δt.

Количество таких участков $\frac{|\tau|}{\Delta t}$,

тогда

$$1 - p(\tau) = \lim_{\Delta t \to 0} (1 - \alpha \Delta t)^{\frac{|\tau|}{\Delta t}} = e^{-\alpha|\tau|}$$

и окончательно

$$R_{xx}(\tau) = D_{xx} e^{-\alpha|\tau|}.$$

Соответствующая спектральная плотность

$$O_{xx}(\omega)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}R_{xx}(\tau)\,e^{-i\omega\tau}\,d\tau=D_{xx}\,\frac{1}{\pi}\cdot\frac{\alpha^2}{\alpha^2+\omega^2}.$$

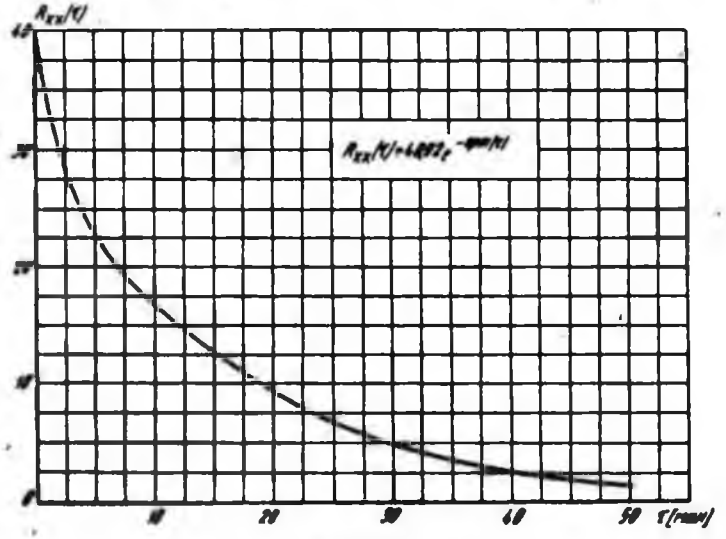

Рис. 2.

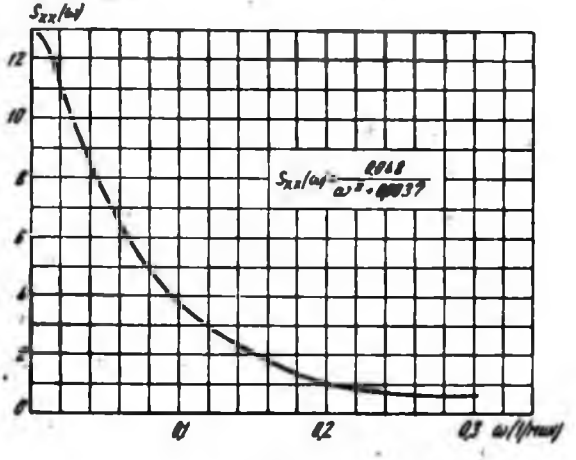

Рис. 3.

Для конкретной задачи определения корреляционной функции расхода синтетического спирта

$$m_x=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i}{n_i}=9{,}427\ \textit{мл/мин},$$

$$D_{xx}=m_2-m_x^2=\frac{\sum_{i=1}^{n}x_i^2}{n}-m_x^2=129{,}73-88{,}81=40{,}92,$$

где m_2 — начальный момент второго порядка.

$$\alpha = \frac{N}{T} = 0{,}061 \ 1/мин,$$

где N — число изменений постоянного значения функции;
T — время наблюдения.

Корреляционная функция (рис. 2) $-0{,}061\,|\tau|$

$$R_{xx}(\tau) = 40{,}92\ e$$

По графику корреляционной функции определим время затухания — примерно 50 мин.

Спектральная плотность процесса (рис. 3)

$$G_{xx}(\omega) = 40{,}92\ \frac{1}{\pi}\ \frac{0{,}061^2}{\omega^2 + 0{,}061^2} = \frac{0{,}048}{\omega^2 + 0{,}0037}\ .$$

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Салыга. Исследование с применением ЭВМ процесса флотации угля как объекта автоматического управления. Автореф. канд. дисс., Харьков, 1967.

2. В. И. Классен. Флотация углей. «Изд-во «Недра», М., 1965.

3. Н. А. Лившиц, В. Н. Пугачев. «Вероятностный анализ систем автоматического управления», Изд-во «Советское радио», М., 1963.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОГО КЛАССА СТАЦИОНАРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Э. Н. Кривцова

Харьков

Исследование объектов различной физической природы, находящихся под влиянием случайных воздействий, может быть осуществлено методами теории автоматического управления. Процесс морского волнения характеризуется наличием большого числа контролируемых и неконтролируемых возвущающих воздействий, носящих случайный характер. В качестве основных параметров, описывающих процесс морского волнения и его воздействие на гидротехнические сооружения, приняты высота исходной ($h_и$) и отраженной волны (h_0), длина (λ) и период волны (τ), волновое давление (P_i) и колебание мола (k), скорость (ω) и направление ветра.

С целью изучения структуры изменения основных процессов были проведены специальные исследования в натурных условиях волно-исследовательского пункта на молу Н/г Шесхарис. Для регистрации этих процессов была применена новая аппаратура (датчики волнового давления и волномерные рейки), разработанные в НИЛ измерительных приборов Черноморниипроекта [1].

Реализации исследуемых случайных процессов приведены на рис. 1.

На основании анализа реализаций установлено, что изменения параметров, описывающих процесс морского волнения, может рассматри-

БИБЛИОТЕКА
494093