

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соу С. Гидромеханика многофазных систем. - М.: Мир, 1971. - 536 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1973. - 868 с.

УДК 622.732:51.001.5

В.П. Надутый

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ВЫБОР ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНСОСТАВА ДЛЯ РЕГРЕССИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ДРОБИЛКИ

Запропоновано лінійну регресійну модель роботи дробарки. Вхідні на вихідні параметри гранскладу продуктів дроблення рекомендовано ідентифікувати двохранаметричним законом розподілення. Табл. 2. Бібліогр.: 2 найм.

Модельные представления работы дробилки необходимы для разработки метода анализа и прогнозирования величины и грансостава грузопотока при изменении одного или нескольких конструктивных параметров. Проведенный ранее [1] анализ подходов в моделировании процесса дробления показывает, что в той или иной степени привлекаются статистические закономерности и одним из перспективных является регрессионное моделирование, поскольку регрессионные зависимости позволяют учесть как особенности процесса разрушения, так и особенности материальных потоков по величине и грансоставу. Существенным моментом при построении математических моделей дробилок является то, что технологические потоки на входе и выходе характеризуются различными показателями. Основой построения таких моделей является экспериментальное исследование и сбор экспериментальных данных по входным и выходным потокам [2]. Входной поток характеризуется величиной технологической нагрузки, размером кусков и их дисперсией. Выходной поток - размером щели дробилки, некоторым законом распределения размеров кусков, причем параметры этого закона корреляционно связаны с параметрами входного потока. Поэтому, построению

регрессионного уравнения модели дробилки предшествует идентификация закона распределения грансостава питания и разгрузки дробилки. При выборе закона распределения использовались следующие: равномерный, нормальный, показательный, гамма-распределение, Вейбулла, логнормальный и Лапласа. В качестве критерия правдоподобия использовались: критерий Пирсона и критерий Колмогорова. При этом, чем выше найденное значение вероятности, тем правдоподобнее определяемый закон распределения.

В качестве примера, по результатам экспериментальных данных: грансостава питания, разгрузки, производительности и размера разгрузочной щели приведены результаты расчета параметров закона распределения грансостава питания и разгрузки дробилки мелкого дробления и соответствующие им значения вероятности согласия. По этим данным строится кривая распределения грансостава и соответствующая ей кривая статистического распределения. Таким образом, кибернетическая модель дробилки представлена входными параметрами - величинами (α_1 и β_1) двухпараметрического закона распределения грансостава питания, контролируруемыми - величиной технологической нагрузки (G_1) и размером щели дробилки (δ), а также выходными параметрами в виде величин (α_2 и β_2) двухпараметрического закона распределения грансостава разгрузки дробилки. В качестве модели дробилки предложены линейные регрессионные уравнения

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= a_0 + a_1\delta + a_2G_1 + a_3\alpha_1 + a_4\beta_1; \\ \beta_2 &= b_0 + b_1\delta + b_2G_1 + b_3\alpha_1 + b_4\beta_1.\end{aligned}\tag{1}$$

Обоснованность уравнений проверяется рассчитанными коэффициентами значимости и критерием Фишера. Если анализ законов распределения питания дробилки не позволяет отдать предпочтение какому-либо закону, то в дальнейшем при построении регрессионных моделей устанавливаются зависимости параметров закона распределения грансостава разгрузки и первых двух моментов распределения грансостава питания дробилки -

Таблица 1. Параметры закона распределения грансостава
питания дробилки КМД-3000Т

Тип закона	Параметры закона	Номер дробилки, размер щели (мм)			
		5/12	5/17	5/21	6/22
Вейбулла	α	1,22	1,31	1,61	1,51
	β	19,07	17,7	27,9	28,4
	P	0,7	0,88	0,73	0,91
Равномерный	α	0,01	26,3	0,01	0,01
	β	-	164,3	-	-
	P	-	0,33	-	-
Нормальный	α	27,8	0,03	35,0	35,6
	β	215,6	-	254,3	283,3
	P	0,21	-	0,47	0,87
Показательный	α	0,03	0,03	0,02	0,02
	β	-	-	-	-
	P	-	-	-	-
Гамма- распределения	α	12,07	10,07	10,1	11,06
	β	1,47	1,61	2,45	2,31
	P	0,5	0,63	0,32	0,73
Логнормальный	α	0,51	0,48	0,34	0,35
	β	2,62	2,55	3,04	3,06
	P	0,01	0,21	0,12	0,17
Лапласа	α	24,5	83,8	33,1	33,4
	β	13,5	11,9	14,7	15,2
	P	0,02	0,53	0,18	0,81

математического ожидания m (или среднего размера куска) и дисперсии грансостава σ^2 питания дробилки (или отклонение от среднего куска). Таким образом, величины α_1 и β_1 в уравнениях регрессии (1) заменяются соответственно на m и σ^2 . Тогда регрессионная модель дробилки запишется в виде:

$$\alpha_2 = a_0 + a_1\delta + a_2G_1 + a_3m + a_4\sigma^2;$$

$$\beta = b_0 + b_1\delta + b_2G_1 + b_3m + b_4\sigma^2; \quad (2)$$

В этом случае кибернетическая модель дробилки может быть представлена входными параметрами в виде технологической нагрузки G_1 , математического ожидания m и дисперсии σ грансостава входного потока. Управляющим параметром является

Таблица 2. Параметры закона распределения грансостава разгрузки дробилки КМД-3000Т

Тип закона	Параметры закона	Номер дробилки, размер щели (мм)			
		5/12	5/17	5/21	6/22
Вейбулла	α	1,12	1,22	1,51	1,31
	β	5,91	16,8	3,31	18,11
	P	0,68	0,98	0,81	0,91
Равномерный	α	0,06	0,025	0,05	0,02
	β	-	-	-	-
	P	-	0,3	0,06	0,03
Нормальный	α	15,6	24,8	17,5	25,7
	β	25,7	141,1	26,1	156,1
	P	0,01	0,31	0,09	0,43
Показательный	α	0,06	0,04	0,05	0,03
	β	-	-	-	-
	P	-	-	-	-
Гамма-распределения	α	4,18	9,1	3,47	9,34
	β	1,35	1,5	2,1	1,79
	P	0,33	0,8	0,12	0,76
Логнормальный	α	0,55	0,49	0,38	0,44
	β	1,45	2,45	1,82	2,59
	P	0,04	0,33	0,03	0,23
Лапласа	α	14,4	22,3	17,2	24,6
	β	4,5	10,8	5,07	11,6
	P	0,04	0,83	0,03	0,75

размер щели дробилки δ . Выходной грузопоток дробилки равен входному. Грансостав выходного грузопотока подчиняется одному из указанных законов распределения. В качестве примера в таблицах 1, 2 приведены параметры закона распределения α и β грансостава питания и разгрузки дробилки КМД-3000Т, а также их вероятности p . Откуда видно, что в исследуемом случае грансостав входного и выходного потоков дробилки подчиняется закону распределения Вейбулла:

$$f(x) = \frac{\alpha_1}{\beta_1} \left(\frac{x}{\beta_1} \right)^{\alpha_1 - 1} \exp \left[- \left(\frac{x}{\beta_1} \right)^{\alpha_1} \right],$$

где x - размер куска; α_1, β_1 - параметры распределения грансостава, которые являются входными параметрами дробилки. Их взаимосвязь с выходными и управляющими параметрами выражается уравнениями регрессии (1) и (2). Порядок регрессионной зависимости определяется из условия значимости коэффициентов уравнений регрессии согласно критерию Стьюдента и удовлетворения адекватности уравнения по критерию Фишера. При этом рассчитываются доверительные интервалы изменения коэффициентов уравнений регрессии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый В.П. Анализ математических моделей циклов дробления для разработки из статистического представления. ВИНТИ. ДЕП. № 2651-В90. Днепропетровск. - 1990. - 14 с.

2. Надутый В.П. Разработка математического метода анализа и планирования эксперимента в циклах дробления руд. - В кн.: Тез.докл. Всесоюз.конф. по вибрационной технике. Тбилиси, 1991. - С.61.