

Из вышеуказанного следует, что термоциклическое воздействие должно решать задачу охлаждения стенок скважины, но при этом эффект растрескивания массива должен быть сведен к минимуму. Такого результата при плазменном образовании котловых полостей можно достичь, так как прогретый слой породы невелик. Для этого интенсивное охлаждение должно быть кратковременным (10...20 сек.). В этом случае порода охладится, но глубокого растрескивания не будет, так как для создания развитой системы трещин необходима более длительная выдержка охлаждением по времени (от 300 до 2500 сек.) [3,4].

В ИГТМ НАН Украины разработана "Методика расчета параметров термоциклической обработки массива при расширении скважин плазменными генераторами тепла". Методика позволяет рассчитать время воздействия плазмотроном на массив через опережающую скважину до момента прекращения хрупкого разрушения и перехода нагрева в режим плавления, а также рассчитать время охлаждения массива до полного остывания прогретого слоя.

По методике проведен расчет параметров термоциклического воздействия на амфиболо-магнетито-силикатный кварцит плазмотроном мощностью 150кВт. Цикл нагрева породы до начала плавления на примере эгирина составляет порядка 10...15 мин. Затем следует цикл охлаждения продолжительностью до 20 сек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осенний В.Я. Результаты исследований термического расширения скважин в шлохо термобуриемых породах // Плазмотехнология-97:Сб.науч.тр.-Запорожье,1997.-С.229-232.
2. Шумриков В.В., Осенний В.Я. Топотаксические превращения горных пород под действием энергии воздушной плазмы // Готехническая механика: Межвед. сб. научных работ / Ин-т геотехнической механики НАН Украины.-Днепропетровск,1998.-Вып.7.-С.164-169.
3. Разрушение горных пород при термоциклическом воздействии / А.Н. Москалев, Е.Ю. Пигида, Л.Г. Керкилица, Ю.Н. Вахалин.-Киев: Наук.думка, 1987.-248 с.
4. Вахалин Ю.Н., Трохимец Н.Я., Ляш С.И. Создание машин для бурения скважин большого диаметра в крепких горных породах // Машинны для підприємств гірної промашленности. Сб. науч. тр.-Киев:Наук.думка,1986.-С.85-91.
5. Москалев А.Н., Керкилица Л.Г., Вахалин Ю.Н. Разупрочнение угольного массива термоциклическими нагрузками//Повышение эффективности разрушения горных пород.Сб.науч.тр.-Киев:Наук.думка,1991.-С.76-84.
6. Финкель В.М. Портрет трещины.-М.:Металлургия,1989.-192с.
7. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термическое и комбинированное разрушение горных пород.-М.:Недра,1978.-304 с.

УДК [622.7.002.5:621.926.5]-192

В.В. Смирнов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УНИКАЛЬНОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Запропоновано засіб одержання початкових даних для оцінки надійності експериментальних зразків нових видів обладнання і унікальних гірничих машин. Наведені розрахункові формули для основних показників надійності, рекомендованих для гірничо-збагачувального обладнання.

Под экспериментальным методом определения надежности понимается метод, основанный на статистической обработке данных, получаемых при испытаниях или эксплуатации оборудования. Данные наблюдений за определенным, достаточно большим числом объектов образуют статистическую выборку.

Представительность выборки обеспечивается: 1) случайностью выбора элементов из генеральной совокупности; 2) независимостью результатов измерений в выборке; 3) правильным определением размера выборки. Объем выборки определяют специальными расчетами [1], а ее данные образуются из данных для одинаковых видов оборудования или однотипных его узлов, эксплуатируемых в примерно одинаковых условиях. Специфика экспериментального метода применительно к тяжелому горно-обогатительному оборудованию обусловлена тем, что это оборудование является уникальным, и поэтому для него трудно реализовать третье условие представительности выборки.

Выполненные исследования показывают, что указанная трудность может быть преодолена, если для анализа результатов наблюдений привлечь математический аппарат теории случайных процессов [2]. В основе рассматриваемого в статье метода расчета надежности положено допущение о том, что вероятность безотказной работы $P(t)$ уникального, экспериментального или опытного образца оборудования представляет собой случайную функцию. Она изменяется во время работы оборудования от своего максимального значения, равного единице, до минимально возможного, равного нулю. Вероятность безотказной работы, равная единице, соответствует моменту ввода в эксплуатацию оборудования, находящегося в полной исправности. Минимальное значение вероятности $P(t)$ наблюдается, когда возникает отказ оборудования и оно переходит в неисправное, непригодное для дальнейшей эксплуатации состояние. После отказа восстанавливаемому оборудованию путем проведения ремонтных мероприятий возвращают работоспособное состояние. При этом восстанавливается и вероятность $P(t)$ от нуля, имевшая место при отказе, до единицы после восстановления работоспособности оборудования. Такой цикл для большинства горно-обогатительного оборудования повторяется многократно, образуя семейство реализаций случайных процессов (рис. 1).

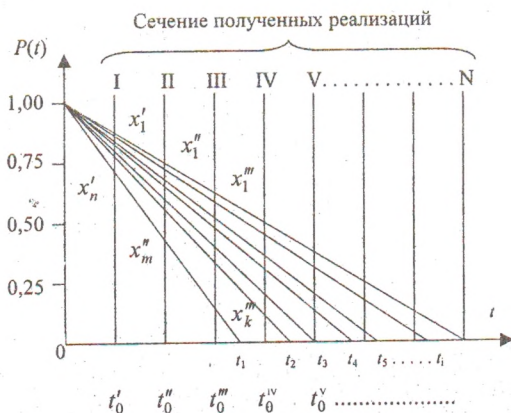


Рис. 1 – Семейство реализаций случайных процессов

Производя через какие-либо произвольно выбранные, но равные промежутки времени $t'_0, t''_0, t'''_0, \dots$ сечения полученных реализаций случайных функций в точках $x'_1, x'_2, x'_3, \dots, x'_n$; $x''_1, x''_2, x''_3, \dots, x''_m$; $x'''_1, x'''_2, x'''_3, \dots, x'''_k$ и т.д., получим множество случайных чисел, отнесенных к определенным интервалам времени. Эти числа могут служить исходными данными для нахождения объективных, научно обоснованных количественных характеристик надежности уникального горно-обогатительного оборудования.

Представляет практический интерес расчет показателей надежности по известным функциям распределения наработок до отказа. Они могут быть предварительно установлены методами прогноза или экспертной оценки и подтверждены экспериментально. Отказы ряда узлов уникального горно-обогатительного оборудования распределены по экспоненциальному закону

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t},$$

где λ - параметр распределения ($\lambda > 0$).

Оценка параметра λ по выборке $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ объема $N=(n+m+k)$ определяется выражением [3]

$$\bar{\lambda} = N / \sum_{i=1}^N x_i.$$

Для восстанавливаемого оборудования проводят расчет следующих, определенных ГОСТом [4] показателей безотказности:

- вероятность безотказной работы в интервале $(t, t+\tau)$

$$P(\tau) = e^{-\bar{\lambda}\tau},$$

- средняя наработка на отказ

$$T_0 = \frac{\tau}{m_{cp}(t+\tau) - m_{cp}(t)},$$

где $m_{cp}(t)$, $m_{cp}(t+\tau)$ - среднее число отказов на моменты времени t и $t+\tau$;

- параметр потока отказов

$$\omega(t) = \bar{\lambda},$$

- средняя наработка до отказа

$$T_1 = \int_0^{\infty} P(\tau) d\tau = 1 / \bar{\lambda};$$

- показателей ремонтпригодности:

- среднее время восстановления

$$T_e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{ei},$$

где t_{ei} - время восстановления i -ого отказа.

Комплексные показатели надежности при том же, экспоненциальном распределении определяют по формулам:

- коэффициент готовности

$$k_r(t) = \frac{T_1}{T_1 + T_e} + \frac{T_e}{T_1 + T_e} e^{-t \left(\bar{\lambda} + \frac{1}{T_e} \right)},$$

- коэффициент оперативной готовности

$$k_{op}(t) = k_r(t) e^{-\bar{\lambda} t}.$$

Предложенный метод получения исходных данных и перечисленные показатели позволяют исследовать технический уровень экспериментальных образцов новой техники и уникальных горных машин с использованием математического аппарата теории случайных процессов. Перечисленные количественные характеристики определяются путем относительно несложных расчетов, вполне пригодных для практического использования техническим персоналом как проектно-конструкторских, так и эксплуатационных организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука.-М.: Мир, 1978.-418с.
2. Пугачев В.С. Теория случайных чисел.-М.: Физматгиз, 1962.-382с.
3. Гришин В.К., Живописцев Р.А., Иванов В.А. Математическая обработка и интерпретация физического эксперимента.-М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988.-318с.
4. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Введ. впервые; Введ. С 1.07.90.-М.:Изд-во стандартов, 1990.-36с.

УДК 622.236.232:620.192.7

Д.Л. Васильев

КРИТЕРИЙ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА ВЫРАБОТОК.

Запропоновано критерій руйнації гірських порід приконтурного масиву виробіток із метою оцінки міцності несучих елементів, що заснований на порівнянні максимальних ефективних дотичних напруг з опірністю матеріалу на зсув.

Конечной целью исследований по анализу напряженного состояния горных массивов является оценка прочности их грузонесущих элементов и, в конечном итоге, оценка безопасности проведения горных работ. Суждение о прочности породных массивов, как правило, производится методами сопротивления материалов по максимальным сжимающим действующим напряжениям в массиве и по пределу прочности на сжатие образцов горных пород. Судя по многочисленным