

ные особенности сейсмического действия взрыва групп одновременно взрывааемых зарядов можно использовать для управления сейсмическим действием взрывов шпуровых зарядов вблизи охраняемых объектов.

ВЫВОД

Полученные результаты позволяют обеспечить управление сейсмическим эффектом взры-

вов шпуровых зарядов при взрывном способе разрушения устаревших строительных конструкций вблизи действующих промышленных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт сейсмобезопасного производства взрывных работ при разрушении фундаментов / П. И. Федоренко, В. А. Гаврик, С. Г. Оника и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1996. – № 3–4.

УДК 622.363.2 (476)

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОМ ИГР ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ОТВАЛООБРАЗОВАТЕЛЕЙ В КАЛИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Докт. техн. наук, проф. БОГАТОВ Б. А., канд. техн. наук ШЕМЕТ С. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Известно, что на обогатительных фабриках калийного производства образуется большое количество твердых галитовых отходов. За 40 лет эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей на поверхности земли в Солигорском горнопромышленном районе накопилось свыше 600 млн т отходов обогащения. Устройство солеотвалов – это дорогостоящий процесс. Например, только на обогатительной фабрике 1 РУ в 2003 г. было получено 4755 тыс. т галитовых отходов. Технология производства калийных удобрений предусматривает после основной флотации с перемешиванием полученного концентрата его обезвоживание и своевременное удаление с территории фабрики на солеотвал галитовых отходов в полном объеме. В противном случае процесс прерывается и обогатительная фабрика останавливается. При этом даже временное размещение какого-либо объема галитовых отходов вне солеотвала на территории промплощадки запрещено. Галитовые отходы представляют собой песчаную массу с влажностью около 10 %, в поровом пространстве которой находится насыщенный рассол. При подсыхании галитовых отходов из порового рассола выкристаллизовывается вторичная соль (NaCl),

которая цементирует отходы, достаточно быстро превращая их в полускальную техногенную породу, транспортировать которую сложно.

В настоящее время на солеотвале 1 РУ смонтировано три отвалообразователя ОШ-1900-110/150 (стоимость каждого – около 7,5 млн у. е.) с расчетной производительностью по массе транспортируемых галитовых отходов 2700 т/ч. По сложившейся практике, на солеотвале одновременно работают два отвалообразователя с фронтом развития работ на участках с подготовленным ложем. Все три отвалообразователя работают попеременно с коэффициентом использования рабочего времени (КИРВ) соответственно 0,8; 0,7; 0,3 (с учетом останова на технологическое обслуживание, текущий ремонт и демонтаж при перемещении). При условии монтажа и работы на солеотвале только одного отвалообразователя с развитием фронта работ в одну сторону стоимость размещения 1 т галитовых отходов составляет 0,805 у. е. При одновременной работе двух отвалообразователей стоимость размещения на солеотвале 1 т галитовых отходов составляет 1,305 у. е., а при одновременной работе трех ОШ – 2,525 у. е.

Эксплуатация отвалообразователей ОШ-1900-110/150 по обустройству солеотвалов ха-

рактируется высокой стоимостью работ и неопределенностью ситуации по обоснованию числа необходимых машин. Как известно, наилучшим способом обоснования решений в условиях неопределенности является метод игр. В качестве стратегии (выбор двух (A_1) или трех (A_2) отвалообразователей) принимаем число ОШ. Причем вариант одного отвалообразователя не рассматривается из-за риска остановки обогатительной фабрики с недопустимыми вытекающими последствиями размещения отходов на территории промплощадки. В качестве отклика (результата) действия стратегии A принимаем стратегию B (B_1 – стоимость работ по отвалообразованию двумя ОШ – 1,3 у. е. за 1 т и то же тремя ОШ – 2,5 у. е. за 1 т), приведенную к долям единицы. Таким образом, $a_{11} = 0,52$; $a_{21} = 1,0$. В качестве B_2 принимаем

Таблица 1

		B		α
		B_1	B_2	
A	A_1	0,52	0,7	0,52
	A_2	1,0	0,3	0,3
β		1,0	0,7	

КИРВ $a_{12} = 0,7$ при A_1 и $a_{22} = 0,3$ при A_2 . Таким образом, матрица игры принимает вид, изображенный в табл. 1.

В матрице игры по обоснованию необходимого числа отвалообразователей использованы фактические данные эксплуатации ОШ на 1 РУ РУП «ПО «Беларуськалий»». Анализируем матрицу методами минимакса и максимина. Нижняя цена игры

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij} = 0,52.$$

Верхняя цена игры

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij} = 0,7.$$

Так как $\alpha \neq \beta$, имеем смешанную игру [1], ориентируясь на средний результат $\alpha \leq \gamma \leq \beta$:

$$A^\circ \left\{ \begin{matrix} A_1 A_2 \\ p_1 p_2 \end{matrix} \right\}; \quad B^\circ \left\{ \begin{matrix} B_1 B_2 \\ q_1 q_2 \end{matrix} \right\};$$

$$p_1 + p_2 = 1; \quad q_1 + q_2 = 1,$$

где p_1, p_2, q_1, q_2 – долевое (меньше 1) участие стратегий A_i и B_j в обосновании решения. Для

определения оптимальных значений A°, B° составляем системы уравнений:

$$\begin{cases} 0,52p_1 + p_2 \geq \gamma; \\ 0,7p_1 + 0,3p_2 \geq \gamma; \\ p_1 + p_2 = 1 \end{cases} \quad \text{и} \quad \begin{cases} 0,52q_1 + 0,7q_2 \leq \gamma; \\ q_1 + 0,3q_2 \leq \gamma; \\ q_1 + q_2 = 1. \end{cases}$$

Обозначим $\frac{p_1}{\gamma} = x_1; \frac{p_2}{\gamma} = x_2; \frac{q_1}{\gamma} = y_1; \frac{q_2}{\gamma} = y_2.$

В результате указанные выше системы уравнений можно представить двойственной задачей линейного программирования:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 = \frac{1}{\gamma} \rightarrow \min; & \quad y_1 + y_2 = \frac{1}{\gamma} \rightarrow \max; \\ 0,52x_1 + x_2 \geq 1; & \quad (1) \quad \text{и} \quad 0,52y_1 + 0,7y_2 \leq 1; \quad (2) \\ 0,7x_1 + 0,3x_2 \geq 1 & \quad y_1 + 0,3y_2 \leq 1. \end{aligned}$$

Таким образом, для первой задачи (на \max) находим: $x_1 = 1,29; x_2 = 0,33; \gamma = 0,62$. Откуда получаем: $p_1 = 0,8$ и $p_2 = 0,2$. Для второй задачи линейного программирования находим: $y_1 = 0,77; y_2 = 0,89$ и $\gamma = 0,62$. Следовательно, $q_1 = 0,48$ и $q_2 = 0,52$. Полученный результат анализа матрицы игры можно трактовать следующим образом: при условии примерного равенства «вклада» в решение указанной выше задачи стоимости работ по отвалообразованию B_1 и использования рабочего времени B_2 наилучший результат (эффект) будет достигнут, если 80 % объема галитовых отходов будет размещаться в солеотвале при одновременной работе двух ОШ, а остальные 20 % – при трех одновременно работающих ОШ.

ВЫВОД

Таким образом, оптимальное планирование числа отвалообразователей в калийном производстве позволит достичь максимального эффекта по снижению эксплуатационных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатов Б. А. Математические методы и модели в горном деле. – Мн.: Технопринт, 2003. – 278 с.