

А.Н. Домрачев, С.В. Риб

Сибирский государственный индустриальный университет

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ДЛИННОГО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Фундаментальные работы в области геологии и геомеханики показали, что в условиях постоянного усложнения горно-геологических условий подземной разработки угольных месторождений в массиве горных пород вокруг выемочных выработок с увеличением глубины имеет место не только рост напряжений, но и наблюдается повышение их концентрации в окрестности неоднородностей различной природы: разрывов, твердых включений, узлов складчатости и т.п. Это обстоятельство, несомненно, создает определенные трудности для обеспечения работоспособности выемочных выработок на весь период эксплуатации.

Кроме общей повышенной опасности при ведении горных работ на отдельных участках возникают особо опасные области – опасные зоны, в пределах которых требуется осуществлять дополнительные меры по поддержанию работоспособности выемочных выработок. Работы Кемеровского Представительства ВНИМИ за последние годы позволили сформулировать рекомендации в части дополнения действующей классификации видов опасных зон при подземной разработке угольных месторождений [1], однако проблема учета влияния опасных зон на технико-экономические показатели отработки угольных пластов еще далека от своего решения.

По результатам наблюдений и обработки статистического материала [2] было установлено, что отдельную группу простоев очистного оборудования составляют остановки по внеплановым причинам, зависящим в том числе и от ухудшения состояния выемочных выработок. Одной из таких причин может быть разрушение закрепленных стенок выработок и, как следствие, увеличение высоты и объема вывалов пород кровли.

Так, например, на шахте Полысаевская, входящей в состав СУЭК-Кузбасс, при отработке пласта Толмачевский горное давление от

очистного забоя 18-25 стало оказывать негативное влияние через целик в 17 м на вентиляционный штрек 18-27 смежного выемочного столба, что привело к отслаиванию угля с боков выработки на глубину до 1,0 м, опусканию кровли до 0,5 – 0,7 м, пучению почвы по выработке до 1,2 м [3].

На других шахтах Кузбасса в подготовительных горных выработках, закрепленных сталеполимерной анкерной крепью (ш. Комсомолец, ш. Талдинская Западная-1) наблюдали аналогичные нарушения устойчивости выработок, потребовавшие проведения ремонтных работ [4], что отразилось на технико-экономических показателях работы предприятий.

В связи с этим неотъемлемой частью повышения эффективности проектирования и эксплуатации угольных шахт является проведение комплекса исследований по оценке влияния состояния выемочных выработок на технико-экономические показатели очистных работ.

В традиционной методике расчета нагрузки на очистной забой влияние состояния выемочных выработок оценивается коэффициентом μ_c готовности сопряжения (сопряжений) очистной и прилегающих выработок, который определяется по формуле

$$\mu_c = \mu_{э.с} [1 - (1 - \mu_{э.с}) \Sigma k_l],$$

где $\mu_{э.с}$ – коэффициент готовности эталонного сопряжения; Σk_l – коэффициент увеличения времени простоев.

Значение Σk_l определяется сложением ряда коэффициентов увеличения времени простоев, среди которых наиболее важными являются коэффициенты, учитывающие подрывку боковых пород (1,2), повторную эксплуатацию выработки (1,2), проведение выработки позади очистного забоя (1,0), проведение выработки вприсечку (0,6), наличие промежуточной выработки (0,8) и

др. При разработке имитационной модели длинного комплексно-механизированного забоя [5] детерминированный подход оценки надежности выемочных выработок оказался неприемлемым, возникла задача оценки влияния аварий, связанных с разрушением выемочных выработок очистного участка, на показатели очистных работ (нагрузку на очистной забой, коэффициент машинного времени и др.).

В ходе разработки модели длинного комплексного механизированного забоя был реализован алгоритм, включающий следующие основные элементы:

- расчет вероятности обрушения горной выработки с использованием методики, предложенной и частично апробированной в работе [6];

- определение среднего числа аварий в подготовительных выработках в качестве параметра моделирования числа обрушений выработок с использованием генератора случайных чисел, распределенных по закону Пуассона [7, 8];

- розыгрыш длительности восстановления горных выработок после аварии с использованием генератора случайных чисел, распределенных по закону Гаусса [7, 8];

- оценка длительности работы очистного забоя, нагрузки на очистной забой и коэффициента машинного времени [5].

Для выбора варианта решения поставленной задачи было выполнено моделирование нагрузки на очистной забой и коэффициента машинного времени при трех различных значениях вероятности обрушения выемочных выработок очистного участка ($p_{огв}$) как случайной величины с последующим дисперсионным анализом полученных результатов. Для каждого значения $p_{огв}$ имитировали работу очистного забоя в течение 15 сут с определением среднегодового числа обрушений выемочных выработок ($N_{огв}$) и ежесуточного коэффициента машинного времени (K_m).

Средние значения результатов моделирования приведены ниже:

Набор параметров					
1		2		3	
$N_{огв}$	K_m	$N_{огв}$	K_m	$N_{огв}$	K_m
2,07	0,41	2,53	0,40	4,27	0,29

Так как с учетом специфики модели на значение коэффициента K_m оказывали влияние и другие факторы (прежде всего надежность элементов очистного механизированного комплекса и неравномерность газовыделения в очистной забой) для полученных результатов был выполнен дисперсионный анализ, позво-

ляющий оценить влияние изменения вероятности обрушения выемочных выработок очистного участка по критерию F Фишера-Снедекора при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

По результатам анализа $F_{набл} = 27,6$, тогда как $F_{кр}(2; 42; 0,05) = 3,22$. Таким образом $F_{набл} > F_{кр}$, что позволяет отвергнуть гипотезу о равенстве средних значений K_m при различных параметрах вероятности обрушения выработок, и, соответственно, подтвердить наличие влияния аварий в выемочных выработках очистного участка на коэффициент машинного времени очистного забоя.

Выводы. Предлагаемый алгоритм можно рассматривать в качестве базового для адаптации имитационной модели длинного комплексно-механизированного забоя к условиям действующих шахт юга Кузбасса и дальнейшего развития имитационной модели подготовки и отработки пологого пласта средней мощности с учетом влияния состояния выемочных выработок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лазаревич Т.И., Власенко Ю.Н., Рогова Т.Б. Виды опасных зон при подземной разработке угольных месторождений. – В кн.: Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2013. С. 244 – 250.
2. Антипов И.В., Савенко А.В., Турбор И.А. Зависимость производительности очистного забоя от продолжительности нештатных операций. Вып. 15. – Донецк: УкрНИМИ НАНУ, 2015. С. 68 – 78.
3. Ремизов А.В., Климов В.В., Жаров А.И., Костинец И.К., Кочкин Р.О. Современные взгляды на существующие технологии охраны горных выработок оконтуривающих выемочные столбы // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 2 (108). С. 65 – 72.
4. Казанин О.И., Ютяев Е.П., Ермаков А.Ю. Организация непрерывного контроля за состоянием анкерной крепи горных выработок на шахтах ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. № 4. С. 253 – 256.
5. Домрачев А.Н., Риб С.В. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой // Вестник Сибирского

государственного индустриального университета. 2016. № 3. С. 8 – 10.

6. Домрачев А.Н., Риб С.В., Никитина А.М. Адаптация методов оценки риска обрушения подземных горных выработок к условиям шахт юга Кузбасса // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 4. С. 81 – 89.
7. Домрачев А.Н., Лукин К.Д. К вопросу об особенностях реализации генераторов случайных чисел при моделировании воспро-

изводства очистного фронта на шахте // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. № 8. С. 24 – 27.

8. Press Numerical Recipes in C++ / William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery. – Cambridge University Press, 2002. – 976 p.

© 2017 г. А.И. Домрачев, С.В. Риб
Поступила 14 августа 2017 г.