

Отклик на статью В. В. Назимко, Н. А. Колесник «Стохастические основы маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ»

УДК 622.831

Целесообразность применения стохастического подхода к маркшейдерскому обоснованию границ опасных зон

Рассмотрена и проанализирована возможность применения стохастического подхода при маркшейдерском обеспечении безопасного ведения горных работ.

Ключевые слова: опасная зона, стохастический подход, допустимый риск.

Контактная информация: khalymendyk@mail.ru

Рассматриваемую статью [1], опубликованную в порядке обсуждения, можно разделить на три части:

- анализ маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ (МОБВГР);
- анализ нормативных подходов к подработке объектов поверхности;
- оценка надежности планирования горных работ.

Основная идея статьи заключается в изменении подходов к определению границ опасных зон от детерминированного к стохастическому, причем применение стохастического подхода при определении границ опасных зон авторы связывают с введением понятия «допустимый риск».

Опуская вопросы подработки объектов земной поверхности, которые не относятся к МОБВГР, авторами обсуждаемой статьи поставлена цель – показать нецелесообразность предложенного стохастического подхода к определению границ опасных зон.

Маркшейдерское обеспечение безопасного ведения горных работ регламентируется Положением [2], где указано, что опасная зона – это участок недр, в пределах которого при ведении горных работ требуется осуществлять дополнительные меры безопасности. Исходя из этого, обеспечение безопасного ведения горных работ состоит из двух задач: установления границ опасной зоны и разработки специальных мер.

Решением первой задачи занимается маркшейдерско-геологическая служба горного предприятия, а второй – технологическая служба. Для понимания первой задачи обратимся к историческим фактам ее решения.

Размеры барьерных целиков в Донбассе впервые были обоснованы В. М. Поляковым в 1945–1946 гг. при откачке воды из разрушенных шахт [3]. Размер барьерного целика определяли по формуле

$$d = 5 + 0,05H, \quad (1)$$

где d – ширина целика, м;

H – глубина расположения целика, м.



Ю. М. ХАЛИМЕНДИК,
доктор техн. наук
(Национальный горный университет)



Ю. А. ЗАБОЛОТНАЯ,
канд. техн. наук
(Национальный горный университет)

Формула (1) носит эмпирический характер и не отражает «действительной закономерности». Для увеличения «запаса прочности», считая исследуемую мощность пласта равной 1 м, в эмпирическую формулу (1) введено значение фактической мощности m пласта, т. е. получено выражение

$$d = 5m + 0,05H. \quad (2)$$

С учетом «пределных значений погрешностей маркшейдерских съемок» формула (2) приобрела вид

$$d = 5m + 0,05H + 0,002L, \quad (3)$$

где L – протяженность съемок одной стороны барьерного целика между шахтами, м.

Наиболее полно вопросы прорывов воды в действующие горные выработки с 1934 по

2003 г. изложены в справочнике [4]. В данных исследованиях достоверность формулы (3) не опровергалась и за 70 лет формула не изменилась.

Для снижения уровня опасности при ведении горных работ в зонах, опасных по прорыву воды, маркшейдерской службе шахты под руководством главного инженера в Положении [2] указывается на необходимость самостоятельного принятия решения по увеличению размеров целиков. При этом размер целика может быть увеличен на погрешность определения контура водного объекта, исходя из конкретных условий и правила «трех сигм» [5]. В пределах барьерного целика или границы безопасного ведения работ дополнительные меры безопасности могут изменяться и учитывать представление авторов работы [1] об их обоснованности и необходимости. Вероятностная оценка границы барьерного целика, предложенная авторами, в данном случае не обоснована.

При разработке свит угольных пластов очистные забои часто проходят под или над целиками или краевыми частями, оставленными на смежных пластах. Это часто приводит к осложнению ведения горных работ. По результатам исследований специалисты ВНИМИ и ДонУГИ в 1978 г. разработали Рекомендации по управлению кровлей и креплению очистных забоев [6]. Основу нормативных документов составил анализ 685 случаев прохождения очистными забоями зон повышенного горного давления (ПГД). За критерий проявления ПГД было принято снижение скорости продвижения очистных забоев. По степени опасности проявлений горного давления в очистных забоях различают три вида зон ПГД: повышенной опасности, опасная и прогнозная зоны.

В дальнейшем положение зон ПГД уточнялось лишь в направлении сохранения достоверности контура этих зон. Таким образом, определение границ зон ПГД носит эмпирический характер.

При ведении горных работ в зонах ПГД прежде всего необходимо обеспечить достаточный отпор крепи. За последние 35 лет в сфере механизации крепления очистных работ произошли значительные изменения в части повышения несущей способности крепи. В области индивидуальной крепи существенных изменений не произошло. Авторы рассматриваемой работы отмечают высокий уровень вариативности отпора крепей в очистных и подготовительных забоях, тем самым склоняются к необходимости «разработки новых стохастических подходов

к методике определения устойчивости непосредственной кровли действующего очистного забоя». На самом деле опыт ведения очистных работ, например в условиях шахт Западного Донбасса, свидетельствует о необходимости выполнения ремонтных работ в части восстановления герметичности гидросистемы крепей в период их эксплуатации [7], что снижает вариативность рабочих характеристик крепи. Это позволяет параллельно с высоким уровнем организации труда достигать среднемесячного подвигания лав 154 м [8].

Правильность выбранного направления поддержания работоспособности крепи приводит к снижению вывалообразования пород кровли при ведении очистных работ и заключается в непрерывном мониторинге состояния гидравлической системы комплекса и постоянном ее восстановлении, подтверждается использованием крепи ДМТ с автоматическим мониторингом состояния гидросистемы [8]. В настоящее время комплексом обрабатывают пятую (по счету) лаву в шахте «Степная» ПАО «ДТЭК«Павлоградуголь» с подвиганием до 11,5 м/сут.

Высокая вариативность несущей способности крепи подготовительных выработок [9] объясняется несовершенством замковых соединений АПЗ-030. Эти замки применяются с закручиванием болтовых соединений до «видимого прогиба» планки. В настоящее время благодаря массовому использованию замков ЗПКм и ЗШ-000 фактическая несущая способность крепи повысилась почти в 3 раза. Остались нерешенными вопросы организации завинчивания гаек с одинаковым моментом. Использование комбинации арочной и анкерной крепи решает задачу устойчивости крепи до влияния очистных работ.

Стохастические методы оценки устойчивости крепления выработок могут применяться для исследований и накопления информации об эффективности горных работ.

Авторы рассматриваемой статьи затронули вопрос прогнозирования состояния геоинформационной системы. Считается, что реляция базы данных около 20 показателей повышает надежность оценки полученной системы. Для маркшейдерской службы важно установить границы опасных зон. Учитывая большое количество влияющих факторов с их дисперсными показателями, получим накопление всех отклонений от средних значений каждого показателя в виде средней квадратической ошибки

положения границы опасной зоны. Даже при 25 % дисперсии каждого показателя такое определение границы опасной зоны теряет полную достоверность, так как средняя квадратическая ошибка положения границы примерно равна ее значению. В данном случае для определения положения границ опасных зон целесообразно использовать эмпирические данные, а меры для безопасного ведения работ дифференцировать внутри зоны, исходя из технической необходимости и обоснованности.

Одна из основных задач маркшейдерской службы предприятий – составление графической документации, которая подразделяется на исходную, рабочую и обменную [10]. Порядок пополнения планов горных работ требует отображения достоверной информации, т. е. результатов инструментальных съемок, выполненных в соответствии с требованиями нормативного документа [10]. В противном случае делается соответствующая запись на чертеже. Предложение авторов рассматриваемой статьи о необходимости нанесения прогнозируемых нарушений на обменных планах с отражением вероятности их появления по методике, предложенной авторами, не противоречит порядку составления прогнозных горно-геологических карт [11] и представляет научный и производственный интерес, но требует дополнительных глубоких исследований. Правила технической эксплуатации угольных шахт [12] предусматривают использование разных методов прогнозирования горно-геологических условий. В настоящее время дополнений в нормативную документацию не требуется. Понятно, что по мере накопления результатов прогноза используемая методика прогнозирования может на основании эмпирических данных закрепляться в нормативных документах. Поэтому авторам статьи следует опробовать предложенные методы прогнозирования на стадии составления прогнозно-геологической карты.

Главная идея авторов обсуждаемой статьи – введение понятия «допустимый риск», т. е. риск, который можно позволить в опасных ситуациях, по нашему мнению, является неправильной. В основном риск – это вероятность того, какие ожидаются потери в виде убытков, если намеченные мероприятия (например, управленческого характера) не осуществляются, а также при допущении ошибок в управленческих и проектных решениях. Такая постановка вопроса, по нашему мнению, недопустима в области обеспечения безопасности труда.

Вероятностную оценку наступления какого-либо события в пределах опасной зоны следует проводить с учетом вероятности невыполнения мероприятий по обеспечению безопасных условий или несоответствия их условиям ведения горных работ (т. е. с учетом «человеческого фактора»). Для решения таких задач целесообразно воспользоваться формулой полной вероятности, которая указывает на увеличение вероятности наступления негативного явления. Меры безопасности в опасных зонах должны исключать аварийные ситуации. В противном случае горные работы необходимо прекращать и искать иные технические, экономические и социальные решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назимко В. В. Стохастические основы маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных работ / В. В. Назимко, Н. А. Колесник // Уголь Украины. – 2014. – № 11. – С. 34–43.
2. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах. – СПб.: ВНИМИ, 1994. – 28 с.
3. Поляков В. М. О размерах барьерных целиков в Донбассе / В. М. Поляков // Тр. ВНИМИ. – Л.: ВНИМИ, 1948. – Сб. 15. – С. 6–28.
4. Прорывы воды в действующие горные выработки: справочник / [Е. Л. Звягильский, Б. В. Бокий, О. А. Куш и др.]. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 110 с.
5. Папазов М. Г. Теория ошибок и способ наименьших квадратов / М. Г. Папазов, С. Г. Могильный. – М.: Недра, 1968. – 302 с.
6. Рекомендации по управлению кровлей и креплению очистных забоев на пластах с углом падения до 35° при переходе ими зон влияния целиков и краевых частей смежных пластов: дополнение к Руководству по управлению кровлей и креплению очистных забоев на пластах с углом падения до 85°. – Донецк: ДонУГИ, 1980. – 54 с.
7. Халимендик Ю. М. Ведение работ при обрушениях кровли в очистных забоях пологих пластов / [Ю. М. Халимендик, И. Е. Иванов, Н. А. Добровольский и др.]. – Донецк: Лебедь, 2000. – 126 с.
8. Смирнов А. В. Практическая геомеханика на шахтах ДТЭК: взгляд в будущее / А. В. Смирнов, В. И. Пилюгин // Форум гірників–2015 / ГВУЗ «НГУ». – Днепропетровск, 2015. – Т. 1. – С. 18–31.
9. Заславский Ю. З. Расчеты параметров крепи выработок глубоких шахт / Ю. З. Заславский, А. Н. Зорин, И. Л. Черняк. – К.: Техніка, 1972. – 156 с.
10. Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах. Інструкція: КД 12.06.203-2000. – К.: Мінпаливенерго України, 2001. – 264 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
11. Геологічні роботи на вугледобувних підприємствах України. Інструкція: КД 12.06.204-99. – К.: Мінпаливенерго України, 2001. – 384 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
12. Правила технічної експлуатації вугільних шахт: СОУ 10.1-00185790-002-2005. – К.: Мінвуглепром України, 2006. – 361 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).