

УДК 622.86:622.4

О.В. Скопинцева, С.В. Баловцев**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АЭРОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА АВАРИЙ ДЛЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

Предложен метод интегральной оценки аэрологического риска аварий на выемочных участках угольных шахт, основанный на применении показателей опасности горно-геологических и горнотехнических факторов и уязвимости схем вентиляции выемочных участков.

Ключевые слова: выемочный участок угольной шахты, аэрологический риск аварий, опасность, уязвимость схемы вентиляции.

В соответствии с современными взглядами риск обычно интерпретируется как вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся возникновением, формированием и действием опасностей и нанесением при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба и вреда. Применение понятия «риск» таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск, фактически, есть мера опасности. Часто используют понятие «степень риска», по сути не отличающееся от понятия риск, но лишь подчеркивающее, что речь идет об измеряемой величине.

Такая интерпретация термина «риск» используется в настоящее время при анализе опасностей и управлении безопасностью (риском) технологических процессов и производств в целом.

Обозначим через R – риск, т.е. вероятность нанесения определенного ущерба. Последствие Y в виде нежелательного события или ущерба может описываться специфическими параметрами – от экономических до этических ценностей и человеческих жертв. Мерой возможности наступле-

ния риска R служит вероятность его наступления P . Отсюда следует:

$$R = YP \quad (1)$$

Для отображения множества исходных причин развития риска можно в общем виде записать формулу расчета в виде

$$R = P_1 P_2 P_3 P_4 \quad (2)$$

где P_1, P_2, P_3, P_4 — вероятности возникновения события или явления, обусловленного формированием и действием опасных факторов (1-го, 2-го, 3-го и 4-го соответственно).

Количественная мера риска может выражаться не только вероятностной величиной. Риск иногда интерпретируют как математическое ожидание ущерба, возникающего при реализации опасностей.

При определении математического ожидания величины ущерба представляется целесообразным принимать во внимание все возможные виды опасных происшествий для данного объекта и оценку риска производить по сумме произведений вероятностей указанных событий на соответствующие ущербы. В этом случае справедлива следующая зависимость:

$$R_{\text{мо}} = \sum_{i=1}^n P_i Y_i \quad (3)$$

где $R_{мо}$ – уровень риска, выраженный через математическое ожидание ущерба; P_i – вероятность возникновения опасного события i -го класса; Y_i – величина ущерба при i -м событии.

Хотя последняя интерпретация находит применение, однако вероятностная мера риска является более удобной и применяемой при решении широкого круга задач научного и практического характера, в особенности задач, касающихся промышленной безопасности.

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат проявления определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками. Понятия «опасность» и «риск» относятся соответственно к возможным воздействиям на объект и его реакции на эти воздействия («уязвимость»). Риск возникает только в области пересечения опасности с объектом и не существует без них, т.е. риск при существующей опасности для технически не уязвимого объекта отсутствует (равен нулю), как и риск для весьма уязвимого объекта при отсутствии опасности.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенной жертве – объекту риска. Объектом исследований выбраны выемочные участки угольных шахт при различных схемах их вентиляции.

Применительно к проблеме безопасности ведения горных работ введем следующие определения понятий.

Опасность при оценке возможности возникновения аварий на выемочных участках угольных шахт:

— процессы загазирования горных выработок, пылеотложения угольной пыли, вспышки и взрывы метана и угольной пыли, пожары.

Уязвимость – свойство вентиляционных систем выемочных участков те-

рять способность к выполнению заданных функций в результате негативных воздействий опасных факторов.

Аэрологический риск – вероятностная мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварий, связанных с отклонением параметров шахтной атмосферы от их нормативных значений, установленная для схемы вентиляции выемочного участка определенной уязвимости.

Факторами риска являются горно-геологические условия разработки угольных пластов (природная газоносность, пылеобразующая способность пластов) и горнотехнические условия (нагрузка на очистной забой, скорость подвигания лавы).

Переходя к количественным оценкам опасности, уязвимости, аэрологического риска, следует иметь в виду, что каждое из них является достаточно сложной функцией многих переменных – факторов. Для получения количественных характеристик указанных понятий необходимо определить полный набор таких факторов. Их объединение по совокупностям будем называть показателями (показателями уязвимости, опасности, аэрологического риска). В зависимости от величин показателей строится градация по степеням опасности, уязвимости, риска. Такой подход позволяет работать уже с достаточно ограниченным числом переменных и выполнять количественную оценку, которую можно назвать интегральной.

За основу количественной оценки опасности, уязвимости, аэрологического риска аварий для выемочных участков угольных шахт принят известный подход получения нормирующих коэффициентов, характеризующих долю (вероятность) от наиболее неблагоприятной ситуации, принимаемой за единицу.

Степень аэрологического риска аварии	R_a
Малая (нормальный уровень безопасности)	Не более 0,15
Умеренная (пониженный уровень безопасности)	Свыше 0,15, но не более 0,3
Большая (неудовлетворительный уровень безопасности)	Свыше 0,3, но не более 0,5
Аварийная ситуация (опасный уровень)	Свыше 0,5

Оценка аэрологического риска аварий для выемочных участков угольных шахт производится на основании экспертного анализа степени опасности горно-геологических и горнотехнических факторов и степени уязвимости схем вентиляции выемочных участков. Степень аэрологического риска аварии оценивается по принципу пересечения этих событий и количественно выражается коэффициентом аэрологического риска аварии:

$$R_a = \lambda \cdot v_y, \quad (4)$$

где λ – коэффициент опасности горно-геологических и горнотехнических факторов; v_y — коэффициент уязвимости схем вентиляции выемочных участков.

Физический смысл коэффициента R_a состоит в том, что он представляет собой долю от аэрологического риска, который имеет место в выемочных участках при наиболее неблагоприятных сочетаниях показателей опасности и уязвимости.


Степень аэрологического риска аварии оценивается по величине ко-

эффициента риска аварии R_a в соответствии с данными таблицы.

Значения коэффициента риска аварии $R_a > 0,5$ свидетельствует о возникновении аварийной ситуации, уровень безопасности работы очистного забоя оценивается как опасный. Дальнейшая работа очистного забоя в проектном режиме по условия аэрологического риска аварии недопустима. Необходимо информировать руководителей производства и в соответствии с полученным предписанием ввести ограничения на режим угледобычи (снижение нагрузки на очистной забой, уменьшение скорости подвигания очистного забоя, проведение пластовой дегазации и т. д.).

Оценка факторов аэрологического риска выемочных участков угольных шахт позволит обоснованно принимать технические решения по повышению безопасности ведения горных работ [2], особенно это важно для высокопроизводительных угольных шахт, разрабатывающих высокогазонасыщенные угольные пласты, опасные по взрывам пыли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аварийность и противоаварийная защита предприятий угольной промышленности // Информационный бюллетень. – М.: ЦШ ВГСЧ Минэнерго РФ. – 1998–2010.
2. Баловцев С.В. К вопросу алгоритмического обеспечения управления аэрологическим риском на угольных шахтах. // Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня: «Аэрология». – М.: МГУ. – 2007. – № ОВ 12. – С. 292–295. 

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Скопинцева Ольга Васильевна — доктор технических наук, доцент,
Баловцев Сергей Владимирович — старший преподаватель, заместитель декана факультета,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru