

О ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

Сформульовано основні принципи проектування систем протиаварійного захисту та введення у дію його технічних засобів під час виникнення підземної аварії. Звернуто увагу на те, що загальноприйнятий підхід до проектування систем протиаварійного захисту містить деякі суперечності, завдяки яким можуть виникнути розбіжності між можливостями системи протиаварійного захисту та вимогами введення у дію ПЛА. Наведено основні рекомендації відносно підвищення ефективності дії системи протиаварійного захисту у аварійній ситуації.

ABOUT THE PROJECTING SYSTEM OPPOSE-ACCIDENT DEFENCE OF COAL MINE

The main principles projecting systems of oppose-accident defense and sending in an action its technical means in a time of arising underground accident was formulated. To turn the attention for such moment, that generally accepted attitude to projecting systems of oppose-accident defense contains contradictions, as a result of which may be arise a contradictions between opportunities systems of oppose-accident defense and demands of introduction PLA to the action. The main recommendations relatively increase of effectiveness system oppose-accident defense in a accident situation.

Система противоаварийной защиты (СПАЗ) угольной шахты – понятие, введенное относительно недавно. Впервые оно было законодательно определено в тексте Горного Закона Украины. До настоящего времени в тексте ряда нормативно-правовых и методических документов, в том числе Правил безопасности в угольных шахтах [1], речь шла о противопожарной защите. Тем самым неявно предполагалось, что, принимая меры по предотвращению и ликвидации пожаров (в основном имелись ввиду экзогенные), можно достичь достаточной эффективности ликвидации и других аварий техногенного характера, причем теми же средствами.

На этапе развития горного производства, соответствующем примерно 40-м – 60-м годам прошлого столетия, такой подход был в какой-то мере оправдан. В самом деле, ведение горных работ на небольших (до 500 м) глубинах не был связан с проявлением всего комплекса горно-геологических и, предположительно, аварийных факторов. Проявления горного давления, а значит – и аварийные обрушения горных пород, были незначительными. Преодоление газового барьера не сопровождалось резким повышением выбросоопасности. Температурный режим горных выработок оставался удовлетворительным и во многих случаях не требовал принятия специальных мер по кондиционированию рудничного воздуха. Метанообильность угольных пластов и вмещающих пород в подавляющем большинстве случаев позволяла исключить необходимость использования методов и средств дегазации.

В этих условиях сформировался упрощенный подход к проектированию СПАЗ. Именно, в проект отработки угольного месторождения закладывалось соответствующей проектной организацией требуемое [1] количество средств

индивидуального и коллективного самоспасения горнорабочих, а для управления аварийным вентиляционным режимом – места установки и аэродинамические характеристики противопожарных дверей. Этим, собственно, и ограничивалось проектирование СПАЗ. В дальнейшем, в ходе развития горных работ, она не претерпевала существенных изменений, поскольку экстремальное развитие аварийных ситуаций практически не наблюдалось, и составляемые на шахтах планы ликвидации аварий (ПЛА) позволяли эффективно принять меры по ликвидации аварии в кратчайшие сроки. Достаточно распространенным было мнение о возможности повышения надежности СПАЗ, хотя само понятие надежности в рассматриваемом случае является недостаточно обоснованным.

В последнее время, однако, ситуация кардинально изменилась. Угольные залежи на небольших глубинах выработаны, а оставшиеся маломощны и не имеют серьезного практического значения. В программе развития угледобывающей отрасли Украины поставлена задача значительного повышения угледобычи за счет интенсификации горного производства и повышения глубины ведения горных работ. Как то, так и другое требование предопределяет, к сожалению, возможное повышение аварийности. Причем аварии становятся сложнее как по протеканию и ликвидации, так и по качественному составу. Назрела необходимость пересмотра концепции противоаварийной защиты шахт и выработки новых подходов к ее проектированию и практическому использованию.

Горный Закон Украины впервые отметил тот факт, что на угольных шахтах Украины необходимо создание систем не противопожарной, а противоаварийной защиты. Такие системы, хоть и не регламентированы, существуют на шахтах давно; иначе как бы шахты могли ликвидировать такие виды аварий, как внезапные выбросы угля, породы и газа, взрывы метана и угольной пыли, прорывы воды в горные выработки, обрушения горных пород и т.д.? Однако их создание и использование осуществляется в настоящее время на горных предприятиях без использования общих методических подходов, основываясь лишь на инженерном опыте и интуиции руководящего и инженерно-технического персонала.

Горный Закон – есть Закон, и он может лишь регламентировать основные требования к решению тех или иных вопросов; конкретизация его требований должна найти выход в ряде нормативно-технических отраслевых документов, где будут сформулированы основные концепции решения горнотехнических задач. В частности – проектирования и использования СПАЗ.

Не цитируя положения Горного Закона Украины, отметим, что он впервые выделил три основных составляющих СПАЗ:

1. Нормативно-методическую базу, основываясь на которой можно будет выбирать, как на этапе проектирования, так и в процессе ведения горных работ, оптимальную стратегию ликвидации возникшей аварийной ситуации.

2. ПЛА, составляемый заблаговременно, один раз в полугодие, в установленные сроки, на каждой шахте и регламентирующий меры и действия по спасению людей и ликвидации аварии в начальный период ее развития.

3. Наличие на шахтах необходимого комплекса технических средств, пред-

назначенных для ликвидации аварии.

Очевидно, указанные требования неконкретны, и требуют анализа и доработки. Остановимся на отдельных аспектах указанной проблемы.

Нормативно-методическая база решения задач СПАЗ разработана в настоящее время недостаточно. Результатом является тот факт, что в проектных институтах угольной отрасли решение задач проектирования СПАЗ осуществляется рядом несвязанных подразделений. Проведенный нами анализ показывает, что наиболее тесно связаны с решением задач СПАЗ горные отделы проектных институтов угольной отрасли. Они рассматривают вопросы решения задач, возникающих в аварийной ситуации, средствами вентиляции. Подход, несомненно, оправдан: при возникновении аварии первоочередной задачей является эвакуация людей из аварийных и угрожаемых участков шахты, а для этого необходимо выбрать и установить аварийный вентиляционный режим. Что для этого нужно сделать – горный отдел знает и может предложить соответствующие проектные решения. А вот как – вопрос непростой. Необходимость изменения аэродинамического сопротивления горной выработки, нужного для установления аварийного вентиляционного режима, определяется возможностью установления в ней средств местного регулирования. Решение этой задачи осуществляется другим подразделением проектного института, что усложняет комплексное решение поставленной задачи.

Другим примером может служить осуществление аварийной эвакуации горнорабочих из аварийных и угрожаемых участков шахты. Правильно выбранный аварийный вентиляционный режим дает возможность осуществить ее безопасно; иной вопрос – ее временные и эргономические характеристики. Правила безопасности [1] рекомендуют для целей аварийной эвакуации, помимо преодоления маршрутов в пешем порядке, использование как пассажирских, так и непассажирских транспортных средств. Если вопрос использования для целей аварийной эвакуации клеток вентиляционных стволов, грузопассажирских конвейеров и т.д. является достаточно апробированным, то перевозка людей средствами доставки полезного ископаемого и породы является проблематичной. С одной стороны, ПЛА, как правило, рекомендуют такие меры при отсутствии альтернативных, а с другой – возникает вопрос об ответственности в том случае, если такие меры не принесли успеха. Эвакуация людей на крыше скипа является далеко не безопасной; если результат достигнут, остальное неважно, а если нет? Включение нетрадиционных способов организации аварийной эвакуации горнорабочих в проект СПАЗ правомерно и необходимо; однако осуществление его возможно лишь отделом, отвечающим в проектном институте за шахтный транспорт и подъем, и координация его в этих вопросах с горным отделом крайне важна.

Анализ раздела «Противоаварийная защита» проектов отработки угольных месторождений показывает, что в нем задействованы лишь основные требования [1] и практически не учитывается динамика ведения горных работ. В проекте, естественно, невозможно учесть все особенности отработки угольного месторождения; следовательно, трудно предсказать и протекание возможных ава-

рийных ситуаций. Поэтому правомерно ставить вопрос об использовании методов имитационного моделирования при составлении проектов СПАЗ.

С другой стороны, закономерно оценить следующую ситуацию: ограничивается ли проектирование СПАЗ лишь проработкой указанного вопроса в проектных институтах угольной отрасли? Очевидно, нет, и это следует именно из текста Горного Закона Украины. Ведь в состав СПАЗ входит ПЛА. А заблаговременное составление его – это ли не задача проектирования в широком смысле этого слова, осуществляемая непосредственно на шахте главным инженером и начальником участка ВТБ? Хоть технические средства СПАЗ уже в шахте установлены, вопросы их использования при возникновении аварийной ситуации являются предметом исследований; причем именно в данном случае важна адаптация базиса технических средств к условиям возможно изменившейся горно-технической ситуации. В этом случае также важно использовать методы имитационного моделирования.

К вопросам проектирования можно отнести и определение мест установки и аэродинамических характеристик средств местного регулирования воздушных потоков. Места установки противопожарных дверей изначально определены в соответствии с требованиями [1], демонтажу они в период отработки шахтного поля не подлежат; в настоящее время, правда, наметилась тенденция определения мест установки дополнительных противопожарных дверей, как серьезного средства регулирования воздушных потоков, в непредусмотренных Правилами безопасности местах. Однако этот вопрос пока не регламентирован. Иное дело – вентиляционные двери. Они достаточно легки в возведении, эксплуатации и демонтаже, что позволяет оперативно организовать управление вентиляционными потоками. Это – также одна из задач проектирования. Причем, если места установки основных вентиляционных сооружений можно, и нужно, определять заранее, на этапе проектирования СПАЗ проектной организацией, то оперативное изменение их базиса должен осуществлять начальник участка ВТБ. Причем временные выгоды от установки вентиляционного сооружения на регулируемом участке должны анализироваться с точки зрения их долговременного влияния на аэродинамическое состояние ШВС. Иными словами, установка лишних, кратковременного действия, вентиляционных сооружений, и отказ от их последующего демонтажа ввиду большой трудоемкости и стоимости работ, способны усложнить вентиляционную ситуацию в шахте. Примером может служить шахта им. А.Ф. Засядько, на которой имеется порядка 200 вентиляционных дверей, большой процент которых практически не влияют на рациональное перераспределение воздушных потоков; однако необходимость их демонтажа и замены на более эффективные затруднена тем, что шахту обеспечивают три (планируется четыре, а в перспективе – пять) ВГП, вопросы взаимовлияния которых недостаточно исследованы.

Перечисленные задачи, несомненно, сложны. Несмотря на то, что участок ВТБ той же шахты им. А.Ф. Засядько представляет собой мощное подразделение, располагающее высококвалифицированными специалистами, оснащенное современными приборами контроля аэрогазодинамических параметров и вычислительной

техникой, решение им указанных задач затруднительно. А на менее значительных шахтах это и вовсе неосуществимо. Например, на шахте «Самсоновская-Западная», являющейся самым крупным угледобывающим предприятием ГП «Краснодонуголь», отсутствуют как приборы современного технического уровня (АПР-2 и сменные насадки к нему, предназначенные для контроля депрессии вентиляционных сооружений, без чего невозможно эффективное управление ими, в том числе и в аварийной ситуации), так и компьютерная база.

Выход может быть найден в том, чтобы законодательно (на первом этапе в ранге СОУ Госуглепрома Украины) закрепить создание и функционирование на участках ВТБ угольных шахт специальных групп информационно обеспечения (ГИО) вентиляционных расчетов, исключительной задачей которых явится создание и поддержание базы данных о состоянии ШВС. Причем, чем более укомплектованной и профессиональной будет такая группа, – тем более эффективным будет использование оперативной информации о состоянии ШВС для управления воздухораспределением в ней. Прообраз такой группы существует на шахте им. А.Ф. Засядько (к сожалению, это единственный известный нам пример). Проведение частичных замеров аэродинамических параметров и оперативный расчет воздухораспределения в ШВС производятся на шахте ежедневно; это позволяет производить корректировку аэродинамического состояния ШВС, содержащей свыше 1500 ветвей расчетной схемы, три (в перспективе, как уже отмечалось, – пять) ВГП и шесть работающих выемочных участков, в установленные сроки. Однако отсутствие регламентации работы такой группы вызывает неизбежные отвлечения ее персонала от выполнения указанных обязанностей (лицо, ответственное за проведение вентиляционных расчетов, в настоящее время переведено на должность начальника участка ВТБ, а значит – отвлекается на проведение других неотложных работ), что отрицательно сказывается, в том числе, и на повышении эффективности СПАЗ.

И к вопросу об эффективности. Как уже отмечалось, более признанным является понятие надежности. Однако классически понимаемая надежность относится в большинстве случаев к функционированию технических устройств. В рассматриваемом нами случае целесообразно говорить о надежности, скажем, срабатывания датчика-детектора обнаружения ранних стадий возникновения экзогенного пожара. Или о надежности (за установленное время и с надлежащей степенью герметизации) закрытия вентиляционных дверей. Но шахта относится к числу технологических объектов, на которых велико значение человеческого фактора. Необходимость использования при ликвидации аварийной ситуации неполной и неточной информации, в том числе получаемой не замерным, а визуальным путем, приводит к стрессовой реакции лиц, ответственных за ликвидацию аварии. Причем реакция на поступающую информацию может в достаточной степени различаться даже у лиц, имеющих одинаковую квалификацию, опыт работы и навыки руководства. Какова надежность человеческого организма? Ответ на этот вопрос могут дать разве что медики, а вовсе не проектировщики и пользователи СПАЗ.

Поэтому, на наш взгляд, понятие «надежность» должно быть заменено поня-

тием «эффективность» СПАЗ. В чем различие? Если в первом случае оценке, причем, по самому определению понятия, количественной, подлежит состояние человеко-машинной системы (что весьма трудно осуществимо), то во втором возможно ввести некоторые критерии, причем не только количественные, но и качественные, по которым можно будет оценить работу СПАЗ. Имитационное моделирование для определения надежности СПАЗ просто неприменимо; моделировать человеческий фактор в аварийной ситуации мы пока не научились. Оценить же совместную работу горного диспетчера и технических средств СПАЗ возможно. Критерии такой оценки, основанные на использовании нечеткой логики, когда решение заключается не в выводе о том, что система функционирует с показателем надежности, скажем 0,97, а в получении решения типа «при условии выполнения горным диспетчером требований выбранной позиции ПЛА, реакции его на поступающие сообщения в течение 15 с и вероятности отказа технических средств в пределах ..., решение поставленной задачи может быть достигнуто», существуют в других областях человеческой деятельности и могут определенным образом адаптированы к условиям горного производства. В этом случае целесообразно говорить об эффективности СПАЗ, которая комплексно зависит именно от правильного взаимодействия человека и технических средств и может изменяться в зависимости от протекания ликвидации аварийной ситуации. Очевидно, комплексный динамический критерий такой эффективности выбран быть не может, что предопределяет необходимость использования широкого диапазона методов – от получения оперативной информации о состоянии шахты при аварии, до имитационного моделирования изменившейся аварийной ситуации и использования методов экспертных оценок.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, поскольку безусловное исключение возникновения на шахтах аварий невозможно в принципе, роль СПАЗ в функционировании шахты важна. Современные техногенные аварии сложны, влияние их на горнотехнический процесс способно привести к его серьезному нарушению, материальному ущербу и человеческим жертвам. Поэтому решение всех трех задач, поставленных Горным Законом Украины перед разработчиками СПАЗ, является актуальным. Наиболее разработанным является вопрос об автоматизированном выборе противоаварийных мероприятий для включения в ПЛА; решением этих задач в течение ряда лет занимались в Украине коллективы ИГТМ НАН Украины [2], НИИГД и других организаций. В настоящее время внимание указанным вопросам уделено в Программе безопасности работ в угольной промышленности [3]; нами в рамках ее разрабатывается ряд нормативных документов, связанных с организацией ГИО участков ВТБ угольных шахт, а также с учетом проявления вредностей техногенного происхождения на процессы ведения горных работ. Существенные успехи достигнуты и в области совершенствования технических средств СПАЗ. На ряде шахт Украины внедряется система УТАС, одной из функций которой является своевременное обнаружение аварии и принятие противоаварийных мер.

Внедрение перечисленных научно-технических разработок позволит повысить эффективность горного производства и будет способствовать решению за-

дач повышения добычи угля в нашей стране [4] при условии безопасности горного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности в угольных шахтах. ДНАОП 1.1.30-1.01-00. Утверждены приказом Министерства труда и социальной политики Украины от 22.08.2000 № 215. – Киев, 2000.
2. Автоматизация составления оперативной части планов ликвидации аварий на шахтах и рудниках / В.Я. Потемкин, Е.А. Козлов, И.Е. Кокоулин. – К.: Техника, 1991. – 125 с.
3. Програма підвищення безпеки праці на вугільних шахтах. Сучасний стан і проблеми охорони праці. Затв. пост. Кабінету Міністрів України від 06.07.02 № 939. Зібрання законодавства України. – К.: Укр.. інформ.прав.центр, 2002. – С. 45-77.
4. Програма „Українське вугілля”. Затв. пост. Кабінету Міністрів України від 19.09.01 № 1205. Зібрання законодавства України. – К.: Укр.. інформ. прав. центр, 2002. – С. 12-79.

УДК 622.366.22

Д-р техн. наук В.Г. Красник
(Минтопэнерго Украины),
д-р техн. наук Ю.А. Пивень,
А.Г. Машиниченко (ДонНИИ)

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ, ПРЕДРАЗРУШЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Розглянуто особливості руйнування гірських порід твердосплавними та алмазними різцями. Наведено результати експериментальних досліджень.

RESEARCHES OF PROCESSES OF CUTTING, BEFORE-DESTRUCTION AND DESTRUCTION OF MINE BREEDS

The features of destruction of mountain breeds firmalloy and diamond cutters are considered. The results of experimental researches are given.

Процессы дробления и измельчения применяются для доведения минерального сырья до необходимой крупности или гранулометрического состава. В процессе дробления и измельчения куски и частицы горных пород разрушаются внешними силами, разрушение происходит преимущественно по ослабленным сечениям, трещиноватостям и другим дефектным местам структуры после перехода нормальных и касательных напряжений, возникающих в материале при его упругих деформациях, за пределы прочности.

Поэтому с целью разработки физической основы рационального дробления и измельчения горных пород выполнены исследования процессов их микрорезания и разрушения.

Наиболее эффективным инструментом исследования процесса резания горных пород являются поликристаллические сверхтвердые материалы (ПСТМ), особенно в случае изучения быстропротекающих процессов, когда экспериментально зафиксировать изменения параметров резания практически невозможно.

Одновременно при изучении разрушения горных пород поликристаллическими сверхтвердыми материалами были проведены исследования процесса ре-