

УДК 622.26:622.83

Г.И. Коршунов, Ю.В. Шувалов, В.М. Шик

**ЗНАЧЕНИЕ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ
В ПРОБЛЕМЕ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ
НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РОССИИ**

Семинар № 3

За последние 5 лет только на шахтах Кузбасса произошло 13 аварий со смертельными исходами, в том числе групповыми (262 погибших шахтеров). Если к этим трагическим случаям добавить аварии на шахтах Российского Восточного Донбасса, Воркуты, Урала, а также Украины и Казахстана, то можно получить достаточно полную картину уровня «безопасности» на угольных шахтах России и СНГ.

Непредвзятый анализ показывает, что систематические катастрофы на угольных шахтах России не являются трагическими случайностями, вызванными только «человеческим фактором». Их причина более глубокая, корни которой связаны с системным кризисом угольной промышленности России, порожденным «перестройкой» 1985-2000 гг. Следует помнить, что проблемы, с которыми приходится постоянно сталкиваться в процессе управления горным производством, особенно на угледобывающих шахтах, являются наиболее сложными во всей производственной сфере. С учетом важности этого вопроса в структуру Министерства угольной промышленности СССР входило 37 научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, а в наиболее проблемных производственных объединениях и на отдельных шахтах были организованы службы горных ударов

и группы горного давления. Научные школы, сформировавшиеся в академических и отраслевых, научно-исследовательских и учебных институтах и университетах, располагающие достаточными информационными ресурсами, были в состоянии решать задачи управления состоянием горного массива в угольных шахтах практически любой степени сложности. Полученные результаты публиковались и обобщались в нормативно-технических и методических документах. По-видимому, в связи с этим в конце 1980-х годов у некоторых руководителей угольной отрасли сложилось представление о том, что все проблемы по управлению горным давлением в шахтах решены. В этот же период начался процесс развала бассейновых и перепрофилирования общероссийских научных центров и прекращения экспериментальных шахтных исследований. Без пополнения экспериментальными данными, полученными в нынешних горно-геологических и горнотехнических условиях, при современных темпах подвигания очистных забоев, научные принципы и положения, заложенные в Инструкциях, Руководствах и других документах, оставаясь на уровне 1970-х годов, устарели.

В то же самое время в развитых угледобывающих странах (США, ЮАР, Канада, Австралия) исследова-

ния, связанные с подземной разработкой угольных пластов, интенсивно развиваются. Наряду с совершенствованием техники и технологии угледобычи, благодаря этим исследованиям аварийность и травматизм с тяжелыми последствиями в этих странах на порядок ниже, чем на российских шахтах. Поэтому использование информации, содержащейся в зарубежных публикациях, для шахт России представляется в современных условиях чрезвычайно важным.

Выполненный СПбГИ анализ зарубежных публикаций показывает, что трагическое событие на шахте "Ульяновская" не является исключительным, не известным мировой практике. Подобного рода явления связаны с внезапным обрушением (резким осадкам) прочных, склонных к зависанию пород кровли. При зависании над выработанным пространством такие слои накапливают потенциальную энергию упругого деформирования, которая в при обрушении переходит в кинетическую форму.

В современных условиях, для обеспечения рентабельности добычи угля подземным способом необходимо пересмотреть некоторые принципы технологической подготовки горного производства. В частности, осуществить переход от безцеликового способа поддержания и охраны подготовительных выработок к многострековой подготовке выемочных полей. Вместе с тем, понятно, что такая технология связана с повышением опасности газо-динамических форм проявлений горного давления. Опасность состоит, в том, что при разрушении целиков недостаточных размеров нагрузка на них быстро передается на смежные целики, которые в свою очередь также разрушаются. Такая цепная реакция разрушения может захватить большие области с

катастрофическими последствиями. Разрушение целиков больших размеров может сопровождаться горными ударами давления. Массовое разрушение целиков при залегании в основной кровле мощных слоев прочных пород может спровоцировать горный удар кровли. Эффект массового разрушения целиков многократно усиливается сопутствующим воздушным ударом, вызывающим дополнительные разрушения.

Хотя случаи массового разрушения (коллапса) целиков происходят сравнительно редко, их последствия могут быть катастрофическими. Наиболее серьезный случай произошел на угольной шахте "Норд" в Южной Африке, при котором тысячи целиков размерами 12×12 м разрушились на площади более 300 га в течение 5 минут, в результате чего погибли 437 шахтеров. Между 1990 и 1993 годами произошло три коллапса целиков в Австралии. Одна из шахт, на которых происходили массовые разрушения целиков, находится в штате Западная Виржиния (США) и разрабатывает пласт мощностью 2.9 м на глубине 84 м. Кровля сложена массивным песчаником. При его внезапном обрушении произошел коллапс 107 целиков. Рабочие, находящиеся в ближайших выработках, воздушной ударной волной получили травмы, один из них – тяжелую. Этой же волной было выбито 26 рам крепи, разрушены бетонные перемычки. На несколько дней шахта была остановлена.

На другой шахте в этом же регионе произошли 3 случая коллапса целиков с мощными воздушными ударами. Кровля здесь представлена массивным алевролитом и аргиллитом. Особо прочный слой толщиной 2.3 м залегал на расстоянии 9 м от пласта угля. Глубина 75–85 м. В первом случае было разрушено 128 целиков,

вентиляционная камера и 32 перемычки. Во втором случае было разрушено 86 целиков и воздушным ударом выбито 40 перемычек. В третьем случае было разрушено 72 целика и воздушной ударной волной выбито 70 перемычек.

Явления такого рода не являются спецификой камерно-столбовой системы. В течение 1983-84 г на одной из шахт в западном Колорадо в длинных очистных забоях на глубине около 900 м при отработке пласта мощностью 3.0 м с углом падения 12° при наличии в породах кровли и почвы прочных пород произошло 9 динамических явлений в формах выбросов угля из забоя, динамических разломов почвы, внезапного вспучивания. Эти события происходили в процессе очистной выемки или при проведении мероприятий по снижению напряжений.

Следует подчеркнуть, что для локализации областей повышенных напряжений в пласте угля и в окружающем массиве горных пород предпринималось много попыток выявления удароопасных зон до начала очистной выемки. При этом в полной мере применялись современное оборудование и технология. Для прогноза опасностей применялись следующие методы обнаружения наличия зон повышенных напряжений: гравиметрический, реологический, рикошетный, фотоупругости, измерения эманации электромагнитного потока, измерения конвергенции, по выходу штыба, микросейсмический. Опыт показал, что ни один из этих методов не может считаться достаточно надежным и только немногие могут применяться при высоких скоростях продвижения очистных забоев.

Основная трудность обеспечения устойчивой работы механизированного очистного забоя - сложность свое-

временного обнаружения изменений горно-геологических условий и геомеханической ситуации и принятия соответствующих мер при быстром продвижении лав. Высокие скорости продвижения вызывают интенсивное увеличение опорного давления впереди забоя. В зонах геологических нарушений горное давление быстро увеличивается, создавая опасные условия. Исследования привели к созданию компьютерных систем мониторинга, которые обеспечивают дистанционное измерение в реальном времени и выдачу оператору непрерывной информации об изменениях в состоянии массива, локализации зон повышенного горного давления. Системы включают в себя подсистемы интеллектуального анализа возможности возникновения нештатных ситуаций и выдачи рекомендаций по управляющим решениям.

В настоящее время установлено, что в осадочных породах угольных месторождений восточной части США величина максимальных горизонтальных напряжений часто в два раза и более превосходит вертикальные гравитационные напряжения. По величине горизонтальные напряжения σ_x вблизи поверхности составляют от 3 до 15-20 МПа. В шахтах на глубинах от 80-100 до 1500-1800 м максимальное горизонтальное напряжение, действующее в северо-восточном направлении, составляет 10-25 МПа; в поперечном направлении 3-20 МПа. В различных регионах во многих случаях подземные выработки при залегании в кровле прочных, массивных пород испытывают необычные деструктивные воздействия, связанные с большими горизонтальными напряжениями. В экстремальных случаях это приводило к необходимости преждевременного закрытия шахт в Иллинойсе, Западной Виржинии и

Пенсильвании. На основании шахтных исследований установлено, что направление максимальных горизонтальных напряжений относительно панели оказывает существенное влияние на устойчивость подготовительных выработок. Если максимальное главное горизонтальное напряжение параллельно направлению движения лавы, т.е. параллельно панельным штрекам, то кровля в них находится в сравнительно хорошем состоянии, если же оно имеет направление перпендикулярное панельным штрекам, то кровля в этих выработках находится в неудовлетворительном состоянии. Это должно учитываться при раскройке шахтных полей.

К периоду 1985-90 годов отраслевые институты Минуглепрома СССР подошли к возможности создания подобных систем для отечественных шахт. Однако последующие "реформы" практически подорвали возможность реализации соответствующих проектов. Были упразднены группы горного давления, которые до "перестройки" работали на многих проблемных шахтах Кузбасса, Донбасса, Печорского бассейна. Де-факто ликвидированы лаборатории по проблемам угольной промышленности в общероссийских и бассейновых научно-исследовательских институтах ИГД им. А.А. Скочинского, ВНИМИ, ВостНИИ, КузНИУИ и их филиалах. Наиболее современные заводы угольного машиностроения оказались в Украине и Казахстане. Были закрыты опытно-экспериментальные заводы, на которых изготавливались приборы контроля геомеханических процессов. Прекращено финансирование подразделений аналогичного профиля в горных институтах и снижение в

связи с этим качества подготовки горных инженеров.

Для решения проблемы необходимо:

1) восстановить на современной основе научный потенциал сопровождения горного производства;

2) произвести корректировку нормативно-технических и методических документов и регламентов, разработанных на базе исследований, проведенных 25–30 лет назад при применении устаревших к настоящему времени технических средств и низких темпах продвижения очистных забоев. В документах, касающихся вопросов безопасности, должны быть записаны только такие требования, выполнение которых может быть проконтролировано метрическими средствами. Все, что касается экспертных оценок, в частности по проблемам проявлений горного давления, должно быть отнесено к области ответственности технических руководителей предприятий. В сложных условиях такая работа может поручаться специализированным научно-исследовательским организациям или инжиниринговым фирмам, которые должны осуществлять авторский контроль и нести ответственность за возможные негативные результаты.

3) Осуществить пересмотр программ подготовки горных инженеров в ВУЗах, повышение квалификации инженерно-технических работников шахт и проектных организаций на базе современного опыта развитых угледобывающих стран. Попутно необходимо отметить, что, так называемая, "болонская" схема обучения неизбежно отрицательно отзовется на качестве подготовки специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Frank E. Chase R. Karl Zipf, Christopher Mark "The Massive Collapse of Coal Pillars – Case Histories from the United States". 15 th Conference on Ground Control in Mining. Голден, Колорадо, США. 1996.
2. Bryan, and J. Fouche. Some Problems of Strata Control and Support in Pillar Workings. The Mining Engineer, V. 123, 1966, pp. 238-254.
3. Khair A.W. and Peng S.S. Causes and Mechanisms of Massive Pillar Failure in a Southern West Virginia Coal Mine. Min. Eng. V. 37, No. 4, 1985, pp. 323-328.
4. Логинов А.К. Современные технологические и технические решения отработки угольных пластов. М.: изд-во Московского государственного горного университета, 2006, 384 с.
5. Коршунов Г.И., Логинов А.К., Шик В.М. Многоштрековая подготовка угольных пластов. СПб.: изд-во «Наука», 2007, 356 с.

ГИАБ

Коротко об авторах

Коршунов Г.И. – профессор,
Шувалов Ю.В. – профессор,
Шик В.М. – профессор,
Санкт-Петербургский государственный горный институт (ТУ)

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 3 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. С.А. Гончаров.



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР РАН			
САРКИСОВА Лидия Михайловна	Повышение эффективности переработки отходов флотационного обогащения медно-цинковых руд на основе применения сочетаний реагентов собирателей и флокулянтов	25.00.13	к.т.н.