

дном Каховского водохранилища. Часть карьерного поля, предназначенного для отработки в ближайшее время, ограждают дамбами. Воду из ограждения убирают, а осушенный участок обрабатывают. Формирование защитных дамб, создание внутренних и внешних отвалов, их рекультивация позволяют возвратить земли для землепользования. Такая технология позволяет: не изымать у сельского хозяйства землю, а дополнительно вводить участки для землепользования; восполнить выбывающие мощности по добыче марганцевых руд с применением высокопроизводительного открытого способа разработки.

Переход к прогрессивным технологиям обеспечит не только повышение эффективности добычи руд, но и позволит уменьшить вредное влияние на окружающую среду.

1. Четверик М. С. Вскрытие горизонтов глубоких карьеров при комбинированном транспорте. — Киев : Наук. думка, 1986. — 186 с.

2. Циклично-поточная технология добычи руды на карьерах Кривбасса / Б. Н. Тартаковский, В. С. Вишняков, И. И. Гаврилюк, М. С. Четверик и др. — Киев : Техніка, 1978. — 175 с.

3. Phillipson G. Deep guarring: A cost study // Rock products. — 1989. — 92. — P. 143—149.

4. Направления совершенствования циклично-поточной технологии горных работ / А. А. Котяшев, А. П. Тюлькин, В. С. Волотковский и др. // Разработка руд черных металлов. — Свердловск : Ин-т горн. дела МЧМ СССР, 1989. — С. 4—14.

5. Четверик М. С. Вскрытие глубоких горизонтов при циклично-поточной технологии на карьерах // Горн. журн. — 1982. — № 4. — С. 22—26.

6. Параметры схем вскрытия горизонтов при комбинированном автомобильно-конвейерном транспорте / М. С. Четверик, В. П. Мартыненко, П. Б. Кульбида и др. // Там же. — 1985. — № 7. — С. 44—47.

7. Комплекс машин непрерывного действия для разработки скальных пород на карьерах // М. С. Четверик, С. М. Бро, А. С. Пригунов и др. // Проблемы совершенствования технологии открытой разработки месторождений. — М. : ИПКОН АН СССР, 1989. — С. 120—127.

8. Тартаковский Б. Н., Новиков Е. Е., Четверик М. С. и др. Применение ЦПТ для выдачи скальных пород и руд из глубоких карьеров Кривбасса // Горн. журн. — 1978. — № 4. — С. 19—22.

9. Четверик М. С. Технологические параметры дробильных установок при циклично-поточной разработке крепких скальных пород // Там же. — 1979. — № 12. — С. 18—20.

10. Четверик М. С. К исследованию проблемы технологического режима горных работ циклично-поточной и поточной разработки скальных пород и руд на глубоких горизонтах // Совершенствование техники и технологии открытой разработки месторождений. — Киев : Наук. думка, 1975. — С. 13—25.

11. Четверик М. С., Семенов А. П., Полищук С. З. Технология отвалообразования в отработанных карьерах // Металлург. и горно-рудн. пром-сть. — 1989. — № 4. — С. 37—38.

12. Тер-Даниелянц К. Р., Яворская Г. М., Ковалева О. В. Испытание новой сернокислотной технологии обогащения марганцево-рудного сырья в промышленных условиях // Черн. металлургия. — 1991. — Вып. 1. — С. 50—52.

Ин-т геотехн. механики АН Украины,
Днепропетровск

Получено 24.01.92

УДК 622.234.5(088.8)

К. К. Софийский

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ И ДОБЫЧИ УГЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЙ НА НАПРЯЖЕННЫЙ ГАЗОНАСЫЩЕННЫЙ МАССИВ

Изложены актуальность и обоснование необходимости создания экологически чистых и ресурсосберегающих способов и средств предотвращения выбросов с применением гидродинамического и вибрационного способов воздействия на напряженный газонасыщенный мас-

© К. К. Софийский, 1993

сив. Сформулированы концепция создания новых способов воздействия и задачи исследований, позволяющие вести разработку по созданию новых технологий, повышающих производительность и безопасность труда горнорабочих.

К настоящему времени в связи с отсутствием достаточно эффективных новых технических и технологических решений для разработки выбросоопасных угольных пластов в различных горно-геологических условиях на Украине образовался дефицит топливно-энергетических ресурсов. Так, за последние 15 лет добыча угля на шахтах Донбасса заметно снизилась, при этом количество выбросоопасных шахтопластов увеличилось более чем в 1,5 раза, 80 % из которых приходится на Донбасс, где в 16 производственных объединениях на 108 шахтах разрабатывается 470 шахтопластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа, в том числе 397 опасных и 73 угрожаемых.

В работе находится 748 очистных и 737 подготовительных забоев, из которых ежедневно добывается около 200 тыс. т угля, а нагрузка на лаву составляет всего 238 т/сут. При этом современная добыча угля, особенно в Донбассе, ведется в сложных горно-геологических условиях. Так, средняя глубина ведения горных работ составляет 550 м. На сегодняшний день до 45 % угля в Донбассе добывается на глубоких горизонтах. Около 65 % угля залегают в пластах мощностью менее 1 м. Добыча из таких пластов с помощью современных технологических схем и способов затруднительна, а пласты мощностью менее 0,7 м разрабатываются малоэффективными средствами механизации. В связи с чем появилась острая необходимость, особенно после того, как Украина стала независимым государством, когда природные ресурсы по добыче угля, не требующие больших капитальных вложений, оказались в значительной мере исчерпанными, выполнения и расширения работ по созданию принципиально новых экологически чистых, ресурсосберегающих и безопасных технологий по добыче угля. Поэтому перед горной наукой Украины поставлены новые задачи, связанные с увеличением добычи угля, повышением безопасности работ, поиском и изучением новых технологических схем и способов добычи угля. Такая необходимость вызвана рядом принципиальных трудностей, возникших в рамках традиционных способов разработки угольных месторождений. Прежде всего это ухудшение условий эксплуатации шахт при неизбежном росте глубины разработок. Следствием этого являются повышение температуры и газообильности пластов, усиление опасных проявлений горного давления, увеличение числа и интенсивности внезапных выбросов угля, породы и газа.

Другой важной проблемой является отработка угольных пластов малой мощности. В пологих пластах Донбасса мощностью 0,45—0,5 м сосредоточено 4,4 млрд т угля, а в пластах 0,51—0,7 м — 1,7 млрд т угля, которые почти не разрабатываются [1]. В Центральном районе Донбасса пять угленосных свит промышленного значения представлены 510 пластами мощностью более 0,5 м. Угленосные свиты включают также 127 пластов переходной мощности 0,4—0,5 м, частично разрабатываемых на шахтах района. Их средняя суммарная мощность составляет 58 м. В разработку (чаще всего для защиты выбросоопасных пластов как региональное мероприятие по предотвращению выбросов) вовлечено 55 % таких пластов. Те же свиты включают 165 пластов мощностью 0,3—0,4 м, которые разрабатываются эпизодически, как правило, с целью вовлечения в опережающую разработку групп смежных выбросоопасных пластов, не имеющих защиты. Их средняя суммарная мощность составляет 60 м. Кроме того, 230 пластов мощностью 0,2—0,3 м разрабатываются крайне редко, а более 550 пластов мощностью 0,1—0,2 м, вообще не разрабатываются [1].

Необходимость решения проблемы вовлечения в разработку весьма тонких пластов, в том числе выбросоопасных, помимо требований рационального использования недр и сырьевых ресурсов, диктуется экономическими показателями работы шахт. Даже несложный технико-экономический анализ указывает на бесперспективность направления решения проблемы на базе традиционных технических и технологических решений.

Шахтный способ добычи с выдачей породы на поверхность отрицательно влияет на окружающую среду. Эта проблема приобрела особое значение в условиях непрерывного роста масштабов производства и загрязненности среды. В Донбассе ежегодно из шахт на поверхность выдается 60—70 млн т горной породы. При уровне добычи 150—200 млн т на 1 т добытого угля приходится 0,3 т породы. Для размещения ежегодно извлекаемой породы под отвала необходимо отводить около 500 га земли. Большой объем породы выдается на поверхность при строительстве новых и реконструкции действующих шахт. Этот объем равен примерно 4—5 % объема породы, выдаваемой из действующих шахт.

Одна из важных задач при строительстве новых горизонтов — предотвращение газодинамических явлений при вскрытии выбросоопасных пластов. Актуальность указанной проблемы определяется: увеличением количества выбросоопасных пластов в свитах разрабатываемых угольных месторождений; возрастанием степени выбросоопасности пластов с ростом глубины ведения горных работ; повышением интенсивности выбросов, особенно в забоях вскрывающих выработок; снижением эффективности существующих противовыбросных мероприятий, несоответствием их технико-экономических показателей возрастающим требованиям производства; значительным увеличением стоимости, трудоемкости работ и сроков подготовки глубоких горизонтов по указанной выше причине.

Вскрытие многих угольных пластов, в том числе ранее неопасных, неоднократно сопровождалось внезапными выбросами угля и газа. В некоторых случаях они приводят к тяжелым последствиям, которые сказываются не только на выработке, где произошел выброс, но и на прилегающих участках и даже на всей шахте в целом.

В последнее время все большее применение получают способы вскрытия, связанные с гидрообработкой выбросоопасных угольных пластов. Наиболее старый из них — вскрытие с увлажнением пласта. Увлажнение приводит к повышению содержания связанных видов влаги по сравнению природной влажностью углей, снижает газопроницаемость, а следовательно, и газоотдачу, блокируя газ в глубине угольного массива, а также повышает пластичность пласта.

Однако при высокой газообильности пласта, а также в наиболее выбросоопасных зонах, сложенных весьма нарушенными углями, применение одного этого способа не эффективно.

В настоящее время широко применяется способ вскрытия с гидровывыванием полости по всей мощности пласта или отдельной его пачки. Однако гидровывывание требует, как правило, бурения большого числа скважин. Область применения способа ограничивается углями крепостью не более 1, а боковые породы должны быть только устойчивыми и средней степени устойчивости.

Одной из проблем ускорения научно-технического прогресса в угольной промышленности является более полное использование производственных мощностей шахт. Особенно актуально решение этой проблемы для шахт Центрального района Донбасса, разрабатывающих крутые тонкие выбросоопасные пласты угля с применением щитовых агрегатов.

Обобщение опыта работы наиболее крупных шахт Центрального района Донбасса («Кочегарка», имени В. И. Ленина, К. А. Румянцева, Н. И. Изотова, М. И. Калинина) свидетельствует о том, что на каждые 100 м увеличения глубины горных работ скорость подвигания очистных забоев снижается на 40—60 м в год, а суточная нагрузка на лаву уменьшается на 30—40 т/сут. При этом темп снижения нагрузок на лавы больше на тех шахтах, которые приурочены к зонам повышенной газодинамической активности.

Конструкция щитовых агрегатов затрудняет использование традиционных локальных способов предотвращения внезапных выбросов угля и газа, однако возможно применение разработанного нами нетрадиционного способа, основанного на гидродинамическом воздействии на выбросоопасных пластах через скважины, пробуренные из полевых выработок. Этот способ позволяет

обеспечить безопасную обработку лавы в зоне повышенного горного давления (ПГД) или ее кутковой части. Снижение выбросоопасности в кутковой части щитовой лавы можно достичь при выполнении тех же мероприятий, что и перед вскрытием выбросоопасных пластов квершлагами.

Разработанная ИГТМ АН Украины основная концепция проблемы предотвращения внезапных выбросов угля, породы и газа заключается в управляемом использовании энергии горного массива для направленного изменения его состояния путем применения вибрационного и гидродинамического способов и средств воздействия на напряженные газонасыщенные угольные пласты и вмещающие породы.

Выполнены фундаментальные исследования по установлению основных принципов и закономерностей разрушения напряженных газонасыщенных сред с применением нетрадиционных способов воздействия на породный и угольный массивы. Разработаны математические модели и механизмы отдельных локальных процессов указанных способов воздействия, физическая сущность которых состоит в следующем.

Вибрационное воздействие на газонасыщенный угольный пласт приводит к разрушению (разупрочнению) призабойной части угольного пласта, следовательно, обуславливает нарушение энергетического баланса системы пласт — вмещающие породы. Воспринимаемая от средств воздействия угольным пластом и породами кровли и почвы кинетическая энергия переносится упругими волнами в глубь массива и там накапливается. В случае, когда предел прочности пород выше предела прочности угля, разрушается прежде всего призабойная часть пласта.

Гидродинамическое воздействие на напряженные газонасыщенные среды по скважинам из закрытого забоя можно сформулировать следующим образом. При подаче жидкости в фильтрационном режиме (до 7 МПа) ее фронт перемещается на некоторое расстояние в глубь массива, оттесняя и сжимая газ, находящийся в полости и поровых каналах. При резком сбросе давления во времени, значительно меньшем необходимого для обратной фильтрации жидкости из глубины массива в открытую полость, жидкость препятствует обратной фильтрации сжатого газа и у свободной поверхности возникают деформации растяжения за счет гидравлического сопротивления слоем фильтрующейся вязкой жидкости движению разжимающегося газа. При выполнении силового и энергетического критериев в зоне гидродинамического воздействия происходит послойное разрушение (разупрочнение) угля.

Большинство из разработанных способов воздействия на напряженные газонасыщенные среды осуществляется с использованием природных сил и энергии, запасенной в массиве при механической интенсификации процесса снижения поверхностной энергии угля, является экологически чистыми и, что самое главное, безопасными.

Таким образом, в результате проведенных фундаментальных исследований открываются широкие возможности для решения на качественно новом уровне вопросов науки и практики горного производства, направленных на: разработку и внедрение способов и средств по вскрытию выбросоопасных угольных пластов (с углами падения от 0 до 90°);

разработку и внедрение способов и средств предотвращения выбросов и обрушений угля при проведении подготовительных выработок по выбросоопасным угольным и породным пластам и на концевых участках комбайновых лав;

разработку и внедрение технологий добычи угля и проведения выработок, в том числе вблизи выбросоопасных углей и пород, с мероприятиями, обеспечивающими непрерывность технологического цикла;

разработку и внедрение пакета прикладных программ для выбора рационального комплекса мероприятий по предотвращению выбросов, а также создание автоматизированных средств акустических способов контроля при ведении очистных и подготовительных работ.

Реализация поставленных задач позволяет разработать и внедрить новые способы прогноза, экологически чистые, малоэнергоемкие, эффективные и, что самое главное, безопасные способы и средства предотвращения выбро-

сов угля, породы и газа, которые найдут широкое применение в различных горно-геологических и горно-технических условиях не только на шахтах Донбасса, но и при разработке месторождений угля в России и Казахстане, а также для добычи и утилизации метана из газонасыщенных угольных пластов и малых газовых месторождений, интенсификации процессов по добыче нефти и т. д.

1. Ярунин С. А., Пережилов А. Е., Кочетов В. Г. О широком вовлечении в разработку весьма тонких пластов // Уголь.— 1985.— № 9.— С. 27—28.

Ин-т геотехн. механики АН Украины,
Днепропетровск

Получено 10.01.92