

ниженных деформационных характеристиках породных слоев, что обусловлено, на наш взгляд, более высокими изгибающими напряжениями в угольном пласте, находящемся в допредельной стадии деформирования.

При повышенных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев эпюры σ в основном аналогичны друг другу независимо от распределения их деформационных свойств (рис. 4). Исключение составляют:

– более обширная зона разгрузки в почве при пониженных деформационных характеристиках слоев, что обусловлено их повышенным перемещением в полость выработки;

– несколько возросшая концентрация σ в боках выработки при повышенных деформационных характеристиках породных слоев, что объясняется в основном допредельным состоянием этих областей.

Изменение предела прочности на сжатие второго породного слоя кровли в четыре раза практически не сказывается на установленных выше тенденциях влияния деформационных характеристик близлежащих породных слоев.

Основной вывод из проведенных исследований ($H = 400$ м) достаточно очевиден: в предельном (за-

предельном) состоянии породных слоев (или некоторых их областей) деформационные свойства последних в гораздо меньшей степени влияют на напряженное состояние углевмещающей толщи в сравнении с прочностными характеристиками [2].

Список литературы

1. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния мелкослоистого породного массива вокруг пластовой выработки. Кн. 1. Допредельное деформирование системы «порода-крепь» / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев. – Д.: Системные технологии, 2006. – 172 с.
2. Моделирование предельного и запредельного состояния слоистого породного массива вокруг пластовой выработки / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев // Матер. междунар. научн.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: НГУ, 2007. – С. 56-62.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Бузилом 01.10.09

УДК 622.238

© Г.В. Бабиюк, А.Н. Ермаков, 2010

Г.В. Бабиюк, А.Н. Ермаков

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Проведено аналіз перспектив підвищення ефективності видобутку вугілля на шахтах України.

Проведен анализ перспектив повышения эффективности добычи угля на шахтах Украины.

The analysis of prospects of growth of a coal mining on mines of Ukraine is carried out.

В ближайшей перспективе уголь останется основным отечественным топливно-энергетическим сырьем, гарантирующим энергетическую безопасность и экономическую независимость страны, так как в выработке электроэнергии доля угля составляет 30% [1]. В угольной отрасли в настоящее время имеется около 80 перспективных шахт с общей годовой производственной мощностью порядка 85 млн тонн. На этих шахтах сосредоточены основные запасы угля с благоприятными горно-геологическими условиями залегания пластов, поэтому повышение эффективности добычи угля на этих шахтах является первоочередной отраслевой задачей. Кроме того, в отрасли насчитывается приблизительно столько же шахт, которые признаны специалистами неперспективными из-за незначительных промышленных запасов угля или сложных технологических условий разработки, ограничивающих объем добычи угля. Однако эти предприятия в своем большинстве являются градо-

образующими, поэтому будут играть заметную роль в отрасли еще 10-20 лет.

С целью поиска направления повышения эффективности угледобычи в Украины интерес представляет сравнение показателей работы украинских угледобывающих предприятий с показателями деятельности шахт в странах, где достигнуты наилучшие результаты в относительно одинаковых горно-геологических условиях. Так, например, анализ работы угольных шахт Германии свидетельствует о том, что среднесуточная нагрузка на лаву, начиная с 1960 г., постоянно возрастала, при этом можно выделить два периода ее развития с различной интенсивностью роста. Первый период приходится на 1960-1985 гг., который соответствует началу массового использования узкозахватного очистного оборудования и механизированных крепей. Темпы годового прироста среднесуточной нагрузки на лаву в это время превышали 50 тонн (с 300 до 1600 тонн/сутки) [2]. Следует

заметить, что к концу этого же периода в Донбассе средняя нагрузка на лавы, оборудованные комплексами КМ-87, не превышала 670 т/сутки, хотя общий объем добычи угля в Украине составил в 1988 г. рекордную величину – 191,7 млн тонн. За первый период угольная промышленность Германии перешла на комплексную механизацию очистных работ. На шахтах была освоена безнишевая выемка угля комбайнами с разнесенными исполнительными органами, мощность привода достигла 400-500 кВт, взамен гидравлических систем подачи комбайна появились более надежные электрические с ресурсом до 0,7-1,5 млн тонн, получили распространение скребковые конвейеры с мощностью приводов 200-250 кВт и ресурсом по транспортировке до 2 млн тонн. Щитовые крепи очистных забоев вытеснили рамные и кустовые конструкции, которые не обеспечивали стабильную работу лав в сложных горно-геологических условиях. Первый период завершился замедлением прироста годовых нагрузок на лаву в 2 раза и повсеместным внедрением надежного очистного оборудования с большими суточными нагрузками на лаву, причем число комплексно-механизированных забоев сократилось почти в 10 раз.

Второй период интенсификации очистных работ в Германии начался с 90-х годов прошлого века, когда темпы ежегодного прироста нагрузки на лаву увеличились до 100 тонн [2]. Он базировался на оптимизации каждого вида очистной техники по производительности и надежности, совершенствовании организации всего производства и достижении предельно возможной концентрации работ. Так, например, в 1994-1997 гг. на шахте «Энсдорф» был осуществлен проект «Лавы 2000-го года», который предусматривал сокращение на шахте числа действующих лав с пяти до трех при сохранении суточной добычи 12 тыс. тонн. Наряду с концентрацией работ продолжилось совершенствование очистного оборудования, что позволило при эксплуатации нового очистного комплекса на пласте мощностью 2,8 м добыть на шахте «Энсдорф» за сутки 25 тыс. тонн рядового угля [3]. По прогнозу до 2020 г. темпы роста нагрузки на лаву в Германии будут сохраняться: годовой объем добычи в 2000 г. в размере 44,5 млн т. обеспечен всего 58 лавами, в 2005 г. (37,5 млн т.) – 47 лавами. При этом среднесуточная нагрузка на комплексно-механизированный забой достигла 3450 т/сутки. Для сравнения, угледобывающие предприятия, подчиненные Минуглепрому Украины, за 2008 год добыли 45381,7 тыс. тонн угля, причем введено в эксплуатацию 110 новых лав, а выбыло из эксплуатации 149 лав (23,8 км очистной линии), в том числе через отработку 119 лав (20,3 км очистной линии) [4]. Таким образом, среднесуточная нагрузка на лаву была равна 300-380 т/сутки, а средняя длина лавы – 160-170 м.

Анализируя опыт работы немецких шахт, прежде всего, следует отметить, что горно-геологические условия добычи угля в Украине отличаются в худшую сторону даже от весьма трудных условий угледобычи в Германии. Их по праву можно отнести к наиболее

сложным в мировой практике. Большинство разрабатываемых угольных пластов в Донбассе имеет рабочую мощность 0,8-1,2 м, а среднединамическая мощность составляет 1,45 м, что является самым низким показателем среди угледобывающих стран. Угол падения пластов колеблется от 0 до 80°, а добыча угля на шахтах с углами падения до 18° составляет около 90%. На шахтах, которые разрабатывают крутые пласты, почти 60% добычи угля обеспечивается отбойными молотками, а остальной объем – щитовыми агрегатами. Средняя глубина разработки в Украине достигла 680 м, а на 31 шахте горные работы ведутся на глубине 1000-1380 м в условиях малоизученных газодинамических проявлений горного давления, чему свидетельством являются участвовавшие крупные техногенные аварии [5].

В Донецком бассейне очень распространены тектонические нарушения, а угленосные отложения характеризуются крайней изменчивостью литологического состава (алевролиты – 35%, аргиллиты – 31%, песчаники – 29%, известняки – 3,9%, уголь – 1,1%) и физико-механических свойств пород. Породы, вмещающие угольные пласты, как правило, имеют незначительную прочность, снижающуюся при обводнении, мелкослоистую текстуру и интенсивную трещиноватость, особенно в зонах тектонических нарушений. Вблизи разрабатываемых пластов залегают нерабочие угольные прослои, которые значительно снижают устойчивость пород. Аргиллиты являются неустойчивыми, склонными к размоканию и вспучиванию. Однако невысокий уровень показателей угледобывающей отрасли объясняется не только сложными, как принято считать, условиями разработки «продуктивных» пластов (пологие с мощностью более 1,2 м) средняя нагрузка на лаву в украинских шахтах в 5 раз меньше, чем в германских.

Сложившееся положение в отрасли объясняется целым рядом причин, среди которых ведущее место занимает использование на шахтах физически и морально устаревшей техники. Проведенный в работе [6] анализ показал, что в 90% комплексно-механизированных забоев используется оборудование, которое не соответствует современному техническому уровню, ненадежно и не приспособлено для работы в сложных горно-геологических условиях. Очистные комбайны уступают зарубежным аналогам по энерговооруженности, производительности и ресурсу, многие из которых до сих пор требуют подготовки ниш и имеют ненадежные и небезопасные механизмы подачи (1К-101, ГШ-68, КШ-1КГ и др.). Очистные забои оснащены устаревшими крепями (М-87, М-88, МТ и др.), скребковые конвейеры (СП-202, СП-250, СП-291 и др.) имеют низкую энерговооруженность (110 кВт) и калибр цепей 18-20 мм, что в 2 раза меньше, чем у зарубежных аналогов. Все это привело к падению в 2000 г. средней нагрузки на комплексно-механизированную лаву в сутки до 500 тонн.

В то же время в Украине за годы независимости созданы новые комплексы очистного оборудования современного технического уровня [7, 8], которые освоены производством, однако из-за завышенных цен и кабальных условий поставки их количество растет очень малыми темпами. В Украине хорошо зарекомендовали себя комплексы МКД-90, область применения которых распространяется на пласты мощностью от 0,95 до 2,6 м. Они обеспечивают суточную нагрузку на лаву до 3000 тонн, о чем свидетельствует опыт работы шахт им. Засядько, им. Вахрушева, им. Стаханова, «Кранолиманская» и др. Так например, на шахте им. Засядько из трех забоев, оборудованных щитовыми крепями и комплексами ЗМКД-90, продолжительное время ежесуточно выдается 7000-8000 тонн угля, а ресурс крепи КД-90 составил 6 лет, на шахте «Краснолиманская» в марте 1998 г. комплексом ЗМКД-90 достигнута рекордная в Украине суточная нагрузка на лаву – 5852 т [2].

Начиная с этого столетия, на угольных предприятиях Украины успешно работают на пластах мощностью 0,85-1,5 м со среднесуточной нагрузкой 1000-2500 тонн 24 комплекса МДМ [8]. Без выдачи на поверхность с выполнением только текущих ремонтов комплексы отработали по 3-6 лав (шахты им. Засядько, «Южнодонбасская №1», «Ореховская», «Павлоградская»). На этой опытно-промышленной базе с целью увеличения нагрузок на комплексно-механизированные забои и повышения надежности крепления лавы Донгипроуглемашем создается новый автоматизированный очистной комплекс МДМА, который оснащается системой управления (немецкой фирмы «Tiefenbach»), имеющей программное управление для контроля за технологическими процессами. Освоение производства комплекса с системой дистанционного электрогидравлического управления позволит по сравнению с ручным управлением в 1,5-2 раза повысить скорость отработки лав. Очистной струговой комплекс МДМС позволяет доводить нагрузку на лаву длиной 300 м до 1500-3000 т /сутки [8].

Активная модернизация производства на заводах НПК «Горные машины» позволила в последние годы освоить ряд новых видов горношахтной продукции: крепи очистных забоев с тяжелыми и легкими кровлями ДМ, ДТ, ДТР и ДМС; очистные комбайны – КДК 500, УДК 200-250, УКД 300, УКД 400, КА 200 [7]. Очистные механизированные комплексы НПК «Горные машины» созданы на базе двухстоечных однорядных щитовых комплексов, достоинством которых является наличие двойного прохода между конвейером и гидростойками, меньшие затраты времени на крепление, повышенный в 1,5 раза коэффициент раздвижности. Однако за рубежом (Германия, Польша и др.) такие крепи практически вытеснили четырехстоечные, представителями которых в Украине являются крепи КД-80, КД-90, КД-90т, ставшие надежной базой для более 150 лавокомплексов [8].

На угольных предприятиях Украины и России в эксплуатации находится более 16 комбайнов серии

УКД 200-250 и УКД-300, обеспечивающих стабильную нагрузку на тонких пластах 1000-2500 т/сут. (при максимальной 3500 т/сут). Их применение взамен комбайнов 1К-101У позволяет снизить присечку боковых пород на 10-15 см [8]. По своему ресурсу комбайн УКД-200 превосходит аналоги в странах СНГ не менее чем в 2,5 раза, а по производительности – в 1,5 раза [9].

Высокий спрос на каменный уголь в мире постоянно предъявляет все новые требования к горношахтному оборудованию. Первоклассная высокопроизводительная выемочная и транспортная техника выпускается фирмами в Германии, поэтому немецкими разработками пользуются в настоящее время крупнейшие поставщики угля в России, КНР, США и Австралии. На шахте «Котинская», которая входит в состав ОАО «СУЭК – Кузбасс», бригадой Мельника В.Н. используется очистной комбайн SL-500 фирмы Eickhoff (Германия) и комплект техники Petitto Mule (США), предназначенной для монтажа – демонтажа забойного оборудования [10], что позволило установить два всероссийских рекорда по добыче угля за ноябрь месяц 2007 г. (552 219 тонн) и в целом за 2007 год (4,4146 млн тонн). Фактический ресурс комбайна SL-500 составил 5,5 млн тонн угля. На рынке Украины известна продукция фирмы «T.Machinery A.S» (Чехия), которая выпускает очистные комбайны ряда MB 12/320E, MB 240E, MB 480E, MB 500E, MB 600E, MB 700E. Комбайны этого типоразмерного ряда предназначены для выемки угля на пластах мощностью от 0,75 до 5 м с производительностью 5-37 т/м в зависимости от модели. Все комбайны оснащены бесцепной системой подачи с частотно-регулируемым электроприводом [8].

Большинству шахт Украины, кроме невысокого технического уровня, присущи недостатки и в технологии добычи угля. В частности, размеры выемочных полей ограничены и существенно уступают размерам столбов и панелей на зарубежных шахтах. Так, например, в каменноугольной промышленности Германии лавы длиной до 450 м стали обычным явлением начиная с 1990-х годов, что позволило сэкономить на проходке подготовительных выработок. При разработке аналогичных угольных месторождений в США также отмечается тенденция увеличения длины лав, хотя в данном случае целью ставится не сокращение числа штреков, а достижение более длительного периода разработки выемочного участка и снижение продолжительности его подготовки. В Австралии также заметна тенденция к увеличению длины лав до 300 м и более, хотя в настоящее время средняя длина лавы составляет 240 м при средней мощности пластов около 3 м. Высокопроизводительные участки работают и на предприятиях компании «Шеньхуа» в КНР, где при длине выемочного поля 3-6 км и мощности пластов до 6,5 м длина лавы равняется 300 м [11]. Наметилась тенденция к увеличению как длины лав, так и размеров выемочных полей и на глубоких антрацитовых шахтах Восточного Донбасса, причем выбор длины лавы здесь увязывается с приростом

ширины выработанного пространства, которая в значительной степени влияет на проявления горного давления в подготовительных выработках, сохраняемых для повторного использования.

Другой основной проблемой на угольных шахтах Украины является малая нагрузка на лаву, так как количество комплексно-механизированных очистных забоев с низкими нагрузками (менее 500 т/сут) составляет свыше 50%. Это основной резерв для роста объема добычи, ибо увеличение количества лав предполагает дополнительные затраты на горноподготовительные работы, что нереально для большинства шахт. Следовательно, основным направлением для выхода из сложившейся ситуации является переход неперспективных шахт на схему работы «лава-шахта» с доведением средней нагрузки на очистной забой как минимум до 1000 т/сутки. Для перспективных шахт с большой производственной мощностью число очистных забоев должно соответствовать мощности предприятия, а нагрузка на очистной забой должна быть доведена до 3000 т/сут. Наиболее ярким примером работы по такой схеме является угольная компания «Шахта Красноармейская-Западная №1», где достигнуты рекордные для Украины экономические показатели.

Как подсказывает зарубежный опыт, выход из сложившейся в угольной промышленности Украины ситуации заключается в перестройке инфраструктуры перспективных шахт под технологию интенсивной добычи угля на базе использования новой высокопроизводительной техники, позволяющей добиться стабильно высоких нагрузок на забой, снизить затраты на ремонт оборудования в 2,5-3 раза и обеспечить коэффициент машинного времени комбайна не менее чем 0,35-0,4, а также в концентрации горных работ на выемочных полях увеличенного размера. Вкладывание средств в оснащение лав сравнительно дешевыми, но устаревшими комплексами КМ-87 и КМТ, поскольку их реальный средний ресурс не превышает трех лет, и дальнейшее применение устаревших технологических схем с размерами шахтных полей до 1,5 км и длиной лав 200 м равносильно курсу на продолжение стагнации отрасли. Интенсивная отработка шахтных полей – один из реальных способов повышения эффективности работы угледобывающих предприятий в условиях адаптации к рыночным отношениям.

Выводы

В заключение отметим, что интенсификация очистных работ есть повышение производительности труда на различных уровнях производственной иерархии шахты за счет применения прогрессивных технологий, комплексной механизации и автоматизации работ, сокращения времени выполнения рабочих процессов и операций, а также повышения надежности оборудования и ликвидации простоев. Интенсификация, по своей сути, приводит к росту производства конечной продукции (угля) на шахте (участке) за

единицу времени. В Украине, как никогда ранее, требуется интенсификация угледобывающего производства, и прежде всего, за счет роста концентрации работ, внедрения более эффективных технологических процессов и средств труда, применения научных методов организации и управления производством. Повышение концентрации горных работ и применение на угольных шахтах прогрессивной технологии и новой техники, обладающей повышенными показателями по ресурсу, производительности, энерговооруженности, надежности, позволит увеличить длину лав до 250-450 м и размеры выемочных столбов до 3000 м, вести отработку лав на тонких пластах без присечки боковых пород, сократить трудозатраты на концевых операциях в очистных забоях и увеличить на тонких пластах среднюю нагрузку на комплексно-механизированные забои шахт Донбасса до 1500-2000 т/сут.

Список литературы

1. Грядущий Б.А., Мухин Е.П., Грядущий В.Б. Стратегические направления возрождения угольной отрасли // Уголь Украины. – 2007. – № 1. – С. 9.
2. Радченко В.В., Лаптев А.Г. Пути повышения эффективности угледобычи на шахтах Украины // Уголь Украины. – 1998. – № 10. – С. 3-6.
3. Горная промышленность Германии. Концерн «Саарбергверке». Рекордная добыча угля в лаве 2000 // Глюкауф. – 1997. – № 2. – С. 4.
4. Вугільна промисловість України у 2008 році // Уголь Украины. – 2009. – № 3. – С. 41.
5. Внутренние резервы повышения эффективности угольной промышленности в условиях рыночной трансформации экономики Украины / Г.Г. Пивняк, П.И. Пилов, В.И. Бондаренко и др. // Горный журнал. – 2005. – № 5. – С. 61-63.
6. Лаптев А.Т. Новая техника для стабилизации угледобычи на шахтах Украины // Уголь Украины. – 1997. – № 1. – С. 19-24.
7. Зоненко А.Ю. Научно-производственная компания «Горные машины»: наша миссия – новая техника // Уголь Украины. – 2008. – № 11. – С. 4-9.
8. Новое горно-шахтное оборудование для технического переоснащения угольных шахт / В.В. Косарев, Н.И. Стадник, И.В. Косарев и др. // Уголь Украины. – 2007. – № 2. – С. 3-12.
9. Суков Г.С., Рыбалко С.В., Держинский В.А. АО «НКМЗ» – надежный партнер в техническом перевооружении горных предприятий // Глюкауф. – 2008. – № 1(2). – С. 68-70.
10. Новая техника для бригады – рекордсмена Владимира Ивановича Мельника // Уголь. – 2008. – № 2. – С. 7.
11. Роман А. Современное забойное транспортное оборудование в каменноугольной промышленности // Глюкауф. – 2008. – № 1(2). – С. 30-35.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.М. Кузьменком 15.11.09