

занных затрат удалось избежать. Аналогичного результата удалось добиться также и на остальных перечисленных выше шахт, причем стоимость комплекта новой крепи превышала стоимость комплекта крепи АПЗ того же сечения всего на 1,5-2% в основном за счет несколько большего веса замковых соединений и увеличенного числа межрамных связей. Одновременно затраты на крепь 1 пог.метр в ряде случаев (ш.им.Стаханова) удалось даже значительно снизить, уменьшив плотность крепления с 2-х до 1,25 рамы на пог. метр.

Таким образом, представляется необходимым констатировать в общем равноправность и равнообоснованность описанных выше двух концепций выбора плотности крепления. В то же время, исходя из того, что они направлены на решение проблемы в совершенно различных горногеологических и горнотехнических ситуациях, следует категорически возразить против сугубо субъективной политики доказать правомерности применения старой концепции к принципиально новой обстановке, тем более, что большинство ссылок на источники, приведенных в публикации [1] тенденциозны и некорректны, а многочисленные факты, доказывающие обратное просто проигнорированы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купченко Э.П., Андриенко В.М., Тупиков Б.Т., Сытник А.А. Концепция плотности крепления подготовительных выработок в глубоких шахтах. // Уголь Украины, 2003. – N 5. – С. 14-17.
2. Шпрут Ф. Металлическое крепление очистных забоев. – М.: Госгортехиздат, 1956.- 286 с.
3. Шпрут Ф. Металлическая крепь подготовительных выработок. – М. Углетехиздат. – 1958.- 233 с.
4. Либерман Ю.М. Давление на крепь капитальных выработок. – М.: Наука, 1969. – 87 с.
5. Международная конференция по горному давлению. / Материалы комиссии СЭВ по углю. – М.: СЭВ, 1985. – С. 67-69.
6. Теньес Б., Фосс Х.В., Мельман В. Штреки с комбинированной крепью на шахте «Эвальд-Хуго» //Глюкауф. – 2001. – N1/2. – С. 28-35.
7. Грязнов В.С., Ефремов И.А., Петров В.В., Сугаренко Г.Г. Опыт применения крепей нового технического уровня // Уголь Украины. – 199.- N 4. – С. 21-24.
8. Грязнов В.С. Арендное предприятие «Шахта им. А.Ф.Засядько» // Уголь Украины. – 2001. – N 8.- С. 6-8.

УДК 622.831

Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокий, И.А. Ефремов,
И.И. Пожитько, В.В. Назимко

МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ЦЕЛИКА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

На прикладі шахти ім. О.Ф. Засядько за допомогою математичного моделювання досліджень механізм руйнування цілика складної форми, що утворюється між декількома лавами. Встановлені критичні параметри цілика та запропоновані методи забезпечення безпеки у районі його формування.

THE MECHANISM DESTRUCTION OF WHOLE COMPLICATED FORM

On an example of mine named A.F. Zaszjadko with the mathematical model the mechanism destruction of whole complicated form, which educated between several lava's, was examined. The critical parameters of whole were established, and the methods guaranteeing of security in a region of his forming were proposed.

Отработка угольных пластов на глубинах свыше 1000 м связана с наиболее опасными проблемами проявлений высокого уровня горного давления. Кроме

газодинамических явлений особую актуальность представляет обеспечение устойчивости основных подготовительных выработок при развитии очистных работ в пределах панели, блока или горизонта. Одним из возможных направлений обеспечения устойчивости подготавливаемых выработок является расположение их в предварительно разгруженных региональных зонах. Такое решение было принято на шахте им. А.Ф. Засядько при отработке пласта m_3 на глубине свыше 800 м. В настоящее время отработана по восстанию пласта разгрузочная лава в центре панели с отметки 1380 м. Опыт охраны основных уклонных выработок в региональной зоне разгрузки свидетельствует о перспективности принятого направления. Однако практика горных работ показала, что на глубине свыше 1000 м возникают ранее непредвиденные проблемы. Они связаны, прежде всего, с безопасностью доработки целиков, автоматически формирующихся между движущимися очистными забоями и выработанным пространством разгрузочной лавы при отработке столбов обратным ходом. Кроме того, возникла ранее не существовавшая проблема обеспечения устойчивости подготовительных выработок, поддерживаемых в региональной зоне разгрузки напротив движущейся лавы. При доработке вышеуказанных целиков региональная разгрузка исчезает, в результате чего поддерживаемые в ней выработки теряют устойчивость и требуют многократного восстановления.

В процессе формирования и доработки целиков между движущимися очистными забоями и выработанным пространством разгрузочной лавы происходит катастрофическое разрушение вмещающего массива с последующим выделением дополнительного количества метана, что увеличивает опасность ведения подземных горных работ. Особенно опасно суффлярное выделение метана в области глобальных трещин или плоскостей сдвига, поскольку в большинстве случаев эти плоскости ориентированы диагонально по отношению к проекции целика и один край трещины выходит на конвейерный штрек, где расположено силовое электрооборудование. Имеется опыт прогноза местоположения таких трещин и промышленная проверка мероприятий по обеспечению безопасности горных работ в таких условиях [1]. Установлено, что одновременно с глобальным разрушением вмещающего массива диагональной субвертикальной трещиной происходит раздавливание целика. Критические размеры целиков колеблются в пределах от 350 м до 120 м и сильно зависят от общей конфигурации выработанного пространства в окрестности исследуемых целиков. В промышленных условиях проверены ситуации, когда целик формируется с трех сторон или с двух. Показано, что при ориентации целиков в одну сплошную полосу критический размер уменьшается в два и более раз.

На рис. 1 показан фрагмент плана горных работ по пласту m_3 шахты им. А.Ф. Засядько в окрестности обрабатываемой 16 восточной лавы. Особенностью данной горнотехнической ситуации является то, что целик, который будет сформирован при доработке данной лавы, не является одиночным, поскольку со стороны восстания оставлен подобный целик трапециевидной формы после отработки 15 восточной лавы. Вместе с тем этот целик не имеет правильной прямоугольной формы, и в процессе доработки 16 восточной лавы

будет подрезаться границей ее выработанного пространства со стороны падения. Это приведет к тому, что целик напротив 16 восточной лавы также приобретет неправильную трапециевидную форму. Таким образом, в процессе доработки постепенно будет сформирована цепочка целиков сложной зубчатой формы с выступающими в сплошное выработанное пространство угловыми частями. Такая конфигурация выработанного пространства не проверялась на практике, что представляет опасность отработки запасов, связанную с неопределенностью геомеханического состояния массива в окрестности целика.

Для анализа напряженно-деформированного состояния массива в окрестности указанных целиков был использован алгоритм, опубликованный ранее [2]. Программа вычисляет все силовые компоненты в плите-кровле и оценивает предельное состояние угольного пласта.

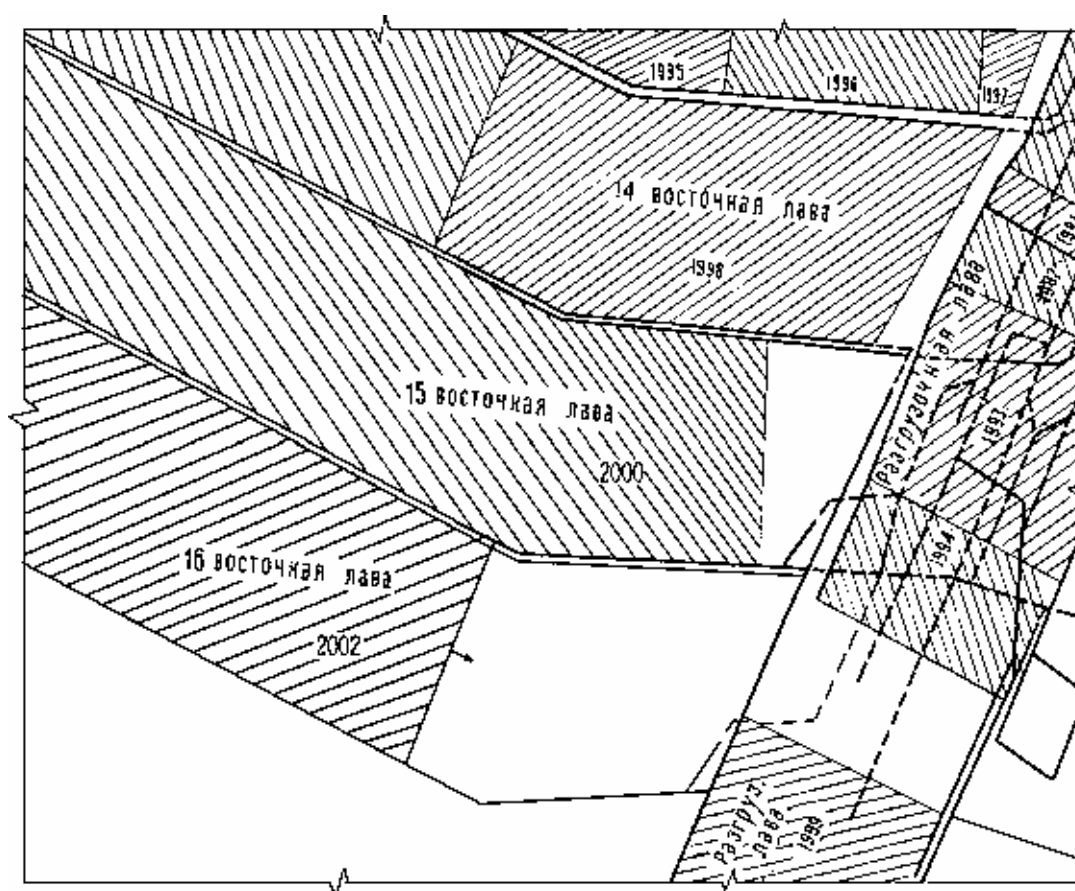
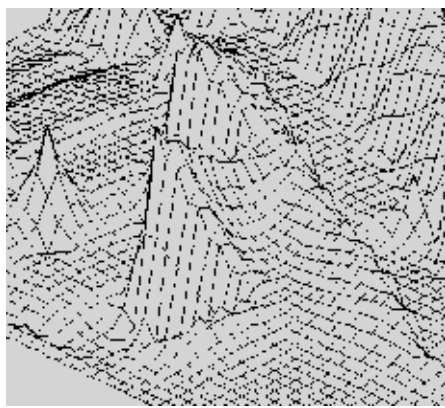


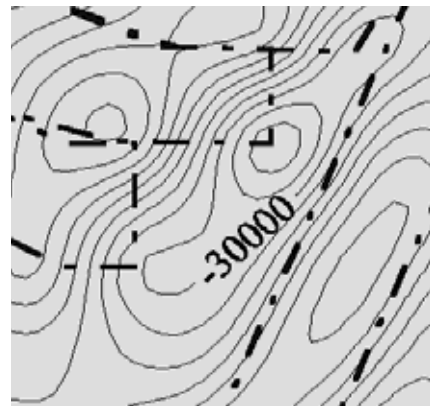
Рисунок 1 – Фрагмент плана горных работ по пласту m_3

На рис. 2а приведено распределение опорного давления на момент, когда ширина целика напротив центра 16 восточной лавы составит 325 м. Видно, что по всей площади целика давление заметно превышает геостатический уровень, а максимальная концентрация на стыке выработанных пространств 15 и 16 восточных лав достигает 2,6. Именно с этого момента во вмещающих целик породах наступает предельное состояние, которое надежно определяется по уровню крутящего момента в кровле (рис. 2б). Максимум момента вытянут по диагонали от нижнего сопряжения 16 восточной лавы к угловой части целика, сформированного ранее напротив 15 восточной лавы. В нижней части величина

момента превышает 30000 НМ, что является заметно выше допустимого уровня в 27000 НМ, установленного ранее [1]. В окрестности угловой части целика, оставленного напротив 15 восточной лавы уровень крутящего момента превышает 50000 НМ. Такая ситуация приведет к возникновению предельных касательных напряжений вдоль диагональной части целика 16 восточной лавы и его глобальному разрушению в виде субвертикальной плоскости сдвига. Именно с этого момента возникает первая опасность суфлярного выделения газа у нижнего сопряжения этой лавы. Заметим, что трещина вначале зарождается в верхней части целика (ее первоначальная ориентация указана сплошной стрелкой), а затем распространяется в сторону падения (показана пунктирной стрелкой).



а)



б)

Рисунок 2 – Характер увеличения опорного давления (а) и распределение крутящего момента в коровле (б) при оконтуривании целика

Отличительной особенностью данной горнотехнической ситуации является то, что раздавливание целика не происходит одновременно с разрушением вмещающего его массива. На рис. 3 показаны этапы последовательного раздавливания целика.

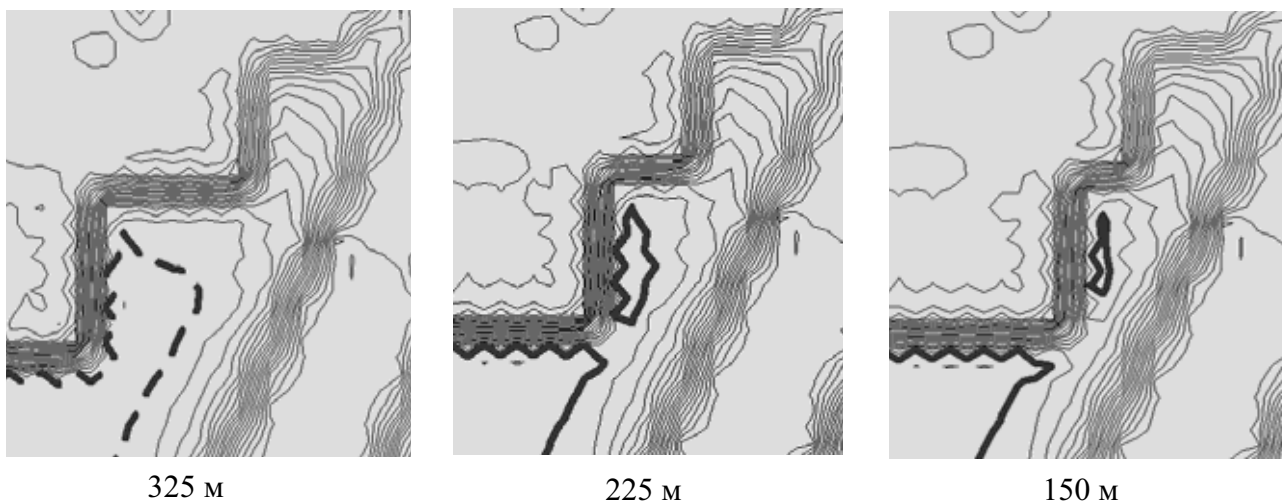


Рисунок 3 – Раздавливание угольного целика в процессе его сокращения

Толстой линией ограничена зона отжима пласта. Видно, что заметное раздавливание целика наступает лишь при ширине целика на уровне середины 16 восточной лавы, равной 225 м. Другими словами, вмещающий целик массив разрушается в несколько этапов. Вначале следует разрушение вмещающего массива субвертикальной трещиной сдвига по диагонали целика при его средней ширине 325 м. Затем, после подвигания очистного забоя на 100 м начинается интенсивное раздавливание пласта, которое продолжается длительный период и завершается лишь после снижения средней ширины целика до величины менее 150 м. Это значит, что даже после первого глобального разрушения целик на протяжении 180–190 м будет представлять опасность с точки зрения таких газодинамических явлений, как внезапный выброс угля, отжатие пласта, посадки крепи на жестко. Такая особенность поэтапного разрушения выявлена впервые и объясняется сложной конфигурацией выработанного пространства вокруг целика. При его подрезке со стороны восстания возникают условия для среза вмещающего массива от действия касательных напряжений. Однако оставленный выше целик напротив 15 восточной лавы оказывает подпорное действие для всей толщи и затрудняет ее расползание во все стороны. Именно поэтому задерживается раздавливание нижележащего целика. Это приводит к тому, что 16 восточная лава будет вести доработку высоконапряженного целика в нетронутым, то есть неразгруженном состоянии, что увеличивает опасность газодинамических явлений.

Полученные выводы дают основание для разработки комплексных мероприятий по обеспечению безопасности доработки целика 16 восточной лавы. Во-первых, необходима заблаговременная разгрузка целика вдоль диагональной линии, отмеченной стрелками на рис. 2. Это мероприятие можно выполнить специальной гидрообработкой массива через скважины, пробуренные с конвейерного и вентиляционного штреков. Во-вторых, следует произвести разгрузку угольного пласта впереди очистного забоя на участке его подвигания, когда средняя часть целика будет меняться от 325 м до 150 м. Внедрение данных мероприятий позволит обеспечить его безопасную доработку и

обеспечить полноту выемки запасов.

Следует специально выделить проблему устойчивости подготавливаемых выработок, расположенных в ранее разгруженной зоне. Опыт горных работ на глубине 1100 м и более показал, что полная выемка целиков у границ региональной зоны разгрузки приводит к объединению зон сдвижений и исчезновению эффекта региональной разгрузки. Вследствие этого теряют устойчивость выработки, расположенные в этой зоне. В данном случае это происходит с полевыми уклонными выработками. Инструментальные наблюдения свидетельствуют о том, что после полной выемки целика дополнительные сближения кровли и почвы в уклонных выработках составляют 2,5-1,2 м в зависимости от расстояния заложения выработки относительно границы региональной зоны разгрузки. Чем ближе выработка к этой границе, тем больше конвергенция на ее контуре в результате активизации сдвижений в ранее разгруженной зоне. Аналогично влияет и прочность вмещающих пород. Чем меньше прочность, тем больше приращение смещений. В результате такой деформации сечение уклонов требует восстановления с заменой крепи. Однако в результате однократного восстановления скорость конвергенции существенно не затухает. Поскольку теперь в окрестности выработанного пространства разгрузочной лавы горное давление восстановилось до величины 1-1,3 от геостатического, уклоны требуют периодического восстановления каждые 3-5 лет. Это негативное обстоятельство усугубляется тем, что после отработки каждой из очередной лавы происходит нарушение равновесия массива в зоне полных сдвижений, в результате чего давление возрастает далеко за пределами влияющей лавы. Это значит, что активизация смещений на контуре выработок происходит не только напротив отработанной лавы, но и за ее пределами в диапазоне 0,5-1,5 длины этой лавы, а иногда и более.

Таким образом проблема доработки целиков на границе с региональной зоной разгрузки многоплановая и весьма непростая. С одной стороны доработка таких целиков связана с опасностью глобального разрушения массива и суффлярного выделения метана в опасных технологических зонах. Кроме того, увеличивается вероятность таких динамических явлений как посадка крепей на жестко, вывалы кровли в очистном забое, выбросы угля и газа. Наконец полная доработка целиков неизбежно влечет длительную потерю устойчивости выработок. Одним из прямолинейных решений этой комплексной проблемы является оставление целиков достаточных размеров, при которых указанные негативные проявления горного давления отсутствуют либо минимальны. Опыт работы шахты им. Засядько показал, что безопасные размеры этих целиков в зависимости от конфигурации общего выработанного пространства достигают 270-350 м и более. С экономической точки зрения такое решение является почти бессмысленным, поскольку в целиках остается до 25-30% подготовленных к выемке запасов. Это серьезно ухудшает фондоотдачу и другие экономически важные показатели работы предприятия.

В связи с этим становится понятно, что традиционная планировка горных работ исчерпала свои возможности при переходе на сверхбольшие глубины разработки. Порядок отработки запасов, при котором региональную зону раз-

грузки образуют в первую очередь, для больших глубин не обеспечивает надежность и экономичность горных работ. Очевидно, что проблему надо решать радикально пересмотрев планировочные решения. С другой стороны следует еще раз обратить внимание на локальные способы обеспечения устойчивости выработок и таким образом решать проблему комплексно.

На основании вышеизложенного в настоящее время исследуются возможные варианты решения данной проблемы, при которых должны применяться новые планировочные решения совместно с локальными способами повышения устойчивости подготавливающих выработок. Именно такой путь представляется перспективным для обеспечения надежности, безопасности и экономичности горных работ на больших глубинах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звягильский Е.Л., Бокий Б.В., Петров В.В., Ильюшенко В.Г. Геомеханический анализ состояния массива при формировании угольного целика // Проблемы гірського тиску. – №7. – 2002. – С. 124-136.
2. Назимко В.В. Геомеханические основы устойчивости подготавливающих выработок в зонах разгрузки при воздействии очистных работ: Дисс... докт. техн. наук: 05.15.02.; 05.15.11. / ДГИ. – Днепропетровск, 1990. – 337 с.

УДК 622. 06

Л.В. Байсаров

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОХОДКИ, ПОДДЕРЖАНИЯ ВЫРАБОТОК И УГЛЕДОБЫЧИ НА ШАХТЕ «КРАСНОАРМЕЙСКАЯ – ЗАПАДНАЯ № 1»

Викладені технічні рішення, які впроваджено на шахті, що забезпечили суттєве ресурсозбереження і підвищення показників при проходці і підтриманні виробок та вуглевидобутку.

THE REALIZATION OF TECHNICAL REARMAMENT PROGRAMS IN AREA OF EXCAVATION, MAINTENANCE OF OPENINGS AND COAL EXTRACTION AT THE “KRASNOARMEJSKAJA-ZAPADNAJA №1” MINE

Technical solutions applied at the mine are stated, which have provided considerable resource economy and increasing of activities of excavation and maintenance of openings and coal extraction.

Одной из основных задач на шахте «Красноармейская - Западная № 1» является реализация программ технического перевооружения, направлений производственной деятельности шахты по ресурсосбережению и модернизации производства. В последние пять лет на шахте активно осуществляются производственно-технические мероприятия по увеличению добычи угля на базе надежного высокопроизводительного очистного оборудования нового технического уровня. Оптимизация параметров базовых машин механизированных комплексов применительно к горно-геологическим условиям конкретной лавы способствует эффективному их использованию.