

Д-р техн. наук А.М. Кузьменко
(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет»),
А.А. Козлов, директор,
А.В. Хейло, зам директора
(ООО «Краснолиманское»)

ВЛИЯНИЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ВЫЕМОЧНОГО ПОЛЯ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ НА ВЕДЕНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Розглянуто вплив гірничої виробки на формування напружено-деформованого стану гірського масиву і утворення техногенної зони у виїмковому полі на шляху посування очистних робіт

INFLUENCE OF EXTRACTION FIELD DIVISIONS BY MINE WORKINGS ON CONDUCTION OF STOPING

Influence of mine working on stress-strain state formation in rock massif end creation of technogenic zone in an extraction field while stoping works advance

На действующих шахтах Донбасса интенсификация технологии очистной выемки сдерживается природными и техногенными факторами. Технологические размеры выемочных полей и панелей принимались исходя из технических условий работы средств механизации (забойный конвейер, угольный комбайн и механизированная крепь), обладающих определенным ресурсом, а также учитывались горно-геологические условия разработки угольных пластов.

Планировочные решения по подготовке запасов опережали очистные работы, что закономерно. При замене очистного оборудования на более производительное, с большим ресурсом, чем у предыдущего оборудования, это обстоятельство является препятствием. Затраты на приобретение комплексов при частом выполнении монтажно-демонтажных работ становятся не оправданными. Из-за несоответствия горно-геологических условий техническим требованиям данного класса механизмов снижается коэффициент использования выемочных машин, теряется рабочее время, простаивает горное оборудование. Достигнуть высоких результатов сложно, поскольку запасы угля не соответствуют технологии, которая предусмотрена для механизированных комплексов.

Использование полного ресурса очистного механизированного комплекса требует увеличения размеров выемочных полей, что неизбежно приводит, в отдельных случаях, к пересечению ранее пройденных подготовительных горных выработок (уклонов, ходков). Эффективная работа очистных механизированных комплексов достигается при больших размерах выемочных полей.

Для обеспечения высоких нагрузок на лаву необходимо учитывать состояние массива горных пород, его свойства и процесс формирования нагрузок на крепь очистного забоя и выемочных выработок. Возможность обрушаться непосредственной кровли при обнажении, склонность пластов к геодинамическим явлениям и угля к самовозгоранию. Прогноз напряженного состояния вмещающих пород, которое формируется вокруг горной выработки при подходе к ней очистного забоя, имеет большое значение, чтобы не допустить обрушения массива [1].

Пройденная в массиве горная выработка разгрузила массив горных пород и создала зону вокруг себя с изменяющимися параметрами во времени. Установленная крепь теряет свою несущую способность и деформируется. В тоже время она является препятствием на пути движения очистного механизированного комплекса.

Рассматривая образования техногенной зоны в поперечном сечении горной выработки с учетом теоретических предпосылок и натуральных наблюдений можно принять форму данного образования в виде эллипса, параметры которого зависят от многих природных факторов и технологии ведения горных работ [2].

На больших глубинах ведения горных работ поддерживать выемочные и подготовительные выработки трудно в зонах влияния очистных работ. В этих условиях откаточные (конвейерные) и вентиляционные выработки теряют свои эксплуатационные параметры задолго до окончания срока отработки столба. Работы по их восстановлению и поддержанию усложняют эксплуатацию выемочных участков и повышают себестоимость добываемого угля. Объем восстановительно-ремонтных работ в конкретной горной выработке и связанные с этим затраты материальных и трудовых ресурсов в определяющей мере зависят от уровня соответствия прогнозируемых оценок устойчивости выработок реальным геомеханическим процессам.

Возникает дилемма перед выбором или принимать решение о демонтаже и монтаже комплекса, или искать пути технического решения о переходе горных выработок механизированным комплексом. Выполнение монтажно-демонтажных работ влечет за собой остановку очистной выемки в выемочном столбе и требует дополнительных материальных и финансовых затрат. Кроме этого в результате разборки и сборки отдельных звеньев снижается работоспособность комплекса.

Переход очистными работами горной выработки требует дополнительных затрат и создает трудности, но при этом не теряется работа по пласту и очистной механизированный комплекс не подвергается демонтажно-монтажным работам. Сохраняется работоспособность горного оборудования и его большой ресурс. Своевременно обеспечивается подготовка угольных запасов к выемке [3,4].

Учитывая сложившуюся систему расположения горных выработок на шахте, очистные работы на пути подвигания могут встретить различное расположение техногенных зон относительно линии очистного забоя во вмещающих породах (Рис. 1а, б, г, д, и к). Возможны несколько вариантов состояния техногенных зон и расположения горной выработки относительно плоскости пласта.

При отработке угольного пласта лавами по простиранию это могут быть уклоны, ходки или бремсберги различного хозяйственного назначения. Если ранее в технологической системе шахты выработка предназначалась как транспортная, то ее размеры значительно превышают вынимаемую мощность тонкого пласта (Рис. 1а, б, г, д). Как правило, она имеет арочную форму и крепь из металлического специального профиля.

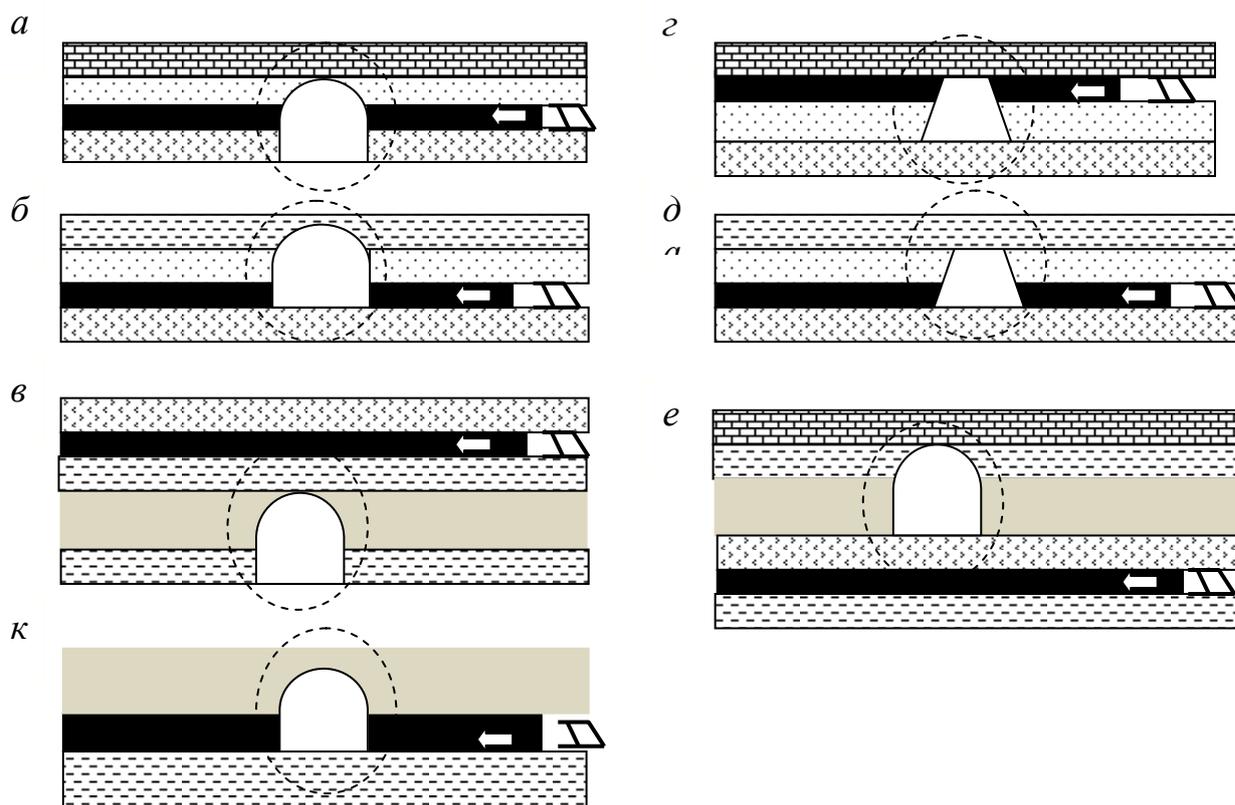


Рис. 1 - Расположение техногенных зон вокруг горной выработки переходимых очистным забоем.

Трапециевидную форму выработки принимают при наличии в кровле пласта мощных крепких пород, не нарушая сплошности литологических разностей. Данная форма является более удобной, так как сохраняется единство плоскости пород кровли и повторяет линию вынимаемого пласта при очистной выемке (Рис. 1, г и д).

Если горная выработка проводится в выемочном столбе осознано для решения вопроса проветривания за счет обще шахтной депрессии и с последующим ее переходом очистным забоем, то ее расположение в плоскости пласта и паспорт крепления учитывает данные обстоятельства (Рис. 1, к).

При разработке сближенных весьма тонких и тонких угольных пластов часто очистными работами приходится переходить выработки, расположенные в массиве выше (Рис. 1, е) или ниже вынимаемого пласта (Рис. 1, в). Эти выработки могут быть как действующими, так и старыми, которые создают техногенную среду и влияют на эффективное ведение горных работ в зоне их расположения.

Особенность перехода очистным забоем горной выработки заключается в том, что в определенный период времени между ними создается угольный целик переменной формы и площади. Изменяются условия формирования нагрузки на элементы крепления выработки и механизированной крепи за счет приращения поддерживаемой площади выработанного пространства. Целик может разрушиться, что приведет к динамическому приращению нагрузки и возможному вывалообразованию в техногенной зоне. Механизм поведения пород в

данной среде изучен недостаточно и требует выполнения дополнительных исследований.

По длине лавы приращение нагрузки на секции механизированной крепи от сближения вмещающих пород в рабочем пространстве будет носить дифференциальный характер вследствие изменения ширины угольного целика. На сопряжении подготовительной выработки с ходком давление на целик создают зависящие породы кровли выработанного пространства. Угольный целик раздавливается при нагрузках, превышающих его несущую способность, которая зависит от физико-механических свойств угольного пласта и его геометрических размеров.

При переходе очистным забоем техногенной зоне опускание кровли в ходке зависит от ширины целика, которая по мере приближения очистного забоя уменьшается (Рис. 2).

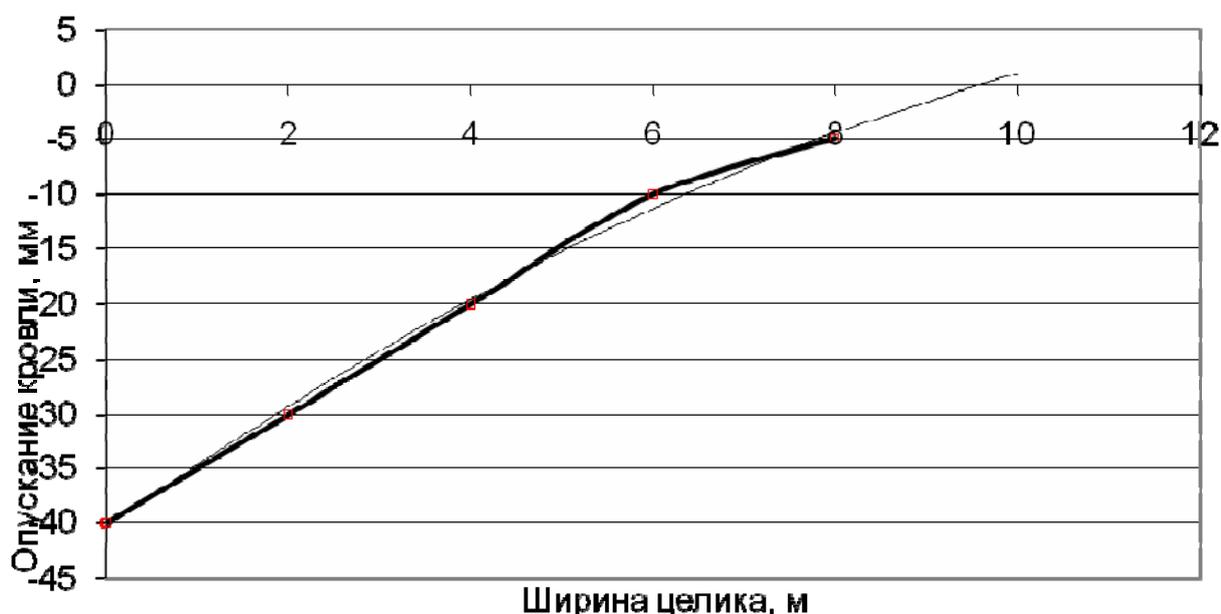


Рис. 2 - Зависимость опусканий кровли в плоскости стенки конвейерного ходка.

Величина опускания пород кровли на контакте забоя лавы со стенкой конвейерного ходка выражается полиномиальной зависимостью вида $U = -0,17b^2 + 5,93b - 40,43$ при $R^2 = 0,9965$.

Результаты математического моделирования демонстрируют зависимость уменьшения ширины целика, разделяющего ходок и очистной забой, она формирование нормальной нагрузки. При глубине ведения очистных работ 550 м нагрузка будет увеличиваться до 60 МПа и при прочности пород на вдавливание 12 МПа (горно-геологические условия шахты «Краснолимаенская») глубина погружения целика составит примерно 75 мм. Это вызовет смещение стенок ходка и увеличение поднятия почвы до 500 мм.

Если вблизи места передвижки секций крепи комплекса со стороны падения пласта будет находиться угольный целик шириной 1,5-2,0 м, то опускание непосредственной кровли в указанных выше сечениях выработанного пространства, уменьшится с 400 мм до 320 мм, а у границы выработанного пространства уменьшится с 530 мм до 470 мм.

Секущая выработка проходится с опережением во времени к моменту ее перехода очистными работами. Следовательно, деформируется в процессе ее эксплуатации, уменьшая поперечное сечение. У боков выработки часть угольного массива разрушается, теряя свою первоначальную несущую способность.

Приближаясь к выработке, очистной забой вносит изменение в нарядно-деформированное состояние массива и размеры техногенной зоны увеличиваются. В этой связи были выполнены расчеты параметров опорного давления и сделан детальный расчет напряжений в породах основной и непосредственной кровли.

Результаты построения изменения нормальных нагрузок в опорных зонах, вызванных сбойкой вне зоны влияния лавы, и очистных работ приведено на рис. 3.



Рис. 3 - Распределение нормальных нагрузок в опорных зонах выработки и очистного забоя вне зоны влияния их друг на друга.

При сокращении расстояния между очистным забоем и конвейерным ходком их опорные зоны накладываются друг на друга. Характер распределения нормальных нагрузок меняется на сопряжении выработок. Происходит наложение нормальных нагрузок от конвейерного ходка и очистного забоя. В зоне влияния опорного давления на сопряжении сбойки с откаточным штреком максимальные опускания кровли сбойки увеличились в 2 раза. Заметно увеличились поднятия почвы. На сопряжении выработок поднятия почвы достигают

410 мм, а глубина разрушения пород над серединой конвейерного ходка достигает практически 3 м (вертикальная трещина). Вне сопряжения поднятия почвы составляют 390 мм.

Выводы

Таким образом, параметры ослабленной зоны горных пород, которые требуют технологического вмешательства, находятся в прямой зависимости от ширины и высоты выработки. Прежде всего, форму выработки необходимо приспособить к параметрам рабочего пространства лавы.

Простейшим решением является подсыпка породы и укладка деревянного настила из шпал. Порода может доставляться от проведения подготовительной выработки или полученная в результате выпуска породы при ремонте и придании выработке удобной формы для перехода лавой. В этом случае происходит замена крепи выработки на временную крепь, которая не будет препятствием для работы угольного комбайна и секций механизированной крепи, обладая высокой несущей способностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьменко А.М., Рябичев В.Д., Почепов В.М. Значение уровня технологичности подготовки запасов на эффективность применения высокопроизводительных очистных комплексов при разработке тонких угольных пластов./Сб. наук. праць IV Міжнародної наук.-практ. конф. 12-18 вересня 2010 р. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010. – С.48-55.
2. Кузьменко А.М., Козлов А.А., Хейло А.В. Влияние техногенных зон выемочного поля на напряженно-деформированное состояние вмещающих пород впереди очистного забоя / Науковий вісник НГУ. - 2010, №4. - С. 41-45.
3. Кузьменко А.М., Козлов А.А., Хейло А.В. К вопросу перехода очистными работами техногенных ослабленных зон во вмещающих породах без демонтажа механизированного комплекса / Материалы международной конференции «Форум горняков – 2009». – Д.: Национальный горный университет, 2009. – С. 132-136.
4. Кузьменко О.М., Савостьянов О.В., Рябичев В.Д. Вплив технологічних параметрів виймання вугілля на структурні зміни гірського масиву/ Сб. наук. праць II Міжнародної наук.-практ. конф. 05-12 жовтня 2008 р. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. – С.113-116.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТА УГЛЕДОБЫЧИ К ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ РИСКА

Доведена максимальна чутливість проекту вуглевидобутку до фактору малоамплітудної порушеності яка уповільнює швидкість просування очисного вибою, підвищує зношеність вибійного обладнання, небезпеку обвалення безпосередньої покрівлі, та ймовірність раптових газодинамічних явищ.

ASSESSMENT OF PROJECT SENSITIVITY TO GEOMECHANIC RISK FACTORS DUE TO LONGWALL MINING

Maximum sensitivity of coal extraction project to microfaults has been found because corrupted faulted zones reduce the rate of longwall advance, increase longwall equipment wear, roof falls and coal bursts.

Повышение рентабельности и безопасности угольной промышленности Украины является одной из основных задач. Однако с увеличением глубины разработки и усложнением экономических условий, в которых угольная промышленность должна обеспечивать энергетическую независимость нашего государства, возрастают риски производства [1]. Это связано с неопределенностью горно-геологических условий, снижением надежности техники под влиянием интенсивного горного давления, увеличением вероятности аварий, усилением нестабильности финансирования проектов в условиях посткризисной экономики и рядом других специфических факторов подземной угледобычи.

Известна математическая сетевая модель для количественной оценки эффективности проектов угледобычи. Она предназначена для стохастического моделирования [2]. Опыт применения данной модели подтвердил ее высокую эффективность [3]. Вместе с тем осталась не изученной задача установления чувствительности проекта угледобычи от входных факторов. Исследование чувствительности проекта является самостоятельной задачей, успешное решение которой обеспечивает возможность эффективного управления проектом. Выделение наиболее значимых факторов, к вариации которых проект проявляет максимальную чувствительность позволяет рационально распределять ресурсы и выбирать тактику управления проектом.

Общая схема анализа проекта на чувствительность к вариации исходных параметров модели состоит в следующем [4-6]. Для изучения чувствительности модели необходимо получить в количественном виде ее реакцию на вариацию определенного фактора при прочих исходных данных. Поставленная задача усложняется тем, что модель является стохастической и обеспечение прочих равных условий не является тривиальной задачей.

Опыт эксплуатации разработанной модели показал, что в качестве искомого параметра наиболее подходящим является время отклонения сроков реализации проекта от заданного в программе развития горных работ. Сроки окончания