

трального Донбасса. Опыт практических наблюдений свидетельствует, что фактическое различие трудоемкости данных способов мониторинга не велико, однако полнота и достоверность полученных результатов позволяют выделить геометрическое нивелирование как оптимальный способ для исследования геомеханических процессов в подготовительных выработках.

УДК 622.112.4: 622.013.362

А.М. Кузьменко, д.т.н., проф.
(ГВУЗ «Национальный горный университет»),
А.А. Козлов, директор,
А.В. Хейло, зам. директора
(шахта «Краснолиманская»)

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ГОРНОМ МАССИВЕ ВБЛИЗИ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ

Розглянуто механізм поступового формування напружень у гірському масиві навколо техногенної зони при наявності гірничої виробки у виїмковому полі на шляху посування очисних робіт

MECHANISM OF STRESSES IN ROCK MASSIF THE VICINITY OF TECHNOLOGIC ZONES OF EXTRACTION PILLARS

Mechanism of gradual formation of stresses in rock massif around technogenic zone with presence of mine working in extraction field during stopping movement is given.

Современное видение развития интенсификации очистных работ с применением очистных механизированных комплексов с высоким энергетическим ресурсом на весьма тонких и тонких угольных пластах требует увеличение выемочных столбов до размеров, которые вызывают трудности в планировочных решениях и эффективного проветривания горных выработок при высокой газоносности углей. Эффективная работа очистных механизированных комплексов достигается при размерах выемочных столбов до 3000 м и длине лавы до 300-350 м (шахты ДТЭК ООО «Павлоградуголь», им. А.Ф. Засядько, «Краснолиманская», «Ждановская», «Суходольская-Восточная», ш/у «Покровское» и др. В Донбассе работает 26 лав с параметрами, которые требуют решения вопроса коллективной безопасности).

Использование полного ресурса очистного механизированного комплекса неизбежно приводит, в отдельных случаях, к пересечению ранее пройденных подготовительных горных выработок (уклонов, ходков). Для решения вопросов вентиляции, обеспечения коллективной безопасности трудящихся и горноспасателей приходится проводить выработки, которые делят выемочной столб на части, создавая, таким образом, техногенные зоны на пути продвижения очистных работ.

Пройденная горная выработка разгрузила массив горных пород и создала вокруг себя техногенную зону с параметрами, изменяющимися во времени.

Установленная крепь теряет свою несущую способность, деформируется, являясь техническим препятствием на пути движения очистного механизированного комплекса.

В поперечном сечении горной выработки форму образующейся техногенной зоны с учетом теоретических предпосылок и натуральных наблюдений можно принять в виде эллипса, параметры которого зависят от многих природных факторов и технологии ведения горных работ (Рис.1).

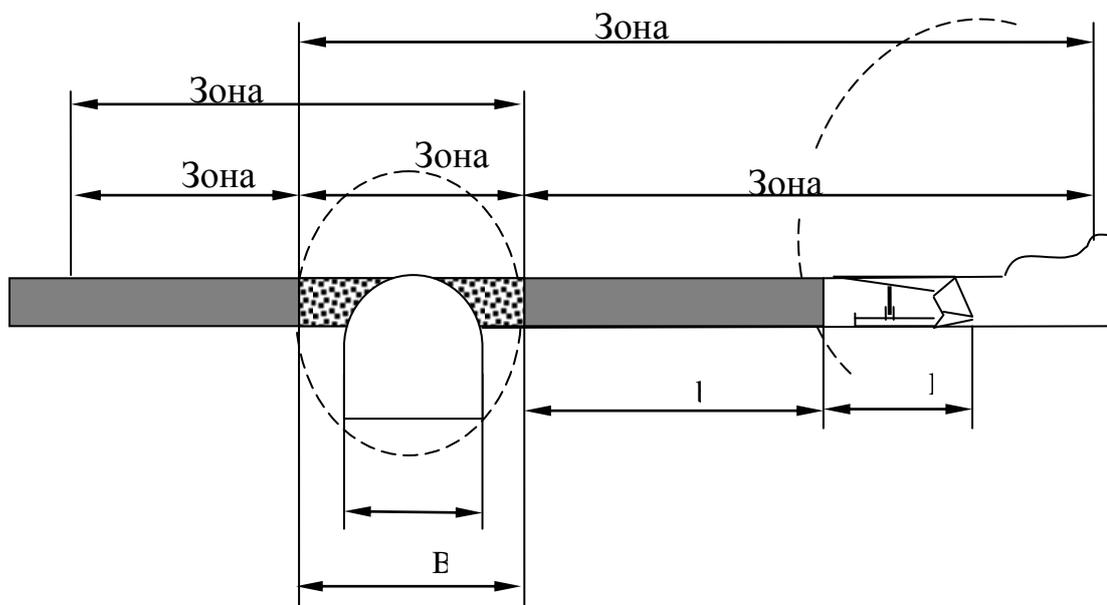


Рис. 1 - Схема расположения техногенных зон на пути подвигания очистного забоя

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.

Зона *A* характеризует независимое состояние вмещающих пород вокруг выемочной выработки и очистного забоя. Известно, что в горном массиве вокруг одиночной выработки создается несколько зон разной степени нарушенности и напряженно-деформированного состояния. Зона разгрузки, предельных деформаций, зона трещиноватости располагаются на разном удалении от контура выработки и по-разному оказывают влияние на устойчивость горного массива. В условиях залегания пологих угольных пластов Донецкого бассейна ощутимые величины физико-механических изменений в состоянии

массива происходят на расстоянии 3-5 ширины выработки ($B_{раз.}$).

Особенность перехода очистным забоем горной выработки заключается в том, что в определенный период времени между ними создается угольный целик переменной формы и площади, размеры которого (b_u) сокращаются по мере подвигания очистного забоя. Начинается формироваться зона I, где на целик оказывает влияние зона опорного давления от движущегося очистного забоя, а с другой стороны его несущую способность ослабляет техногенная зона II (Рис. 2,а). К горной выработке приближается зона раздела вмещающих пород на геостатическое напряженное состояние и повышенное горное давление, формируемое выработанным пространством.

Известно, что зона опорная давления состоит из двух ветвей – возрастания величины напряжения (a) до пикового значения и ее спада (b) в глубину массива до геостатичный величины напряжения (γH).

Деформация горной выработки может усиливаться еще на удалении от лавы за счет наложения зоны влияния очистного забоя на стационарную опорную зону.

Контакт зоны опорного давления, которая формируется впереди очистного забоя, и опорной зоны вокруг переходимой выработки происходит их нисходящими ветвями. С этого момента начинается формирование ширины угольного целика (b_u), его нагрузки и влияние на состояние горной выработки впереди забоя. Нисходящие ветви эпюры напряжений зон опорного давления накладываются, и угольный целик подвергается динамическим знакопеременным нагрузкам со стороны движущейся лавы и зависающих пород над выработанным пространством. Изменяется геомеханический характер взаимодействия крепи выработки с окружающими породами. Под действием суммарной нагрузки угольный целик деформируется, раскрываются трещины природной трещиноватости, изменяется газовый режим, как в массиве, так и горной выработке.

При переходе горной выработки очистной забой находится в геомеханической обстановке, создаваемой зависающими вмещающими породами выработанного пространства и техногенной зоны II. Происходит формирование зоны III, особенность которой состоит в том, что на угольный пласт оказывает влияние большая часть подработанных пород, чем при обычных условиях ведения очистных работ. Очистной забой находится в зоне B, которая характеризует большой нарушенностью сплошности горных пород кровли и почвы угольного пласта, а также местом возможного скопления газа метана.

Следует отметить формирование особой техногенной зоны, которая образуется при постепенном наложении зон сопряжения подготовительной выработки с выработкой и сопряжения очистного забоя с подготовительными выработками. Угольный целик отсутствует и нагрузка на крепи сопряжения формируется при иной геомеханической ситуации, которая не нашла должного объяснения в литературе и требует дополнительного изучения.

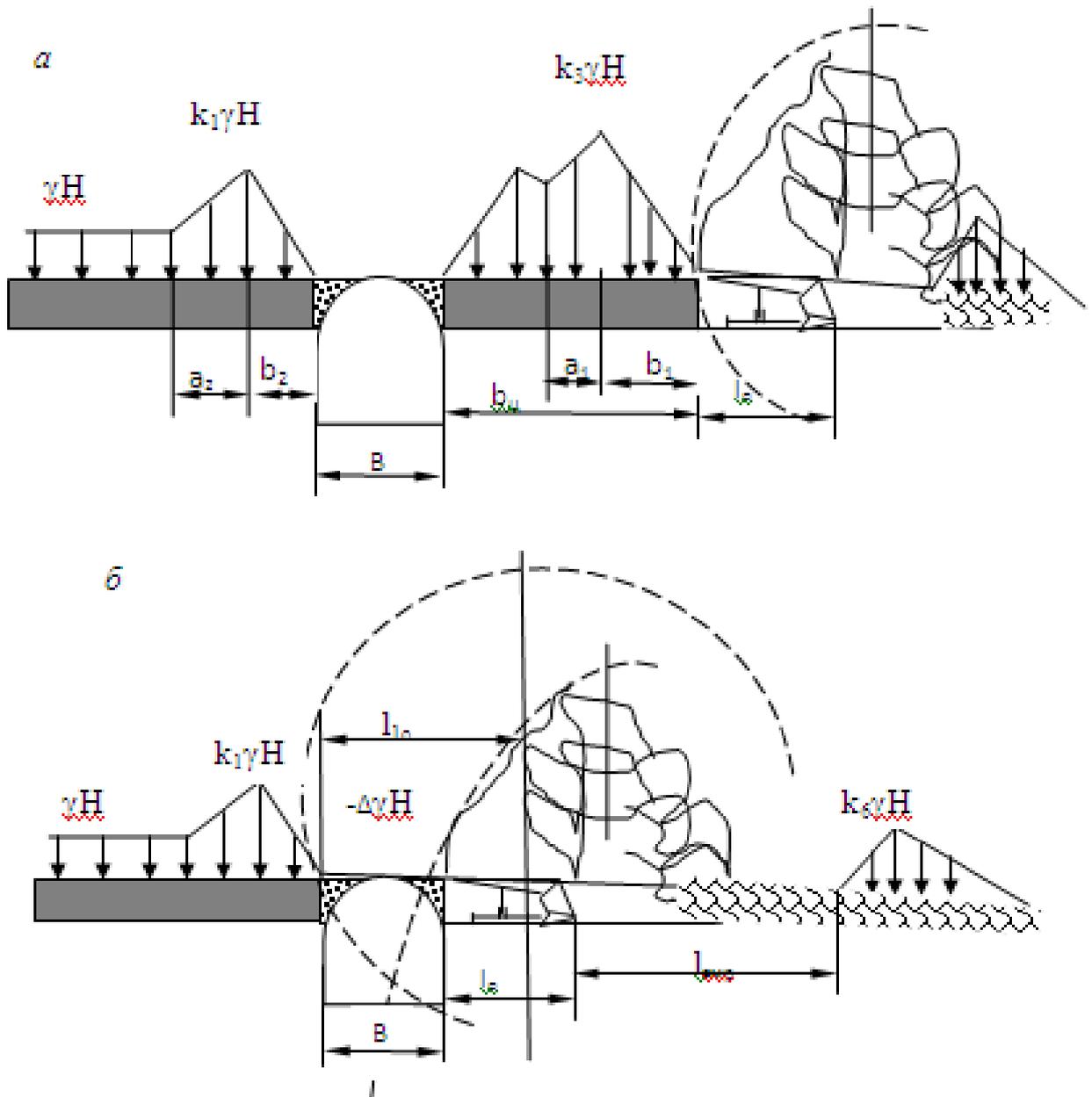


Рис. 2 - Схема формирования повышенного горного давления в массиве техногенной зоны: *а* – при наложении зон опорного давления; *б* – при контакте очистного забоя с выработкой

При подходе очистного забоя к деформированной выработке в массиве происходит изменение напряжено-деформированного состояния, и размеры техногенной зоны расширяются (Рис. 2,б). Контакт рабочего пространства лавы с деформированным сечением выработки резко увеличивает площадь обнаженных пород кровли. Опорная зона исчезает, не встретив поддержки со стороны целика. Рабочее пространство лавы находится в окружении полости переходимой выработки и выработанного пространства. Увеличивается полупролет (l_{10}) зоны обрушения пород, переместившись впереди рабочего пространства лавы. Практически очистные работы не ведутся, выемка угля отсутствует, и таким образом заканчивается формирование техногенной зоны, часть которой необходимо заблаговременно подготовить, для успешного пре-

одоления горными работами. Приняв ширину переходимой выработки (B) равной ширине рабочего пространства (l_p) без учета снижения несущей способности угольного массива с противоположной стороны выработки величина пролета зависающих пород кровли увеличится в 2 раза.

Крепь выработки, ослабленный угольный целик и секции механизированной крепи работают в податливом режиме. Кроме того, в результате передвижки секций крепи со стороны рабочего пространства лавы происходит попеременное приложение нагрузки. Несущая способность элементов сформировавшейся геомеханической системы различна и требует согласования или введения в нее дополнительных элементов.

Математическим моделированием установлено, что при уменьшении ширины целика, разделяющего ходок и очистной забой, нормальная нагрузка на этот целик будет увеличиваться до 3 раз в зависимости от слоистости массива и физико-механических характеристик. При меньшей прочности пород на вдавливание, чем угольного пласта целик будет погружаться, выдавливая породы почвы в выработку и рабочее пространство лавы, а также вызовет смещение боков, разрушение краевой части и высыпание угля.

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 и секущей выемочный столб выработки давление на целик создают зависающие породы кровли над выработанным пространством и давление в опорной зоне пройденной выработки. Целик раздавливается при нагрузках, превышающих его несущую способность, которая зависит от физико-механических свойств угольного пласта и его геометрических размеров.

При сокращении расстояния между очистным забоем и выработкой характер распределения нормальных нагрузок меняется на сопряжении выработок. Максимальные опускания кровли сбойки увеличились в 2 раза. Заметно увеличились поднятия почвы. На сопряжении выработок поднятия почвы увеличивается в 1,2 раза в сравнении с нормальным режимом работы.

Выводы

На пути подвигания очистного забоя формируется техногенная полость с измененными параметрами горного массива.

Очистной забой преодолевает три зоны, разные по плотности и напряженно-деформированному состоянию. При подходе к горной выработке рабочее пространство лавы отделено от горной выработки угольным целиком переменной ширины, обладающей разной степенью податливости. Секции механизированной крепи находится в разном режиме нагружения, так как площадь обнажения имеет переменное значение на пути движения лавы.

Находясь в створе горной выработки секции крепи формирует напряженное состояние горного массива.

При выходе рабочего пространства из горной выработки за секциями крепи остается техногенная зона, а на пути подвигания лавы разгруженная зона,

примыкающая к выработке, увеличивается за счет увеличения длины предельного пролета.

Решение вопроса по переходу горной выработки обуславливается многими составляющими технологического плана и экономическими соображениями. Это может становиться препятствием для внедрения высокопроизводительных очистных комплексов и, наоборот, при техническом решении перехода техногенной среды обеспечить применение длинных выемочных полей.

УДК 622.34-17:621.796.004.5

О.А. Медведева, к. т.н., ст.науч.сотр.
(ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины)

ХВОСТОХРАНИЛИЩА КРИВБАССА, ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Виконано аналіз сучасного стану хвостосховищ Кривбасу. Наведено будову хвостосховищ, на підставі якого розглянуто особливості їх подальшої експлуатації.

DISPOSAL AREA OF KRIVBASS, PROBLEMS AND PECULIARITIES OF ITS EXPLOITATION

It is analyzed a state of the art disposal area a Krivbass. The structure disposal area on the basis of which prospects of their exploitation are considered is resulted.

В Украине насчитывается 53 месторождения железных руд, из которых 30 находятся в эксплуатации с общими запасами, составляющими 58,6 %. Их балансовые запасы составляют 32597,4 млн.т, в т.ч. промышленные – 28124,1 млн.т, т.е. 16 % мировых запасов [1]. Особенностью железорудной минерально-сырьевой базы Украины является более низкое качество руды и более тяжелые условия разработки по сравнению с аналогами в других странах. В настоящее время добываются богатые железные руды с содержанием железа не менее 46 % и железистые кварциты (30 – 35 % железа) на месторождениях Криворожского, Кременчуцкого (ОАО „Полтавский ГОК”) и Белозерского (ЗАО „Запорожский ГОК”) железорудных бассейнов.

Добыча железорудного сырья в Украине открытым способом сосредоточена на следующих горнообогатительных комбинатах: „Северном”, „Центральном”, „Южном”, „Ингулецком”, „АрселорМиттал”, находящихся в Криворожском бассейне и „Полтавском”.

В Криворожском бассейне в процессе добычи и переработки железных руд накоплены значительные объемы вскрышных пород и отходов обогащения (шламов, хвостов обогащения) [2, 4]. Количество последних, по разным оценкам, составляет от 5 до 8 млрд. т., хвостохранилищами занято до 10 тыс. га земельных угодий. Под отвалами, сложенными вскрышными породами, занята площадь более 5 тыс. га, на которой сосредоточено более 3 млрд. м³ гор-