

А.М. Кузьменко, А.А. Козлов, А.В. Хейло

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЗОН ВЫЕМОЧНОГО ПОЛЯ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ВПЕРЕДИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

INFLUENCE OF TECHNOGENIC ZONES OF LONG WELL THE FIELD ON THE IS INTENSE-DEFORMED CONDITION OF CONTAINING BREEDS AHEAD OF THE CLEARING FACE

Рассмотрено влияние техногенных ослабленных зон во вмещающих породах, которые создаются вокруг горных выработок при больших размерах выемочного поля, на пути движения высокопроизводительного механизированного очистного комплекса. Приведены закономерности влияния наложения стационарной зоны опорного давления от конвейерного ходка и динамической зоны очистного забоя на формирование напряженно-деформированного состояния массива при пересечении горными работами техногенной ослабленной зоны. Установлено значение ширины и расположения целика, который образуется в процессе приближения очистного забоя к конвейерному ходку, на опускание пород в рабочем пространстве и расслоение основной и непосредственной кровли.

Ключевые слова: *напряженно-деформированное состояние массива, техногенные зоны выемочного поля.*

Введение. Добыча угля подземным способом, особенно в Донбассе, осуществляется в постоянно ухудшающихся горно-геологических условиях. Около 90% из действующих шахт – газовые, 60% – опасные по взрывам угольной пыли, почти половина разрабатывает пласты, склонные к газодинамическим явлениям (ГДЯ) и 22% – опасные по самовозгоранию угля. Сложные горно-геологические условия разработки и устаревший подход к решению технических и технологических вопросов являются причиной высокой аварийности (до 200-250 случаев в год), производственного травматизма и профзаболевания.

В настоящее время интенсификация горных работ на шахтах Донбасса и в других угольных бассейнах мира достигается за счет внедрения высокопроизводительных механизированных комплексов с большим ресурсом. Их применение позволило получить высокие результаты в очистных забоях при разработке угольных пластов, залегающих в благоприятных горно-геологических условиях, где есть возможность увеличить размеры выемочного столба.

Технические проблемы – это проблемы, возникающие при принятии технических решений по отдельным технологическим звеньям шахты.

Неудовлетворительное состояние подготовительных выработок, чаще всего, находит объяснение в несоответствии способов охраны и характеристик применяемых крепей горно-геологическим условиям залегания угольных пластов. Такое состояние вопроса продиктовано объективными причинами.

Во-первых, у проектировщиков отсутствуют достоверные данные об изменении горно-геологических условий по всей трассе проведения подготовительной выработки.

Во-вторых, применяемые на практике методы прогноза не дают ответа на характер изменения НДС

массива горных пород вокруг подготовительной выработки. Известно, что состояние подземной выработки зависит от физико-механических свойств пород, формы выработки и распределения нагрузок, которые действуют на крепь. Оказывает влияние, тип крепи и технологии ее возведения, а также продолжительность эксплуатации.

В горно-геологических условиях Донбасса эффективное применение интенсификации технологии очистной выемки сдерживается природными и техногенными образованиями структур вмещающих пород. Однако большинство лав работают в сложных условиях, что приводит к большим простоям и потере рабочего времени. Затраты на приобретение комплексов оказываются не оправданными из-за несоответствия горно-геологических условий техническим требованиям данного класса механизмов. Достигнуть высоких результатов сложно, поскольку запасы угля не соответствуют технологии, которая предусмотрена для механизированных комплексов. Запасы угольного пласта, пригодные к отработке высокопроизводительными механизированными комплексами, не отвечают по критерию степени готовности к очистной выемке.

Задача по обеспечению стабильной и высокопроизводительной нагрузки не может решаться за счет отдельных мероприятий по ликвидации того или иного последствия изменения условий, тем более замены очистного оборудования в одном выемочном столбе.

Состояние вопроса. Эффективная работа очистных механизированных комплексов достигается при больших размерах выемочных полей (длина лавы до 350-400 м и выемочного столба до 3000 м и более). В сложившихся планировочных решениях действующих шахт, когда длина выемочного участка планиро-

валась до 1000-1200 м, а длина лавы до 200-250 м, найти участки запасов угля больших размеров невозможно. Как правило, эти запасы пересекают или уклоны, ходки, или бремсберги. Наличие горных выработок на пути движения очистного забоя является одним из техногенных образований, в которых находятся материалы крепления, обрушенные породы и рудничная атмосфера. 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 теряется работоспособность отдельных звеньев комплекса в результате их разборки и сборки. Безусловно, что переход очистными работами горной выработки требует дополнительных затрат и создает трудности, но при этом не теряется работа по пласту и комплекс не подвергается демонтажно-монтажным работам. Это важно для сохранения работоспособности высокопроизводительного оборудования.

В случае принятия решения по перемонтажу комплекса необходимо было выполнить подготовительные работы. Прежде всего, перекрепить фланговый ходок с арочной металлической крепи (КМП-А3-18,3) на смешанную крепь, состоящую из металлического верхняка (СВП-27) и двух деревянных стоек \varnothing 180-200 мм. Дополнительно устанавливать усиливающую полимерно-анкерную крепь, и усиливающие деревянные стойки. Произвести выкладку деревянных костров, монтаж лебедок и крепи сопряжения лавы с конвейерным штреком, наслать деревянный полук по лаве и по фланговому деревянному ходку и другие работы, связанные с работой комплекса. Выполнить сокращение конвейера 2Л-1000Кр, демонтаж и монтаж перегружателя ПТК-1000, а также энергопоезда с доставкой на 80 м.

Доставка из лавы секций крепи и комбайна с последующей транспортировкой к месту монтажа. Закрепить призабойное пространство после демонтажа механизированного комплекса. Сократить пожарно-оросительного, сжатого воздуха, водоотливного и эмульсионного трубопровода, рельсового пути по конвейерному и вентиляционному штреку. Соорудить бетонитовую или чурочковую перемычку.

Вопросы подготовки запасов угля к очистной выемке включают выполнение целого комплекса горных работ. К ним относятся проведение выемочных штреков, разрезной печи и монтажной камеры, монтаж оборудования и транспортных средств до комплектации оборудования на выемочном участке и квалифицированных кадров. Это важные составные части общей системы функционирования очистного забоя.

Однако для обеспечения высоких нагрузок на лаву необходимо учитывать состояние массива горных пород, его свойства и процесс формирования нагру-

зок на крепь очистного забоя и выемочных выработок. Возможность обрушаться непосредственной кровли при обнажении, склонность пластов к геодинамическим явлениям и угля к самовозгоранию. Для принятия решения прогноз напряженного состояния вмещающих пород, которое формируется вокруг горной выработки при подходе к ней очистного забоя, имеет большое значение, чтобы не допустить обрушения массива.

Решение технической задачи по переходу очистными работами 2-й северной лавы флангового конвейерного ходка уклона №1 возникла при разработке угольного пласта m_4^2 на шахте «Краснолиманская» [4].

Исходные условия. Согласно прогнозного горно-геологического паспорта мощность пласта в пределах выемочного поля составляет 0,99-1,26 м, что обуславливает ведение очистной выемки на участках с присечкой боковых пород. Угол падения пласта 5-10°, глубина ведения горных работ 520 м.

Литологическое строение каменноугольного отложения представлены толщей чередующихся слоев песчаника, алевролита и аргиллита, вмещающих угольные пласты, прослой и известняки. Преобладающими породами в свите C_2^5 являются песчаники, составляющие 51%. В остальной толще преобладают алевролиты, аргиллиты, составляющие 75%.

Длина выемочного столба 2-й северной лавы составляет 2700 м, длина лавы – 250 м. Выемка угля в лаве производилась очистным механизированным комплексом типа ДМ, в состав которого входил очистной комбайн УКД-200 и забойный конвейер СП-301М/90У3.

Фланговый конвейерный ходок арочной формы и сечением 21,0 м² проводился смешанным забоем, по падению пласта, при помощи комбайна КСП-32 с подрывкой пород почвы. Породы кровли не присекались. С течением времени после осадки сечение в свету составило 17,8 м² при ширине 5,25 м и высота 3,67 м. Фланговый конвейерный ходок уклона №1 предназначался для ведения аварийно-спасательных работ (АСР). Направление проведения флангового конвейерного ходка, «диагональное», принято параллельно ранее пройденному фланговому ходку к 1-му северному конвейерному штреку.

Известно, что чем больше угол встречи между линией забоя и направление выработки, тем меньше участок лавы будет находиться в данной среде. Однако параллельный переход, т.е. одновременный входа лавы в горную выработку наименее продолжителен, но сопряжен со значительными трудностями, так как в случае резкого ухудшения пород кровли не только перейти выработку, но и демонтировать комплекс может оказаться невозможным.

Для этих условий выполнялся расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) вмещающих пород в момент перехода очистным забоем в зависимости от ширины целика между сбойкой и очистным забоем.

Постановка задачі. Исходными данными для расчета принят стратиграфический разрез вмещающих пласт пород в соответствии с данными разведочной скважины № 4888.

Литологическое строение каменноугольного отложения представлены толщей чередующихся слоев песчаника, алевролита и аргиллита, вмещающих угольные пласты, прослой и известняки. Преобладающими породами в свите C_2^5 являются песчаники, составляющие 51%. В остальной толще преобладают алевролиты, аргиллиты, составляющие 75%.

В кровле пройденной выработки (сверху вниз) залегают: песчаный сланец мощностью 6 м, глинистый сланец мощностью 5 м, известняк мощностью 1,5 м, угольный пласт мощностью 1,3 м, глинистый сланец мощностью 5 м, песчаный сланец мощностью 5 м и глинистый сланец мощностью 6 м. Верхняя отметка рассматриваемой толщи принята 529 м.

Технологическими параметрами приняты данные 2-й северной лавы, рассмотренные выше, при скорости подвигания очистного забоя 2 м/сут. Ширина ходка составляла 5,7 м при высоте 3,8 м.

Для решения поставленных задач использован метод математического моделирования, в основу которого положены теоретические разработки, изложенные в [1-3.]. В данной модели учитывались особенности сдвижения горного массива и формирования горного давления на разных этапах подземной разработки угольных месторождений. Надугольная толща от пласта до дневной поверхности разделялась на слои пород по их литологическим различиям. Формирование горного давления исследовалось с учетом послойного изгиба пород с расслоением и образованием полостей в массиве, а также подвижки слоев друг относительно друга.

Результаты исследования. При подходе очистного забоя к сбойке происходит наложение опорных зон, что меняет характер распределения нормальных нагрузок. Происходит их наложение от флангового конвейерного ходка и очистного забоя. Оценка влияния влияния техногенных зон выемочного поля (в виде горной выработки и ослабленного вокруг нее породного массива) на НДС вмещающих пород впереди движущегося очистного забоя проводилась путем дифференцированного подхода к формированию горного давления. Определялись параметры НДС вне зон влияния каждого из объектов исследования. По этим данным устанавливалось взаимное влияние флангового конвейерного ходка, пройденного впереди лавы, и очистного забоя, находящегося в зоне опорного давления ходка, на состояние массива горных пород.

В результате моделирования установлено, что в зоне влияния опорного давления на сопряжении конвейерного ходка с откаточным штреком максимальные опускания кровли сбойки увеличились в два раза. Заметно увеличились поднятия почвы выработок. На сопряжении этих выработок поднятия почвы достигают 410 мм и глубина разрушения пород над серединой (образование вертикальной трещины)

практически становится 3 м. Вне сопряжения поднятия почвы составляют 390 мм, т.е. увеличилась на 5%.

Характер изменения величин опусканий основной и непосредственной кровли конвейерного ходка, расположенного на расстоянии 6 м от очистного забоя, приведен на рис. 1.

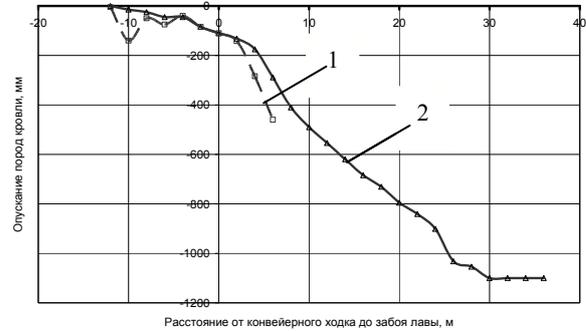


Рис. 1. Характер изменения величин опусканий основной (1) и непосредственной кровли (2) конвейерного ходка в зоне влияния очистного забоя

При уменьшении ширины целика, разделяющего конвейерный ходок и очистной забой, нормальная нагрузка на этот целик будет увеличиваться до 60 МПа. При прочности пород на вдавливание 12 МПа глубина вдавливания целика составит примерно 75 мм. Это вызовет смещение стенок ходка и увеличение поднятия его почвы до 500 мм. Опускание непосредственной кровли на момент, когда ходок будет находиться в выработанном пространстве между забоем и механизированным комплексом, приведено на рис. 2.

Из анализа результатов расчета и графиков, приведенных на рис. 1, следует, что опускания непосредственной кровли, над серединой конвейерного ходка, на расстоянии 2,5 м от очистного забоя достигнет около 400 мм. В плоскости бывшей стенки ходка эти опускания достигнут 410 мм.

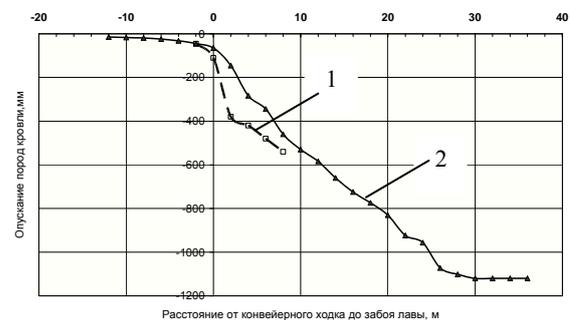


Рис. 2. Характер опускания кровли на момент, когда ходок будет находиться в выработанном пространстве между забоем и механизированным комплексом: 1 – основной, 2 – непосредственной

Максимальные опускания непосредственной кровли у границы выработанного пространства дос-

тигаєт 530 мм. При вийняємій мочності пласта 1,3 м мінімальная висота комплексу должна буть не менше 770 мм. Если вблизи места передвижки комплексу со стороны падения целик будет шириной 1,5-2,0 м, то опускание непосредственной кровли в указанных выше сечениях выработанного пространства уменьшится с 400 до 320 мм. У границы выработанного пространства опускания уменьшаются с 530 до 470 мм.

На рис. 3 приведены графики изменения эквивалентных напряжений по длине подрабатываемых слоев породы основной и непосредственной кровли.

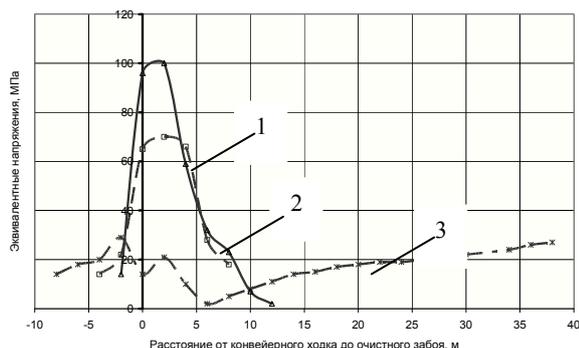


Рис. 3. Характер распределения эквивалентных напряжений в слоях породы кровли: 1 – основной; 2 – непосредственной; 3 – над ходком

Из анализа графиков, приведенных на рис. 3, можно констатировать, что максимальные эквивалентные напряжения в основной кровле не превышают прочности породы на одноосное сжатие. В непосредственной кровле эти напряжения имеют максимальное значение вблизи плоскости забоя лавы, и есть высокая вероятность образования трещины разрыва.

При наличии целика со стороны падения пласта, оставленного между камерой и очистным забоем, эквивалентные напряжения будут меньше. В этом случае секущую выработку выемочного столба следует проводить таким образом, чтобы она располагалась под углом к линии очистного забоя. Формирующийся угольный целик, вблизи техногенной среды, будет иметь переменную ширину и воспринимать значительную часть нагрузки от опускания пород кровли. При наличии в выемочном столбе старой выработки, не ориентированной на ее переход очистными работами, следует разворачивать лаву в допустимых пределах, чтобы достичь того же результата.

Выводы. При подходе очистного забоя к конвейерному ходу нормальные нагрузки в опорной зоне существенно увеличиваются. Изменяется характер распределения опусканий основной и непосредственной кровли.

При пересечении очистными работами конвейерного хода опускания пород кровли в рабочем пространстве лавы заметно увеличиваются.

При подходе лавы к техногенной среде опускание пород кровли уменьшается в рабочем пространстве,

когда между средой и очистным забоем располагается угольный целик со стороны падения пласта.

Список литературы

1. Савостьянов А.В., Клочков В.Г. Управление состоянием массива горных пород. – К.: УМК ВО, 1992. – 276 с.
2. Кузьменко О.М., Савостьянов О.В., Рябичев В.Д. Вплив технологичних параметрів на структурні зміни гірського масиву при підземній розробці // Вісник ДонНТУ. – 2008. – № 2. – С. 98-103.
3. Савостьянов А.В., Кузьменко А.М. К вопросу о теории сдвижения слоистого горного массива при подземной разработке угольных месторождений // Материалы международной конференции «Форум горняков – 2006». – Д.: НГУ, 2006. – С. 112-117.
4. Планування розвитку гірничих робіт з обмеженими параметрами шахтних полів для реалізації інтенсифікації видобування вугілля / Кузьменко О.М., Рябичев В.Д., Козлов А.А., Хейло О.В. // Зб. наук. праць ІІ Міжнар. наук.-практ. конф. 13-19 жовтня 2009 р. – Д.: НГУ, 2009. – С. 48-55.

Розглянуто вплив техногенних послаблених зон у вмішувючих породах, що утворюються навколо гірничих виробок при великих розмірах виймкового поля, на шляху пересування високопродуктивного механізованого очисного комплексу. Наведено закономірності впливу накладання стаціонарної зони опору тиску від конвейерного ходу та динамічної зони очисного вибою на формування напружено-деформованого стану масиву при перетині гірничими роботами техногенної послабленої зони. Встановлено значення ширини та розташування цілики, що утворюється в процесі наближення очисного вибою до ходу, на опускання порід в робочому просторі та розшарування основної та безпосередньої покрівлі.

Ключові слова: напружено-деформований стан масиву, техногенні зони виймкового поля.

Influence of the technogenic weakened zones in containing breeds which are created round mountain developments at the big sizes long well fields, on a way movement of the high-efficiency mechanised clearing complex is considered. Laws of influence of imposing of a stationary zone of basic pressure from conveyor and a dynamical zone of a clearing face on formation of the intense-deformed condition of a file are resulted at crossing by mountain works of the technogenic weakened zone. Value of width and an arrangement pillar which is formed in the course of approach of a clearing face to incline, on lowering of breeds in working space and stratification of the basic and direct roof is established

Key words: stress-strain state of the massif, man-made excavation zone field, mine workings.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Бондаренком 15.03.10