

шению к уровню  $\gamma_n H$  от вышерасположенного целика уменьшается и при ширине целика  $l_y = 20$  м составляет 1,87, если  $h_2 = 10$  м и 1,02, если  $h_2 = 20$  м.

Что касается размера зоны, в которой в кровле пласта  $n_7^6$  проявляется влияние целика, то при ширине  $l_y = 20$  м она распространяется на 4,5 м от нормалей, опущенных от краев целика. Таким образом, в рассматриваемой горно-геологической ситуации общая протяженность зоны  $L = 29$  м. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании горных работ и определении параметров отработки сближенных пластов в условиях Львовско-Волынского бассейна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твердого тела.- М.: Мир, 1987.- 328 с.
2. Бажин Н.П. О влиянии глубины на состояние подготовительных выработок при их надрботке. Труды ВНИМИ.- Сб. 63.- 1963.- С. 198-206.
3. Сычев В.В., Гребенщиков В.А. Исследование зон повышенного давления и их влияние на отработку смежных пологих пластов. Труды ВНИМИ. Сб. Горное давление в капитальных, подготовительных и очистных выработках.- 1982.- С. 61-67.

УДК 622.831:622.838

В.С. Захаров, А.Т. Еремин, И.Е. Иванов, С.В. Кузюра

### **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ УГОЛЬНОГО ЦЕЛИКА НА ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ЗОН СДВИЖЕНИЙ НАД ВЫРАБОТАННЫМИ ПРОСТРАНСТВАМИ**

Розглядається питання необхідної ширини вугільного щика для зони регіонального розвантаження у яки розташовано голови шдгостов! виробки. Наведет дан! фізичного моделювання. Розроблеш рекомендації по розміру охоронного щика.

В настоящее время для поддержания горных выработок на угольных шахтах Донбасса по-прежнему наиболее широко используется охрана выработок двухсторонними угольными целиками. Применение прогрессивного способа охраны выработок с расположением их в зоне региональной разгрузки не нашло широкого распространения. Отчасти это связано с ограниченностью знаний о процессах происходящих в горном массиве. Шахты, применяющие данный способ охраны выработок, к настоящему времени имеют трудности с их поддержанием. Это связано с тем, что требуется выполнение определенных условий для охраны зоны разгрузки. В частности необходимо не допустить объединение зон сдвижений от выработанного пространства разгрузочной лавы и рядовых лав. Для этого следует оставлять у зоны региональной разгрузки угольные целики. Анализируя планы горных работ шахт можно видеть, что ширина оставляемых целиков составляет 10-15 м (рис. 1) и редко достигает 50 м. При таких размерах охранных элементов не удаётся предотвратить объединение зон сдвижений на больших глубинах. Очевидно, с увеличением глубины работ следует ширину целиков увеличивать.

Для установления необходимой ширины охранных угольных целиков у зоны разгрузки воспользуемся данными моделирования на эквивалентных материалах.

Физическое моделирование первоначально было выполнено для определения влияния размеров угольного целика на состояние выработок пройденных в его

центральной части. Рассмотрим результаты моделирования с точки зрения изучения смещений пород в окрестности угольного целика при его уменьшении.

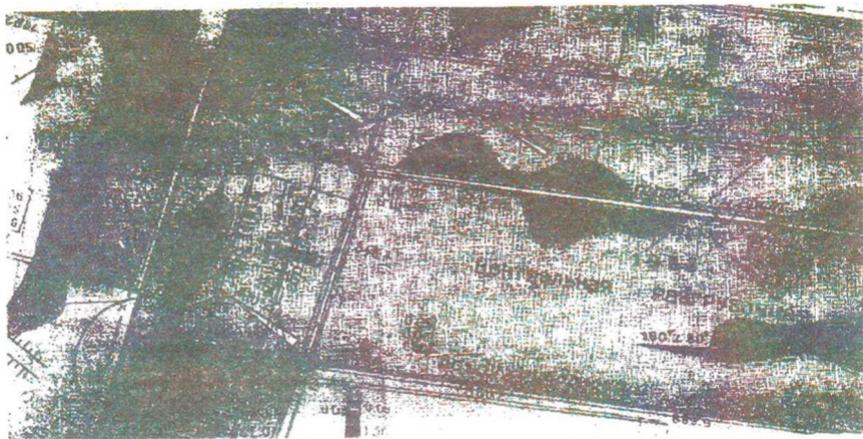


Рис. 1 - Выкопировка из плана горных работ по пласту т<sub>3</sub> шахты им. Бажанова. Отработка лав производится с оставлением у зоны разгрузки целиков шириной 5-10 м

Модель имела размеры 200x3000x1600 мм. Масштаб моделирования 1:300. Данный масштаб является оптимальным для моделирования смещений пород с полной подработкой поверхности. Слои закатывались на основе гипсопесочной смеси. В нижней трети стенда был закатан угольный пласт мощностью в натуре 1,5 м. Глубина моделирования 300 м.

Производилась отработка двух лав с формированием целика в центральной части модели. В целике располагалось две выработки с широкой раскоской. Ширина выработок по 5 м, раскоска 5 и 3 м у левой и правой выработок соответственно. Таким образом, целик условно состоял из трёх частей: одна между выработками и ещё две между выработками и накатывающимися лавами. Для снятия напряженной картины в почве пласта располагался ряд датчиков трения. Для снятия деформационной картины было установлено шесть рядов реперов: четыре в кровле и два в почве пласта.

Отработка модели проводилась в следующей последовательности. Лава справа от целика обрабатывалась первой. Левая лава обрабатывалась с отставанием 144 м. При подходе к выработке на расстояние 50 м левая лава была остановлена. После подхода правой лавы к выработке на 50 м отработка левой лавы возобновилась.

При дальнейшей отработке модели с левой стороны был оставлен целик между выработкой и лавой размером 39 м. Правая лава обрабатывалась до расстояния 32 м до выработки. Суммарная ширина целика в этот момент составила 127 м (несущая часть, исключая выработки, 101 м или 0,33 от глубины ведения работ). Результаты замеров давления при данной горнотехнической ситуации в датчиках трения показаны на рис. 2. Можно видеть, что концентрация вертикальных напряжений в центральной части целика достигает ЗУН. Локальные спады давле-

ния располагаются напротив выработок. В пределах выработанных пространств давление на почву пласта меньше. Так в левом концентре достигается значения 1,2 с постепенным уменьшением над областями отработанными в более позднем периоде. В выработанном пространстве справа от целика ситуация аналогична. Однако концентры здесь достигают 1,5. Это объясняется отсутствием воспринимающего нагрузку целика в крайней правой части модели, и большей шириной самого выработанного пространства. В части обоих выработанных пространств, непосредственно примыкающих к целику, давление на датчики было крайне малым.

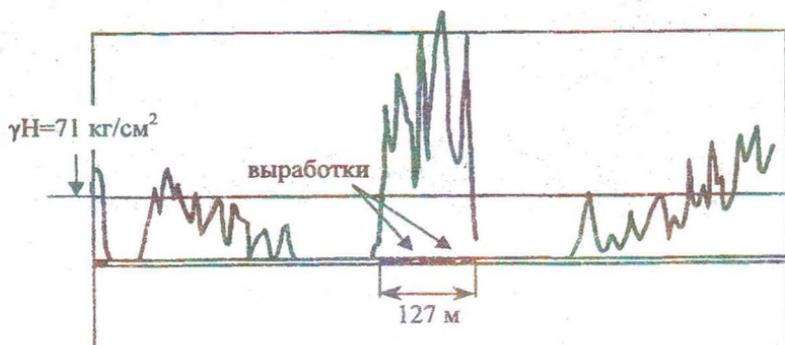


Рис. 2 - Результаты замеров величины давления на датчики трения при оконтуривании целика до размеров 127 м

Отмеченные параметры состояния модели хорошо согласуются с существующими представлениями о напряженно-деформированном состоянии массива при наличии в нем выработанных пространств от лав [1].

При уменьшении размеров части целика между правой выработкой и лавой до 15 м (суммарная ширина целика 90 м) произошло его раздавливание и потеря им несущей способности. Частично нагрузка перераспределилась на две оставшиеся части целика. Следует отметить незначительное поднятие толщи под правой частью целика и далее под прилегающим выработанным пространством (рис. 3). Оно достигло значения 100 мм натуре. Это подтверждает, что данная часть целика перестала нести нагрузку. Факт поднятия краёв охранного целика при потере им устойчивости хорошо согласуется с независимыми исследованиями [2]. В противовес этому под оставшимися двумя частями целика зафиксировано продавливание почвы. Наибольших значений оно достигло под левой, наиболее широкой частью целика (ширина на данный момент 39 м) и составило 80 мм по линии б.

Непосредственно перед потерей несущей способности угольным целиком было отмечено сильное визуальное растрескивание пород кровли над ним. В связи с этим отмечалось обрушение пород непосредственной кровли в лаве сразу после моделирования цикла выемки угля. Данное явление может соответствовать в реальном очистном забое обрушению пород кровли (вывалообразованию) между линией забоя и перекрытием секций крепи. Повышенное растрескивание пород

происходит из-за превышения действующих в них напряжений над прочностью. Так прочность пород кровли при моделировании соответствовала 20-25 МПа. Эквивалентные напряжения достигали 23 МПа (при глубине 300 м и концентрации напряжений  $\sim 3$ ). Таким образом, напряжения и прочность пород в кровле отработываемой лавы были сопоставимы. В соответствии с критерием проф. Заславского [3] должно для подготовительных выработок. Данные исследования показывают, что он может быть в первом приближении использован и в качестве критерия описывающего устойчивость кровли в очистном забое.

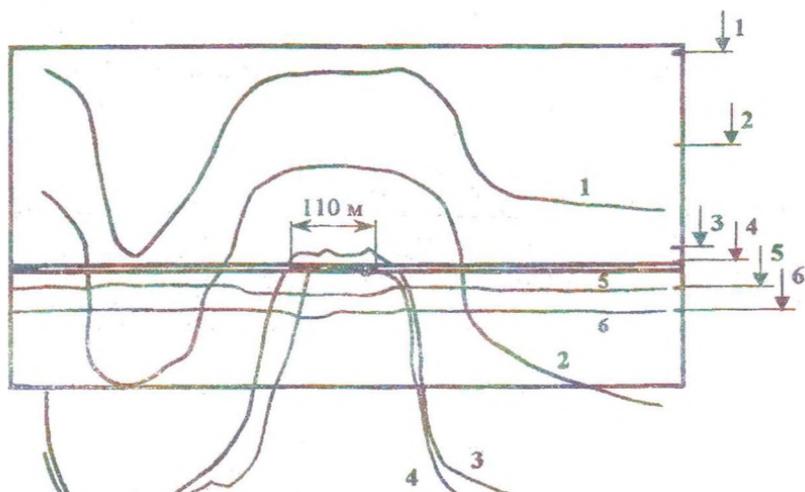


Рис. 3 - Изолинии сдвижений пород при оконтуривании целика. Изолинии смещений в кровле по уровням 1-4 и увеличены. Изолинии смещений в почве пласта по уровням 5-6 даны в натуральную величину

Разрушение части угольного целика стало возможным из-за значительных (11-15 м) расстояний между отдельными его частями обусловленными моделированием раскоски вокруг выработок. Поэтому целик работал не как единое целое. После разрушения части угольного целика граница правой зоны сдвижений переместилась левее, включив в себя правую выработку вместе с раскоской.

Таким образом, после потери несущей способности одной из частей угольного целика ширина оставшейся несущей части целика составила 84 м (0,28 от глубины ведения работ). Из них воспринимала нагрузку 69 м (0,23 глубины работ), а 15 м приходилось на выработку и раскоску.

При попытке дальнейшей отработки левой лавы произошло объединение выработанных пространств от обеих лав. Наступила полная подработка поверхности. При этом область, в которой расположены угольные целики, испытала значительное (до 70 мм натуре) поднятие.

Таким образом, на основании обработки результатов физического моделирования можно сделать следующие выводы. До размеров  $-0,33$  глубины разработки угольный целик, состоящий из трех частей и ослабленный широкими раскосками,

работает как единое целое. При уменьшении размеров целика в меньшей крайней части начинается потеря несущей способности, которая сопровождается относительным его поднятием. При размерах угольного целика меньших  $-0,23$  от глубины разработки происходит полная потеря целиком несущей способности и объединение зон сдвижений от выработанных пространств расположенных с разных сторон от угольного целика. При этом происходит относительное поднятие целика, достигающее 100 мм.

Очевидно при условии, что угольный целик будет сплошным его критические размеры, при которых произойдет потеря устойчивости, будут несколько меньшими. Поэтому для предотвращения объединения зон сдвижений двух выработанных пространств можно с достаточной точностью рекомендовать принимать размеры угольного целика  $\sim 0,2$  от глубины ведения работ. Это позволит сохранить эффект региональной разгрузки и поддерживать подготавливающие выработки в благоприятных геомеханических условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зборщик М.П. Разработка технологий управления вмещающим массивом и устойчивостью основных подготовительных выработок пологих пластов на больших глубинах: Дисс... д-ра. техн. наук 05.15.02. -Донецк, -1983. -445 с.
2. Кузара С.В. Закономерности сдвижений толщи при околтуривании угольного целика //Технологические проблемы разработки минерального сырья в сложных геотехнологических условиях. Тезисы докладов I-й Международной научно-практической конференции. -Тула: ТГУ, 2000. -С.53.
3. Расчёты параметров крепи выработок глубоких шахт /Заславский Ю.З., Зорин А.Н., Черняк И.Л. -К.:Техника,1972. -156 с.

УДК 622.647.7

А.И. Волошин, О.В. Рябцев, Ю.Н. Игнатович,  
С.Н. Пономаренко, В.М. Гордиенко, А.А. Волошин

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВИБРОПНЕВОТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С ВОЗДУХОДУВНОЙ УСТАНОВКОЙ ВП – 70

Наведені результати експериментальних випробувань роботи вібропневмотранспортної машини безперервної дії при забезпеченні її стислим повітрям від індивідуального джерела – повітродувки ВП – 70. Визначена область раціонального використання таких систем.

Самообеспечение потребностей Украины топливно-энергетическими ресурсами является одной из важнейших проблем стабильности ее экономики. В энергетическом балансе страны добыча угля играет решающую роль, поскольку он составляет 95,4 % от общего количества энергоносителей.

В настоящее время состояние угледобывающей отрасли Украины характеризуется постоянным уменьшением объемов добычи угля и ухудшением его качества.

Учитывая тяжелое состояние экономики государства, вряд ли возможно осуществить в краткие сроки технологический прорыв по многим направлениям угольного производства. Однако, эта работа должна начинаться незамедлительно при строгом отборе первоочередных, перспективных технологий, обещающих быструю отдачу при строгой экономии ресурсов.

Одной из приоритетных отраслевых проблем, направленных на наращивание темпов добычи угля с одновременным повышением его качества, является использование технологии отработки шахтных полей прямым ходом с оставлением