этом максимальное значение величины критической скорости наблюдается при массовой концентрации около 30%.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно констатировать, что при массовых концентрациях золошлаковых суспензий до 60% гидравлические сопротивления незначительны. Это означает, что при отработке пласта на глубине 600 – 800 м гидросмесь плотностью 1530 кг/м³ за счет гидростатического напора может двигаться по трубопроводу длиной до 2 км с расходом 300 м³/ч.

Таким образом, реализация гидравлического способа закладки выработанного пространства с применением золошлаков не требует создания дополнительного технологического комплекса по приготовлению высококонцентрированных гидросмесей и их транспортирования в шахту с нагнетанием в обрушенные породы или погашаемые выработки. Режим движения золошлаковых суспензий обеспечивает высокую эффективность закладочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уманский У.У. Использование подземных пространств для улучшения экологической обстановки в угледобывающих регионах / У.У. Уманский // Уголь Украины. – 1997. - №2.

2. Бебенюк В.А. Справочник по горнорудному делу / В.А. Бебенюк, Я.С. Пыжьянов, И.Е. Ерофеев. – М.: Недра, 1967.

3. Должиков П.Н. Ресурсосберегающие технологии ликвидации подземных пустот залкадочными смесями на основе отходов производства / П.Н. Должиков, П.Г. Фурдей, Е.О. Ивлиева // Сб науч. тр. ДонГТУ. – Вып.37. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – С. 217-224.

УДК 622.838.53

Аспирант А.С. Крышнёв (ГП «Дзержинскуголь»)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ОХРАНЫ ШТРЕКОВ УСЕЧЕННЫМИ УГОЛЬНЫМИ ЦЕЛИКАМИ

Дана загальна характеристика гірничо-геологічних умов пласту *k*₈. Наведено прогнозні й фактичні зсуви покрівлі в розглянутій виробці. Проведено аналіз ефективності застосування комбінованого способу охорони виробки.

PERFORMANCE EVALUATION OF COMBINED METHOD SAFEGUARD DRIFT OF A TRUNCATED COAL PILLARS

General description of mining-geological conditions of the coal seam k_8 is given. Predicted and actual roof displacement in the mine working under consideration is described. Effectiveness analysis of using combined method of mine working protection is made.

При поддержании выработок, примыкающих к действующим очистным забоям, способы их охраны должны обеспечивать устойчивое состояние кровли в процессе ее опускания на 0,4-1,2 м в зависимости от жесткости охранного сооружения и вынимаемой мощности пласта. В связи с этим появляется необходимость применения эффективных комбинированных типов крепления и способов охраны горных выработок [1], основанные на сочетании оптимальных типов арочных металлических податливых крепей и прогрессивных охранных сооружений [2]. Это обусловливает, на участках промышленной проверки новой технологии, необходимость осуществлять инструментальную оценку эффективности ее работы.

Ранее проводимые исследования показали, что процесс необратимых сдвижений пород вокруг подготовительной выработки характеризуется случайностью в силу стохастичности распределения отпора крепи, а также прочностных и деформационных свойств вмещающих пород [3, 4]. Поэтому для обеспечения требуемой достоверности результатов наблюдений были оборудованы контурными реперами три рядом расположенные участка крепи выработки на расстоянии друг от друга, равном шагу установки рамной крепи.

Такие наблюдательные станции были размещены на всем протяжении вентиляционного штрека участка № 95-710 м шахты «Торецкая» (рис. 1). Окончательные данные о сдвижениях получены на основании усреднения результатов замеров по всем трем рядом стоящим секциям.



Рис. 1 – Схема размещения наблюдательных станций на штреке

Проведен анализ результатов инструментальных наблюдений, в ходе которого были определены общие смещения пород в выработке путем вычитания из проектной высоты выработок результатов измерения. Время играет важнейшую роль при анализе геомеханических процессов, поэтому были построены графики для расчетных и фактических смещений U=f(t), отображающие взаимосвязь времени существования сечений, в которых проводились измерения и конвергенции контура выработки (рис. 2).

Для того чтобы исключить качество выполнения работ по проведению выработки, построены линии тренда для полученных графиков. Аппроксимирующие кривые, полученные методом наименьших квадратов с использованием полиномов со степенями от 1 до 6, имеют разную форму, и установить адекватность отражения ими графика можно путем определения коэффициента корреляции между экспериментальными и расчетными данными. Такая процедура была выполнена с использованием пакета *MSExcel*. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.



Рис. 2 – Результаты применения комбинированного способа охраны в в/ш 95-710 м в сравнении с расчетными (ожидаемыми) смещениями

Таблица 1 – Результаты расчетов коэффициента корреляции описания конвергенции

Степень аппроксимирующего Полинома	1	2	3	4	5	6
Коэффициент корреляции, <i>R</i>	0,1	0,46	0,75	0,69	0,72	0,52

Анализ данных таблицы 1 показывает, что величина коэффициентов корреляции графиков закономерно увеличивается от 0,07 до 0,75 с ростом степени от 1 до 6. Это позволяет сделать вывод, что наиболее близко исследуемую совокупность точек отражает полином 3-й степени. Это дает возможность в дальнейшем использовать его как достаточно достоверное отражение реальной зависимости. Расчет ожидаемых смещений в выработке без учета применения охраны усеченными угольными целиками выполнен следующим образом:

Средневзвешенная прочность пород – R_c , средневзвешенная прочность пород кровли – R_κ , средневзвешенная прочность пород почвы – R_{Π} представлены в таблице 2.

Таблица 2 –	Средневзвешенная п	рочность для	вентиляционного	штрека
-------------	--------------------	--------------	-----------------	--------

в/ш 95-710 м									
<i>R</i> _k , МПа	43,3								
<i>R</i> п, МПа	33,3								
<i>R</i> _c , МПа	38,9								

Для данной выработки расчет смещений кровли и почвы выполнены по формулам (1) и (2):

$$U_{K} = (K_{\Pi P} U_{\Pi P} + V_{0} t_{0} + U_{1} K_{KP}) K_{S} K_{K} + m K_{oxp} K_{S} K_{KP}$$
(1)

$$U_{II} = (K_{IIP}U_{IIP} + V_0t_0 + U_1K_{KP})K_S(1 - K_K) + V_1t_1K_SK_{KP}$$
(2)

где U_1 – смещения пород в зоне временного опорного давления лавы, мм.; H – глубина залегания выработки; m – вынимаемая мощность угольного пласта, мм.; K_{oxp} – коэффициент, учитывающий влияние податливости охранных сооружений на опускание кровли выработки, ед.; V_1 – скорость смещения пород почвы выработки в зоне остаточного опорного давления, мм/мес.; t_1 – время поддержания данного сечения выработки в зоне остаточного опорного давления, мм/мес.; t_1 – время ния (позади лавы), мес.

Результаты расчета ожидаемых смещений по формулам (1) и (2), представлены в таблице 3.

Время существования сечения (t_1) , мес.												
3,4	4,6	5,6	6,7	7,7	8,1	9,2	9,8	10,4	10,6	10,9	11,1	12,2
Расчетные смещения пород кровли (U _k), мм												
543 545 557 567 577 580 590 596 601 601 603 606 6										619		
Расчетные смещения пород почвы ($U_{\rm n}$), мм												
179	181	182	185	188	191	193	196	199	202	203	203	203
Общие смещения пород кровли и почвы ($U_{\rm oбm}$), мм												
722	726	739	752	765	771	784	793	800	803	806	809	823

Таблица 3 – Результаты расчета ожидаемых смещений в в/ш 95-710 м

Обработка результатов натурных измерений [5] осуществлялась с помощью интегрированной системы комплексного статистического анализа и обработки

данных в программной среде «StatSoft Statistica for Windows» и «MS Excel» (таблица 4).

ПК	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U _{общ} (фактиче- ские смеще-	0,76	0,78	0,74	0,75	0,74	0,70	0,70	0,75	0,65	0,60	0,50	0,45	0,45
ния), м													

Таблица 4 – Результаты шахтных инструментальных наблюдений

Таким образом, анализ показал, что применение комбинированного способа охраны усеченными угольными целиками с дополнительной забутовкой межцеликового пространства позволило уменьшить смещения кровли и оказало положительный эффект на состояние выработки. Кроме того, из таблицы 4 видно, что эффект носит не равномерный характер по длине выработки. Это может быть вызвано не однородностью горно-геологических условий на участке замера и наличием пликативных нарушенностей в крыле шахтного поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прогрессивные паспорта крепления, охраны и поддержания подготовительных выработок при безцеликовой технологии отработки угольных пластов. – Л.: ВНИМИ – 1985. – 112 с.

2. Типовые паспорта охраны штреков на крутых пластах разгрузкой вмещающего массива упрочнением горных пород и усилением арочной крепи. – Донецк, 1986. – 43 с.

3. Указания по рациональному расположению, охране поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.

4. Кошелев К.В. Охрана и ремонт горных выработок / К.В. Кошелев, Ю.А. Петренко, А.О. Новиков. – М.: «Недра», 1990. – 218 с.

5. Кассандрова О.Н. Обработка результатов наблюдений / О.Н. Кассандрова, В.В. Лебедев. – М.: «Наука», 1970. – 324 с.

Кандидаты техн. наук В.Ю. Максютенко, Р.В. Кирия, асп. Н.Г. Ларионов (ІГТМ НАН України)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОНВЕЙЕРА НА КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ЛЕНТЫ И ГРУЗА ПО РОЛИКООПОРАМ КОНВЕЙЕРА С ЛЕНТОЙ ГЛУБОКОЙ ЖЕЛОБЧАТОСТИ

В данной работе разработана математическая модель взаимодействия ленты и груза при движении по роликоопорам конвейера с лентой глубокой желобчатости, найдены зависимости коэффициента сопротивления обусловленные деформацией груза, параметрами конвейера, роликоопор и свойств груза.

RESEARCH OF PARAMETERS FOR CONVEYOR FACTOR RESISTANCE BANDS AND LOAD ON RIBBON CONVEYORS WITH ROLLER DEEP GROOVED

In this paper developed a mathematical model of the interaction ribbon and load while driving on a conveyor belt roller carriages deep grooved, found dependence of the resistance due to deformation of the load parameters of conveyor idlers and properties of the load.

В работе [1] дана математическая модель взаимодействия ленты и груза с роликоопорами ленточного конвейера с лентой глубокой желобчатости. Были получены уравнения деформации при движении ленты и груза по роликоопорам ленточного конвейера, которые имеют вид:

при
$$0 \le x \le a \ D_1 \frac{d^4 y_1}{dx^4} - S_n \frac{d^2 y_1}{dx^2} = q_{\delta.a.}$$
(1)

при
$$a \le x \le l_p D_1 \frac{d^4 y_2}{dx^4} - S_n \frac{d^2 y_2}{dx^2} = q_{\delta.n.}$$
 (2)

где y_1, y_2 - координаты прогиба ленты; $q_{\delta.a.}, q_{\delta.n.}$ - активное и пассивное давление на ленту; l_p - расстояние между роликоопорами; a - зона действия активного давления; S – натяжение ленты; D_1 - изгибная жесткость ленты.

При этом граничные условия на границе балки имеют вид

$$npu \ x = 0 : \ y_1 = 0; \frac{dy_1}{dx_1} = 0;$$

$$npu \ x = l_p : \ y_2 = 0; \frac{dy_2}{dx_2} = 0.$$
(3)

Граничные условия в середине пролета балки соответственно запишутся в виде