

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/м<sup>3</sup> за счет гидростатического напора может двигаться по трубопроводу длиной до 2 км с расходом 300 м<sup>3</sup>/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 обуславливает, на участках промышленной проверки но-



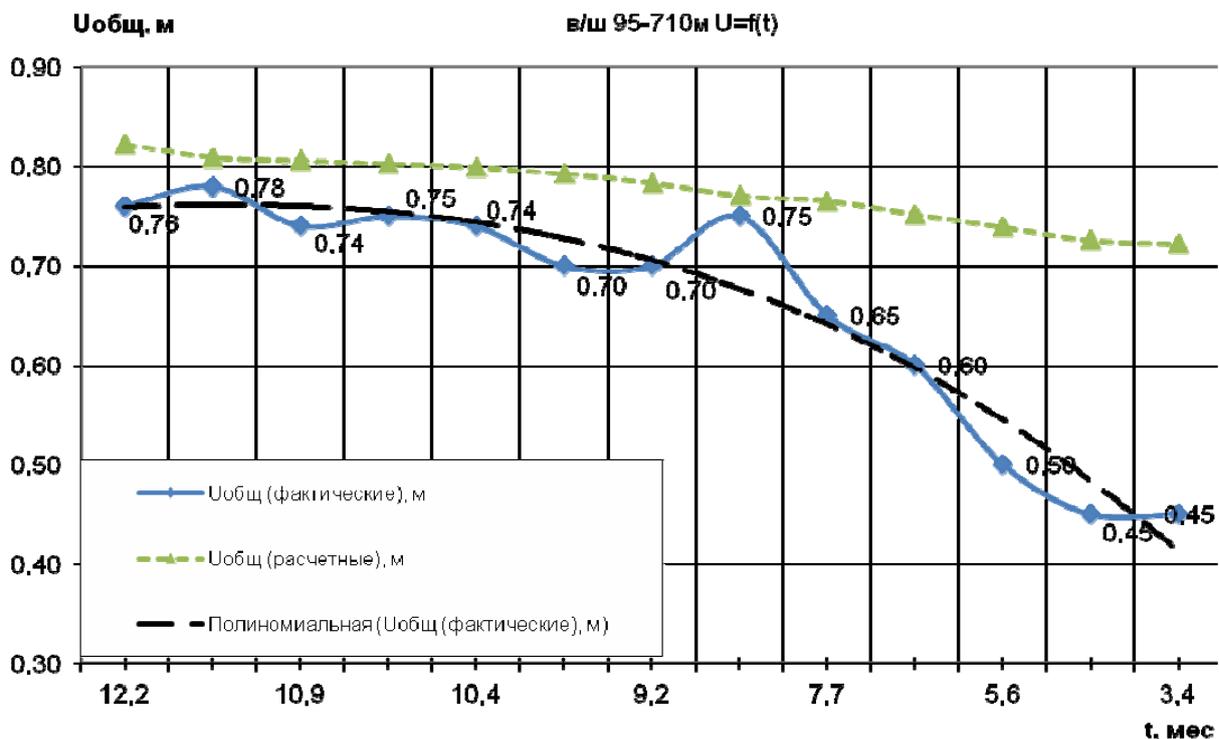


Рис. 2 – Результаты применения комбинированного способа охраны в в/ш 95-710 м в сравнении с расчетными (ожидаемыми) смещениями

Таблица 1 – Результаты расчетов коэффициента корреляции описания конвергенции

Степень аппроксимирующего Полинома	1	2	3	4	5	6
Коэффициент корреляции, R	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 –  $R_k$ , средневзвешенная прочность пород почвы –  $R_n$  представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средневзвешенная прочность для вентиляционного штрека

в/ш 95-710 м	
$R_k$ , МПа	43,3
$R_n$ , МПа	33,3
$R_c$ , МПа	38,9

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

$$U_K = (K_{PP}U_{PP} + V_0t_0 + U_1K_{KP})K_S K_K + mK_{oxp}K_S K_{KP} \quad (1)$$

$$U_n = (K_{PP}U_{PP} + V_0t_0 + U_1K_{KP})K_S(1 - K_K) + V_1t_1K_S K_{KP} \quad (2)$$

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 (позади лавы), мес.

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

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

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	619
Расчетные смещения пород почвы ( $U_n$ ), мм												
179	181	182	185	188	191	193	196	199	202	203	203	203
Общие смещения пород кровли и почвы ( $U_{общ}$ ), мм												
722	726	739	752	765	771	784	793	800	803	806	809	823

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).

Таблица 4 – Результаты шахтных инструментальных наблюдений

ПК	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_{\text{общ}}$ (фактические смещения), м	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

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 пликтивных нарушений 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 и 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.

**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:

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{при } x = 0 : y_1 = 0; \frac{dy_1}{dx_1} = 0; \\ \text{при } x = l_p : y_2 = 0; \frac{dy_2}{dx_2} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Граничные условия в середине пролета балки соответственно запишутся в виде