

Findings. Implemented studies point out at the necessity of two-level scheme of bolt support implementation that will provide optimal quantity of installed bolts during provision of stope exploitation characteristics for all term of its usage. Qualitative and quantitative indices of strain field change were detected depending on back-up plate dimensions and bolt strain.

Originality. Critical parameters of the construction have been defined during rope bolts usage for provision of the most successful scheme for stope protection that present the possibility to increase rates of mine workings drivage and decrease metal content of combined support.

Practical value. Decrease of the operations prime cost during provision of mine workings exploitation characteristics using combined support. Unification of rope bolts implementation under various geological conditions at Western Donbass mines.

Keywords: *low-metamorphosed rock, combined safety system, bolt support, rope fastening, development working, bolt strain*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.І. Бондаренком. Дата надходження рукопису 11.03.13.

УДК 622.831

В.Ю. Медяник¹, канд. техн. наук, доц.,
А.П. Болотов²

1 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: medyanikv@nmu.org.ua
2 – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина, e-mail: dgtu_bolotov@mail.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ШАГА ПЕРВИЧНОЙ ПОСАДКИ ТРУДНООБРУШАЕМОЙ КРОВЛИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОЛОГОНАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ АНТРАЦИТА ГЛУБОКИМИ ШАХТАМИ

V.Yu. Medyanyk¹, Cand. Sci. (Tech.), Associate Prof.,
O.P. Bolotov²

1 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: medyanikv@nmu.org.ua
2 – Donbass State Technical University, Alchevsk, Ukraine, e-mail: dgtu_bolotov@mail.ru

PREDICTION OF SPACING OF PRIMARY ROOF CAVING OF HARD ROOF AT DEVELOPMENT OF GENTLY DIPPING ANTHRACITE BEDS IN DEEP MINES

Цель. На базе мониторинга натурных данных установить эмпирические связи между шагом первичной посадки кровли и характеризующими его основными факторами при отработке тонких и средней мощности пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами.

Методика. Установление прогнозируемых величин производилось с использованием методов математической статистики.

Результаты. Для условий отработки тонких и средней мощности пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами Украинского Донбасса определены преобладающие типы рассматриваемых массивов, зависящие от их структурно-прочностных свойств. Получены эмпирические зависимости шага первичной посадки кровли от совокупности основных факторов, влияющих на его величину. Апробация результатов работы осуществлена в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях шахт „Им. Ф.Э. Дзержинского“, „Им. Космонавтов“ (ГП „Ровенькиантрацит“) и „Должанская-Капитальная“ (ГП „Свердловантрацит“).

Научная новизна. Установлен показатель, учитывающий отношение пределов прочности непосредственной и основной кровель к их высоте, который позволил повысить достоверность определяемых величин обрушений для рассматриваемых в данной работе условий.

Практическая значимость. Полученные зависимости с достаточной для практического применения точностью представляется возможным использовать для определения величин предельных пролетов обрушений кровель в выработанном пространстве, что позволит разрабатывать мероприятия, способствующие локализации интенсивности оседания массива горных пород и обеспечению работы очистного забоя без аварийных остановок в рассматриваемых условиях.

Ключевые слова: *лава, труднообрушаемая кровля, прочность пород, первичная посадка, прогнозирование*

Постановка проблемы. Одним из основных параметров, влияющих на интенсивность проявлений

горного давления в длинной лаве, является шаг первичной посадки массива кровли. Установление этой величины в условиях отработки пластов, кровли которых состоят из нижнего легкообрушаемого слоя

(непосредственная) и вышележащего труднообрушаемого (основная), особенно необходимо с точки зрения вредного влияния проявлений горного давления. Осадка основной кровли сопровождается повышением интенсивности конвергенции пород в лаве и увеличением нагрузки на механизированную крепь, что не исключает просадку секций на „жёсткую базу“ и деформацию её элементов, вывалообразования непосредственной кровли в пределах призабойного пространства, завалов лав, а также воздушных ударов [1,2]. Согласно требований ПБ, с учётом шага и основных факторов, влияющих на его величину, предусматриваются мероприятия по первичной посадке основной кровли в лаве.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования величины шага первичной посадки труднообрушаемой кровли, её определение и использование проводились в условиях неглубоких шахт Донецкого, Кузнецкого, Карагандинского и Печорского бассейнов без выделения пластов антрацита следующими авторами: А.К. Бекбулатовым, А.Ф. Борзых, Ф.П. Глушихиным, Л.М. Гусельниковым, А.А. Журило, Ю.А. Коровкиным, С.Т. Кузнецовым, В.П. Овчинниковым, А.А. Орловым, Ю.А. Семеновым, В.П. Шишкиным и др. В настоящее время, используя материалы ранее проведённых работ по рассматриваемой тематике, возобновлены исследования в условиях углубляющихся угольных шахт [3, 4].

Выделение нерешенной части проблемы. Исходя из значительного количества работающих комплексно-механизированных лав на глубоких шахтах Украинского Донбасса в условиях разработки пластов антрацита с труднообрушаемыми кровлями, возникает необходимость установления величины шага первичной посадки. С точки зрения как научного, так и практического значения, решение этого проблемного вопроса является актуальным.

Формулирование цели (постановка задания).

Цель – прогнозирование шага первичной посадки труднообрушаемой кровли при отработке тонких и средней мощности пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- на основании анализа определить наиболее распространённые типы труднообрушаемых массивов кровли в рассматриваемых условиях;
- выявить доминирующие факторы, влияющие на величину шага первичной посадки труднообрушаемого слоя кровли для соответствующих типов;
- установить эмпирические связи между величиной шага первичной посадки труднообрушаемого слоя массива кровли и характеризующими его основными факторами.

Изложение основного материала. Для анализа величин шага первичной посадки труднообрушаемого слоя кровли (далее – основной) при выемке тонких и средней мощности пологонаклонных пластов механизированными комплексами использованы фактические данные по 72 лавам 9 шахт (ГП „Антрацит“, „Торезантрацит“, „Ровенькиантрацит“, „Свердловантрацит“ и „Донбассантрацит“).

С учётом проведенных ранее исследований вышеперечисленных авторов, в статистическую совокупность данных введены следующие факторы: шаг первичной посадки основной кровли ($Ш_{оо}$, м), длина лавы (L_l , м), мощность вынимаемого пласта (m , м), глубина его разработки (H , м), высота слоев непосредственной (h_n , м) и основной (h_o , м) кровель, пределы прочности слагающих их пород на одноосное сжатие (соответственно, $\sigma_{сжн}$ и $\sigma_{сжо}$, МПа).

На основании анализа статистических данных выделено 3 преобладающих типа труднообрушаемых массивов кровли (табл. 1).

Таблица 1

Типы труднообрушаемого массива кровли

Условное обозначение	Характеристика типа труднообрушаемого массива				Количество объектов
	Кровля				
	непосредственная		основная		
	h_n	$\sigma_{сжн}$	h_o	$\sigma_{сжо}$	
I	$< 5m$	< 60	$> 3m$	≥ 60	24
II		≥ 60			23
III	-	-	$> 5m$	-	25
Всего					72

Для прогнозирования шага первичной посадки использованы методы математической статистики с применением ПЭВМ. Предварительная обработка данных проводилась на соответствие нормальному закону распределения. В условиях малых выборок эта проверка по каждому фактору осуществлялась путем сравнения эмпирических коэффициентов асимметрии A_s и эксцесса E_s [5]. По результатам проверки установлено, что распределения по всем факторам близки к нормальным. В результате анализа распределения выборки по указанным факторам проведена оценка представительности

их исходных данных. По правилу „трёх сигм“ [5] осуществлено исключение anomalно выделяющихся значений с целью устранения нетипичных случаев, различного рода ошибок, полученных при формировании исходных данных. По результатам этой проверки из исходной совокупности данных исключено 3 объекта по факторам: $\sigma_{сжо}$ (лава № 1 панельная пласта h_8 шахты „Им. В.В. Вахрушева“ ГП „Ровенькиантрацит“); h_o (лава № 21 пласта h_8 шахты „Комсомольская“ ГП „Антрацит“) и m (лава № 7 восточная пласта k_7^H шахты „Княгининская“ ГП „Донбассантрацит“). В связи с этим к

дальнейшему анализу принята выборка, содержащая 69 лав характерных типов труднообрушаемого массива кровли (табл. 1), соответственно, по количеству: I – 22, II – 23 и III – 24.

В процессе обработки данных получен ряд основных статистических характеристик по каждому фактору в диапазоне его минимального и максимального значений для рассматриваемых труднообрушаемых типов кровли, которые представлены в табл. 2: средние значения всех рассматриваемых факторов \bar{X}_i , их

стандартные отклонения S_i и коэффициенты вариации V_i . Средние значения величин III_{oo} колеблются незначительно и составляют 64,7; 63,4 и 65,9 м, соответственно, для I, II и III типов труднообрушаемых массивов кровли, что связано с достаточной структурно-прочностной однородностью слагающих её породных слоев. Построенные частотные гистограммы (рис. 1) указывают, что шаг первичной посадки основной кровли подчиняется нормальному закону распределения с параметрами \bar{X}_i и S_i , приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Основные статистические характеристики факторов для рассматриваемых типов труднообрушаемого массива кровли

Условное обозначение фактора и единица его измерения	Тип труднообрушаемого массива кровли														
	I					II					III				
	Диапазон значений		\bar{X}_i	S_i	$V_i, \%$	Диапазон значений		\bar{X}_i	S_i	$V_i, \%$	Диапазон значений		\bar{X}_i	S_i	$V_i, \%$
	min	max				min	max				min	max			
$L_o, \text{ м}$	170	304	249,6	41,0	16,4	165	315	244,3	48,8	20,0	143	308	239,1	51,6	21,6
$t, \text{ м}$	1,12	1,94	1,43	0,22	15,6	0,83	1,8	1,43	0,22	15,7	1,15	1,76	1,52	0,12	8,0
$H, \text{ м}$	838	1222	939,2	94,2	10,0	600	1359	894,4	163,1	18,2	690	1165	955,9	114,4	12,0
$h_{II}, \text{ м}$	1,4	6,45	3,7	1,5	40,1	1,6	7,1	3,6	1,3	37,3	-	-	-	-	-
$\sigma_{сжм}, \text{ МПа}$	40	59	51,6	4,8	9,3	60	95	71,6	10,4	14,5	-	-	-	-	-
$h_o, \text{ м}$	4,9	18	11,1	4,7	42,1	4,7	35,2	12,5	8,0	63,8	8,2	38,8	19,9	8,3	41,8
$\sigma_{сжс}, \text{ МПа}$	60	91	78,3	9,2	11,8	60	140	88,6	19,1	21,5	60	180	117,5	43,2	36,8
$III_{oo}, \text{ м}$	45	94	64,7	14,5	22,4	40	98	63,4	14,5	22,8	38	104	65,9	14,6	22,1

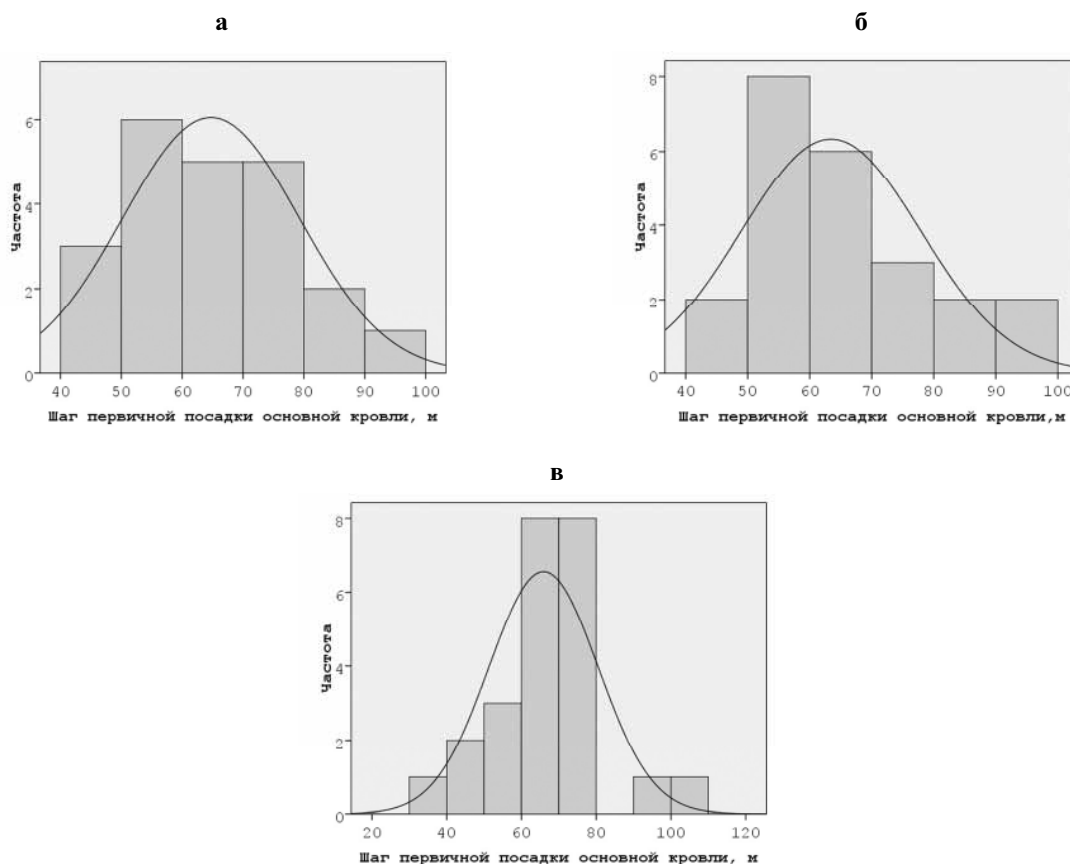


Рис. 1. Гистограммы и кривые нормального распределения величин шага первичной посадки основной кровли: а, б и в – соответственно, I, II и III типов

Дальнейшие исследования степени влияния факторов на величину шага первичной посадки основной кровли проведены с помощью двумерного статистического анализа. Полученные линейные уравнения регрессии между $Ш_{oo}$ и рассматриваемыми факторами, а также величины их коэффициента детерминации R^2 для каждого типа труднообрушаемого массива кровли представлены в табл. 3. Для I типа труднообрушаемого массива кровли

наибольшую тесноту связи с величиной шага её первичной посадки основной кровли имеет мощность пласта m ($R^2=0,97$), наименьшую – высота слоя непосредственной кровли h_n ($R^2=0,84$). Для II и III – наибольшая теснота связи $Ш_{oo}$ наблюдается с глубиной разработки H и характеризуется одинаковыми величинами $R^2=0,95$, а наименьшая – высотой слоя основной кровли h_o (соответственно, $R^2=0,64$ и $R^2=0,85$).

Таблица 3

Взаимосвязь величины шага первичной посадки основной кровли и рассматриваемых факторов

Условное обозначение фактора и единицы их измерения	Уравнение регрессии; R^2		
	Тип труднообрушаемого массива кровли		
	I	II	III
L_z , м	$Ш_{ooI} = 0,25L_z; 0,92$	$Ш_{ooII} = 0,25L_z; 0,90$	$Ш_{ooIII} = 0,26L_z; 0,87$
m , м	$Ш_{ooI} = 45,0m; 0,97$	$Ш_{ooII} = 43,39m; 0,93$	$Ш_{ooIII} = 43,11m; 0,94$
H , м	$Ш_{ooI} = 0,068H; 0,94$	$Ш_{ooII} = 0,0696H; 0,95$	$Ш_{ooIII} = 0,068H; 0,95$
h_n , м	$Ш_{ooI} = 15,36h_n; 0,84$	$Ш_{ooII} = 15,62h_n; 0,85$	-
$\sigma_{сжн}$, МПа	$Ш_{ooI} = 1,23\sigma_{сжн}; 0,93$	$Ш_{ooII} = 0,86\sigma_{сжн}; 0,92$	-
h_o , м	$Ш_{ooI} = 5,30h_o; 0,92$	$Ш_{ooII} = 3,51h_o; 0,64$	$Ш_{ooIII} = 2,88h_o; 0,85$
$\sigma_{сжс}$, МПа	$Ш_{ooI} = 0,82\sigma_{сжс}; 0,96$	$Ш_{ooII} = 0,67\sigma_{сжс}; 0,88$	$Ш_{ooIII} = 0,52\sigma_{сжс}; 0,92$

Однако установленные парные связи (табл. 3) не представляется возможным использовать для прогнозирования величины шага первичной посадки основной кровли, так как результаты расчётов, полученные с использованием уравнений регрессий, по величине весьма различны (в диапазоне 23...108 м). В рассматриваемых статистических массивах эмпирическая связь, с учётом совокупного использования всех вышперечисленных факторов, не подтверждена достоверностью множественной корреляции. В связи с этим введены показатели K_{hi} , характеризующие от-

ношение пределов прочности непосредственной ($\sigma_{сжн}$, МПа) и основной ($\sigma_{сжс}$, МПа) кровель, приходящихся на единицу высоты их слоёв (соответственно, h_n , и h_o , м)

$$K_{h1} = \sigma_{сжн} / h_n; K_{h2} = \sigma_{сжс} / h_o, \quad (1)$$

для которых определены основные статистические характеристики (табл. 4) и парные связи с величиной $Ш_{oo}$ (табл. 5).

Таблица 4

Основные статистические характеристики факторов K_{hi}

Условное обозначение фактора	Тип труднообрушаемого массива кровли														
	I				II				III						
	Диапазон значений		\bar{X}_i	S_i	V_i , %	Диапазон значений		\bar{X}_i	S_i	V_i , %	Диапазон значений		\bar{X}_i	S_i	V_i , %
	min	max				min	max				min	max			
K_{h1}	6,5	38,7	17,3	9,6	55,8	11,7	43,6	22,3	8,2	36,7	-	-	-	-	-
K_{h2}	4,1	16	8,3	3,3	39,2	2,4	21,2	9,3	4,6	49,6	2,1	14,2	6,7	3,2	48,1

Таблица 5

Взаимосвязь факторов K_{hi} и величины шага первичной посадки основной кровли

Условное обозначение фактора	Уравнение регрессии; R^2		
	Тип труднообрушаемого массива кровли		
	I	II	III
K_{h1}	$Ш_{ooI} = 2,79K_{h1}; 0,69$	$Ш_{ooII} = 2,46K_{h1}; 0,80$	-
K_{h2}	$Ш_{ooI} = 6,46K_{h2}; 0,75$	$Ш_{ooII} = 5,72K_{h2}; 0,82$	$Ш_{ooIII} = 8,19K_{h2}; 0,81$

Для I и II типов труднообрушаемых массивов кровли получены уравнения регрессии (табл. 6), отражающие многофакторные корреляционные связи шага первичной посадки с показателями K_{h1} и K_{h2} . Поскольку в III типе отсутствует непосредственная кровля, то уравнение регрессии учитывает связь шага первичной посадки с пределом прочности слоя основной кровли и его высотой (табл. 6).

Полученные коэффициенты регрессии (табл. 5 и 6) достоверны, поскольку уровень их значимости не ниже $\alpha = 0,05$. Адекватность представленных эмпирических связей уравнений установлена с помощью F -распределения Фишера [5]. Так как величина коэффициента детерминации R^2 указанных эмпирических уравнений составляет не менее 0,87 (табл. 6), последние рекомендуется использовать для прогнозирования шага первичной посадки основной кровли.

Таблица 6

Уравнения множественной регрессии для первичного шага посадки основной кровли

Тип труднообрушаемого массива кровли	Уравнение регрессии	R^2
I	$Ш_{ool} = 515,21(K_{h1})^{-1} + 2,61K_{h2}$	0,87
II	$Ш_{ool} = 1,27K_{h1} + 3,29K_{h2}$	0,89
III	$Ш_{ool} = 1,08h_o + 0,35\sigma_{сжсж}$	0,94

Апробация полученных уравнений множественной регрессии (табл. 6) для каждого типа труднообрушаемого массива кровли производилась по натурным данным трёх лав (табл. 7), не вошедшим в рассматриваемую совокупность: №9 пласта h_7 шахты

„Им. Ф.Э. Дзержинского“ ГП „Ровенькиантрацит“, №121 пласта l^I_6 шахты „Должанская-Капитальная“ ГП „Свердловантрацит“ и №22 южная пласта h_{10} шахты „Им. Космонавтов“ ГП „Ровенькиантрацит“. Результаты проверки представлены в табл. 8.

Таблица 7

Исходные характеристики, не вошедших в рассматриваемую совокупность лав

Тип труднообрушаемого массива кровли	Наименование лавы	Значение фактора и единица его измерения								
		L_n , м	m , м	H , м	h_n , м	$\sigma_{сжсж}$, МПа	K_{h1}	h_o , м	$\sigma_{сжсж}$, МПа	K_{h2}
I	№ 9	210	1,2	975	4,0	50,5	12,6	9,5	67,5	7,1
II	№ 121	226	1,23	1054	3,5	80,0	22,9	8,5	90	10,6
III	№ 22 южная	224	1,19	798	-	-	-	8	105	13,1

Таблица 8

Результаты сравнения фактических и прогнозируемых величин шага первичной посадки основной кровли

Тип труднообрушаемого массива кровли	Наименование лавы	Величина шага первичной посадки основной кровли, м*		Отклонение расчетной величины от прогнозной*	
		фактическая	прогнозная	абсолютное, м	относительное, %
I	№ 9	55	59	+4	+7
II	№ 121	60	64	+4	+6
III	№ 22 южная	52	45	-7	-13

* – округлённое до целого числа

По результатам сравнения установлено, что отклонение прогнозных значений шага первичной посадки основной кровли от фактических не превышает по относительной величине +7...-13%. Полученные уравнения (табл. 6) рекомендуется использовать при про-

гнозировании величины шага первичной посадки основной кровли с достаточной для практического применения точностью в условиях отработки тонких и средней мощности пологонаклонных пластов глубокими антрацитовыми шахтами.

Выводы и перспективы дальнейшего развития направления.

Для условий отработки пластов антрацита глубокими шахтами определены три наиболее распространенных типа труднообрушаемых массивов кровли, которые зависят от его структурно-прочностных свойств. Установлен показатель, учитывающий отношение пределов прочности непосредственной и основной кровель к их высоте, позволяющий повысить достоверность прогнозирования шага первичной посадки труднообрушаемой кровли. Полученные эмпирические уравнения рекомендуется использовать для прогнозирования величины шага первичной посадки труднообрушаемой кровли в условиях отработки тонких и средней мощности пологонаклонных пластов антрацита глубокими шахтами с достаточной для практического применения точностью.

Список литературы / References

1. Геомеханічне обґрунтування технології управління важкообвальною покрівлею на викидонебезпечних пластах / В.П. Овчинніков, Ю.М. Халімендик, В.Д. Петренко, В.П. Романенко. – Луганськ: Книжковий світ, 2005. – 208 с.
Ovchynnikov, V.P., Khalimendyk, Yu.M., Petrenko, V.D. and Romanenko, V.P. (2010), *Geomekhanichne obgruntuvannia tekhnologii upravlinnia vazhkoobvalnoi pokrivleiu na vykydonebezpechnykh plastakh* [Geomechanical Rationale of the Technology of Control of Poorly Caving Roof of the Outburst-Prone Beds], Knyzhkovy svit, Lugansk, Ukraine.
2. Мухин Е.П. Роль геомеханических процессов в авариях со взрывами метана на угольных шахтах / Е.П. Мухин // Уголь Украины. – 2008. – № 8. – С. 21–25.
Mukhin, Ye.P. (2010), "The role of geomechanical processes in accidents with explosions of methane in coal mines", *Ugol Ukrainy*, no.8, pp. 21–25.
3. Сергієнко О.І. Геомеханічне обґрунтування параметрів обвалення важкокеріваної покрівлі в лавах пологих пластів Донбасу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.02 „Підземна розробка родовищ корисних копалин“ / О.І. Сергієнко – Донецьк, 2009. – 19 с.
Sergienko, A.I. (2009), "Geomechanical substantiation of parameters of difficult-to-control roof collapse in lavas of gently dipping layers of Donbass", Abstract of Cand. Sci. (Tech.) dissertation, Underground mining of Mineral Deposits, Institute of Physics in Mining Processes of NAS of Ukraine, Donetsk, Ukraine.
4. Лобков М.І. Розвиток наукових основ прогнозу обвалення порід покрівлі при вийманні лавою пологого пласта: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.15.02 „Підземна розробка родовищ корисних копалин“ / М.І. Лобков – Донецьк, 2012. – 36 с.
Lobkov, N.I. (2012), "Development of scientific bases of roof collapse forecast during mining the gently dipping layer by longwall", Abstract of Dr. Sci. (Tech.) dissertation, Underground mining of mineral deposits, Institute of Physics in Mining Processes NAS of Ukraine, Donetsk, Ukraine.
5. Макарова Н.В. Статистика в Excel / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
Makarova, N.V. and Trofimets, V.Ya. (2002), *Statistika v Excel* [Statistics in Excel], Finansy i statistika, Moscow, Russia.

Мета. На базі моніторингу натурних даних встановити емпіричні зв'язки між кроком первинної посадки покрівлі та основними факторами, що його характеризують, при відпрацюванні тонких і середньої потужності пологопохилих пластів антрациту глибокими шахтами.

Методика. Встановлення величин, що прогнозуються, проводилося з використанням методів математичної статистики.

Результати. Для умов відпрацювання тонких і середньої потужності пологопохилих пластів антрациту глибокими шахтами Українського Донбасу визначені домінуючі типи розглянутих масивів, що залежать від їх структурно-міцнісних властивостей. Отримані емпіричні залежності кроку первинної посадки основної покрівлі від сукупності основних факторів, що впливають на його величину. Апробація результатів роботи здійснена в конкретних гірничо-геологічних і гірничо-технічних умовах шахт „Ім. Ф.Е. Дзержинського“, „Ім. Космонавтів“ (ДП „Ровенькиантрацит“) і „Довжанська-Капітальна“ (ДП „Свердловантрацит“).

Наукова новизна. Встановлено показник, що враховує відношення міцності безпосередньої та основної покрівель до їх висоти, який дозволив підвищити достовірність визначених величин обвалень для розглянутих у даній роботі умов.

Практична значимість. Отримані залежності з достатньою для практичного застосування точністю представляється можливим використовувати для визначення величин граничних прольотів обвалень покрівель у виробленому просторі, що дозволить розробляти заходи, які сприяють локалізації інтенсивності осідання масиву гірських порід і забезпеченню роботи очисного вибою без аварійних зупинок у розглянутих умовах.

Ключові слова: лава, важкообвалювана покрівля, міцність порід, первинна посадка, прогнозування

Purpose. To establish the empirical correlation between the spacing of primary roof breaks and its main characterizing factors at development of thin and medium-thickness gently dipping anthracite seams by deep mines on the basis of field data monitoring.

Methodology. We have estimated the predicted values by means of the mathematical statistics methods.

Findings. For the conditions of the development of thin and medium-thickness gently dipping anthracite beds in deep mines of Doniets bassin, the predominant types of the considered massifs have been identified depending on their structural and mechanical properties. The empirical dependence of the spacing of the primary roof breaks on the combination of key factors influencing its value has been obtained. Testing the results of work

was carried out in specific geological and mining conditions of the mines “Im. F.E. Dzerzhinsky”, “Imeni Kosmonavtov” (State Enterprise “Rovenkiantratsit”) and “Dolzhanskaya-Kapitalnaya” (State Enterprise “Sverdlovantratsit”).

Originality. The factor considering the ratio of the ultimate strength of the immediate roof and the main one to their height has been determined. It allowed us to improve the accuracy of the assessment of the degree of breaks in considered work environment.

Practical value. We have obtained the dependence, with the accuracy sufficient for practical application,

which can be used for determining the values of limiting spans of roof caving in the mined-out space. This will contribute in development of activities aiming localization of the rock subsidence and ensuring of the stable operation of the working face without emergency stops under these conditions.

Keywords: *longwall face, poorly caving (hard) roof, rock strength, primary breaks, prediction*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук І.А. Ковалевською. Дата надходження рукопису 15.02.13.

УДК 622.831.322:532538

Ю.А. Жулай¹, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,
А.А. Потапенко²

1 – Институт транспортных систем и технологий Национальной академии наук Украины, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: zhulay@westa-inter.com

2 – Государственное предприятие „Донбасская угольная энергетическая компания“, г. Донецк, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГИДРОИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ

Yu.A. Zhulay¹, Cand. Sci. (Tech.), Senior Research
Fellow
A.A. Potapenko²

1 – Institute of Transport Systems and Technologies of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: zhulay@westa-inter.com

2 – State Enterprise “Donbasskaya Ugolnaya Energeticheskaya Kompaniya”, Donetsk, Ukraine

RESEARCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE DEVICE FOR HYDRO PULSE ACTION ON COAL LAYER

Для повышения эффективности профилактических мероприятий по борьбе с внезапными выбросами угля и газа, взрывами метана в шахтах Институтом геотехнической механики (ИГТМ) НАН Украины разработаны способ и устройство гидроимпульсного воздействия на угольные пласты, обеспечивающие их качественное проведение.

Цель. Установить характер изменения динамических характеристик устройства для гидроимпульсного воздействия на угольные пласты (УГИВ) и кавитационного генератора упругих колебаний давления жидкости (КГ), провести их сравнительный анализ.

Методика. Базируется на экспериментально установленных зависимостях частоты и величины импульсов давления жидкости от значения подпора в диапазоне его изменения от 1 до 12 МПа, позволяющих определить характер изменения динамических характеристик КГ и УГИВ, и выполнить их сопоставление.

Результаты. Представлены экспериментальные динамические характеристики КГ и УГИВ, установлен характер их изменения

Научная новизна. Впервые обосновано снижение уровня пульсаций давления УГИВ по сравнению с уровнем, генерируемым КГ, установлена природа существования резонансов на амплитудно-частотной характеристике (АЧХ) трубопровода-имитатора скважины.

Практическая значимость. Рассмотрение приведенных зависимостей подтверждает возможность повышения эффективности гидрорыхления и дегазации выбросоопасного угольного пласта с глубиной его залегания до 1000 м в зонах низкой гидравлической проницаемости.

Ключевые слова: *выбросоопасность, генератор упругих колебаний давления жидкости, устройство гидроимпульсного воздействия, динамические характеристики*

Постановка проблемы. Увеличение добычи угля из газообильных пластов, залегающих на больших глубинах, сдерживается основным природным барьером их безопасной разработки – газодинамическим фактором. Внезапные выбросы, взрывы метана и угольной пыли приводят к катастрофическим последствиям. Гидрорыхление призабойной части угольного пласта статическим нагнетанием жидкости [1], как

ром их безопасной разработки – газодинамическим фактором. Внезапные выбросы, взрывы метана и угольной пыли приводят к катастрофическим последствиям. Гидрорыхление призабойной части угольного пласта статическим нагнетанием жидкости [1], как