

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИСЕЧНОЙ  
ВЫРАБОТКИ ДЛЯ ОТРАБОТКИ СМЕЖНОГО СТОЛБА 875 ЛАВЫ  
ПЛАСТА  $c_8^B$  В УСЛОВИЯХ ПСП «ШАХТА «ДНЕПРОВСКАЯ» ОАО  
«ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»**

Представлено результати теоретичних та експериментальних досліджень з визначення напружено-деформованого стану порід навколо 875 збірною штреку пласту  $c_8^B$  та розрахунки присічної виробки поруч з 875 збірним штреком пласту  $c_8^B$  в умовах ВСП «Шахта «Дніпровська».

**POSSIBILITY OF REUSE PRISECHNOY OF DRIFT FOR WORKING OFF  
THE ADJACENT COLUMN OF 875 LONGWALL OF LAYER  $c_8^B$  IN THE  
CONDITIONS OF PSP "MINE "DNIPROVSKA", OPEN SOCIETY  
"PAVLOGRADUGOL"**

The results of theoretical and experimental researches are presented from determination of the napruzhenno-deformovanogo state of breeds round a 875 collapsible drift to the layer of  $c_8^B$  in and calculations of the prisichnoy making alongside with a 875 collapsible drift to the layer of  $c_8^B$  in the conditions of PSP «Mine «Dniprovsk».

Выбор типа и параметров горной крепи производится в зависимости от назначения горной выработки, горно-геологических и горнотехнических условий ее заложения. При этом определяющими факторами являются устойчивость породного обнажения и характер развития деформационных процессов приконтурного массива, вызванные проведением выработки.

Значительное количество горных выработок находится в неудовлетворительном состоянии, потери первоначальной площади их поперечного сечения достигают 30-40% вне зоны влияния очистных работ.

В особенно тяжелом состоянии находятся выработки вблизи сопряжений с очистными забоями: потери первоначальной площади поперечного сечения выработок достигают здесь 60-80%. Поэтому добычу угля, как правило, удается вести только при своевременном ведении ремонтных работ по восстановлению штрека впереди и позади лавы. Это приводит к тому, что 30% выработок ежегодно ремонтируются и перекрепляются, ремонт выработок доходит до 60% по отношению к объему вновь проводимых выработок. К настоящему времени доля затрат на проведение, крепление и поддержание горных выработок уже достигла 25% себестоимости угля, и дальнейшее увеличение этого показателя недопустимо[1].

Проводимые исследования 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  на шахте «Днепровская» регион Западный Донбасс, закрепленной анкерной крепью, сталеполимерными анкерами длиной 2,4 м, должны показать возможность отработки 875 лавы пласта  $c_8^B$  и возможность повторного использования 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  для отработки смежного столба.

Добиться результатов с помощью такого вида крепления возможно только в том случае, если все виды работ по анкерному креплению будут выполняться в четком соответствии с нормативными документами, и обеспечением контроля качества установки анкеров на всех этапах.

Общая характеристика 875 лавы по пласту  $c_8^B$  и 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Общая характеристика 875 лавы пласта  $c_8^B$  и 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$

Характеристика	Значение
Глубина разработки	230 м
Длина выемочного столба и выработки	920 м
Длина лавы	200 м
Вынимаемая мощность пласта	1,05 м
Форма сечения выработки	прямоугольная
Тип крепи выработки	анкер
Назначение выработки	конвейерная

Еще до начала ведения очистных работ, суммарная конвергенция 875 штрека на участках ПК38 – 40 достигла значения до 2000 мм. Что на 1000 мм меньше чем ее паспортная величина. Состояние пород непосредственной кровли свидетельствовало о том, что пачка породы скрепленная анкерами отслоилась от вышележащих слоев. В породах кровли образовались трещины. Как следствие произошли вывалы пород кровли и стенок выработки.

В связи вышеперечисленными фактами, для возможности безопасной отработки 875 пласта  $c_8^B$  лавы, был проведен комплекс исследований, который должен показать возможность отработки 875 пласта  $c_8^B$  лавы и дать рекомендации по возможности повторного использования, и спрогнозировать состояние пород вокруг 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  на трех основных стадиях: в массиве, в опорной зоне и позади забоя лавы.

На первом этапе выполнения расчетов был выполнен перерасчет механических свойств вмещающих пород.

После определения механических свойств вмещающих пород с учетом глубины разработки, влажности, трещиноватости и пр. был произведен расчет напряженно-деформированного состояния вмещающих пород в окрестности 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  и их деформационные и силовые характеристики для трех характерных условий поддержания и эксплуатации выработки, которые указывались выше.

Расчет напряженно-деформированного состояния вмещающих пород и возникшие при этом деформационные и силовые изменения вдоль трассы 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  через время после его проведения представлен в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Параметры напряженно – деформированного состояния пород кровли в окрестности 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  в массиве

№ скв.	Мощность Расслоившихся слоев, м	Параметры опорной зоны			Предел прочности пород, МПа		Напряжения, МПа		Высота свода об- рушения, м	Нагрузка от непосредствен ной кровли, $F_{н,тс}$	Смещения кровли, У, мм
		a, м	$d_0$ , м	$S_1$ , тс	$R_{сж}$	$R_p$	$\sigma_{сж}$	$\sigma_p$			
2657	0,3	0,8	0,5	782	8,69	1,73	32,06	8,21	1,4	5,1	205
	0,5	1,1	0,7	685							
	0,6	1,3	0,8	582							
	0,8	1,4	0,9	501							
	1,6	2,3	1,5	577							
	4,0	3,9	2,6	525							
4105	0,3	0,8	0,6	455	8,69	1,73	48,25	12,67	2,3	12	400
	0,9	1,6	1,1	478							
	1,1	1,8	1,2	389							
	2,0	2,6	1,7	360							

Таблица 3 – Параметры напряженно – деформированного состояния пород почвы в окрестности 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  в массиве

№ скв.	Мощность расслоившихся слоев, м	Параметры опорной зоны			Предел прочности пород, МПа		Напряжения, МПа		Высота свода обрушения, м	Нагрузка от не- посредственной кровли, $F_{н,тс}$	Смещения поч- вы, У, мм
		a, м	$d_0$ , м	$S_2$ , тс	$R_{сж}$	$R_p$	$\sigma_{сж}$	$\sigma_p$			
2657	1,6	3,7	2,4	448	8,06	1,61	43,73	11,2	1,1	3,8	352
	2,2	3,7	2,4	445							
	0,3	0,9	0,6	661							
	0,4	1,0	0,7	532							
	0,4	1,1	0,8	461							
	0,9	1,8	1,2	459							
4105	1,2	2,1	1,4	481	8,11	1,62	37,04	9,48	1,4	5,1	390
	0,3	0,9	0,6	775							
	0,4	1,0	0,7	620							
	0,4	1,1	0,8	536							

Как видно из таблиц 2 и 3 уже по истечении времени после проведения (в расчетах принималось 200 суток) в породах кровли практически вдоль всей трассы 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  будет наблюдаться расслоение пород непосредственной кровли и почвы и разрушение отдельных отслоившихся породных пачек. Это происходит за счет того, что напряжения в породах кровли и почвы в 4-5 раз превышают предел прочности пород на одноосное сжатие и растяжение. Из этого следует, что вдоль трассы 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  будут наблюдаться значительные опускания пород кровли, особенно в условиях СКВ. №№ НЗ 4105 и НЗ 2657, начиная с ПК 38 – 40, где

опускания составят до 400 мм, в результате чего анкерная крепь на этом участке уже не работает, и произошел отрыв «опорной плиты» от выше лежащего породного массива [2]. В целом, опускания пород кровли вдоль трассы штрека составят до 400 мм, поднятия пород почвы до 390 мм.

На следующем этапе производился расчет напряженно-деформированного состояния вмещающих пород и возникающих при этом деформационных и силовых изменений вдоль трассы 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  в опорной зоне движущейся лавы, который представлен в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Параметры напряженно – деформированного состояния пород кровли в окрестности 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  в опорной зоне

№ скв.	Мощность Расслоившихся слоев, м	Параметры опорной зоны			Предел прочности пород, МПа		Напряжения, МПа		Высота свода об- рушения, м	Нагрузка от непо- средственной кровли, $F_{н,тс}$	Смещения кровли, у, мм
		а, м	$d_0$ , м	$S_1$ , тс	$R_{сж}$	$R_p$	$\sigma_{сж}$	$\sigma_p$			
2657	0,3	1,0	0,5	1506	8,61	1,72	55,53	14,2 2	2,8	9,7	720
	0,5	1,4	0,7	1206							
	0,5	1,5	0,8	953							
	1,1	2,3	1,2	827							
	1,3	2,6	1,3	637							
	2,7	4,2	2,1	554							
4105	0,3	1,0	0,5	1640	8,68	1,73	60,77	15,5 6	2,8	14,3	780
	0,6	1,6	0,8	1421							
	1,1	2,4	1,2	1199							
	2,0	3,5	1,7	999							

Таблица 5 – Параметры напряженно – деформированного состояния пород почвы в окрестности 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  в опорной зоне

№ скв.	Мощность Расслоившихся слоев, м	Параметры опорной зоны			Предел прочности пород, МПа		Напряжения, МПа		Высота свода об- рушения, м	Нагрузка от непосредствен ной кровли, $F_{н,тс}$	Смещения почвы, у, мм
		а, м	$d_0$ , м	$S_2$ , тс	$R_{сж}$	$R_p$	$\sigma_{сж}$	$\sigma_p$			
2657	1,6	3,7	2,4	448	8,05	1,6	59,38	15,20	2,0	7,0	700
	2,2	3,7	2,4	445							
	0,3	1,2	0,6	4639							
	0,6	1,9	0,9	4063							
	1,2	2,8	1,4	3466							
	0,8	2,8	1,4	2616							
4105	1,0	2,9	1,5	2316	8,09	1,61	27,08	6,93	2,9	10,2	880
	0,3	1,2	0,6	1194							
	0,6	1,9	0,9	1057							
	1,2	2,9	1,4	929							

Из данных, приведенных в таблицах 4 и 5, видно, что при попадании в зону влияния движущегося очистного забоя 875 лавы пласта  $c_8^B$  существенно изменятся геометрические и физические параметры опорной зоны в окрестности 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$ . Ширина опорной зоны увеличится почти в два раза и максимальная нагрузка в ней возрастет. Это приведет к дальнейшему увеличению опусканий, в основном за счет основной кровли, поскольку непосредственная кровля при такой нагрузке разрушается.

Таблица 6 – Параметры деформирования пород кровли и почвы позади 875 лавы пласта  $c_8^B$

№№ скв	$h_{сл}$ , м	опускания, мм	поднятия, мм	Напряжения, МПа	Нагрузка, тс		опускания с учетом охранного сооружения, мм
					от непосредственной кровли	от основной кровли	
2657	8,0	970	1000	10,94	23,5	448,7	820
	24,0			16,12			
	16,0			10,78			
	10,0			9,84			
	3,5			6,16			
4105	8,0	985	1100	5,42	22,4	300,3	850
	22,0			14,73			
	9,0			10,84			
	6,0			16,63			
	3,5			17,18			

Поэтому основная нагрузка на крепь 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  будет вызываться опусканиями пород основной кровли. Опускания пород кровли на участке ПК 38 – 40 достигнут 780 мм. Поднятия пород почвы на ПК 38 – 40 достигнут 880 мм. При этом практически вдоль всей трассы штрека произойдет отрыв «опорной плиты» с анкерной крепью от выше лежащего массива, что приведёт к вывалам пород кровли. А на участке штрека ПК 38 – 40 и далее возможно разрушение пород кровли за счет растягивающих напряжений и возникновение аварийной ситуации.

Таким образом, выполненный комплекс расчетов изменения напряженно-деформированного состояния вмещающих пород вдоль трассы 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  для трех характерных условий его эксплуатации и поддержания. Смещения пород на контуре выработки позволяют констатировать тот факт, что даже с проведением дополнительных мероприятий направленных на охрану и поддержание штрека: установка рудничных стоек (гидростоек) под металлическую балку, использование жесткого охранного сооружения типа СКУ для охраны штрека позади забоя лавы, установка полигональной крепи для повышения устойчивости пород кровли позади забоя лавы, его повторное использование не представляется возможным. Остаточная высота выработки составит 1700-1200 мм. Кроме этого из-за недостаточного сечения 875 сборного штрека пласта  $c_8^B$  под угрозой стоит возможность обеспечения забоя лавы свежей струей воздуха. При таких смещениях пород на всей своей

протяженности анкерная крепь утратит несущую способность, а выработка свою устойчивость при любых способах ее охраны и поддержания.

Расчетный контур 875 сборного штрека представлен на рисунке 1.

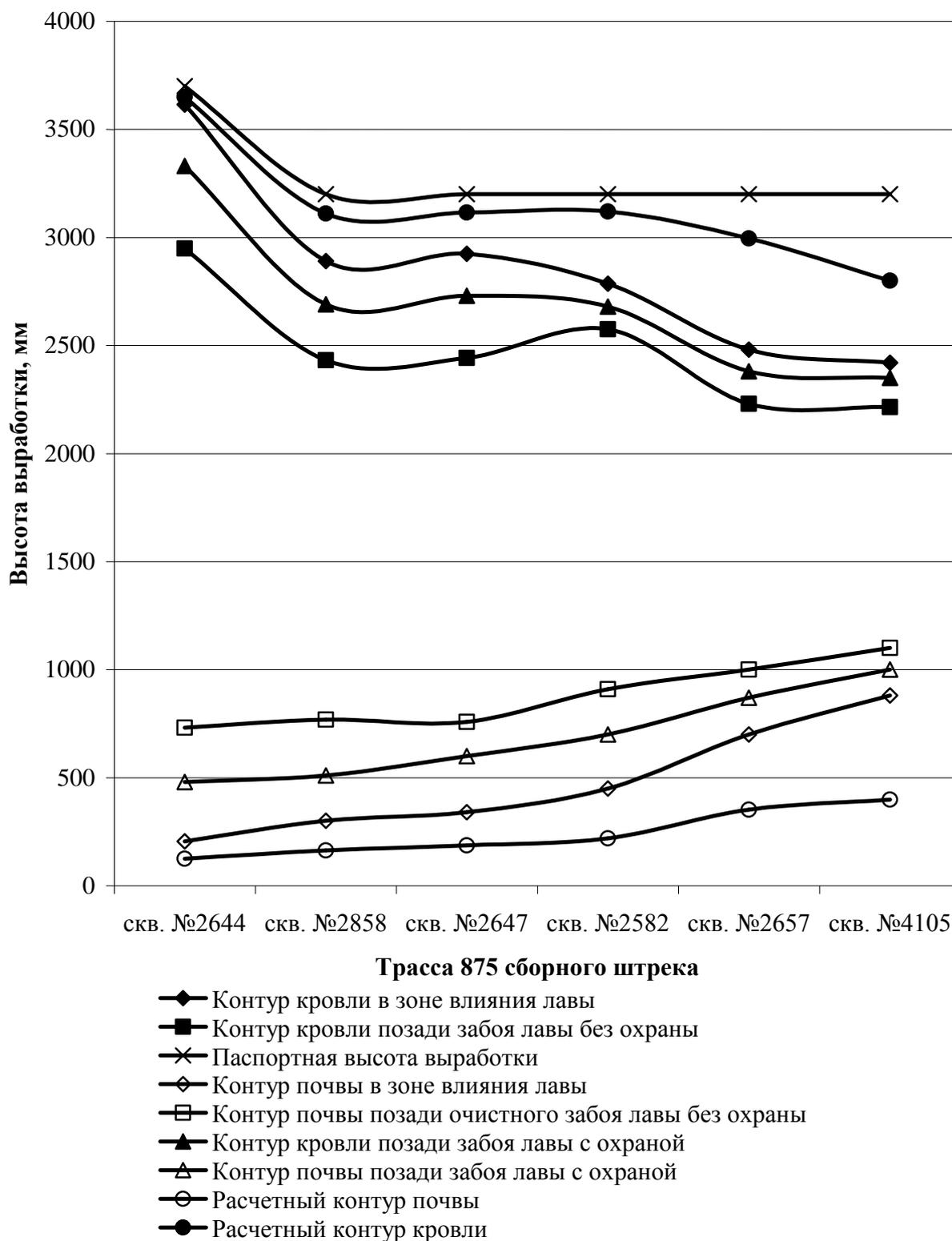


Рис. 1 – Прогноз изменения высоты 875 сборного штрека в характерных условиях его поддержания и эксплуатации

Состояние пород кровли 875 сборного штрека при его поддержании вне зоны влияния лавы (ПК 42) представлено на рисунке 2.



Рис. 2 – Состояние пород кровли 875 сборного штрека при его поддержании вне зоны влияния лавы на ПК 42

Выходом из сложившейся ситуации является проведение в преддверии отработки лавы, выработки вприсечку с 875 сборным штреком пласта  $c_8^B$ , которая посредством сбоек будет соединяться с последним и обеспечивать лаву воздухом, а так же доставкой материалов.

Для расчета проведения выработки вприсечку к 875 сборному штреку пласта  $c_8^B$  были приняты три расчетные схемы, для расчета в массиве, в опорной зоне и позади очистного забоя, представленные на рисунках 3-5.

Принятые расчетные схемы позволяют на основании прогнозного расчета изменения напряженно-деформированного состояния вмещающих пород в окрестности присечной выработки для характерных условий ее эксплуатации и поддержания оценить ее состояние и сделать выводы о целесообразности принятия такого решения.

Поскольку выработка проводится вприсечку, то целик между 875 сборным штреком и присечной выработкой принимался в расчетах равным 3, 4 и 5 м. Проведение выработок в присечку требует крепления присечных выработок податливой рамной крепью, поскольку зона неупругих деформаций вмещающих пород от раннее проведенного штрека распространяется на величину 1,5-2,0 полупролета проведенной выработки, т.е. в нашем случае до 5,0 м. Установка анкерной крепи в разупрочненные породы не имеет смысла, поскольку

при этом не выдерживается сама идея опорно-анкерного крепления – сохранение состояния нетронутого массива.

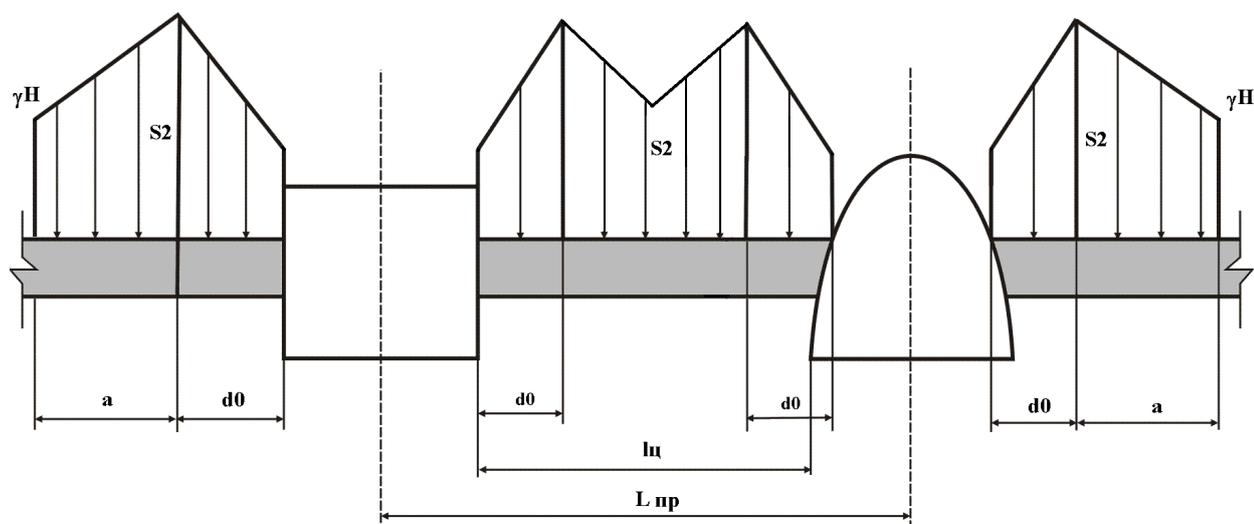


Рис. 3 – Принципиальная расчетная схема для расчета присечной выработки в массиве

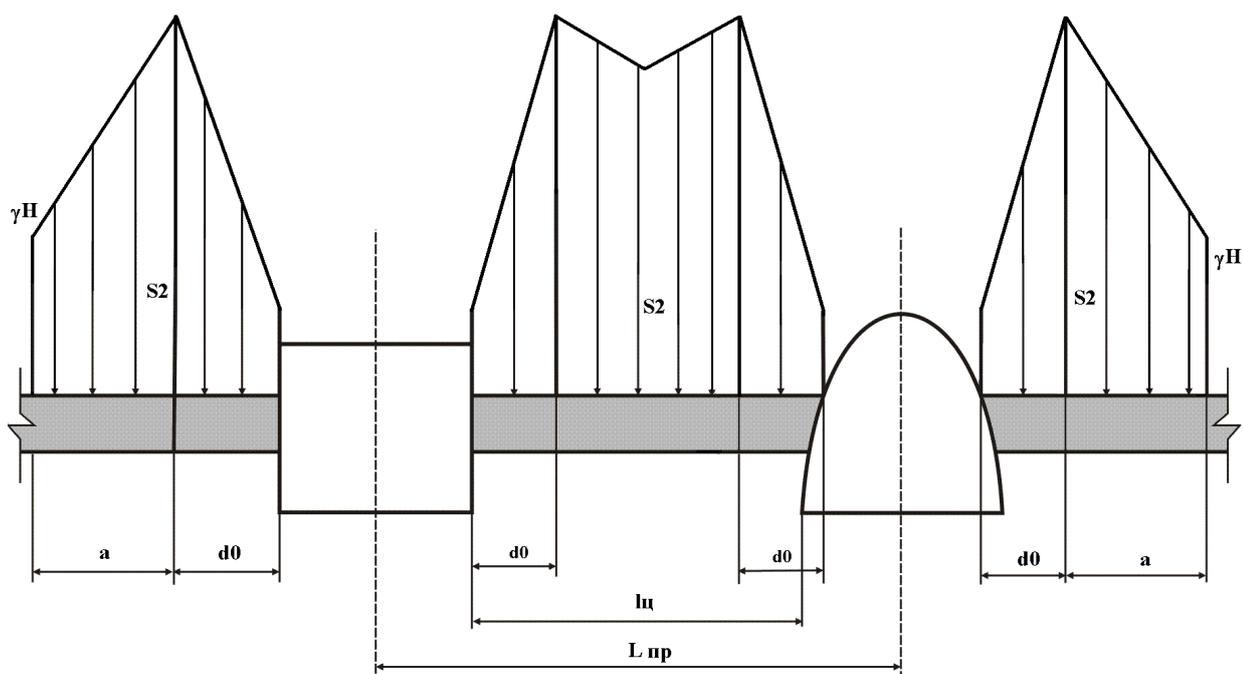


Рис. 4 – Принципиальная расчетная схема для расчета присечной выработки в опорной зоне

Результаты расчета геомеханического состояния пород в окрестности присечной выработки при ее поддержании вне зоны влияния лавы представлены в таблице 7.

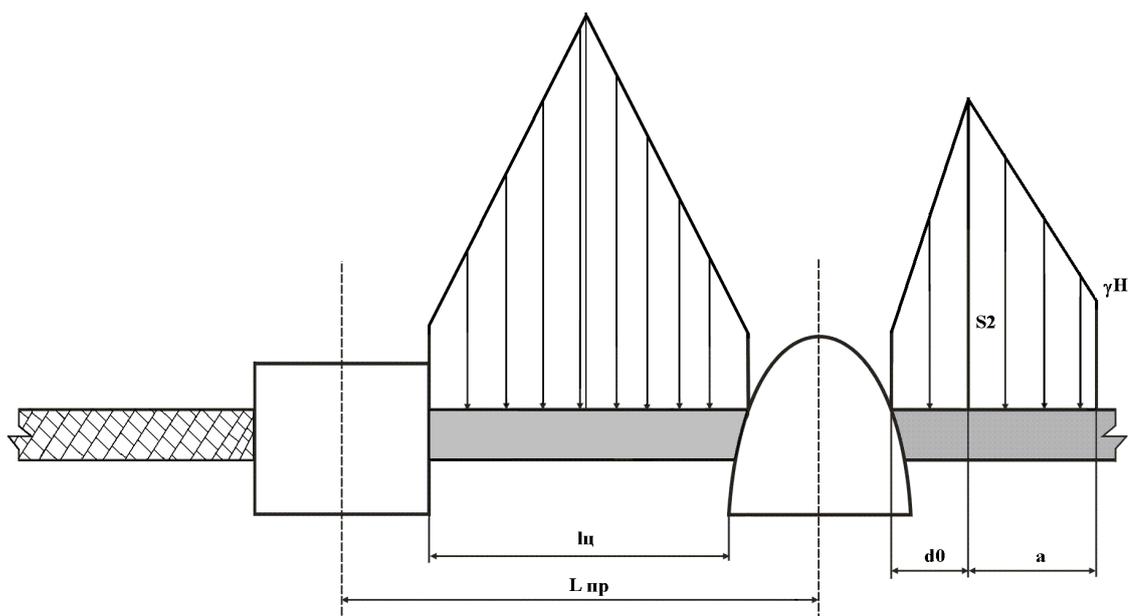


Рис. 5 – Принципиальная расчетная схема для расчета присечной выработки позади очистного забоя

Таблица 7 – Параметры деформирования пород кровли и почвы при поддержании присечного штрека в массиве

	Ширина целика, $a_y$ , м	Кровля					Почва				
		$h_{сл}$ , м	$h_{об}$ , м	$y$ , мм	$\sigma_{сж}/\sigma_p$ , МПа	$R_{сж}/R_p$ , МПа	$h_{сл}$ , м	$h_{об}$ , м	$y$ , мм	$\sigma_{сж}/\sigma_p$ , МПа	$R_{сж}/R_p$ , МПа
2657	5	0,5 3 4	0,3	124	5/1,3	1,5/0,3	0,5 0,6 0,9	0,5	130	20,8/5,3	1,5/0,3
	4	0,5 0,8	0,3	150	12,1/3,1		0,5 0,6 0,9	2,0	150	39/10	
	3	0,3 0,5	0,3	160	32,1/8,2		0,5 0,6 0,9	2,0	160	43/11	
4105	5	0,3 4	0,3	20	9,4/2,4	1,8/0,54	0,7 0,8	0,7	128	29//7,5	1,8/0,54
	4	0,3 4	0,3	30	10,5/2,7		0,6 0,7 1,6	1,3	140	31,8/8,1	
	3	0 4	0,3	30	12,5/3,2		0,6 0,7	1,3	150	36,9/9,5	

Результаты расчета геомеханического состояния пород в окрестности присечной выработки при ее поддержании в зоне влияния лавы представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Параметры деформирования пород кровли и почвы при поддержании присечного штрека в опорной зоне

№№ СКВ.	Ширина целика, а <sub>y</sub> , м	Кровля					Почва				
		h <sub>сл</sub> , м	h <sub>об</sub> , м	у, мм	σ <sub>сж</sub> /σ <sub>р</sub> , МПа	R <sub>сж</sub> /R <sub>р</sub> , МПа	h <sub>сл</sub> , м	h <sub>об</sub> , м	у, мм	σ <sub>сж</sub> /σ <sub>р</sub> , МПа	R <sub>сж</sub> /R <sub>р</sub> , МПа
2657	5	0,5 0,8 2,2	0,3	140	205/5,3	1,3/0,19	0,6 0,9 1,2	1,1	240	41,2/10,5	1,3/0,19
	4	0,5 0,8	0,3	150	22/5,6		0,3 0,4 0,5				
	3	0,5 0,8	0,3	170	24/6,0		0,3 0,6 0,7	2,3	390	51,4/13,1	
4105	5	0,3 1,3	0,3	70	14,5/3,6	1,7/0,25	0,3 0,5	0,7	170	18,2/4,3	1,7/0,25
	4	0,3 1,3	0,3	70	15,8/3,8		0,3 0,4 0,9				
	3	0,3 1,3	0,3	80	16,5/4,2		1,7/0,25	0,3 0,4 0,9	1,3	190	

Результаты расчета состояния пород в окрестности присечной выработки при ее поддержании позади лавы представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Параметры деформирования пород кровли и почвы позади забоя лавы

№№ СКВ	h <sub>сл</sub>	опускание, мм	поднятие, мм	SPR напряжения Мпа	нагрузка
					от основной кровли
2657	3,5	528	645	12	249
	8	521		21	
	6	601		18	
	19	460		9	
	24	341		2	
	32	287		1	
	32	194		0,6	
4105	5	463	662	5,7	208
	14	509		12	
	20	427		3,2	
	12	468		4,3	

Как видно из данных расчетов, приведенных в таблицах 7 – 9, основные сдвиги приконтурной части пород присечной выработки начнутся в зоне влияния очистных работ в лаве. Здесь опускания составят от 280 мм при ширине целика 5,0 м до 430 мм при ширине целика 3,0 м при поднятиях пород

почвы 280 мм и 470 мм соответственно. Исключение составляет участок штрека с ПК 38-40, где опускания будут находиться в рамках податливости крепи, что вызвано разрушением пород в окрестности 875 сборного штрека, которое послужит своеобразной разгрузкой. На остальном протяжении выработки элементы крепи начнут деформироваться.

Позади забоя лавы опускания пород кровли составят от 460 мм до 615 мм при поднятиях пород почвы от 660 мм до 800 мм и сопоставимых с ними сближениях боков присечной выработки. Это говорит о потере выработкой своего сечения на 50-60 %. И если, выполнив подрывку пород почвы можно обеспечить подачу в лаву свежей струи воздуха и доставку материалов, то повторного использования выработки добиться не удастся, поскольку элементы крепи будут деформированы и выработка будет требовать ремонта, который в условиях разупрочненных на значительном протяжении пород не представляется возможным.

На основе вышеприведенных расчетов было предложено пройти штрек «вприсечку» на расстоянии 7-10 м от 875 сборного штрека с опережением очистного забоя лавы. Такое технологическое решение было принято, чтобы исключать их взаимное влияние друг на друга. При этом, учитывая, что выработки не будут иметь взаимного влияния друг на друга, допускается крепление присечной выработки анкерной крепью. Но, учитывая, что это выработка будет подвержена влиянию очистных работ в лаве, крепление необходимо осуществлять анкерно-рамной крепью при арочной форме поперечного сечения. Шаг установки рам не более 0,8 м [2]. Ожидая значительную конвергенцию боков присечной выработки, необходимо предусмотреть установку анкеров в оба бока выработки, причем как над пластом, так и под пластом. Присечная выработка должна иметь сечение не менее 11,7 м<sup>2</sup>, в опорной зоне и позади забоя лавы дополнительно поддерживаться крепью усиления, препятствующей вертикальным и горизонтальным смещениям вмещающих пород. При правильном проведении и креплении присечной выработки возможно сохранение 60-80% ее проектного сечения, что дает возможность обеспечить свежей струей воздуха 875 лаву, а также использовать в качестве вентиляционного штрека, при отработке смежного выемочного столба.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф., Курносов А.Т. Управление геомеханическими процессами при отработке угольных пластов. – К.: Наукова думка, 1987. – 200 с.
2. Савостянов А.В., Ключков В.Г. Управление состоянием массива горных пород. – К.: УМК ВО, 1992. – 276 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н О.І. Волошиним 23.07.09*