

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ЗАКЛАДЧНОГО МАТЕРИАЛА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ЧЕРЕЗ ПРОВАЛЫ С ПОВЕРХНОСТИ, ПРИ ЩИТОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

Г. Е. ПОСОХОВ

*(Представлено научным семинаром кафедр разработки пластовых
месторождений, разработки рудных месторождений, строительства
горных предприятий)*

На шахтах Прокопьевско - Киселевского района Кузбасса за последние годы получила широкое распространение щитовая система разработки с закладкой выработанного пространства через провалы с поверхности. Эта система конструктивно почти не отличается от щитовой системы разработки с обрушением и применяется при тех же горно-геологических условиях обычно на первом и реже на втором этаже.

Закладочные материалы подаются в выработанное пространство с помощью бульдозеров, экскаваторов, автосамосвалов, ленточных конвейеров и скреперных грузчиков. В качестве закладочных материалов используются главным образом породы наносных отложений, а также горельники и недробленные коренные породы.

Опыт показал, что при систематической подаче закладочных материалов на щит с поверхности значительно улучшаются технико-экономические показатели [2 и 5], присущие щитовой системе разработки с обрушением:

1) сокращаются эксплуатационные потери угля за счет снижения аварийности щитов и уменьшения размеров межщитовых и охранных целиков угля;

2) повышается производительность щитового забоя главным образом за счет спокойного, равномерного опускания щита при выемке всего столба;

3) снижается аварийность щитов благодаря устранению больших динамических нагрузок;

4) не нарушается вентиляционный режим, так как резко снижаются подсосы и утечки воздуха через провалы;

5) полностью отпадает необходимость в проведении профилактического заиливания.

Положительные результаты применения щитовой системы разработки с закладкой подтверждаются исследованиями [7, 9] и приводятся в табл. 1.

Данные таблицы 1 показывают, что процент участия щитовой системы разработки с закладкой в общей добыче угля по Прокопьевско-Киселевскому району Кузбасса увеличился в 1952 г. по сравнению с 1950 г. почти в 13 раз. Одной из главных причин быстрого распространения этой системы разработки является исключительно низкая стоимость закладочных ра-

бот, которая достигается за счет применения высокопроизводительных машин и дешевых закладочных материалов.

Таблица 1

Показатели применения щитовых систем разработки
по Прокопьевско-Киселевскому району Кузбасса

Система разработки	Среднемесячная производительность одного забоя, <i>т</i>			Процент участия системы разработки в общей добыче угля			Потери, %
	годы			годы			
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	
Щитовая с обруше- нием	6045	6545	7345	46,6	41,5	38,4	27,1
Щитовая с закладкой	7340	8355	9390	0,9	5,1	11,5	23,4

В табл. 2 приводятся стоимости 1 м³ закладочного материала, уложенного в выработанное пространство, в зависимости от способа возведения закладочного массива с учетом полной загрузки установок [4, 12].

Таблица 2

Фактические стоимости 1 м³ закладочного материала

Закладка	Стоимость 1 м ³ закладочного материала, уложенного в выработанное пространство, руб.
Пневматическая	22,3
Механическая	21,1
Гидравлическая	18,2
Самотечная	
поданная по подземным выработкам,	17,4
поданная с поверхности через провалы	1,4

Существенным недостатком подачи закладочных материалов в выработанное пространство через провалы с поверхности является сезонность работ. Эти работы обычно выполняются в период май—октябрь месяцы включительно. В остальные 6 месяцев в году они почти совсем не производятся.

В табл. 3 приведены данные объемов работ, выполненных Киселевской спецконторой по закладке выработанного пространства и засыпке провалов при щитовых системах разработки за период 1952—54 гг. по месяцам.

Из данных таблицы 3 видно, что прекращение закладочных работ зимой приводит к увеличению объема работ по засыпке провалов в теплые месяцы года. Поэтому изыскание способов закладки выработанного пространства через провалы с поверхности в зимний период имеет большое народнохозяйственное значение в смысле механизации трудоемких процессов и снижения себестоимости угля.

Возможность решения этой задачи уже доказана практикой. Например, на шахте „Зиминка“ треста Прокопьевскуголь зимой 1952 года впервые был проведен опыт закладки выработанного пространства и засыпки провалов недробленными горельниками. Горельники доставлялись с мест-

ного карьера с помощью автосамосвалов и ссыпались на расчищенную от снега площадку над местом будущего провала и около него [1].

Таблица 3

Закладка выработанного пространства и засыпка провалов при щитовых системах разработки по шахтам треста Кагановичуголь (по состоянию на 1 июля 1954 г.)

Месяцы	Объем работ по закладке выработанного пространства, м ³			Объем работ по засыпке провалов, м ³		
	1952	1953	1954	1952	1953	1954
Январь	1600	—	2565	—	—	—
Февраль	16880	—	—	—	—	—
Март	1100	—	—	—	—	—
Апрель	9652	—	—	—	77106	—
Май	—	63980	47047	174882	159922	122825
Июнь	—	44344	83393	32771	369745	399238
Июль	21130	62318	—	271193	391552	—
Август	16040	70382	—	254370	378400	—
Сентябрь	22010	29262	—	265300	229923	—
Октябрь	15810	44196	—	178455	6655	—
Ноябрь	—	2410	—	—	7570	—
Декабрь	—	1353	—	—	—	—

Такую заготовку закладочных материалов, очевидно, проще и экономичнее производить летом, когда облегчаются работы по их добыче и транспортировке. Кроме того, сохраняются возможности широкого использования самого дешевого закладочного материала—пород наносных отложений.

Предварительная заготовка закладочных материалов и складирование их непосредственно над местом будущего провала, несомненно, обеспечит более надежное заполнение выработанного пространства и значительно снизит трудности проведения закладочных работ в зимних условиях.

Таким образом, сезонность закладочных работ при щитовой системе разработки можно ликвидировать путем создания в летний период штабелей закладочного материала над воронкой будущего провала. При этом наиболее удовлетворительные результаты получатся в том случае, когда объем заготовленного закладочного материала будет достаточным для заполнения выработанного пространства.

Ввиду изложенного можно поставить и решить задачу о предрасчете потребного объема закладочного материала, складываемого над воронкой будущего провала.

Для определения величины указанного объема принимаем следующие исходные положения:

1) в зимний период выработанное пространство должно заполняться до уровня выхода пласта под наносы [3, 23];

2) незаполненная часть провала, находящаяся в наносах, засыпается летом обычным способом (бульдозерами);

3) габаритные размеры штабеля закладочного материала определяются размерами контура воронки провала на поверхности земли.

Исходя из принятых условий, обозначим:

- $V_{зм}$ — объем закладочного материала, необходимый для закладки выработанного пространства до уровня выхода пласта под наносы, $м^3$;
 $V_{вп}$ — объем выработанного пространства, $м^3$;
 $V_{уг}$ — объем целиков угля, оставляемых в выработанном пространстве, $м^3$;
 V_n — объем воронки обрушения в наносах, $м^3$;
 V_n — объем части выработанного пространства, заполняемый объемом от прогиба пород кровли пласта, $м^3$;
 V_c — объем пород кровли и почвы пласта, обрушающихся при скалывании, $м^3$;
 $\gamma_{уг}$ — коэффициент разрыхления угля;
 γ_n — коэффициент разрыхления пород наносных отложений;
 γ_c — коэффициент разрыхления боковых пород;
 β — угол откоса боковых пород, град.

Величину $V_{зм}$ определяем для случая, когда породы кровли и почвы крепкие, т. е. когда $V_{зм}$ имеет наибольшую величину, а V_c — наименьшую.

При такой постановке задачи согласно рис. 1 имеем:

$$V_{зм} = V_{вп} + V_{уг}(1 - \gamma_{уг}) + V_c(1 - \gamma_c) - V_n\gamma_n - V_n.$$

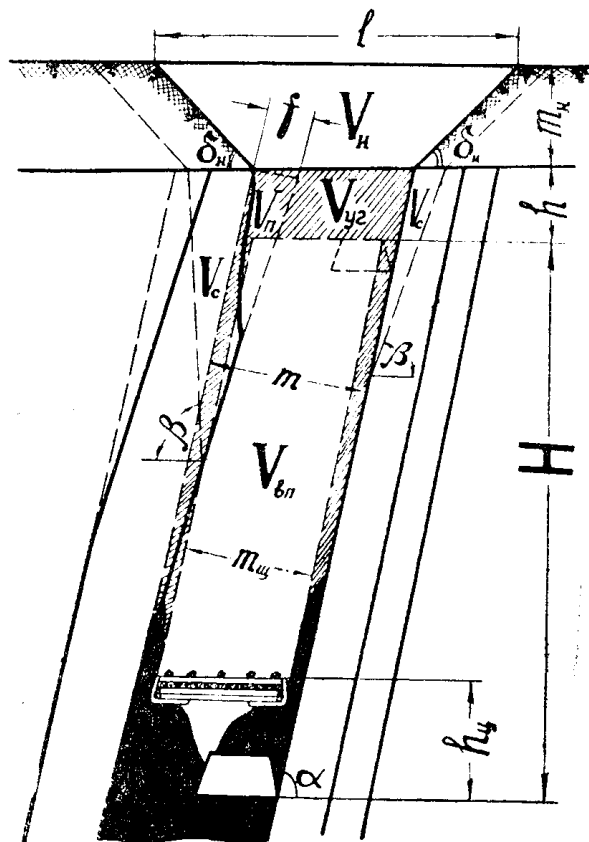


Рис. 1. Расчетная схема для определения объема закладочного материала.

Увеличение объемов $V_{уг}$ и V_c при разрыхлении можно не учитывать, т. к. оно представляет сравнительно малую величину. При этом условии

$$V_{зм} = V_{вп} - V_n\gamma_n - V_n. \quad (1)$$

Обозначим исходные расчетные данные:

- $m_{щ}$ — размер щита вкрест простирания, $м$;
 m — мощность пласта, $м$;
 α — угол падения пласта, град.;
 H — высота этажа, $м$;

- m_n — мощность наносов, м;
 h — высота целика угля над монтажной рассечкой щита, м;
 h_u — высота надштрекового целика угля, м;
 f — максимальная величина прогиба пород кровли в период выемки щитового столба, м [6,37];
 L — размер щита по простиранию, м;
 δ_n — угол сдвижения пород наносных отложений, град.

Тогда

$$\begin{aligned}
 V_{вп} &= m_{щ}(H-h_u) \frac{L}{\sin \alpha}; \\
 V_{н\gamma_n} &= m_{н\gamma_n} \left(m + m_n \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \delta_n} \right) \frac{L}{\sin \alpha}; \\
 V_n &= f(H+h-h_u) \frac{L}{2 \sin \alpha}.
 \end{aligned}$$

Так как разность $h-h_u$ сравнительно мала, то считаем, что

$$V_n = fH \frac{L}{2 \sin \alpha}.$$

Подставляя значение $V_{вп}$, $V_{н\gamma_n}$ и V_n в (1), получим расчетную формулу

$$V_{зм} = m_{щ}(H-h_u) \frac{L}{\sin \alpha} - m_{н\gamma_n} \left(m + m_n \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \delta_n} \right) \frac{L}{\sin \alpha} - fH \frac{L}{2 \sin \alpha}. \quad (2)$$

Чтобы решить вопрос о размещении закладочного материала непосредственно над провалом, необходимо установить габаритные размеры штабеля.

Штабель будет иметь форму обелиска или клина, причем для рассматриваемых условий штабель, имеющий форму клина, при равновеликих основаниях обеспечивает наибольший объем. Размеры клинообразного штабеля определяются из выражений:

$$\begin{aligned}
 h_{ш} &= \sqrt{V_{ш} \operatorname{tg} \varphi}, \\
 l_{ш} &= 2 \sqrt{V_{ш} \operatorname{ctg} \varphi}, \\
 L_{ш} &= nL + h_{ш} \operatorname{ctg} \varphi,
 \end{aligned} \quad (3)$$

- где $h_{ш}$ — высота штабеля, м;
 $l_{ш}$ — ширина основания штабеля, м;
 $L_{ш}$ — длина основания штабеля, м;
 $V_{ш}$ — объем закладочного материала, приходящийся на каждый метр основания штабеля по простиранию, м;
 φ — угол естественного откоса закладочного материала, град.;
 L — размер обрабатываемого щитового столба по простиранию, м;
 n — количество щитовых столбов, обрабатываемых в зимний период.

Для обеспечения самотека закладочного материала из штабеля в выработанное пространство необходимо соблюдать при складировании условия $l_{ш} = l$, где l — ширина провала, м.

Из рис. 1

$$l = \frac{m}{\sin \alpha} + 2m_n \operatorname{ctg} \delta_n. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что величина l при известной мощности обрабатываемого пласта зависит от мощности наносных отложений.

Обозначим минимальную мощность наносов, при которой $l = l_{ш}$, через $m_{нк}$ (рис. 3).

Из (3) и (4) получим

$$m_{нк} = \frac{2 \sqrt{V_{зм} \operatorname{ctg} \varphi} - \frac{m}{\sin \alpha}}{2 \operatorname{ctg} \delta_n}.$$

Следовательно, предварительную заготовку закладочного материала наиболее рационально производить при $m_n \geq m_{нк}$.

Пример. Определить величины $V_{зм}$, $V_{ш}$, $h_{ш}$, $l_{ш}$ и $m_{нк}$ при $H = 80$ м, $\alpha = 60^\circ$; $h_{ш} = 5$ м; $f = 0,7$ м; $\delta_n = 45^\circ$, $\varphi = 40^\circ$ и $L = 1$ м.

Расчет производим для двух вариантов:

а) $m = 5,5$ м и $m_{ш} = 4,5$ м;

б) $m = 8,0$ м и $m_{ш} = 7,0$ м.

Значение m_n будем принимать как ряд чисел 0, 1, 2, 3 и т. д.

Результаты вычислений представлены графиком на рис. 2. Из графика следуют выводы:

1) при $m_n = m_{нmax}$ $V_{ш} = 0$;

2) при $m_n \geq m_{нк}$ $V_{ш} = V_{зм}$;

3) при $m_n < m_{нк}$

$$V_{ш} = V_{зм} + 2(m_{нк} - m_n)^2 \operatorname{ctg} \varphi,$$

т. е. за счет увеличения штабеля

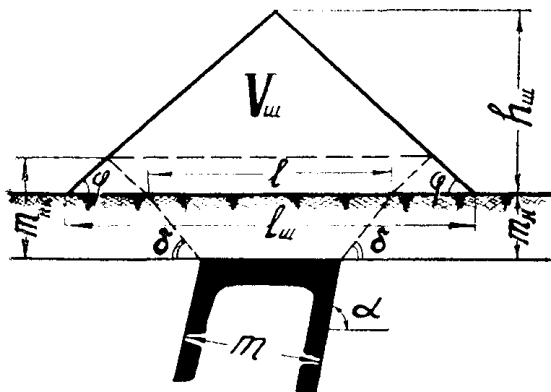


Рис. 2. Расчетная схема штабеля закладочного материала.

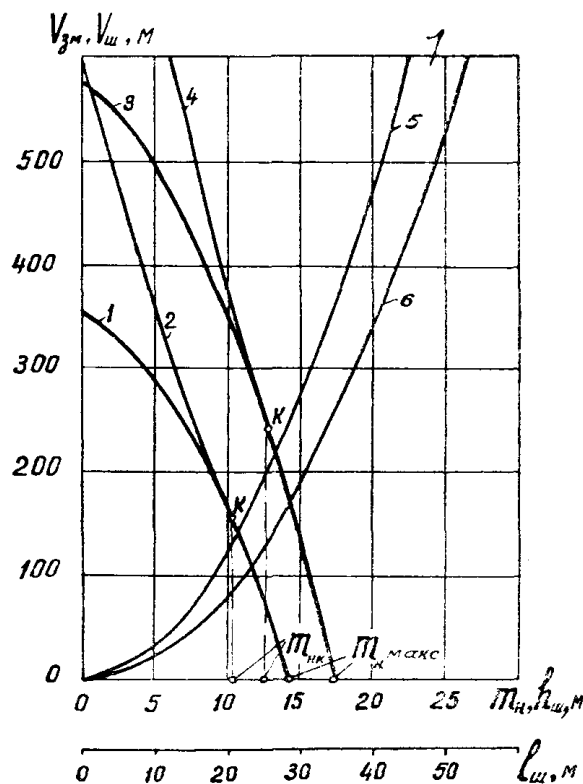


Рис. 3. График объемов закладочного материала и размеров поперечного сечения штабеля 1—кривая объемов закладочного материала при $m=5,5$ м и $H=80$; 2—кривая объемов штабеля при $m=5,5$ м и $H=80$ м; 3—кривая объемов закладочного материала при $m=8,0$ м и $H=80$ м; 4—кривая объемов штабеля при $m=8,6$ м и $H=80$ м; 5—высота штабеля; 6—ширина основания штабеля.

можно искусственно увеличить мощность наносов до величины $m_{нк}$, чтобы в зимнее время закладочный материал поступал в выработанное пространство самотеком.

Предлагаемый метод заблаговременной заготовки и складирования закладочного материала на земной поверхности по линии выхода пластов под наносы поможет разрешить вопрос об успешном применении щитовой системы разработки с закладкой через провалы с поверхности, независимо от времени года, что будет содействовать дальнейшему развитию угледобычи в Кузбассе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов И. П. Недробленные коренные породы, как материал для засыпки провалов в зимнее время. Издательство „Кузбасс“, 1953.
 2. Бакатин В. А. Разработка мощных крутопадающих пластов системой со щитовым перекрытием и закладкой выработанного пространства на шахтах Киселевского месторождения. Материалы научно-технической конференции по обмену передовым опытом в Кузнецком каменноугольном бассейне. Углетехиздат, 1953.
 3. Временные положения по разработке мощных крутопадающих пластов с закладкой выработанного пространства и организации закладочного хозяйства в Кузнецком угольном бассейне. Москва, 1952.
 4. Вопросы горного дела. ВУГИ, Сборник № 10. Углетехиздат, 1953.
 5. Горбачев Т. Ф. К совершенствованию разработки месторождений в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса. Москва, 1954.
 6. Руководство по вопросам сдвижения горных пород для условий Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса. Углетехиздат, 1951.
 7. Стрельников Д. А. Бирюков Р. А. Новое в системах разработки Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса. Углетехиздат, 1954.
-